Regione Emilia-Romagna
Assessorato politiche per la salute

INAIL
Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro

Servizio Sanitario Regionale
Emilia-Romagna
Azienda Unità Sanitaria Locale di Modena

dBA incontri 2012

Aggiornamenti sul rischio Rumore

Valutazione, prevenzione e protezione nei luoghi di lavoro

Atti a cura di
O. Nicolini

Modena, 11 Ottobre 2012

dBA
incontri 2012

dBA incontri 2012

Aggiornamenti sul rischio Rumore

Valutazione, prevenzione e protezione nei luoghi di lavoro

Convegno Nazionale
promosso da:

Regione Emilia-Romagna
Assessorato politiche per la salute

INAIL
ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Modena

Modena, 11 ottobre 2012

Atti a cura di
O.Nicolini

Segreteria Organizzativa
Daniela Marverti

Redazione:
Marco Guerrieri, Gianni Zoboli
Azienda USL di Modena - Dipartimento di Sanità Pubblica - SPSAL
Via Martiniana n°21, Baggiovara – 41126 Modena; dBAinfo@ausl.mo.it

Regione Emilia-Romagna
Assessorato politiche per la salute

INAIL
ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Modena

d=A incontri 2012

Comitato Promotore

Emanuela Bedeschi	Regione Emilia Romagna
Mariella Martini	Azienda USL di Modena
Ester Rotoli	INAIL

Comitato Scientifico

Fabrizio Benedetti	INAIL
Augusto Gambuzzi	Ordine degli Ingegneri di Modena
Adriana Giannini	Azienda USL di Modena
Claudio Gibertoni	Ordine degli Architetti di Modena
Roberto Giusti	Associazione Italiana Ospitalità Privata
Sergio Iavicoli	INAIL
Luciano Marchiori	Coord. Tecnico Interregionale Prevenzione luoghi Lavoro
Giuseppe Monterastelli	Regione Emilia-Romagna
Omar Nicolini	Azienda USL di Modena
Andrea Ognibene	Collegio Geometri di Modena
Alessandro Peretti	Associazione Italiana di Acustica

Segreteria Scientifica

O.Nicolini, P.Nataletti, A.Peretti

d:A incontri 2012

Aggiornamenti sul rischio Rumore

Valutazione, prevenzione e protezione nei luoghi di lavoro

In collaborazione con:

Coordinamento Tecnico Interregionale della Prevenzione nei luoghi di Lavoro

Associazione Italiana di Acustica

Ordine degli Architetti, pianificatori, paesaggisti e conservatori della provincia di Modena

Collegio Geometri e Geometri Laureati della provincia di Modena

Associazione Italiana di Ospedalità Privata provincia di Modena

Ordine degli Ingegneri della provincia di Modena

Comitato Regionale di Coordinamento art.7 DLgs.81/2008 Ufficio operativo

PRESENTAZIONE

Questo volume raccoglie gli Atti del Convegno "***dBA*$_{incontri}$*2012*** – Aggiornamenti sul rischio Rumore. Valutazione, prevenzione e protezione nei luoghi di lavoro" tenuto a Modena l'11 ottobre 2012. Il Convegno è stato organizzato dalla *Regione Emilia Romagna*, Assessorato alla Sanità, dall'*Azienda Unità Sanitaria Locale di Modena*, Dipartimento di Sanità Pubblica e dall'*INAIL*, Istituto Nazionale Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro.

Quella che presentiamo è una edizione di ***dBA***$_{incontri}$ che riprende e sviluppa la tematica del rischio Rumore, argomento elettivo dei Convegni ***dBA*** sin dalla prima edizione tenutasi nel 1985.

Dalla emanazione del DLgs.81/2008, pur in una cornice di sostanziale stabilità legislativa sono ad oggi diverse le novità che hanno avuto ripercussioni sulla valutazione, prevenzione e protezione del rischio rumore.

Le procedure standardizzate, che per il rischio rumore saranno utilizzabili anche per le aziende che occupano fino a 50 lavoratori; le normative UNI EN ISO 9612:2011 & UNI 9432:2011 con le problematicità connesse alla loro lettura integrata; le Linee Guida per i settori della musica e delle attività ricreative, la UNI/TR 11450:2012 per la gestione del rischio nelle attività che utilizzano dispositivi di amplificazione auricolare, sono tutti temi che si è reputato meritassero una puntualizzazione delle conoscenze così come il ruolo del medico competente, l'attività tecnica della misurazione del rumore, la prevenzione e la protezione del rischio nei cantieri e la socializzazione di soluzioni per il controllo tecnico del rischio.

Il Convegno ***dBA***$_{incontri}$***2012,*** che si avvale dei contributi di alcuni dei principali esperti del settore a livello nazionale, è quindi imperniato su tali argomenti mentre gli Atti ospitano anche ulteriori approfondimenti sempre sotto l'angolo visuale delle principali figure che si cimentano nei campi della sicurezza: dagli RSPP, ai Consulenti, ai Medici competenti e agli operatori degli Organi di Vigilanza.

Da quest'anno gli Atti di ***dBA***$_{incontri}$***2012*** sono disponibili anche in formato elettronico, su *pen-drive*. Ci auguriamo che i materiali presentati possano essere di valido ausilio agli operatori della tutela della salute nei luoghi di lavoro.

Si ringrazia il Comitato Promotore, il Comitato Scientifico e la Segreteria Scientifica, gli Autori delle relazioni qui raccolte, i partecipanti al Convegno, la Redazione e tutti coloro che hanno contribuito con il loro impegno all'organizzazione della manifestazione.

Il Responsabile Scientifico

Omar Nicolini

Regione Emilia-Romagna
Assessorato politiche per la salute

INAIL
ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Modena

d=A incontri 2012

Aggiornamenti sul rischio Rumore

Valutazione, prevenzione e protezione nei luoghi di lavoro

Convegno nell'ambito di

AMBIENTE LAVORO CONVENTION

7ª CONVENTION NAZIONALE SULLA SALUTE E SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO

Modena, 11-12 ottobre 2012

Regione Emilia-Romagna
Assessorato politiche per la salute

INAIL
ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Modena

d=A incontri 2012

Aggiornamenti sul rischio Rumore

Valutazione, prevenzione e protezione nei luoghi di lavoro

In collaborazione con:

Coordinamento Tecnico Interregionale della Prevenzione nei luoghi di Lavoro

Associazione Italiana di Acustica

Ordine degli Architetti, pianificatori, paesaggisti e conservatori della provincia di Modena

Collegio Geometri e Geometri Laureati della provincia di Modena

Associazione Italiana di Ospedalità Privata provincia di Modena

Comitato Regionale di Coordinamento art.7 DLgs.81/2008 Ufficio operativo

con il contributo di:

CISDI S.p.A. Igiene e Prevenzione nell'Ambiente di Lavoro

Via Emilia Ovest 515, Modena
cisdi@cisdi.it - **www.cisdi.it**

Indice generale

RISCHIO RUMORE: AGGIORNAMENTI E APPROFONDIMENTI

Giustificare, misurare, procedura ex art.191, procedura standardizzata: come orientarsi tra le modalità di valutazione del rischio rumore
Sergio Luzzi, Riccardo Fusi pag. 3

UNI 9432 & UNI EN ISO 9612 – Ultimo round
Paolo Lenzuni " 15

Criticità metodologiche e applicative dell'attuale normativa tecnica
Andrea Tombolato, Stefano Cordeddu " 33

Problematiche riguardanti la misura e la valutazione del rumore negli ambienti di lavoro
Alessandro Peretti " 41

La determinazione del livello di esposizione professionale a rumore mediante misurazioni: informazioni, strumentazione, metodologia e rapporto di valutazione
Claudio Cocheo " 47

L'esposizione a rumore per le attività di vigilanza veterinaria
Alberto Baratti, Angelo Taglianetti, Luca Gentile, Walter Sartor " 63

Interventi di riduzione del rischio di esposizione al rumore: metodologie ed esperienze
Maria Teresa Napoli, Luca Maria Neri " 73

Il controllo del rumore industriale. Soluzioni attraverso interventi sulla sorgente, sul mezzo di propagazione e sul ricettore
Ezio Bosco " 85

Metodo semplificato di analisi acustica per la progettazione di piccoli interventi di riduzione del rischio rumore per i lavoratori esposti
Augusto Papa, Pasquale Addonizio " 103

Analisi dei costi e dei benefici delle insonorizzazioni negli ambienti di lavoro
Stefano Ferrari " 115

Quanti DPI per l'udito vi sono in commercio?
Marco Vigone " 125

Il ruolo del medico competente nella valutazione del rischio da rumore e nel rapporto con i soggetti della prevenzione aziendale
Paolo Paraluppi " 137

Linee guida per i settori della musica e delle attività ricreative e normativa tecnica per l'esposizione a rumore nei call center: la UNI/TR 11450:2012
Pietro Nataletti " 143

Rumore, P.S.C. e P.O.S.: prevenzione del rischio rumore nei cantieri temporaneri o mobili
Divo Pioli " 151

La banca dati rumore del CPT di Torino
Katia Bosso " 155

DOCUMENTI

Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali
Commissione consultiva permanente per la salute e sicurezza sul lavoro ex art.6, DLgs.81/2008
Aggiornamento Banca Dati del CPT di Torino
Lettera circolare 30 giugno 2011 pag. 163

Conferenza Stato-Regioni
Accordo tra il Governo, le Regioni e le Province autonome di Trento e Bolzano sul documento proposto dal Ministero del lavoro e delle politiche sociali recante: "**Linee guida per il settore della musica e delle attività ricreative, ai sensi dell'articolo 198 del decreto legislativo 9 aprile 2008, n.81**".
Repertorio Atti n.144/CSR del 25/07/2012 " 183

La biblioteca di d:A & altre Pubblicazioni pag. 221

d=A incontri 2012

Rischio Rumore:

aggiornamenti e approfondimenti

Aggiornamenti sul rischio Rumore
Valutazione, prevenzione e protezione nei luoghi di lavoro
incontri'12

GIUSTIFICARE, MISURARE, PROCEDURA EX ART.191, PROCEDURA STANDARDIZZATA: COME ORIENTARSI TRA LE MODALITÀ DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO RUMORE

Sergio Luzzi, Riccardo Fusi

Vie En.Ro.Se. Ingegneria, Firenze

1 - INTRODUZIONE

Come previsto dall'articolo 29, comma 5 del D.Lgs.81/2008, la Commissione Consultiva Permanente per la Salute e Sicurezza sul Lavoro, istituita presso il Ministero del Lavoro, ha elaborato le procedure standardizzate per l'effettuazione della valutazione dei rischi, tenendo conto dei profili di rischio e degli indici infortunistici di settore.
A partire dal dicembre 2012 per i datori di lavoro che occupano fino a 10 lavoratori non sarà più possibile semplicemente autocertificare l'effettuazione della valutazione dei rischi, ma dovranno utilizzare queste procedure.
Le procedure standardizzate, che potranno essere utilizzate anche da datori di lavoro che occupano fino a 50 lavoratori, con l'esclusione di alcune tipologie di aziende, costituiscono uno strumento importante per i datori di lavoro che intendono effettuare la valutazione dei rischi seguendo un modello di riferimento. Non pochi sono però i problemi che si possono collegare all'approccio valutativo standardizzato, fra questi la questione della giustificazione della non effettuazione di misurazioni fonometriche e la necessità di adattamento alle situazioni lavorative molto variabili dal punto di vista dell'esposizione al rumore, previste dall'art. 191 dello stesso D.Lgs. 81/2008.

2 - LA STANDARDIZZAZIONE DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO RUMORE TRA LEGGI, NORME E LINEE GUIDA

La ricerca di metodi e procedure standardizzate ha caratterizzato le pratiche di valutazione del rischio rumore in ambiente di lavoro fin dalle prime esperienze di applicazione dei disposti legislativi specifici. L'approccio metodologico alla valutazione dell'esposizione al rischio rumore, basato sulla definizione di tempistiche di lavoro (giornaliere o settimanali) standard e sull'associazione di livelli acustici misurati con postazioni o attività lavorative standard, univocamente definite, risale al D.Lgs. 277 del 15 Agosto 1991. Nei 20 anni successivi, fino ai giorni nostri, le possibilità di standardizzazione, orientate alla semplificazione dei

calcoli e alla riduzione delle misurazioni fonometriche, sono stare esplorate a vari livelli. Spesso però il tentativo di definire procedure semplificate o standardizzate si è arenato per ragioni di oggettiva complessità attuativa, di scarsa robustezza scientifica e di mancato riconoscimento ufficiale all'interno del quadro legislativo, sebbene dal punto di vista delle norme e delle linee guida operative importanti documenti siano stati prodotti: fra questi, le varie edizioni della Norma UNI 9432 (dal 1989 al 2011), e della Norma ISO 9612 (dal 1997 al 2011), le Linee Guida e i Manuali di Buona Pratica prodotti dall'ISPESL, fino alle Indicazioni Operative sui rischi fisici, elaborate nel 2009 dal Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e province autonome, in collaborazione con INAIL e con l'Istituto Superiore della Sanità.

Nel periodo di vigenza (e di cogenza) del citato D.Lgs.277/91 e del successivo D.Lgs.195/2006, la valutazione strumentale dei livelli di rumore è stata di fatto obbligatoria. Le associazioni di categoria, in particolare quelle di artigiani e commercianti, alle quali afferiscono settori con molte piccole e medie imprese simili, caratterizzate da attività e mansioni ripetitive e quindi maggiormente "standardizzabili", hanno esplorato la possibilità di effettuare valutazioni a campione, prendendo alcune aziende come riferimento rappresentativo di una categoria con livelli di rischio identici o supposti tali. Tali tentativi non hanno però mai raggiunto livelli di seria validazione da parte degli organi di controllo, tali da farli ritenere generalmente applicabili. Per le situazioni lavorative con addetti che svolgevano mansioni identiche dal punto di vista dell'esposizione al rumore, grazie alla Norma UNI 9432 è stato possibile procedere in alcuni casi alla valutazione per gruppi omogenei, riducendo le misure a un numero minimo statisticamente rilevante e rappresentativo del gruppo, anche in questi caso però la semplificazione non era espressamente prevista dal sistema legislativo, ciò comportando motivo di discussione e in taluni casi di invalidazione della valutazione "semplificata".

Con l'entrata in vigore del D.Lgs.81/2008 e dei suoi articoli espressamente dedicati alla questione, le procedure standardizzate sono tornate argomento di discussione tecnica e di sperimentazione, questa volta con la valenza propria e vincolante dei disposti legislativi.

Il termine previsto inizialmente dal D.Lgs.81/2008 per l'elaborazione delle procedure standardizzate e del loro recepimento tramite un decreto interministeriale era il 31 dicembre 2010. Come spesso accade, si sono accumulati ritardi nell'iter legislativo, giungendo fino alla definizione della tempistica di attuazione fissata dal Decreto Legge n. 57/2012, pubblicato nel maggio 2012 e poi convertito in Legge, contenente "Disposizioni urgenti in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro nel settore dei trasporti e delle microimprese". Questo decreto ha fissato al 31 dicembre 2012 la scadenza ultima di validità delle autocertificazioni e l'obbligo per i datori di lavoro di effettuare la valutazione dei rischi secondo le procedure standardizzate. Il rinvio della scadenza (inizialmente prevista per la fine di giugno 2012) si è reso necessario in quanto le procedure standardizzate definite dalla Commissione consultiva permanente per la salute e sicurezza sul lavoro istituita presso il Ministero del Lavoro, sono ancora in attesa di definitivo recepimento legislativo. Nell'autunno 2012 sono previsti il passaggio presso la Conferenza Stato Regioni e successivamente la loro ufficializzazione tramite decreto interministeriale. In assenza di questo decreto, il D.Lgs.81/2008 ha consentito ai

datori di lavoro delle microimprese (fino a 10 lavoratori) di autocertificare l'effettuazione della valutazione dei rischi, ma solo fino al termine massimo del 30 giugno 2012. A decorrere dal 1° luglio 2012 essi sarebbero quindi stati obbligati a elaborare il documento di valutazione dei rischi secondo le procedure ordinarie. L'avvicinarsi di questa scadenza e la contemporanea mancanza delle procedure hanno quindi portato alla proroga prevista a maggio 2012 dal nuovo decreto legge. Pertanto, sulla base di quanto stabilito dal DL 57/2012 e riportato nel paragrafo precedente l'art. 29 comma 5 del D.Lgs.81/2008 viene ad essere così riscritto:

> *"I datori di lavoro che occupano fino a 10 lavoratori effettuano la valutazione dei rischi di cui al presente articolo sulla base delle procedure standardizzate di cui all'articolo 6, comma 8, lettera f). Fino alla scadenza del terzo mese successivo alla data di entrata in vigore del decreto interministeriale di cui all'articolo 6, comma 8, lettera f), e, comunque, non oltre il 31 dicembre 2012, gli stessi datori di lavoro possono autocertificare l'effettuazione della valutazione dei rischi. Quanto previsto nel precedente periodo non si applica alle attività di cui all'articolo 31, comma 6, lettere a), b), c), d), g)".*

3 – LE PROCEDURE STANDARDIZZATE

La Commissione Consultiva per la Salute e Sicurezza sul Lavoro ha dunque approvato le procedure standardizzate per la valutazione dei rischi da parte delle imprese che occupano sino a 10 lavoratori, che potranno essere utilizzate anche dai datori di lavoro che impiegano fino a 50 addetti, con le consuete esclusioni delle aziende particolari, come quelle a rischio di incidenti rilevanti e quelle che espongono a rischi particolari ecc. (art. 29 commi 6 e 7, D.Lgs.81/2008).
Il provvedimento è stato trasmesso alla Conferenza Stato Regioni per l'acquisizione del relativo parere e dovrà successivamente essere recepito con un apposito decreto interministeriale che dovrebbe entrare in vigore entro la fine del 2012.
Le imprese dovranno uniformarsi alle procedure standardizzate entro tre mesi dall'entrata in vigore del decreto di recepimento e, comunque, non oltre il 31 dicembre del 2012.
Il documento approvato dalla Commissione, che fornisce le indicazioni essenziali e gli orientamenti per l'applicazione delle procedure standardizzate, si compone di due parti: la prima contiene le linea guida alla compilazione e il dettaglio delle istruzioni operative; la seconda parte è costituita dalla modulistica e riporta le schede da utilizzare per adempiere all'obbligo della valutazione dei rischi.
Allo stato attuale, le procedure standardizzate prevedono quattro passaggi, relativi a:

1. descrizione generale dell'azienda, del ciclo lavorativo, attività, mansioni, etc.;
2. individuazione dei pericoli;
3. valutazione dei rischi e identificazione delle misure di prevenzione attuate;
4. definizione del programma di miglioramento.

Ognuno dei passaggi viene documentato attraverso specifica modulistica. Vengono infatti definiti appositi Moduli di Documentazione (tre per quattro passaggi, in quanto sul terzo Modulo vengono documentati sia il terzo che il quarto passaggio).

E' ipotizzabile che al termine dell'iter approvativo, i format dei moduli siano messi a disposizione gratuitamente (Word o Excel) unitamente alla procedura vera e propria.
Nella **Tabella 1** è riportato lo schema sinottico della generica procedura standardizzata, come definito nel documento prodotto dalla Commissione Consultiva per la Salute e Sicurezza sul Lavoro.

Tabella 1: Procedura standardizzata, passi e moduli

			Moduli
PASSO N. 1	**Descrizione dell'azienda, del ciclo lavorativo/attività e delle mansioni**	Descrizione generale dell'azienda	**MODULO N. 1 (parte 1.1)**
		Descrizione delle lavorazioni aziendali e identificazione delle mansioni	**MODULO N. 1 (parte 1.2)**
PASSO N. 2	**Individuazione dei pericoli presenti in azienda**	Individuazione dei pericoli presenti in azienda	**MODULO N. 2**
PASSO N. 3	**Valutazione dei rischi associati ai pericoli individuati e identificazione delle misure di prevenzione e protezione attuate**	• Identificazione delle mansioni ricoperte dalle persone esposte e degli ambienti di lavoro interessati in relazione ai pericoli individuati.	**MODULO N.3 (colonne n.1, 2 e 3)**
		• Individuazione di strumenti informativi di supporto per l'effettuazione della valutazione dei rischi (registro infortuni, profili di rischio, banche dati su fattori di rischio indici infortunistici, liste di controllo, ecc.).	**MODULO N.3 (colonna n.4)**
		• Effettuazione della valutazione dei rischi per tutti i pericoli individuati: - in presenza di indicazioni legislative specifiche sulle modalità valutative, mediante criteri che prevedano anche prove, misurazioni e parametri di confronto tecnici; - in assenza di indicazioni legislative specifiche sulle modalità di valutazione, mediante criteri basati sull'esperienza e conoscenza dell'azienda e, ove disponibili, sui dati desumibili da registro infortuni, indici infortunistici, dinamiche infortunistiche, profili di rischio, liste di controllo, norme tecniche, istruzioni di uso e manutenzione, ecc. - Individuazione delle adeguate misure di prevenzione e protezione Qualora si verifichi che non tutte le adeguate misure di prevenzione e protezione previste dalla legislazione sono state attuate, si dovrà provvedere con interventi immediati.	
		• Indicazione delle misure di prevenzione e protezione attuate	**MODULO N.3 (colonna 5)**
PASSO N. 4	**Definizione del programma di miglioramento**	• Individuazione delle misure per garantire il miglioramento nel tempo dei livelli di sicurezza • Individuazione delle procedure per l'attuazione delle misure	**MODULO N. 3 (colonne 6-8)**

4 - LE PROCEDURE STANDARDIZZATE PER LA VALUTAZIONE DEL RUMORE

Analizzando lo schema proposto dal punto di vista operativo, nello specifico di una generica valutazione dell'esposizione al rischio rumore si possono produrre alcune considerazioni che da un lato ne confermano la natura metodologica unificante e dall'altro evidenziano i rischi di questa unificazione. Si può infatti notare che, nell'adattamento alle peculiarità del rischio rumore, rischio quasi sempre *misurabile* oltre che *descrivibile* in termini di scenario (sorgenti, postazioni, tempi di esposizione), la procedura può davvero essere standardizzata. Nel Modulo 2 della procedura vengono infatti definiti, mediante una vera e propria checklist, tutti gli aspetti che devono essere presi in considerazione nel processo valutativo inserendo anche i vari riferimenti normativi; al tempo stesso, viene fornito un modello di DVR che "dovrà" essere adottato dalle aziende interessate, standardizzando quindi anche questo aspetto. C'è ovviamente la possibilità di integrare lo schema con altre relazioni tecniche specifiche.
Se si esaminano in dettaglio il Modulo 2 e il Modulo 3 si vede come nel caso del rischio rumore, al pari di altri rischi fisici misurabili con strumentazione dedicata quali le vibrazioni, le radiazioni ionizzanti e non ionizzanti, la compilazione, e quindi la valutazione, possano in alcuni casi risultare non semplici per il datore di lavoro. A ciò si aggiunga che la valutazione dei suddetti rischi (rumore in testa) non prescinde dalla contestuale analisi dei vari requisiti strutturali che deve possedere il luogo di lavoro. Da qui la necessità di coinvolgere nel processo valutativo tecnici competenti e qualificati che, come nel caso della valutazione non standardizzata, abbiano competenza specifica sul rumore e sull'acustica e che siano capaci di valutare i contributi delle sorgenti e dell'ambiente di lavoro, calcolare i livelli di rischio e progettare le soluzioni di mitigazione. L'utilizzo della checklist per dichiarare la presenza o meno di un determinato livello di rischio dovrebbe essere associato alla quantificazione del rischio stesso, con o senza misure. Al momento questa corrispondenza non è automatica, potranno essere utili altri strumenti attualmente in fase di definizione fra i quali ad esempio le schede di rischio "per professione" che sta sviluppando l'INAIL in collaborazione con altri enti e istituti, nazionali e internazionali.
Permangono quindi, allo stato attuale, alcuni dubbi sulla piena applicabilità della procedura standardizzata al rischio rumore, visto che la "semplificazione" potrebbe essere eccessiva se fosse sufficiente semplicemente dire rischio presente/non presente, unitamente all'elenco delle misure di prevenzione già attuate e al programma di miglioramento ma senza particolari approfondimenti. Se invece, come appare più giusto e come probabilmente sarà, il rischio deve essere analizzato e approfondito in dettaglio, allora potrebbe non esserci una particolare "semplificazione" rispetto alla procedura valutativa completa prevista dal titolo VIII del D.Lgs.81/2008.
Per quanto riguarda le proposte e le esperienze di implementazione della procedura standardizzata specifica per la valutazione del rischio rumore, si può fare riferimento al Portale Agenti Fisici, realizzato dal Laboratorio Agenti Fisici del Dipartimento di Prevenzione dell'Azienda Sanitaria della USL 7 Siena nell'ambito del "Piano Mirato sui rischi derivanti dagli Agenti Fisici" della Regione Toscana, in collaborazione con

dei rivali ma con il sudore dell'utente al quale viene richiesta una faticosa e spesso vana operazione di sintesi.
Tormentato dal rimorso di non aver convinto l'UNI della assoluta necessità di redigere un testo unico, tenterò in queste pagine di compiere io lo sforzo unificatore con un duplice obiettivo: a) risparmiare la fatica ai lettori di queste due norme che sicuramente hanno meno tempo di me da dedicare all'esegesi dei testi; b) produrre un'interpretazione "di riferimento", una v 1.0 che possa servire da base per futuri commenti, osservazioni, emendamenti, da far eventualmente confluire, a raggiungimento di una massa critica, in un testo ufficiale (leggasi linea guida o parente stretto).
Faccio una sola promessa: questa è assolutamente l'ultima volta che mi occupo di queste due norme.

2. SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

Generalmente questa è una sezione noiosa che ognuno di noi si guarda bene dal leggere. Per noi oggi invece è la madre di tutte le sezioni, la vera ragion d'essere della coesistenza delle due norme. Se infatti la UNI EN ISO 9612 vuole definire la prassi per ottenere una stima affidabile dell'esposizione e della relativa incertezza, la UNI 9432 nasce più ambiziosamente come documento di supporto tecnico alla direttiva europea 2003/10/CE [3] e al suo recepimento italiano [4].
In virtù di questa vocazione, la UNI 9432 tratta due temi assenti nella UNI EN ISO 9612:

1) i dispositivi di protezione individuali dell'udito (DPI-U), sia per determinarne l'efficienza, sia nel contesto del confronto con i valori limite di esposizione;
2) il confronto dei risultati delle misure con i valori soglia, reso cogente dalla presenza nella legge di tre valori di questo tipo (inferiore di azione, superiore di azione e limite di esposizione).

La regola generale che intendo seguire è che la prassi metrologica da seguire è quella dettagliata nella UNI EN ISO 9612, mentre la UNI 9432 può soltanto fornire metodi ausiliari/integrativi ma non può scavalcare la UNI EN ISO 9612 o ribaltarne una disposizione. Salvo inevitabili eccezioni.

3. LA STRUMENTAZIONE

La UNI EN ISO 9612 (sezione 5.1) ammette l'uso di fonometri sia di classe 1 che di classe 2, salvo alcuni vincoli all'uso della sola classe 1, dettati dai requisiti di taratura contenuti nella CEI EN 61672-1 [5], in ambienti termicamente estremi, e in campi sonori con significative componenti oltre 8 kHz. Vengono altresì ammessi i dosimetri (ancora sezione 5.1), ai quali giustamente si applicano i requisiti indicati nella norma tecnica loro dedicata CEI EN 61252 [6]. Viene indicata una generica preferenza per modelli, sia di fonometri che di dosimetri, che soddisfano i requisiti della classe 1 secondo la CEI EN 61672-1, ma niente di più forte.

La **Tabella 1** sintetizza il quadro delle incertezze strumentali.
Il calibratore deve rispondere ai requisiti indicati per la classe 1 secondo la CEI EN 60942 [7] (sezione 5.2).
La strumentazione va tarata ad intervalli non superiori ai 2 anni (sezione 5.3).

Tabella 1 – Incertezza standard u_2 dovuta alla strumentazione

Tipo di strumentazione	Incertezza standard u_2 (o $u_{2,m}$) dB
Fonometro in conformità alla IEC 61672-1:2002, classe 1	0,7
Misuratore personale dell'esposizione sonora in conformità alla IEC 61252	1,5
Fonometro in conformità alla IEC 61672-1:2002, classe 2	1,5

Commento – Chiunque si occupi professionalmente di esposizione a rumore non può non possedere un fonometro di classe 1. Non è tanto una questione di precisione o di incertezza nominale (la differenza di 0,8 dB che emerge dalla **Tabella 1** alla fin fine è piuttosto esigua e si riduce ulteriormente quando nel computo finale vengono considerate le altre componenti dell'incertezza), quanto di affidabilità. Uno strumento di classe 1 dopo dieci anni trascorsi in un cassetto è tarato come il primo giorno, e se si usa spesso, non ti lascia mai a piedi. Quindi lungi da me sostenere che l'intero parco fonometri di classe 1 vada rottamato a favore di scatolette cinesi il cui look sta a metà fra un cellulare e un rossetto, come in una riedizione tecnologica della metamorfosi narrata ne "La principessa e il ranocchio" (Figura 2).

Figura 2 – Strumentazione di classe 1 (principessa) e di classe 2 (ranocchio). Ogni cambiamento è una ventata d'aria fresca, ma se viene portato fino alle più estreme conseguenze non sempre produce i risultati sperati

Se invece l'uso è sporadico e le situazioni espositive non particolarmente critiche, uno strumento di classe 2 è perfettamente accettabile, anzi diventa probabilmente la scelta che meglio utilizza le (spesso modeste) risorse economiche disponibili.

4. I PERCORSI

Figura 3 – Molti percorsi, un unico traguardo

La UNI EN ISO 9612 contiene una strategia di misurazione "basata sui compiti" (task-based) che coincide con il metodo tradizionalmente indicato nelle diverse versioni della UNI 9432 per il calcolo del livello di esposizione. Nelle prossime pagine ci riferiremo sempre, implicitamente, a questa strategia.
In aggiunta, la UNI EN ISO 9612 contiene altre due strategie di misurazione, rispettivamente indicate come "basata sulla mansione" (job-based) e "giornata intera" (full day), che discuteremo nei punti 8 e 9 di questo lavoro.

5. LA MISURA

5.1 – NATURA DEL SEGNALE

La UNI EN ISO 9612 non contiene definizioni di stazionarietà e impulsività del segnale che invece compaiono nella UNI 9432, nelle seguenti forme:

a) Il rumore è stazionario se la differenza fra il massimo e il minimo di L_{AS} è inferiore a 3 dB. L_{AS} è il livello sonoro ponderato A e temporalmente pesato Slow.
b) Il rumore è impulsivo se è soddisfatta la condizione $\Delta K_I = L_{Aeq,I,T} - L_{Aeq,T} \geq$ 3 dB, dove $L_{Aeq,I,T}$ rappresenta il livello sonoro continuo equivalente ponderato A, rilevato con la costante di tempo Impulse, mentre $L_{Aeq,T}$ rappresenta il livello sonoro continuo equivalente ponderato A.

Per quanto la vigente legislazione [4] imponga al datore di lavoro di "prendere in considerazione" l'eventuale impulsività del segnale (art. 190 comma 1), quest'ultima non ha alcun impatto sul valore numerico del livello di esposizione (a differenza di quanto avviene ad esempio nel caso del disturbo da rumore [8]), ma soltanto sulla

sorveglianza sanitaria. Pertanto l'impulsività del segnale è dal punto di vista della normativa tecnica, irrilevante. Al contrario la verificata stazionarietà potrebbe consentire l'esecuzione delle misure di livello equivalente secondo una procedura semplificata (vedi il successivo punto 5.2) e quindi possiede una rilevanza pratica non trascurabile.

5.2 – NUMERO E DURATA DELLE MISURE

Di ogni mansione va misurato il livello equivalente, secondo criteri specifici che dipendono dalla natura del segnale: a) stazionaria; b) ciclica; c) fluttuante.

a) Per i rumori stazionari i requisiti minimi sono indicati nella sezione 5.3.1 della UNI 9432 la quale prevede che sia sufficiente una sola misura la cui durata può essere limitata al tempo necessario per stabilizzare il livello equivalente entro ± 0,3 dB, ma comunque non può essere inferiore a 60 secondi.
b) Per i rumori ciclici i requisiti minimi sono indicati nella sezione 5.3.2 della UNI 9432 la quale prevede l'esecuzione di una sola misura di durata pari ad un numero intero di cicli (anche 1 soltanto), ma comunque non può essere inferiore a 60 secondi.
c) Per i rumori fluttuanti esistono due possibilità:
   c1) si procede in base alla UNI EN ISO 9612 (sezione 9.3) eseguendo almeno 3 misure, ciascuna di durata pari ad almeno 5 minuti, scelte in modo opportunamente casuale da risultare un campione sufficientemente rappresentativo del rumore in esame. Se la differenza fra il maggiore e il minore dei tre livelli ottenuti è superiore a 3 dB, allora o si eseguono altre tre misure oppure si provvede a dividere il compito in due o più sotto-compiti, ciascuno dei quali va analizzato separatamente. La scelta dipende naturalmente dalla possibilità di individuare all'interno del compito due o più sottocompiti con caratteristiche acustiche diverse. Certo è che mentre la seconda opzione può effettivamente condurre ad una miglior descrizione delle diverse fasi acustiche dell'esposizione, altrettanto non si può dire della prima. Tuttavia la seconda opzione si presta ad un uso malevolo indotto dal fatto che all'aumentare del numero di compiti nella giornata diminuisce l'incertezza da campionamento (vedi anche il successivo punto 10). Mi rimetto alla buona fede di ciascuno di noi.
   c2) si procede in base alla UNI 9432 (sezione 5.3.3, terzo ed ultimo paragrafo) eseguendo una sola misura relativa alla condizione operativa a massimo rischio ricorrente, ovvero quella acusticamente più gravosa senza essere eccezionale. La durata della misura è pari alla durata della condizione operativa stessa. Si tratta di una via alternativa che invece di mirare alla miglior stima della quantità in esame (il L_{Aeq}) ha come obiettivo una stima precauzionale di tale quantità che possa essere utilizzata per mettere in atto le opportune misure di tutela. Di fatto fornisce una stima per eccesso del risultato che va a maggior tutela del lavoratore.

Commento – Impossibile non notare come riguardo ai rumori stazionari e ciclici la

UNI 9432 sia assai più generosa della UNI EN ISO 9612, che prevede requisiti identici a quelli stabiliti per i rumori fluttuanti, salvo una non quantificata riduzione della durata di ciascuna misura nel caso un rumore sia stazionario o il rumore fornisca un contributo non significativo al livello di esposizione. In particolare, richiedendo sempre l'esecuzione di almeno tre misure, la UNI EN ISO 9612 consente di calcolare comunque un'incertezza da campionamento, cosa che è al contrario impossibile seguendo il percorso disegnato dalla UNI 9432, che in questi casi forza l'incertezza da campionamento pari a zero. Questa a casa mia si chiama concorrenza sleale (**Figura 4**). In più genera anche il paradosso che la stima ottenuta sfruttando un'informazione più scarsa è anche quella con l'incertezza più bassa. Quindi personalmente esprimo forti riserve all'uso delle vie "brevi" contenute nella UNI 9432 riguardo a rumori stazionari e ciclici, per i quali ritengo più serio procedere come indicato dalla UNI EN ISO 9612.

Figura 4 – Il fair play, questa chimera …

Diverso è il caso dei rumori fluttuanti dove la via disegnata dalla UNI 9432 conduce ad un livello equivalente la cui incertezza da campionamento è sì nulla, ma il cui valore numerico è sicuramente sovrastimato. Si può dunque pensare che la riduzione di tempi e costi di misura e il vantaggio associato all'annullarsi di questa incertezza vengano comunque pagati. In termini strettamente acustici la convenienza della procedura a misura secca è in generale assai dubbia [9].
Incidentalmente, nel secondo paragrafo del punto 5.3.3 della UNI 9432 il riferimento al punto 11 della UNI EN ISO 9612 è sbagliato, dato che il punto 11 si occupa di misure secondo la strategia "giorno intero". Il resto del paragrafo è corretto quindi è sufficiente cancellare la parentesi.

5.3 – Posizione di misura

La UNI EN ISO 9612 indica una chiara preferenza per misure condotte, nei limiti

del possibile, in assenza del soggetto esposto (sezione 12.4).
Quanto alle posizioni di misura, esse coincidono con il centro della testa del lavoratore (se assente); se questo non è individuabile con semplicità, si impone un'altezza di 1,55 ± 0,075 metri per soggetti in posizione eretta e 0,80 ± 0,05 metri per soggetti in posizione seduta.
Se il soggetto è presente, il microfono viene posto a distanza compresa fra 0,1 e 0,4 metri dall'orecchio più esposto.
Se viene usato un dosimetro, la distanza dall'apertura del canale uditivo deve essere superiore a 0,10 metri e quella dalla spalla superiore a 0,04 metri.

5.4 – CALCOLO DEL LIVELLO EQUIVALENTE

Secondo la UNI EN ISO 9612 il livello equivalente viene calcolato mediante la media energetica dei livelli ottenuti nelle singole misure (equazione 7 sezione 9.3). Di conseguenza il risultato è sempre maggiore di quello che si sarebbe ottenuto utilizzando la tradizionale media aritmetica. Considerato tuttavia il vincolo di 3 dB allo scarto massimo fra le misure eseguite (vedi il precedente punto 5.2), la differenza fra media energetica e media aritmetica è di fatto limitata a qualche (pochi) decimi di dB.

5.5 – GRUPPI OMOGENEI

Il concetto di gruppo acusticamente omogeneo compare in forma estesa nella UNI EN ISO 9612 nel contesto della strategia basata sulle mansioni, che discuteremo al punto 8. E' interessante notare però che, nascosto in una piega del testo nell'ultimo paragrafo prima della Figura 2 (sezione 9.3), tale concetto fa capolino anche nel contesto della strategia per compiti. In quest'ultima viene infatti legittimato il calcolo del livello equivalente mediando non solo misure prese in tempi diversi sullo stesso lavoratore, ma anche su lavoratori diversi, eseguendo dunque una media che con un po' di fantasia potremmo chiamare "nel tempo e nello spazio".
Due questioni:

1) Nella strategia per compiti il gruppo omogeneo non viene identificato relativamente alla mansione, ma relativamente ad uno specifico compito del quale stiamo cercando di determinare il livello equivalente.
2) Avendo analizzato insieme misure eseguite su lavoratori diversi si perde traccia di quale sia la variabilità inter-lavoratore e di quale sia la variabilità intra-lavoratore. Capisco che questo modo di procedere sia di fatto la prassi corrente, la quale tende a calcolare dei livelli equivalenti "di compito" con i quali poi assemblare i livelli di esposizione di ciascun lavoratore. Tuttavia va sottolineato che così facendo si assegna a tutto il gruppo il livello equivalente medio, il che è abbastanza lontano dalla filosofia seguita nella UNI 9432 versione 2008, che assegnava al gruppo il 95° percentile della distribuzione dei livelli. Nulla di osceno, ma è importante che siamo coscienti di quello che facciamo.

6 . I TEMPI DI RIFERIMENTO PER IL CALCOLO DELL'ESPOSIZIONE

Il livello di esposizione viene calcolato nella UNI EN ISO 9612 in riferimento ad una entità indicata come "giorno nominale". La flessibilità introdotta dalla definizione di giorno nominale consente di coprire (quasi) tutti i casi:

a) se si adotta come descrittore il livello di esposizione giornaliero, si identifica il giorno nominale con la giornata a massimo rischio ricorrente ovvero quella con l'esposizione più alta salvo casi eccezionali;
b) se si adotta come descrittore il livello di esposizione settimanale e la settimana consiste di cinque giornate lavorative, l'equazione (3) della UNI EN ISO 9612 coincide con l'equazione (6) della UNI 9432, e anche se la UNI EN ISO 9612 non parla esplicitamente di livello di esposizione settimanale siamo a posto. Se invece la settimana non consiste di cinque giornate lavorative, il concetto di giorno nominale zoppica, l'equazione (3) della UNI EN ISO 9612 non può essere utilizzata, e dunque si fa riferimento alla equazione (6) della UNI 9432.

Una possibilità alternativa per la stima del livello settimanale è fornita dalla UNI 9432 (sezione 5.5, primo "bullet"). Si procede in questo caso utilizzando come descrittore la giornata acusticamente più gravosa, secondo la stessa logica del massimo rischio ricorrente già discussa a proposito del livello equivalente. Ovviamente in questo caso l'incertezza sul livello settimanale coincide con l'incertezza $u(L_{EX})$ relativa alla giornata lavorativa presa in considerazione.

Commento – L'assenza di riferimenti espliciti al livello settimanale determina, come ovvio effetto collaterale, l'assenza nella UNI EN ISO 9612 di un algoritmo di calcolo dell'incertezza sul livello di esposizione settimanale. Per quanto continui a fare fatica a crederlo, l'assenza dell'incertezza su $L_{EX,w}$ è stata ed è la principale fonte di lamentele pervenutemi dagli utenti nei confronti della UNI EN ISO 9612. Per colmare la lacuna e tranquillizzare gli orfani dell'incertezza sul livello settimanale, la mia raccomandazione è la seguente:

a) usiamo la UNI EN ISO 9612 in tutte le fasi del calcolo di L_{EX} e della relativa incertezza;
b) inseriamo nell'equazione (6) della UNI 9432 i L_{EX} relativi alle diverse giornate, per calcolare il livello di esposizione settimanale $L_{EX,w}$;
c) con i livelli giornalieri e le relative incertezze, calcoliamo l'incertezza sul livello settimanale mediante l'equazione (B.1) della UNI 9432, ponendo n pari al numero di giornate lavorative nella settimana. I valori di $u_a(L_{EX,8h})$ richiesti nella (B.1) vengono ottenuti mediante l'equazione (C.3) della UNI EN ISO 9612. Attenzione che poiché la (C.3) della UNI EN ISO 9612 è già comprensiva anche dell'incertezza strumentale u_S, il valore che si ottiene dalla (B.1) è già $u(L_{EX,W})$, e non $u_a(L_{EX,W})$. In altre parole, l'equazione (B.2) della UNI 9432 non deve essere utilizzata, altrimenti, l'incertezza strumentale u_S verrebbe conteggiata due volte.

Ribadisco, se mai ce ne fosse bisogno, che nonostante la UNI EN ISO 9612 indichi

la possibilità di calcolare l'esposizione relativa ad un giorno nominale rappresentativo di esposizioni su periodi molto lunghi, questo è incompatibile con la vigente legislazione italiana [4]. Come chiarito ad esempio nelle indicazioni applicative redatte dal Coordinamento Tecnico delle Regioni [10], in caso di esposizioni fluttuanti su periodi lunghi va utilizzato come descrittore il livello della settimana a massimo rischio ricorrente.

7 . TEMPI DI ESPOSIZIONE

Grazie alla UNI EN ISO 9612 sparisce dal quadro normativo italiano l'inconcepibile dogma secondo il quale il tempo di esposizione deve essere accettato acriticamente in quanto "dichiarato" dal datore di lavoro, ed è quindi immacolato e libero da ogni incertezza (**Figura 5**).

Figura 5 – La purezza appartiene senz'altro alla natura, ma non al mondo della sicurezza sul lavoro

Ciascun tempo di esposizione deve al contrario essere ottenuto dal valutatore o con metodi soggettivi (interviste, osservazioni) o con metodi oggettivi (misure) come indicato nella sezione 9.2, e la relativa incertezza viene determinata mediante l'equazione (C.7) o, in casi estremi, come indicato dalla sottostante nota.

8. STRATEGIA DI MISURAZIONE BASATA SULLA MANSIONE (JOB-BASED)

Come abbiamo anticipato al punto 4, la UNI EN ISO 9612 affianca alla più tradizionale strategia basata sui compiti, altri due possibili percorsi. Nella strategia basata sulla mansione la stima del L_{EX} viene eseguita mediante una media nel tempo

e nello spazio ovvero utilizzando diversi segmenti della giornata di diversi lavoratori che fanno parte del gruppo omogeneo relativamente alla mansione considerata, per una durata complessiva indicata nella **Tabella 2**.

Tabella 2 – Campionamento per il caso job-based (UNI EN ISO 9612 – Tabella 1)

Numero di lavoratori nel gruppo omogeneo (n_G)	Minima durata cumulativa delle misure (ore)
Inferiore a 5	5
Fra 6 e 15	$5 + 0{,}5 \times (n_G - 5)$
Fra 16 e 40	$10 + 0{,}25 \times (n_G - 15)$
Oltre 40	17

Tabella 3 – Calcolo di c_1u_1 per il caso job-based (UNI EN ISO 9612 – Tabella C.4)

N	Contributo all'incertezza $c_1 u_1$ dei valori misurati $L_{p,A,eqT,n}$ dB											
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
3	0,6	1,6	3,1	5,2	8,0	11,5	15,7	20,6	26,1	32,2	39,0	46,5
4	0,4	0,9	1,6	2,5	3,6	5,0	6,7	8,6	10,9	13,4	16,1	19,2
5	0,3	0,7	1,2	1,7	2,4	3,3	4,4	5,6	6,9	8,5	10,2	12,1
6	0,3	0,6	0,9	1,4	1,9	2,6	3,3	4,2	5,2	6,3	7,6	8,9
7	0,2	0,5	0,8	1,2	1,6	2,2	2,8	3,5	4,3	5,1	6,1	7,2
8	0,2	0,5	0,7	1,1	1,4	1,9	2,4	3,0	3,6	4,4	5,2	6,1
9	0,2	0,4	0,7	1,0	1,3	1,7	2,1	2,6	3,2	3,9	4,6	5,4
10	0,2	0,4	0,6	0,9	1,2	1,5	1,9	2,4	2,9	3,5	4,1	4,8
12	0,2	0,3	0,5	0,8	1,0	1,3	1,7	2,0	2,5	2,9	3,5	4,0
14	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	1,8	2,2	2,6	3,0	3,5
16	0,1	0,3	0,5	0,6	0,8	1,1	1,3	1,6	2,0	2,3	2,7	3,2
18	0,1	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	2,9
20	0,1	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6
25	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,3
30	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	2,0

Valgono a questo proposito le considerazioni e le perplessità già espresse nel punto 5.4 a proposito di un simile approccio al calcolo del livello equivalente e che riformulo così: la media è un descrittore matematicamente adeguato alla rappresentazione del fenomeno acustico [7], ma non alla protezione dei soggetti.
L'uso di una media rende indispensabile che nella verifica del rispetto del limite si tenga adeguatamente conto dell'incertezza, che fra l'altro in questo caso, con variabilità simultanea nel tempo e fra i lavoratori rischia di essere enorme. Ma questa cogenza nell'uso dell'incertezza attualmente non esiste, quindi personalmente mi sarei sentito più tranquillo con il vecchio (ma ahimè cancellato) metodo contenuto nella UNI 9432:2008, nel quale veniva utilizzato come descrittore del livello di gruppo il livello sonoro associato al 95° percentile della distribuzione all'interno del gruppo omogeneo, in modo da consentire una tutela quasi totale di tutti i componenti del gruppo stesso.
L'incertezza da campionamento, in questa strategia di misura come pure in quella a

giornata intera, viene calcolata non per via analitica, ma per via tabulare, utilizzando la Tabella C.4 della norma (riportata qui sopra come **Tabella 3**). Questa apparente complicazione è dovuta all'uso della media energetica per il calcolo del livello equivalente, che introduce una evidente non linearità la quale a sua volta determina significativi scarti dal comportamento semplice che si avrebbe utilizzando la media aritmetica [11].

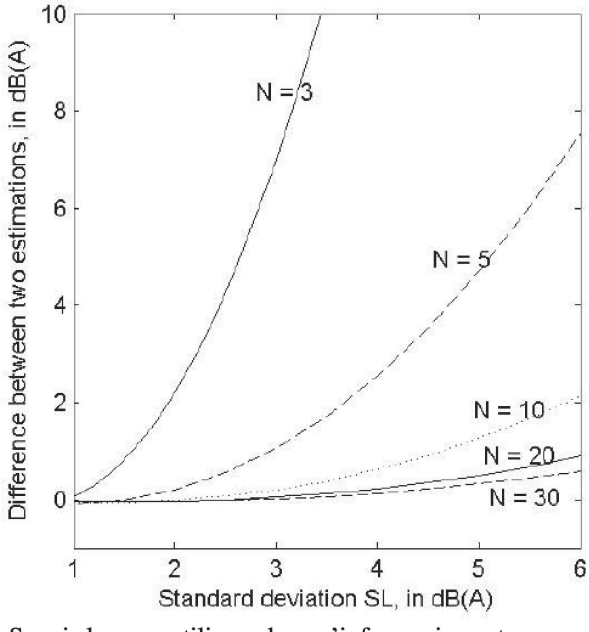


Figura 6 – Se si lavora utilizzando un'informazione troppo scarna, è facile commettere grandi errori

Tali deviazioni sono tanto più grandi quanto più piccolo è il numero di misure eseguite e quanto più alta è la dispersione della misure, come mostrato nella **Figura 6**. La stessa **Figura 6** chiarisce anche il perché, nella strategia basata sui compiti, del criterio per cui se la differenza massima fra le tre misure eseguite è inferiore a 3 dB non è necessario eseguire altre misure. Per N = 3, una differenza massimo-minimo di 3 dB corrisponde a $\sigma \approx 1{,}5$ dB. La **Figura 6** mostra che per N = 3 e $\sigma \approx 1{,}5$ dB l'errore commesso è inferiore ad 1 dB, per cui in questo caso non è necessario utilizzare metodi più sofisticati (e infatti la strategia basata sui compiti è completamente analitica nel calcolo dei coefficienti di sensibilità c_i).

La **Tabella 3** consente inoltre di verificare l'effettiva "omogeneità" del gruppo, a patto che ciascuna misura sia eseguita su un diverso membro del gruppo stesso, imponendo che c_1u_1 sia inferiore a 3,5 dB. Ciò esclude gruppi con modesta consistenza e grande dispersione dei livelli.
Il criterio di accettabilità, che può essere approssimato come:

$$N/\sigma \geq 1{,}8$$

dove N è il numero di misure eseguite e σ è lo scarto tipo fra le diverse misure, che la norma calcola nell'equazione (C.12), e che è la quantità che caratterizza le diverse colonne della **Tabella 3**.

La **Tabella 2** indica soltanto la durata complessiva delle misure (che fra l'altro diventa facilmente esagerata). Manca tuttavia un criterio con il quale decidere quante misure eseguire e quanti soggetti coinvolgere. Usando i dati della **Tabella 3**, mi sento di suggerire che vadano fatte almeno 5 misure coinvolgendo almeno 3 soggetti diversi.

Figura 7 – Troppo nebbioso il sentiero che conduce all'esposizione di gruppo utilizzando l'approssimazione "visto uno visti tutti"

La stima dell'esposizione di un gruppo omogeneo compare anche nella UNI 9432 (sezione 5.6). Purtroppo questa sezione contiene delle imprecisioni che vanno corrette. In particolare, nel secondo paragrafo nel quale si discute della possibilità di stimare l'esposizione di un gruppo mediante quella del suo componente più sfigato (di nuovo il concetto del massimo rischio ricorrente), l'affermazione che l'incertezza u_1 che compare nell'equazione (C.9) si azzeri è sbagliata perché u_1 non tiene conto soltanto della variabilità intra-lavoratore ma anche simultaneamente della variabilità fra diversi segmenti del'esposizione. Questo secondo contributo non si azzera neanche se si considera un solo lavoratore. Se si volesse seguire la via indicata dalla UNI 9432, il livello di esposizione L_{EX} e la relativa incertezza $u(L_{EX})$ relative al soggetto con le condizioni espositive peggiori andrebbero semplicemente generalizzate a tutti i membri del gruppo. Tuttavia questo percorso mi crea qualche mal di testa: non è coerente con la strategia basata sulla mansione della UNI EN ISO

9612 (l'esposizione di questo soggetto non viene campionata secondo la Tabella 2); non è neanche coerente con la procedura basata sui compiti, o meglio non sta scritto da nessuna parte se e come l'esposizione calcolata per compiti su un soggetto possa essere generalizzata all'intero gruppo omogeneo. Di conseguenza io raccomando di cancellare dalle nostre menti il secondo paragrafo del punto 5.6, che è ovviamente un residuo dell'impostazione seguita per i gruppi omogenei dalla vecchia UNI 9432:2008, e muoverci secondo i più limpidi sentieri tracciati nella UNI EN ISO 9612 (**Figura 7**).

9. STRATEGIA DI MISURAZIONE A GIORNATA INTERA (FULL DAY)

Il punto nodale di questa strategia è la selezione delle giornate da investigare. La norma richiede infatti giustamente esse siano tutte rappresentative dell'esposizione. Si tratta dunque di individuare giornate (almeno tre), fra loro acusticamente simili, nelle quali si creino quelle condizioni "a massimo rischio ricorrente" che la legge italiana (D.Lgs.81/2008, art. 201) identifica come il descrittore da adottare in caso di esposizioni variabili. Per il resto, la prima frase della sezione 11.3 della UNI EN ISO 9612 sembra indicare che la valutazione venga eseguita su gruppi omogenei, ai quali si applica nuovamente il criterio di omogeneità presentato nella Tabella C.4 della UNI EN ISO 9612. In sintesi, questa strategia appare applicabile soltanto se esistono casi nei quali le stesse condizioni acustiche ricorrono in almeno tre giornate e interessano un gruppo di lavoratori di provata omogeneità.

10. INCERTEZZA

Nella UNI EN ISO 9612 il calcolo dell'incertezza viene eseguito con un formalismo rigoroso non privo di una certa eleganza, anche se inevitabilmente criptico per chiunque tranne che per un manipolo di maniaci. Un paio di note:

1) E' importante notare che nel calcolo dell'incertezza sul livello equivalente, equazione (C.3), sia l'incertezza strumentale u_{2m} sia l'incertezza da posizionamento u_3 vengono trattate come variabili perfettamente scorrelate e come tali esse si riducono significativamente con il numero di misure eseguite, al pari dell'incertezza di campionamento (infatti sono moltiplicate dallo stesso coefficiente c_1). Gli autori della norma argomentano la loro scelta riguardo all'incertezza strumentale, sostenendo che essa si manifesti in associazione ad aspetti mutevoli quali l'angolo di incidenza e la composizione spettrale dell'evento, per cui non va scorporata dall'algoritmo di propagazione dell'incertezza. Si tratta di una assunzione certamente discutibile, come peraltro lo è l'assunzione opposta che veniva fatta nella UNI 9432:2008. Sono a conoscenza di ipotetici compromessi che prevedono di dividere il contributo strumentale all'incertezza in due sotto-contributi strumentali, uno scorrelato, da mantenere nell'equazione (C.3) e l'altro perfettamente correlato da scorporare e re-introdurre alla fine. Ho già espresso le mie perplessità sull'arbitrarietà dell'operazione e le confermo. Fra due procedure incerte preferisco stare con quella che almeno ha dietro di sé il consenso della comunità internazionale.

E' anche vero che purtroppo la strategia seguita dalla UNI EN ISO 9612 presta il fianco ad un abuso che consiste nel dividere l'esposizione giornaliera in un numero irragionevolmente alto di compiti (**Figura 8**), in modo da far precipitare verso zero tutte le incertezze. Premesso che comunque il livello di ciascuno di questi compiti dovrebbe essere quantificato mediante almeno tre e eventualmente sei misure, nulla impedisce al misuratore truffaldino di fare un po' di copia e incolla e aggiustare tutto. Ma a questo punto più che della normativa tecnica c'è bisogno del codice penale, e qui mi fermo.

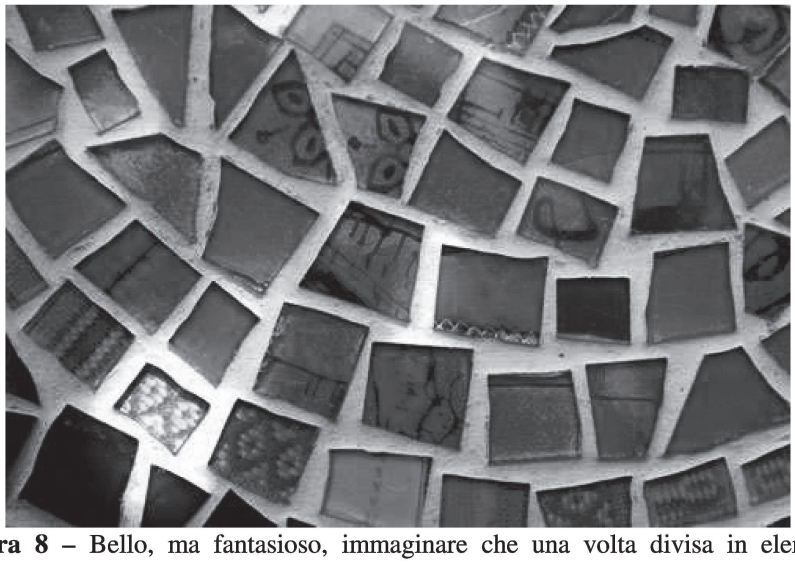


Figura 8 – Bello, ma fantasioso, immaginare che una volta divisa in elementi infinitamente piccoli, la realtà divenga perfettamente conoscibile

2) Esiste una sgradevole incoerenza formale fra la procedura seguita per calcolare l'incertezza nel caso basato sui compiti, equazione (C.3) e quella seguita nel caso basato sulle mansioni, equazione (C.9). Nel primo caso sia l'incertezza strumentale che l'incertezza da posizionamento vengono considerate completamente scorrelate e come tali soggette a riduzione con il numero di misure (vedi il punto precedente qui sopra). Nel secondo caso al contrario esse vengono considerate completamente correlate e come tali non dipendono dal numero di misure. Non ho capito se esiste una spiegazione logica a questa disuniformità.

3) La UNI EN ISO 9612 non contiene indicazioni quantitative sull'incertezza sul picco, limitandosi ad un paio di affermazioni generiche "ci si può aspettare che sia superiore al (corrispondente) livello equivalente pesato A" (sezione C.1), e "L'incertezza strumentale sulla misura di $L_{C.picco}$ può essere considerevolmente più alta di quella sulla misura del livello equivalente" (sezione C.5). Si applica dunque quanto contenuto nella sezione B.3 della UNI 9432, la quale considera di fatto due contributi (posizionamento e strumentale) e produce una stima intorno ad 1,5 dB che sicuramente possiamo considerare un estremo inferiore irriducibile.

11. CONFRONTO CON I LIMITI

Mi permetto di riproporre qui le stesse considerazioni fatte due anni or sono in questa stessa sede [12].

Figura 9 – Alcune volta Bill si è fermato un attimo prima, altre …

<<Poiché la ISO 9612 non è stata concepita come supporto all'applicazione della direttiva 2003/CE/10, manca totalmente il presupposto affinché essa contenga un criterio di rispetto dei limiti. Alcuni passi dell'appendice C fanno tuttavia pensare che i redattori della ISO 9612 siano ben consci del problema, avendo inserito un metodo di calcolo dell'incertezza estesa che, attraverso l'adozione di un intervallo di confidenza monolaterale di fatto presuppone che il risultato debba essere utilizzato per un confronto con dei limiti. Altrimenti, se l'uso dell'incertezza estesa fosse stato quello di confrontare il risultato con altre analoghe determinazioni, l'intervallo di confidenza avrebbe dovuto essere bilaterale.
Si tratta quindi di un nuovo caso (metaforico) di cannabis fumata ma non inalata, sulla falsariga dell'acrobazia verbale ("*I put it to my lips, but I did not inhale*") coniata dall'ex presidente statunitense Bill Clinton>> (**Figura 9**).
In assenza di indicazioni esplicite da parte della UNI EN ISO 9612, ma in coerenza (almeno così io sostengo) con la lettura fra le righe, a questa tematica si applica l'appendice E della UNI 9432.
Partendo dall'ipotesi che la legge contenga delle disposizioni alle quali il datore di lavoro deve adeguarsi, e assumendo pertanto che il criterio appropriato in questo contesto sia il criterio di verifica del *rispetto* dei valori soglia, la norma utilizza un criterio statistico semplice e ultra-collaudato, dichiarando il rispetto del valore soglia (inferiore/superiore di azione o limite di esposizione) se l'estremo superiore dell'intervallo di confidenza (95%) sul livello di esposizione (ma il criterio è immediatamente trasponibile anche al livello di picco) resta al di sotto del valore soglia stesso.

Come ho già affermato [12], la sostanza dell'algoritmo può essere discussa quanto si vuole ma il senso è chiarissimo: tradurre in fatti il principio enunciato prima nella direttiva 2003/CE/10 [3] e poi nella legge italiana di recepimento [4] all'art. 190 comma 4 ("*Nell'applicare quanto previsto nel presente articolo – valutazione del rischio – il datore di lavoro tiene conto dell'incertezza delle misure determinate secondo la prassi metrologica*").
Il tema del confronto con i limiti è di recente riemerso sul tavolo del GL 27 della commissione acustica dell'UNI, che si occupa di incertezza nelle sue più diverse declinazioni, e non è escluso che già entro il 2013 si possa avere una norma dedicata a questo tema, in grado di sollevarlo dal limbo delle appendici informative e dargli finalmente dignità normativa piena.

12. DPI

Per lo stesso identico motivo per il quale la UNI EN ISO 9612 non contiene un criterio di verifica del rispetto (o del mancato rispetto) dei limiti, essa non fa alcuna menzione del ruolo dei DPI. Il tema dei DPI cade pertanto interamente sotto la giurisdizione della UNI 9432 che a questo proposito mantiene intatta la formulazione della precedente versione 2008 e quindi fornisce tutte le indicazioni, sull'attenuazione reale presunta (C.1.1), sui doppi DPI (C.1.2), sull'attenuazione del livello di picco (C.2.1 secondo paragrafo), sull'adeguatezza (C.2.3), sulla verifica del rispetto del valore limite di esposizione (C.2.5) e sull'efficacia (C.3), necessarie a trattare ogni aspetto con il quale i DPI intervengono nella legislazione.
Mi sembra che negli ultimi anni sui DPI sia stato detto molto, anche troppo, e poiché la denominazione ufficiale dell'istituto per il quale ho lavorato per 16 anni contiene il termine "Prevenzione", e non "Protezione", mi perdonerete se sono poco propenso a dilungarmi.

13. CONCLUSIONI

Il mito della sintesi che a partire da molti e spesso scoordinati elementi imperfetti produca un singolo elemento perfetto (**Figura 10**) appartiene alla cultura umana da molto tempo [13], e resta inossidabilmente attuale (vedi la pubblicità televisiva con Arrigo Sacchi alle prese con la sintesi del calciatore perfetto [14]).
In questa mia riformulazione del mito ho fatto largo uso della discrezionalità che viene concessa a chi non sta redigendo un documento ufficiale quanto una proposta di lavoro. Mi aspetto pertanto non poche opinioni dissonanti.
Resto in ogni caso graniticamente convinto che alla fine, con la sola precondizione della buona fede (e della pazienza), un buon testo condiviso se si vuole trovare si troverà.

Figura 10 – L'eterna ricerca della perfezione

14. RINGRAZIAMENTI

I miei grazie vanno in primis ad Omar Nicolini, la cui tenacia e la cui dedizione alla sicurezza sul lavoro sono ormai territorio di leggende. Omar, grazie della fiducia che mi ha dimostrato sollecitandomi questo contributo, ma basta 9432 e 9612, altrimenti faccio la fine di Paolo Ferrari che è stato un grande attore di teatro, ma tutti se lo ricordano soltanto per i fustini del Dash.
Mi sento anche in dovere di ringraziare tutti coloro che negli ultimi 18 mesi mi hanno reso partecipe del loro irrequieto rapporto con la normativa tecnica italiana sull'esposizione a rumore, e in particolare (in ordine alfabetico) Stefano Casini, Luigi Cerini, Francesca De Santis, Stefano Fasola, Roberto Martinelli, Luca Musolesi e Angelo Spano (e chiedo scusa agli altri che ho dimenticato).

15. BIBLIOGRAFIA

[1] UNI EN ISO 9612:2011, Acustica – Determinazione dell'esposizione professionale a rumore – Metodo ingegneristico
[2] UNI 9432:2011, Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nei luoghi di lavoro
[3] Direttiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 6 febbraio 2003, sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative alla esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore) - diciassettesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della Direttiva 89/391/CEE, G.U.C.E. del 15 febbraio 2003

[4] Decreto Legislativo n. 81 del 9.4.2008, Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro, suppl. n.108/L della Gazzetta Ufficiale n. 101 del 30 aprile 2008
[5] CEI EN 61672-1, Elettroacustica – Misuratori del livello sonoro. Parte 1: Specifiche
[6] CEI EN 61252, Elettroacustica – Specifiche dei misuratori individuali del livello di esposizione sonora
[7] CEI EN 60942, Elettroacustica – Calibratori acustici
[8] Decreto del Ministero dell'Ambiente del 16.3.1998, "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento Acustico", Gazzetta Ufficiale n. 76 del 1 aprile 1998
[9] Lenzuni P., Uno, dieci centomila: numero di misure e strategia nell'esposizione professionale a rumore, Atti del 36° Convegno AIA, Torino, 2009
[10] Coordinamento Tecnico per la Sicurezza delle Regioni e delle Province Autonome & ISPESL, Decreto Legislativo 81/2008, Titolo VIII Capo I, II e III sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione ad agenti fisici nei luoghi di lavoro - Prime indicazioni applicative, 2008
[11] Thiery L., Ognedal T., Note about the Statistical Background of the Methods Used in ISO/DIS 9612 to Estimate the Uncertainty of Occupational Noise Exposure Measurements, Acta Acustica united with Acustica 94 (2), 331-334, 2008
[12] Lenzuni P., Dalla UNI 9432 alla UNI EN ISO 9612 – Non c'è pace nella normativa sull'esposizione occupazionale a rumore, Atti del convegno dBA 2010, Modena, 2010
[13] http://it.wikipedia.org/wiki/E_pluribus_unum
[14] http://www.youtube.com/watch?v=lyiw9KZsVvk

CRITICITÁ METODOLOGICHE E APPLICATIVE DELL'ATTUALE NORMATIVA TECNICA

Andrea Tombolato, Stefano Cordeddu

Studio di Acustica, Padova

1 - INTRODUZIONE

A differenza dell'ormai abrogato D.Lgs.277/91, il vigente D.Lgs.81/2008 non contiene allegati tecnici riferiti alle tecniche di misura dell'esposizione a rumore; al terzo comma dell'articolo 190 (*Valutazione del rischio*) è infatti stabilito che *"i metodi e le strumentazioni utilizzati devono essere adeguati alle caratteristiche del rumore da misurare, alla durata dell'esposizione e ai fattori ambientali secondo le indicazioni delle norme tecniche. I metodi utilizzati possono includere la campionatura, purché sia rappresentativa dell'esposizione del lavoratore"*.

É quindi del tutto evidente che l'attuale disposizione di legge attribuisce agli standard tecnici un ruolo ed un'importanza assolutamente centrali, rinnovando sotto questo aspetto la situazione consolidata dal precedente quadro normativo.
Di passaggio, va segnalato che l'inottemperanza a quanto previsto dal citato comma (misurazione del rumore con metodi e strumentazioni inadeguati alle indicazioni delle norme tecniche) comporta, per il datore di lavoro, l'arresto da tre a sei mesi o un'ammenda da 2.500,00 a 6.400,00 euro.
Non meno "interessante", per i motivi che meglio saranno chiariti nel prosieguo, è il successivo comma 4 dello stesso articolo 190, con il quale è stabilito che, nell'ambito della valutazione del rischio rumore, *"il datore di lavoro tiene conto dell'incertezza delle misure, determinata secondo la prassi metrologica"*.

2 - LE NORME TECNICHE NAZIONALI DI RIFERIMENTO

Le norme tecniche nazionali di riferimento sono la UNI 9432:2011 e la UNI EN ISO 9612:2011, entrambe riferite alla determinazione dell'esposizione al rumore negli ambienti di lavoro.
Nel presente contributo sarà preso in considerazione il secondo degli standard tecnici citati. La norma 9612 descrive una procedura che comprende le seguenti fasi:
1. analisi del lavoro;
2. selezione della strategia di misurazione;
3. effettuazione della campagna di rilievi fonometrici;

4. gestione degli errori;
5. valutazione delle incertezze;
6. presentazione dei risultati.

In nessun punto della norma è evidenziata l'esigenza (la necessità) di effettuare rilievi fonometrici che restituiscano la composizione spettrale del rumore di volta in volta misurato.

Alla sezione 1 (Scopo e campo di applicazione) è segnalato che *"I processi di misurazione richiedono l'osservazione e l'analisi delle condizioni di esposizione sonora, in modo da assicurare il controllo della qualità delle misure stesse. La norma fornisce metodi per stimare l'incertezza dei risultati"*.

Viene altresì specificato, sempre nella sezione 1, che i risultati delle misurazioni possono fornire informazioni utili nella definizione della priorità degli interventi per il controllo del rumore.

Sono quindi indicate dalla norma tre possibili strategie di misurazione:
- misurazioni basate sui compiti,
- misurazioni basate sulle mansioni,
- misurazioni a giornata intera.

La prima strategia (compiti) richiede una maggiore conoscenza del processo produttivo e delle modalità di svolgimento del lavoro per ogni lavoratore o gruppo omogeneo; richiede, in compenso, minori tempi di misura.

La terza strategia comporta una conoscenza meno approfondita delle modalità operative, a fronte di un maggior dispendio di tempo per l'effettuazione delle misure.

La seconda strategia si colloca in posizione intermedia con riguardo ad entrambi i parametri (conoscenza delle modalità di produzione, tempo necessario per l'esecuzione dei rilievi fonometrici).

Particolare rilievo è attribuito, nell'economia della norma, alla Sezione 13, dedicata alle fonti di incertezza. I fattori maggiormente in grado di influenzare il risultato finale, rappresentato dall'esposizione al rumore nella giornata nominale, sono:

a) variazioni nel lavoro quotidiano, che risultano particolarmente significative, ad esempio, per un lavoratore in movimento in mezzo a sorgenti di rumore non costanti (il che, peraltro, avviene quasi sempre);
b) strumentazione e calibrazione;
c) posizionamento del microfono;
d) falsi contributi, per esempio del vento, di correnti d'aria o altro;
e) analisi del lavoro carente o difettosa (di rilevante importanza);
f) contributi da sorgenti di rumore non tipiche o dovuti a comportamenti non tipici (a volte importante).

Non si entra nel merito, in questa sede, dell'elaborato metodo di calcolo delle incertezze, passando invece alla discussione delle criticità metodologiche ed applicative dello standard 9612.

3 - CRITICITÀ METODOLOGICHE

Ciò che qualifica e determina l'approccio della norma tecnica in discussione alla questione della valutazione e riduzione del rischio rumore è insito nel concetto di giornata lavorativa nominale. Questa è definita (Sezione 3, *Termini e definizioni*) come *la giornata di lavoro nell'arco della quale si determina l'esposizione al rumore*.
La nozione di giornata lavorativa nominale si presenta piana e lineare; essa costituisce in realtà il nucleo essenziale del problema, poiché, in molti ambienti di lavoro, l'esposizione di un lavoratore al rumore evolve nel tempo secondo modalità non prevedibili; in conseguenza di ciò può risultare eventualmente impossibile valutare l'effettiva rappresentatività della giornata nominale.
A fronte di questo fatto non si può non evidenziare che, precisato il concetto di giornata nominale, l'attenzione della 9612, e quindi anche quella del tecnico valutatore tenuto a seguire scrupolosamente le indicazioni nella stessa norma contenute, si concentra ampiamente e diffusamente sulla definizione dell'incertezza delle misurazioni, da determinare secondo la prassi metrologica. L'idea che surrettiziamente e acriticamente si afferma è che il limite delle valutazioni (tema che certamente interessa) sia da riferire, in via pressoché esclusiva, all'intrinseca inaccuratezza sempre e comunque presente in ogni attività di misurazione, mentre, come abbiamo già rilevato, il problema essenziale è spesso a monte.
La peculiare enfasi posta dalla norma sull'incertezza metrologica rende obsoleta la consapevolezza che la realtà lavorativa che si intende "rappresentare" è quanto di più lontano si possa immaginare dai laboratori nei quali sono nati e si sono affermati i metodi analitici di valutazione delle incertezze di misura. I laboratori sono, per definizione, ambienti nei quali misurando e condizioni al contorno sono mantenuti costantemente sotto controllo; la vita di una realtà produttiva e le caratteristiche delle lavorazioni che ivi si svolgono (condizioni al contorno e misurando) sono in costante, continuo e spesso imprevedibile mutamento.
E' anche pacifico che le "fluttuazioni" nell'esposizione dei lavoratori al rumore generate dai mutamenti sopra richiamati possono, in diversi casi, essere quantitativamente (e qualitativamente) ben più importanti delle incertezze di misurazione.
Appare pertanto necessario recuperare un atteggiamento critico, che sposti l'attenzione dal "calcolo" dell'incertezza di misura allo studio attento e scrupoloso della "specifica realtà" dell'unità produttiva in esame e quindi delle modalità di esposizione dei lavoratori.
E' questo tipo di attività che deve (pre)occupare maggiormente il tecnico rilevatore, ed è il frutto di tale analisi che deve trovare particolare evidenza e rilievo nella fase cruciale di impostazione dell'indagine e quindi nel resoconto finale delle attività di valutazione dell'esposizione.
Vanno esaminati approfonditamente i seguenti aspetti, peraltro considerati dalla stessa norma, anche se mai con il peso attribuito invece alle questioni relative all'incertezza metrologica:
- le posizioni di lavoro (spesso i lavoratori non operano in postazione fissa);

- le diverse modalità di funzionamento della macchina in esame (regime di funzionamento, tipo di utensile utilizzato, manufatto in lavorazione, modalità e tempi di lavorazione);
- l'operatività delle altre macchine e o attrezzature (distanza, condizioni di funzionamento, ecc);
- caratteristiche salienti dell'ambiente di lavoro (portoni e finestre aperti o chiusi, presenza di prodotti di lavorazione in aree di stoccaggio o su scaffalature, ecc).

Ciò detto, la 9612 appare di fatto appiattita sull'aspetto metrologico, che, invece di essere asservito alle finalità igienistiche del D.Lgs. 81/2008, occulta, anziché evidenziare, la problematicità insita nel concetto di giornata lavorativa nominale.
Il rischio concreto consiste nel porre un'ingiustificata e fuorviante fiducia nell'idea che la valutazione dell'incertezza metrologica, la determinazione della classe di rischio così ottenuta e l'intrapresa delle azioni conseguenti, comportino di fatto un livello di protezione in grado di "garantire" il 95% della popolazione lavorativa.
Un'ulteriore debolezza di impostazione della norma consiste nel fatto che questa non sembra (quasi) mai orientata alla successiva e conseguente attività di riduzione dell'esposizione, e questo per i motivi di seguito evidenziati:

- non è esplicitata l'importanza di acquisire parametri acustici in grado di rappresentare eventuali caratteristiche di impulsività del rumore cui è esposto il lavoratore o il gruppo omogeneo;
- non viene mai indicata la necessità di effettuare determinazioni della composizione spettrale del rumore;
- non è stabilita l'obbligatorietà di valutare il contributo delle singole fasi di lavoro e/o di singoli impianti o attrezzature sul livello complessivo di esposizione;
- non viene suggerito di adottare tecniche atte a stabilire se il lavoratore si trovi nel campo diretto di un impianto o attrezzatura piuttosto che in campo riverberante.

Il carattere impulsivo o meno di un fenomeno sonoro è questione che andrebbe trattata in modo adeguato, visto che l'applicazione del principio dell'uguale energia anche ai rumori impulsivi è una ragionevole approssimazione, proposta pure dalla ISO 1999:1990, su cui la stessa norma avanza però qualche riserva. A riprova di ciò si consideri il seguente passo, tratto dal citato standard, nel quale si afferma che *"Il metodo predittivo presentato si basa principalmente su dati riferiti a rumori stazionari (non impulsivi) a banda larga (non tonali). L'applicazione del data base a rumori tonali o impulsivi/impattivi rappresenta la migliore estrapolazione disponibile. Alcuni utilizzatori [della norma], comunque, potranno voler considerare un rumore tonale o impulsivo/impattivo potenzialmente nocivo quanto un rumore stazionario non tonale di circa 5 dB(A) più elevato"*.

Sul tema, il documento NIOSH del 1998 "*Occupational Noise Exposure - Revised Criteria 1998*", afferma la necessità di ulteriore ricerca per definire i parametri di rischio per i rumori impulsivi. I suddetti parametri dovrebbero includere l'ampiezza, la durata, il tempo di salita, il numero e la frequenza degli impulsi, il fattore di cresta (Par. 7.2).

A fronte di ciò, stride quanto previsto dalla 9612 alla sezione 15 (*Informazioni da riportare*) lettera d), punto15), laddove si afferma che il rapporto sulle misurazioni di esposizione al rumore deve riportare i risultati di ogni misurazione, comprensivi almeno del valore di $L_{Aeq,T}$ e, facoltativamente, il valore più elevato di L_{Cpicco}.
Sul punto si ricorda infine che anche la legislazione italiana riconosce l'importanza di determinare e caratterizzare l'eventuale impulsività del rumore, laddove stabilisce (art. 190, comma 1, lettera a, del D.Lgs. 81/08) che "*il datore di lavoro valuta l'esposizione dei lavoratori (...) prendendo in considerazione in particolare (...) il livello, il tipo e la durata dell'esposizione, ivi inclusa ogni esposizione a rumore impulsivo*".

Con riguardo agli altri punti evidenziati (composizione spettrale del rumore, contributo all'esposizione delle varie fasi di lavoro, lavoratore in campo diretto ovvero riverberante), va rilevato che, al superamento dei valori superiori d'azione (in termini di L_{EX} o di Livello di Picco C), l'articolo 192, comma 2, del D.Lgs.81/2008 impone l'elaborazione e applicazione di un "programma di misure tecniche e organizzative volte a ridurre l'esposizione"; in caso di inosservanza sono previsti l'arresto da tre a sei mesi o l'ammenda da 2.000 a 4.000 euro.
Lo stesso Rapporto Tecnico nazionale UNI/TR 11347:2010, nato per orientare le operazioni di bonifica, evidenzia in più punti la necessità di conoscere lo spettro in frequenza del rumore per poter definire con cognizione di causa le strategie di intervento (si veda, in particolare, il Prospetto 2). Va da sé che anche la scelta degli otoprotettori più adatti al lavoratore, o al gruppo omogeneo di lavoratori, beneficia senz'altro della conoscenza dello spettro del rumore da attenuare.
È ancora del tutto evidente che per poter programmare azioni efficaci, in grado di ridurre l'esposizione e non semplicemente l'emissione sonora, occorre conoscere il contributo di ogni significativa fase di lavoro al livello complessivo di esposizione che si vuole ridurre. La ISO 9612 considera invece facoltativa la suddetta determinazione, che risulterebbe peraltro sempre possibile con la prima strategia (compiti), impossibile con la seconda (mansioni) e difficoltosa con la terza (misure a giornata intera).
E' infine pacifica l'importanza di conoscere se il lavoratore di cui si vuole ridurre l'esposizione si trova in campo riverberante ovvero in campo diretto, per comprendere se gli interventi di mitigazione possano eventualmente riguardare l'ambiente di lavoro (capannone, stabilimento) o debbano invece focalizzarsi sulla sorgente.

4 - CRITICITÀ APPLICATIVE

La 9612 definisce, come già visto, tre possibili strategie di misurazione, contemplando la possibilità di adottare, se del caso, più di una strategia. Si possono cioè combinare, ad esempio, misurazioni basate sui compiti con misurazioni a giornata intera o basate sulle mansioni. La norma definisce anche, per ogni strategia, la durata minima delle misurazioni e quante volte una stessa misura deve essere ripetuta.

La strategia basata sui compiti appare la meno *time-consuming*, e ciononostante, come si vedrà subito, le condizioni poste dalla 9612 rendono questo approccio comunque assai dispendioso in termini di tempo:

- le misure, in generale, devono avere durata pari ad almeno 5 minuti;
- devono essere ripetute tre volte; per tenere conto delle reali variazioni nel livello di rumore le tre misure non devono essere consecutive, ovvero devono essere effettuate su diversi lavoratori di uno stesso gruppo omogeneo.

Inoltre, se le tre misurazioni riferite ad uno stesso compito dovessero portare a risultati che differiscono di 3 dB o più, è necessario:

a) eseguire tre o più misure aggiuntive del compito,

b) suddividere il compito in più compiti e ricominciare l'iter,

c) ripetere le misure, aumentando la durata delle stesse.

Sulla base di quanto sin qui esposto, e utilizzando lo stesso esempio riportato dalla 9612 in appendice D, sarà facile evidenziare le difficoltà applicative di una norma che impone tempi di misurazione decisamente impegnativi, anche nelle situazioni più favorevoli o elementari.

Il semplice caso preso in considerazione dalla 9612 si riferisce alla determinazione dell'esposizione di un addetto alla saldatura in un'officina meccanica. I compiti sono: pianificazione del lavoro e pause (per un'ora e mezzo), taglio e smerigliatura (per un'ora e mezzo), saldatura (per cinque ore).

Il contributo all'esposizione dell'attività di pianificazione è trascurabile, e si pone pari a 70 dB(A) di $L_{Aeq,T}$; si prevedono peraltro due misure di 5 minuti l'una per confermare l'ipotesi. Le operazioni di smerigliatura e saldatura danno origine a rumore di tipo ciclico; dovendo comprendere almeno tre cicli completi, il tempo di misura risulta rispettivamente pari a 7 e 4 minuti. La norma prevede comunque che il tempo di misura minimo sia di 5 minuti, con un numero minimo di tre rilievi non consecutivi per ogni compito. Si esegue pertanto una prima serie di misure che comprende due rilievi per l'attività di pianificazione, tre rilievi con tempo di misura pari a 7 minuti per l'operazione di smerigliatura e tre rilievi con tempo di misura pari a 5 minuti per l'attività di saldatura. La differenza massima tra i livelli misurati per la smerigliatura supera i 3 dB, rendendo necessario eseguire per tale compito altri tre rilievi della durata di 7 minuti ciascuno.

Il tempo totale che il consulente occuperà in azienda solo per l'effettuazione dei rilievi fonometrici può essere stimato in 67 minuti netti di rilievi, oltre al tempo necessario per il trasferimento della strumentazione da una postazione all'altra e per la preparazione della misura. Per un unico addetto o gruppo omogeneo caratterizzato, di fatto, da due compiti, il tempo totale che sarà impiegato per le misure risulterà indicativamente pari a 2 ore, il che appare quanto meno sproporzionato, se non improponibile; per una normale azienda ne risultano tempi complessivi di indagine dilatati al limite del praticabile.

La strategia basata sulle mansioni prevede che vengano prima individuati i gruppi acusticamente omogenei. Per ogni gruppo, in base al numero di lavoratori, viene definita la durata minima complessiva delle misure ed il numero dei campioni, che dovrebbero essere distribuiti fra i diversi membri del gruppo e in modo da coprire l'intera giornata lavorativa. Secondo la norma per un gruppo omogeneo fino a 5 lavoratori la durata minima delle misure è pari a 5 ore; per un gruppo omogeneo di 20 lavoratori la durata minima delle misure è di circa 11 ore e 15 minuti; per un gruppo omogeneo di 40 o più lavoratori la durata minima delle misure è pari ad almeno 17 ore, salvo dividere il gruppo in sottogruppi meno numerosi.
L'esempio fornito dalla norma 9612 si riferisce alla determinazione dell'esposizione per un gruppo omogeneo composto da diciotto lavoratori addetti ad una linea di produzione, che operano su due turni di lavoro, dalle ore 5:00 alle ore 13:00 e dalle ore 13:00 alle ore 21:00. La durata minima complessiva delle misurazioni è dettata dalla 9612 in funzione del numero di componenti del gruppo e vale in questo caso 10,75 ore. La stessa norma richiede un numero minimo di campioni pari a cinque. Il campionamento deve essere distribuito casualmente tra i membri del gruppo e durante tutto l'arco della giornata lavorativa, comprendendo le fasi iniziali e finali. Si scelgono quindi sei lavoratori e per ciascuno di essi si esegue un rilievo della durata di 2 ore.
Utilizzando due dosimetri, è necessaria un'intera giornata di due turni, per un totale di 16 ore, per la sola effettuazione delle misurazioni. Anche in questo caso, quindi, i tempi dell'indagine fonometrica diventano, per una normale azienda, del tutto insostenibili.
E' da notare che, sia con riguardo al metodo basato sui compiti sia con riferimento al metodo basato sulle mansioni, qualora il contributo all'incertezza dovuto al campionamento risulti superiore a 3,5 dB, si rende necessario ridefinire i gruppi omogenei oppure eseguire ulteriori rilievi allo scopo di abbassare tale componente dell'incertezza.
L'adozione della strategia con misurazione a giornata intera, infine, prevede che siano considerati tutti i contributi al rumore associati al lavoro e i periodi silenziosi durante la giornata lavorativa. Si devono eseguire almeno tre misure a giornata intera per ogni lavoratore o gruppo omogeneo di lavoratori, tipicamente con l'utilizzo di dosimetri, eventualmente completando l'indagine con un certo numero di attività complementari di acquisizione di informazioni su quanto si è andati misurando.
Se i risultati delle misurazioni differiscono di 3 dB o più, si effettuano almeno ulteriori due giornate di misura.
I lavoratori dovrebbero essere osservati durante le misurazioni. In alternativa, è possibile:
a) effettuare mirati colloqui con i lavoratori e i loro supervisori;
b) effettuare misurazioni puntuali di verifica dei livelli registrati mediante dosimetro;
c) determinare l'esposizione di selezionati lavoratori mediante strategia basata sui compiti;
d) effettuare, a fine turno, un esame congiunto con il lavoratore della storia temporale registrata dal dosimetro, al fine di identificare i diversi compiti e i vari eventi.

In questo caso l'esempio fornito dalla norma 9612 si riferisce alla valutazione dell'esposizione per un gruppo omogeneo composto da tre operatori di carrelli industriali. La variabilità dell'attività, e quindi dell'esposizione, nel corso della giornata è notevole. Come già evidenziato, la 9612 richiede un numero minimo di tre misure a giornata intera; disponendo di tre dosimetri, si effettua un rilievo per ciascuno dei tre carrellisti nella stessa giornata. Nella fattispecie in esame i rilievi effettuati restituiscono livelli che differiscono di più di 3 dB; è quindi necessario eseguire almeno altri due rilievi a giornata intera: peraltro è certamente conveniente eseguire un'altra sessione di rilievi a giornata intera per ognuno dei tre operatori. Per l'effettuazione delle misurazioni necessarie alla determinazione dell'esposizione dei tre addetti ai carrelli, saranno pertanto necessari tre dosimetri e due giorni di misura. Anche in questo terzo caso si evince che in una normale azienda le prescrizioni della norma sono *tout court* inapplicabili.

5 - CONCLUSIONI

La norma appare poco bilanciata, a causa dell'eccessiva enfasi riservata alla determinazione dell'incertezza metrologica, il che risulta fuorviante rispetto ai più importanti obbiettivi igienistici e ha peraltro il grave effetto di indurre un'ingiustificata fiducia nell'idea che la valutazione dell'incertezza metrologica comporti, di fatto, un livello di protezione in grado di "garantire" il 95% della popolazione lavorativa.
Sempre con riguardo all'insufficiente attenzione riservata all'aspetto igienistico, per lo più trascurato a vantaggio delle considerazioni statistiche e metrologiche, la norma non sembra (quasi) mai orientata all'attività di riduzione dell'esposizione, mai menzionando, ad esempio, la necessità di effettuare determinazioni della composizione spettrale del rumore.
La definizione delle procedure operative di determinazione dell'esposizione, infine, soffre di un'impostazione rigida, ingiustificatamente onerosa, al limite inapplicabile.

6 - BIBLIOGRAFIA

(1) Peretti A. Problematiche riguardanti la misura e valutazione del rumore negli ambienti di lavoro. Giornale italiano di medicina del lavoro ed ergonomia 2011; 33:3, 342-344.
(2) NIOSH [1998]. Criteria for a recommended standard. Occupational noise exposure. Revised Criteria 1998. Cincinnati Ohio: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health.
(3) UNI EN ISO 9612:2011, Determinazione dell'esposizione al rumore negli ambienti di lavoro. Metodo tecnico progettuale.
(4) UNI/TR 11347:2010, Programmi aziendali di riduzione dell'esposizione a rumore nei luoghi di lavoro.

PROBLEMATICHE RIGUARDANTI LA MISURA E LA VALUTAZIONE DEL RUMORE NEGLI AMBIENTI DI LAVORO[1]

Alessandro Peretti

Università di Padova - Scuola di Specializzazione in Medicina del Lavoro

1 – PREMESSA

A vent'anni dall'emanazione del primo decreto riguardante specificamente il rumore negli ambienti di lavoro (D.Lgs.277/1991), la misura e la valutazione di questo fattore di rischio soffrono ancora di diverse criticità. Spesso esse vengono effettuate in termini minimali con l'unico scopo di rispettare alcuni obblighi di legge, dimenticando che i compiti da assolvere sarebbero molteplici. Così facendo le indagini si riducono a semplici adempimenti formali, mirati alla stima dei livelli di esposizione; nel contempo viene meno l'obbiettivo prioritario riguardante la riduzione dei rischi. A quest'ultimo proposito va evidenziato che, al superamento del valore di 85 dB(A) da parte del livello di esposizione, il vigente D.Lgs.81/2008 (art. 192, comma 2) impone l'elaborazione e l'applicazione di "un programma di misure tecniche e organizzative volte a ridurre l'esposizione" e che l'inosservanza di tale disposizione è sanzionata (art. 219, comma 2).

2 - INDAGINI FONOMETRICHE

Il rischio da rumore viene generalmente valutato rilevando i livelli sonori medi energetici (equivalenti) a cui il lavoratore è esposto durante le diverse fasi lavorative giornaliere e considerando le relative durate. Le singole dosi di rumore assorbite vengono quindi sommate tra loro e la dose complessiva viene distribuita sull'intervallo standard di 8 ore. Il livello medio ottenuto costituisce il livello di esposizione. Questa procedura si fonda sul principio dell'uguale energia, secondo il quale i deficit uditivi sono determinati dalla dose complessiva a prescindere da come essa si suddivide nell'arco della giornata lavorativa.

---

[1] *Questa relazione è stata presentata al 74° Congresso Nazionale della Società Italiana di Medicina del Lavoro ed Igiene Industriale (Torino, 16-19 novembre 2011) ed è stata pubblicata nel Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia (2011; 3: 342-344)*

Tale principio, se da un lato costituisce una ragionevole semplificazione, dall'altro non sempre è affidabile: la costanza del rumore nel tempo oppure la presenza di eventi impulsivi, di componenti di alta frequenza o di toni puri possono determinare infatti, fermo restando il livello di esposizione, un aggravio del rischio [1].
In passato la determinazione di queste caratteristiche poteva costituire un problema. L'avvento sul mercato degli attuali fonometri, che riportano a fine misura contemporaneamente tutti i parametri acustici, ha cambiato profondamente la situazione, rendendo ingiustificabile la disattenzione dei tecnici nei confronti di tali caratteristiche.
D'altra parte anche la stessa legislazione sottolinea l'importanza della tipologia e dell'impulsività del rumore. Secondo il D.Lgs.81/2008 (art.190, comma 1) "il datore di lavoro valuta l'esposizione dei lavoratori (...) prendendo in considerazione in particolare (...) il livello, il tipo e la durata dell'esposizione, ivi inclusa ogni esposizione a rumore impulsivo". Quindi non si comprende perché tale disposizione, la cui inosservanza è sanzionata (art. 219, comma 1), venga ignorata mentre ci si affanna dietro discutibili stime dell'incertezza che, sebbene previste (art.190, comma 4), non sono comunque oggetto di sanzioni.
Ma vi è un altro motivo che spinge verso la determinazione di questi parametri. La loro conoscenza (si pensi in particolare alle caratteristiche spettrali) è fondamentale nell'elaborazione di un qualsivoglia progetto di riduzione del rumore. Ne consegue che l'assenza di tali parametri rende fine a sé stesso il documento di valutazione dei rischi.
Se da un lato vanno definite tutte le caratteristiche acustiche, dall'altro vanno acquisite tutte le informazioni che caratterizzano i singoli rilievi.
In molteplici luoghi di lavoro le attività sono in continuo divenire: possono mutare le posizioni degli addetti e i loro movimenti nei reparti, le macchine in funzione, le condizioni operative delle stesse e i relativi tempi, per cui il rumore a cui un lavoratore è esposto, direttamente o indirettamente (ossia a causa della propria lavorazione o di altre), cambia in misura scarsamente definibile.
D'altra parte l'indagine fonometrica viene svolta in un arco di tempo limitato (al massimo qualche giornata) da un tecnico che nella quasi totalità dei casi non opera nell'azienda (e quindi non la conosce), per cui i dati raccolti possono essere descrittivi solo delle particolari condizioni esaminate. Ne deriva che l'indagine assume la connotazione di una fotografia istantanea che non consente di disquisire sulla rappresentatività dei dati ottenuti.
Diventa quindi essenziale annotare con cura le condizioni di misura: posizione del rilievo (da riportare in planimetria), posizione del microfono rispetto all'orecchio maggiormente esposto dell'addetto, caratteristiche della macchina in esame (marca, modello, velocità, utensile, manufatto, modalità e tempi di lavorazione, ecc.), operatività delle altre macchine (distanza, condizioni di funzionamento, ecc.) [2].
Tali informazioni sono essenziali per:

- valutare a posteriori, da parte di tutti i possibili interessati, la rappresentatività dei livelli sonori rilevati e dei livelli di esposizione calcolati;
- comparare i livelli con quelli ottenuti in precedenti indagini, comprendendo i motivi di eventuali differenze;
- porre le basi per un piano di risanamento, ad esempio individuando le condizioni di lavoro alle quali le emissioni sonore di una stessa macchina sono maggiori e

minori, definendo il contributo della macchina in esame rispetto ai contributi delle macchine circostanti, ecc..

Come nel caso dei parametri acustici, anche le informazioni associate ai rilievi e riportate nei documenti di valutazione dei rischi sono generalmente minimali, con la conseguenza che i dati di indagine rimangono improduttivi.

3 - NORME TECNICHE

Il D.Lgs.81/2008, se da un lato definisce le norme tecniche come documenti "la cui osservanza non sia obbligatoria" (art. 2, comma 1, lettera *u*), dall'altro richiama le norme stesse in fase di valutazione del rischio da rumore affermando che "i metodi e le strumentazioni utilizzati devono essere adeguati (...) secondo le indicazioni delle norme tecniche" (art. 190, comma 3). Considerando che l'inosservanza di questo comma è oggetto di sanzioni (art. 219, comma 2), le norme da volontarie diventano strettamente vincolanti.

È necessario quindi fare riferimento alla norma UNI EN ISO 9612:2011 "Acustica - Determinazione dell'esposizione al rumore negli ambienti di lavoro - Metodo tecnico progettuale", nonché alla norma UNI 9432:2011 "Acustica - Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell'ambiente di lavoro" che richiama in gran parte la prima.

La norma UNI EN ISO 9612:2011 definisce tre strategie di determinazione dell'esposizione a seconda che le misure fonometriche si basino:

- sui compiti (il turno giornaliero di un lavoratore o di un gruppo omogeneo viene scomposto in singoli compiti per ciascuno dei quali vengono effettuati i rilievi);
- sulle mansioni (si considera l'intero turno di lavoro del gruppo omogeneo e, all'interno del turno, i rilievi vengono eseguiti per campionatura casuale);
- sull'intera giornata di lavoro (tramite dosimetri).

Per ciascuno dei tre metodi la norma prevede un numero minimo di rilievi; per i primi due definisce anche la durata minima degli stessi. Stabilisce inoltre procedure per il calcolo dell'incertezza associata al livello di esposizione.

Ad avviso dello scrivente la norma presenta diverse criticità.

Innanzitutto si può osservare che essa cerca di inquadrare una realtà complessa come quella lavorativa spesso difficilmente prevedibile. Piuttosto che una norma cogente sarebbe stato preferibile elaborare linee guida, magari riferite concretamente ai diversi comparti produttivi, in grado di fornire le conoscenze sulla base delle quali il tecnico potesse operare con maggiore autonomia e flessibilità. Inoltre l'ingessatura delle procedure allontana l'attenzione dai problemi reali (come valutare adeguatamente l'esposizione in un dato ambiente di lavoro e come ridurre i rischi), mentre incentiva un approccio passivo e deresponsabilizzato (come rispettare le disposizioni della norma). Infine da sottolineare che tutti e tre i metodi definiti dalla norma sono spesso inapplicabili, in quanto il numero dei rilievi e le durate di misura rendono insostenibili i tempi di indagine.

In secondo luogo la norma si allontana dai principi ispiratori dell'igiene del lavoro, ossia la valutazione e la caratterizzazione dei rischi al fine della loro riduzione.

Rilevati i diversi livelli equivalenti a cui il lavoratore è esposto e le relative durate, da un punto di vista igienistico è del tutto intuibile la necessità di calcolare il

contributo delle specifiche posizioni o attività lavorative alla determinazione del livello di esposizione, in considerazione sia del loro livello che della loro durata, in modo da giungere ad una graduatoria dei problemi da risolvere. Ciò malgrado la norma considera questo calcolo "facoltativo" (punto 9.4) proponendo tra l'altro che i contributi siano espressi in modo scarsamente intelligibile, ossia in dB, e non in percentuale come sembra ovvio dagli anni '80 [3].
Quanto sopra vale nel caso del metodo "per compiti", ma anche il metodo "per mansioni" si contrappone all'esigenza igienistica di individuare le lavorazioni che determinano il rischio in quanto la norma prevede che i rilievi siano effettuati nell'arco del turno di lavoro per "campionatura casuale".
In terzo luogo solleva forti perplessità l'incertezza relativa al livello di esposizione, intorno alla quale la norma si dilunga per quasi metà del documento. Essenzialmente essa si riferisce alle "naturali" variazioni delle attività lavorative, alle fasi da campionare, alle modalità di misura e alla strumentazione (punto 13.1).
Si è detto che in molteplici luoghi di lavoro il rumore a cui un addetto è esposto, direttamente o indirettamente, varia in misura scarsamente definibile da giorno a giorno; si è detto inoltre che i dati raccolti nel corso di indagini necessariamente brevi possono essere descrittivi solo delle specifiche condizioni esaminate. Ne deriva che l'incertezza può riferirsi, al massimo, solo alla giornata di indagine. Ne è consapevole anche la stessa norma dichiarando che "l'incertezza dovuta alla selezione della giornata (giornate) non è inclusa (...), visto che in molti casi questa può essere determinata solo da misurazioni estese svolte sull'arco di periodi più lunghi" (appendice C1). L'incertezza riguarda quindi solo la giornata "nominale" (punti 3.3 e 7.3) in cui viene determinato il livello di esposizione, assumendo così un'importanza davvero modesta in quanto può risultare difficile conoscere la rappresentatività di detta giornata.
Va inoltre evidenziato che la determinazione del livello di esposizione dipende dal tecnico preposto all'indagine, dalla sua capacità di analisi del contesto lavorativo e dalla sua competenza nel campo della misurazione del rumore.
Di fronte al tecnico, che come si è detto non conosce l'azienda e deve operare in tempi contenuti, si pongono non pochi problemi che nel caso di inesperienza possono essere non appieno avvertiti. Essi possono afferire alla scelta delle fasi lavorative da campionare, alla definizione dei diversi tempi di esposizione, nonché alle difficoltà legate alla valutazione dell'esposizione indiretta determinata da macchine a cui il lavoratore non è addetto e alla posizione del microfono che diventa estremamente rilevante nel caso di sorgenti sonore prossime all'operatore quali le macchine utensili portatili.
Di fronte a tutte queste questioni la norma presuppone che il tecnico operi in modo ottimale, senza commettere errori significativi, nel rispetto "rigoroso" delle indicazioni riportate (appendice C1). Ma questo assunto è tutto da dimostrare che si realizzi o, meglio, si possa realizzare! Oltre ai problemi sopraindicati si pensi alle difficoltà di calare le indicazioni della norma in una realtà complessa e mutevole come quella lavorativa, ben diversa da quella di laboratorio.
Basandosi su ipotesi di scarsa consistenza, l'incertezza calcolata assume i connotati di una grandezza astratta, di dubbia utilità, che non aggiunge conoscenze. Anzi, può risultare gravemente fuorviante in quanto induce l'utente a credere fideisticamente che nel 95 % dei casi il livello di esposizione sia inferiore a quello calcolato sulla

base dell'incertezza "estesa", mentre ciò può essere molto lontano dal vero.

4 - CONCLUSIONI

La valutazione dei rischi non costituisce il fine dell'igiene del lavoro ma uno strumento mediante il quale è possibile contenerli al minimo. Il raggiungimento di questo obbiettivo dipende da numerosi fattori. Certamente ne vanno sottolineati due.
La formazione del tecnico. Essa deve basarsi sulla conoscenza di molteplici aspetti (dai processi produttivi alle caratteristiche del fenomeno da rilevare) e non solo sulla competenza in fatto di disposizioni di legge. Data la complessità e l'importanza della realtà in esame, il tecnico deve essere spinto ad acquisire una visione consapevole e critica del suo operare. Spesso non si persegue questa finalità.
Il dialogo tra tecnico consulente e medico competente. Questo dialogo, oggi praticamente inesistente, è fondamentale: la valutazione e la riduzione dei rischi dovrebbero interagire continuamente con la sorveglianza sanitaria, ponendo a confronto i risultati di ambedue queste attività al fine di ottimizzarne le modalità di pianificazione ed esecuzione.

Ringraziamenti
Si ringraziano Stefano Cordeddu e Andrea Tombolato per i proficui consigli.

5 – BIBLIOGRAFIA

1] Peretti A, Merluzzi F, Pasqua di Bisceglie A, Bartolucci GB. Rumore negli ambienti di lavoro: interazione tra tecnico consulente e medico competente. Giornale degli Igienisti Industriali 2009; 34 (2): 154-174
2] Merluzzi F, Bartolucci GB, Bosio D, Di Credico N, Marazzi P, Marello G, Orsini S, Peretti A, Pira A, Pira E, Romano C, Sala E, Solero P, Sonnino A. Linee Guida per la prevenzione dei danni uditivi da rumore in ambiente di lavoro. Linee Guida SIMLII, 2008
3] Peretti A, Apostoli P, Maron G. Rilevazione del rumore industriale. Giornale Italiano di Medicina del Lavoro 1983; 5: 95-116

Aggiornamenti sul rischio Rumore
Valutazione, prevenzione e protezione nei luoghi di lavoro
incontri'12

LA DETERMINAZIONE DEL LIVELLO DI ESPOSIZIONE PROFESSIONALE A RUMORE MEDIANTE MISURAZIONI: INFORMAZIONI, STRUMENTAZIONE, METODOLOGIA E RAPPORTO DI VALUTAZIONE

Claudio Cocheo

Fondazione Salvatore Maugeri – Centro di Ricerche Ambientali, Padova

RIASSUNTO

La valutazione del rischio rumore negli ambienti di lavoro è un'attività che si è andata evolvendo e sempre più dettagliando nel corso degli ultimi 20 anni. Al Tecnico qualificato, cui è affidato l'incarico di svolgere la valutazione, viene oggi richiesto non solo di conoscere e applicare tutte le prassi di buona tecnica che permettano di giungere alla stima del valore di esposizione personale e della relativa incertezza di misura ma anche di indicare gli interventi tecnici ed organizzativi che possono essere adottati dalle aziende al fine di ridurre il rischio espositivo.
Se il D.Lgs. 81/2008 (e il suo aggiornamento D.Lgs. 106/2009) funge da "struttura portante" dal punto di vista normativo, un Rapporto di Valutazione del rischio rumore deve essere redatto tenendo conto di una varietà di altre norme nazionali e internazionali di cui la UNI EN ISO 9612:2011, la UNI 9432:2011 e il rapporto tecnico UNI/TR 11347/2010 sono certamente le più significative.
Il Rapporto di Valutazione deve contenere una serie di dati ed informazioni dai quali non si può prescindere, e in particolare: la strumentazione utilizzata ed i criteri di misura, i rapporti di prova dei singoli rilievi fonometrici, le schede di calcolo per ciascun Gruppo Acusticamente Omogeneo, la classificazione per classi di rischio, l'elenco e la descrizione dei DPI-u e, quando possibile, la mappatura degli isolivelli acustici reparto per reparto, fondamentale per la redazione del Programma Aziendale di Riduzione dell'Esposizione (P.A.R.E.).
Un aspetto spesso trascurato (ma per nulla trascurabile) di un Rapporto di Valutazione ben fatto è quello della chiarezza espositiva. Il Rapporto non deve essere "semplicemente completo" dal punto di vista informativo ma deve essere anche "completamente semplice", cioè comprensibile da tutti i soggetti cui esso è destinato (Datore di Lavoro, RLS, ecc.), che non necessariamente dispongono delle conoscenze e della padronanza del gergo che il Tecnico troppo spesso dà per scontate.

1-INTRODUZIONE

L'articolo 181 (Titolo VIII, Capo I) del D.Lgs. 81/2008 stabilisce che il Datore di Lavoro deve valutare tutti i rischi derivanti da esposizione ad agenti fisici in modo da identificare e adottare le opportune misure di prevenzione e protezione con particolare riferimento alle norme di buona tecnica ed alle buone prassi.
Quando l'agente fisico oggetto di indagine è il rumore, le norme di buona tecnica a cui riferirsi sono sicuramente la UNI EN ISO 9612:2011(*Determinazione dell'esposizione a rumore negli ambienti di lavoro – Metodo tecnico progettuale*) e la UNI 9432:2011(*Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell'ambiente di lavoro*).
All'articolo 192 dello stesso Decreto Legislativo è inoltre precisato che, se a seguito della valutazione dei rischi risulta che i valori superiori di azione sono superati, il datore di lavoro elabora ed applica un programma di misure tecniche e organizzative volte a ridurre l'esposizione al rumore. Quest'ultimo obbligo, a carico del datore di lavoro, è stato ripreso dal Rapporto Tecnico UNI/TR 11347:2010 (*Programmi aziendali di riduzione dell'esposizione a rumore nei luoghi di lavoro*) che è stato emanato proprio per precisare il modello e i contenuti minimi che deve possedere il Programma Aziendale di Riduzione dell'Esposizione a rumore (P.A.R.E.) nonché le caratteristiche professionali e formative che deve possedere il Tecnico Qualificato chiamato a progettare gli interventi del P.A.R.E.
Si tratta di un importante salto di qualità (e di responsabilità) per il Tecnico Qualificato incaricato di svolgere il lavoro, perché ad esso viene richiesto non più di valutare solo i livelli di esposizione professionale a rumore ma anche di individuare le soluzioni (tecniche od organizzative) per ricondurre tale esposizione a valori accettabili.
Un Rapporto di Valutazione del rischio rumore in ambiente di lavoro, oggi, deve essere pensato come una struttura composta da due parti fondamentali: la Relazione Tecnica per la valutazione del livello di esposizione personale ($L_{EX,8h}$) con le relative incertezze di misura e le stime dell'attenuazione dei DPI-u e il Rapporto Tecnico indicante le modalità di riduzione dell'esposizione, i relativi tempi di esecuzione e, nei limiti del possibile, il rapporto costi/benefici di ogni intervento di bonifica.
Il questo lavoro verrà descritto come realizzare la Relazione Tecnica per la valutazione dell'esposizione a rumore, demandando il problema della redazione del P.A.R.E. ad altri contributi presenti negli Atti.
Il processo che conduce all'elaborazione di una valutazione del rischio rumore in ambiente di lavoro può essere schematizzato in tre fasi sequenziali: la raccolta delle informazioni preliminari, l'esecuzione dei rilievi fonometrici o delle dosimetrie, la post elaborazione dei dati per la classificazione del rischio e l'individuazione delle criticità.

2-LA RACCOLTA DELLE INFORMAZIONI

Il processo di valutazione del rischio rumore prende avvio dal sopralluogo preliminare nel corso del quale il tecnico deve raccogliere tutte quelle informazioni

necessarie a condurlo all'individuazione dei potenziali rischi espositivi, effettuare la scelta della strategia di misurazione ed infine eseguire i rilievi acustici.
La prima regola è: studia e comprendi a fondo l'intero ciclo produttivo! Che poi è anche uno degli aspetti più interessanti del lavoro del Tecnico qualificato.
Farsi accompagnare dai responsabili aziendali lungo il percorso che va dall'ingresso della materia prima fino alla consegna del prodotto finito, interrogando i preposti e gli addetti alla produzione durante i singoli passaggi della filiera, è il momento più importante dell'intera procedura di valutazione del rischio.
Solo dopo aver compreso appieno il ciclo produttivo si può procedere all'individuazione dei Gruppi Acusticamente Omogenei di esposizione (G.A.O.).
Sebbene possa sembrare scontato è bene sottolineare che i G.A.O. non necessariamente coincidono con le mansioni normalmente classificate dall'Azienda, né tantomeno con i gruppi omogenei di esposizione (G.O.E.) che possono essere stati individuati nel corso di altre indagini, ad esempio quelle finalizzate alla valutazione del rischio chimico. Molte aziende tenderebbero a preferire una classificazione "standardizzata", ossia trasversale per ogni tipo di rischio, perché risulterebbe più agevole accorpare i risultati di tutte le valutazioni del rischio in funzione di classi di lavoratori "statiche" e univocamente predefinite. Purtroppo non è così semplice. L'esposizione a rumore di un lavoratore che svolge una ben precisa funzione può essere sensibilmente influenzata dalle attività lavorative svolte da un collega appartenente a tutt'altra mansione. La classificazione dei G.A.O. va fatta tenendo in considerazione non solo del "tipo" di lavoro svolto (inteso come somma di compiti) ma anche del "dove" questo viene svolto, ossia in presenza di quali altre potenziali sorgenti di rumore non direttamente legate alle attività del lavoratore o dei lavoratori oggetto di valutazione.
Definiti i G.A.O. si procede a individuarne le giornate nominali, ossia le giornate "tipo", comprensive di sessioni di lavoro e pause, quando esistono. È questo il momento in cui tipicamente ci si sente rispondere: "ma è impossibile dire quanti minuti al giorno uso il flessibile…".Nella maggioranza dei casi la risposta è più che ragionevole. Se da un lato il Tecnico "pigro" può liquidare la questione adagiandosi sul fatto che i tempi di esposizione sono forniti dal Datore di lavoro, quello scrupoloso deve fare qualche sforzo in più. Esistono varie soluzioni al problema. La prima è quella di ricorrere alla valutazione del $L_{EX,w}$ piuttosto che del $L_{EX,8h}$, in tal modo si amplia in ventaglio delle giornate tipo permettendo di includere nell'analisi una casistica più dettagliata. Quando anche la settimana tipo risulta di difficile individuazione, la UNI EN ISO 9612:2011 permette di far ricorso alla statistica tramite strategie di misurazione per mansioni o a giornata intera.
Nel primo caso (strategia per mansioni) ci si basa sul principio del prelievo di campioni casuali dell'esposizione a rumore per una durata di campionamento complessiva statisticamente significativa in funzione del numero di lavoratori appartenenti al gruppo acusticamente omogeneo. Purtroppo si tratta di una strategia di misura estremamente dispendiosa in termini di tempo: per una singola mansione svolta da una decina di addetti (caso per nulla raro) bisognerebbe eseguire 7,5 h di misure casuali.
Nel secondo caso (misurazione a giornata intera) ci si deve assicurare di scegliere le giornate in modo che siano rappresentative della situazione lavorativa. È prassi comune che queste misure siano eseguite con dosimetri personali o strumentazione

simile. L'opinione di chi scrive è che le misure basate su dosimetrie siano pericolosamente soggette a rischi di false interpretazioni. Anche avvalendosi di misuratori personali dotati di registrazione vocale e/o chiedendo al lavoratore a fine turno di descrivere in dettaglio le attività eseguite o i luoghi in cui ha lavorato, la mancanza di sorveglianza da parte del Tecnico rende critica la post elaborazione dei dati e l'interpretazione dei risultati. I dosimetri personali inoltre non consentono di acquisire i profili temporali in bande di ottava per cui l'unico metodo applicabile per il calcolo dell'attenuazione fornita dai DPI-u rimarrebbe l'SNR che, come noto, è il meno accurato fra quelli disponibili. Infine, anche limitandosi all'applicazione del metodo SNR, risulta molto complicato associare l'attenuazione dei DPI-u agli specifici compiti svolti dal lavoratore, compiti che comunque andrebbero misurati in seguito con fonometria dedicata e con conseguente, ulteriore, dispendio di tempo.

Conclusa la fase di analisi del lavoro, avendo posto l'enfasi sulle produzioni, i processi, l'organizzazione, i lavoratori e le attività, avendo scelto la strategia di misurazione più opportuna, essendosi fatti produrre i layout dello stabilimento e i tempi di esposizione, si procede finalmente all'esecuzione delle misurazioni.

3-SCELTA DELLA STRUMENTAZIONE

Le misure possono essere eseguite utilizzando fonometri integratori o, opzione introdotta per la prima volta in modo esplicito dalla UNI EN ISO 9612:2011, misuratori personali dell'esposizione sonora (dosimetri).
I fonometri, compresi microfoni e cavi associati, devono soddisfare le specifiche di cui alla classe 1 della IEC 61672-1:2002, ma sono ammessi anche fonometri in classe 2. I dosimetri devono invece soddisfare i requisiti della IEC 61252, sebbene siano raccomandati quelli che soddisfano la classe 1 della IEC 61672-1:2002. Il calibratore acustico, infine, deve possedere requisiti compatibili con la classe 1 della IEC 60942:2003.
La strumentazione deve essere periodicamente controllata presso un Laboratorio accreditato come Sistema Italiano di Taratura con cadenza non maggiore di 2 anni.
La catena di misura va controllata, prima e dopo l'esecuzione di ciascuna serie di rilievi tramite una sorgente di calibrazione a norma, ottenendo uno scarto massimo fra i valori misurati inferiore a 0,5 dB, altrimenti i risultati della serie di misure devono essere considerati non validi.

4-L'ESECUZIONE DELLE MISURAZIONI

Si definisce compito una parte distinta dell'insieme delle attività svolte dal lavoratore. Nel caso in cui si decida di optare per il metodo di misurazione per compiti la giornata lavorativa nominale viene suddivisa nell'insieme dei compiti svolti dal lavoratore, per ciascuno dei quali il livello di pressione sonora va misurato separatamente.
In base alla norma UNI EN ISO 9612:2011 la durata di ogni misurazione deve essere sufficientemente ampia da rappresentare il livello medio di pressione sonora

continuo equivalente per l'effettivo compito svolto. Se la durata del compito risulta più breve di 5 minuti, la durata della misura deve essere uguale alla durata del compito stesso. Per compiti di durata maggiore di 5 minuti, ogni misurazione deve essere di almeno 5 minuti. Tuttavia è ammissibile la riduzione della durata di ogni misurazione nel caso di un livello costante e ripetibile o nel caso che il rumore risultante da un compito possa essere considerato un contributore minore dell'esposizione al rumore complessivo. In particolare la norma UNI 9432:2011 definisce rumore costante il rumore avente durata maggiore di 1 s, caratterizzato da una differenza fra il massimo e il minimo di L_{AS} minore di 3 dB(A). In questo caso è sufficiente eseguire una sola misura, la cui durata può essere limitata al tempo necessario ad ottenere una stabilizzazione del livello continuo equivalente ponderato A ($L_{Aeq,Tm}$) entro ± 0,3 dB(A) e comunque mai inferiore a 60 s.
La stessa norma definisce come rumore ciclico un rumore che si ripete sempre con le stesse caratteristiche ad intervalli di tempo uguali e maggiori di 1 s. Anche in questo caso è sufficiente l'esecuzione di una sola misurazione di durata pari ad un numero intero di cicli e comunque non minore di 60 s (a questo proposito vi è una discordanza con la UNI EN ISO 9612:2011 che indica almeno 3 cicli interi e una durata minima di 5 minuti).
Quando invece è accertata la presenza di un rumore fluttuante (non stazionario) è necessario eseguire almeno 3 misurazioni, in tempi diversi durante il compito o su diversi lavoratori di uno stesso gruppo acusticamente omogeneo.
Se le tre misurazioni di un compito dovessero portare a risultati che differiscono di 3 dB o più è necessario eseguire tre o più misure aggiuntive o suddividere il compito in più compiti o, infine, aumentare la durata di ogni misurazione
In base alla UNI 9432:2011 rimane valida, comunque, la possibilità di eseguire una singola misurazione, anche in presenza di rumore non stazionario, purché relativa alla condizione operativa più rumorosa e demandando alla responsabilità del valutatore la determinazione di tale condizione, che deve essere scelta sulla base dell'esperienza e in funzione delle varietà di lavorazioni realmente effettuate, utilizzando le fonti informative ritenute più affidabili.

5-L'ELABORAZIONE DEI RISULTATI DI MISURA

Nel corso di ciascuna misura si consiglia di acquisire almeno i seguenti parametri: $L_{AF,eq}$, $L_{AF,min}$, $L_{AF,max}$, $L_{picco,C}$, $L_{L,f}$ (livelli continui equivalenti lineari per bande di terzi di ottava o bande di ottava), le eventuali componenti impulsive e tonali.
Il livello di pressione sonora continuo equivalente ponderato A per il compito *m* ($L_{p,A,eq,T,m}$) si calcola a partire da un numero di misure *l* secondo la relazione:

$$L_{p,A,eq,T,m} = 10 \cdot \log \left\{ \frac{1}{l} \sum_{i=1}^{l} 10^{0.1 \cdot L_{p,A,eq,T,mi}} \right\} dB$$

dove:

$L_{p,A,eq,T,mi}$ è il livello di pressione sonora continuo equivalente ponderato A durante un compito di durata T_m

i è il numero del campione (misura) del compito *m*
l è il numero totale di campioni misurati per il compito *m*

Il livello di esposizione giornaliera al rumore ponderato A ($L_{EX,8h}$) è calcolato secondo la relazione:

$$L_{EX,8h} = 10 \cdot \log\left(\sum_{m=1}^{M} \frac{\overline{T}_m}{T_0} \cdot 10^{0,1 \cdot L_{p,A,eq,T,m}} \right) dB$$

dove:

$L_{p,A,eq,T,m}$ è il livello di pressione sonora continuo equivalente per il compito *m*
$\overline{T}_m$ è la media aritmetica delle durate del compito *m*
T_0 è la durata di riferimento (8 h)
m è il numero del compito (compito *m*-esimo)
M è il numero totale dei compiti *m* che contribuiscono al livello di esposizione giornaliero al rumore

6-GESTIONE DEGLI ERRORI E DELLE INCERTEZZE

L'art. 190 comma 4 del D.Lgs.81/2008 prescrive che "nell'applicare quanto previsto nel presente articolo, il datore di lavoro tiene conto delle imprecisioni delle misurazioni determinate secondo la prassi metrologica".
La valutazione delle incertezze di misura e dell'incertezza sul calcolo del $L_{EX,8h}$ segue i criteri descritti dalle norme UNI 9432:2011 e UNI EN ISO 9612:2011.
Alcune fonti di incertezza richiedono un'attenzione particolare affinché la loro influenza sia ridotta il più possibile e quanto meno sia quantificata e associata alla corrispondente misura.
Le fonti principali di incertezza nel risultato di una valutazione di esposizione professionale a rumore sono:

a) variazioni nel lavoro quotidiano, nelle condizioni operative, ecc.
b) strumentali e di calibrazione
c) posizionamento del microfono
d) falsi contributi, per esempio: vento, impatti sul microfono, ecc.
e) contributi da sorgenti non strettamente legate all'attività lavorativa: parlato, musica (radio), segnali acustici di allarme, passaggio di automezzi, treni o aerei, ecc.

Il punto a) dipende dalla complessità della situazione lavorativa ed è tanto più rilevante quanto più le attività svolte dal lavoratore si svolgano in un contesto ricco di altre sorgenti di rumore sensibilmente variabili nello spazio e nel tempo (tipici esempi: carpenteria, edilizia, manutenzione, ecc.).
Il punto b) dipende dalle caratteristiche della strumentazione usata, in particolare dalla classe del fonometro e del calibratore.
I punti c), d) dovrebbero essere ridotti mediante la buona tecnica esposta nelle normative tecniche di riferimento e tramite l'esperienza del valutatore.

In merito al punto e), queste possibili fonti di incertezza devono essere identificate durante l'analisi del lavoro e durante l'esecuzione dei rilievi fonometrici e deve essere deciso se sono da includersi o meno nella valutazione (i segnali acustici di allarme, ad esempio, potrebbero costituire una sorgente di rumore normalmente presente nel corso della giornata lavorativa).
La procedura per il calcolo dell'incertezza combinata u e dell'incertezza estesa U è, in definitiva, l'applicazione al caso delle misure acustiche dei criteri indicati dalla norma UNI CEI ENV 13005:1999 (*Guida all'espressione dell'incertezza di misura*), nota anche come ISO GUM.
Tale norma definisce come incertezza combinata (u) l'incertezza tipo del risultato di una certa misurazione quando il risultato è ottenuto mediante i valori di un certo numero di altre grandezze, mentre l'incertezza estesa (U) individua un intervallo attorno al risultato di una misurazione che comprende una rilevante porzione della distribuzione dei valori che si possono attribuire al misurando.
L'incertezza estesa U, pertanto, è data da U = k·u, dove k è un fattore di copertura a sua volta funzione dell'intervallo di confidenza. Ai fini della UNI EN ISO 9612:2011 si considera un intervallo di confidenza unilaterale del 95%, ciò comporta k = 1,65 con il significato che il 95% dei valori sono inferiori al limite superiore di $L_{EX,8h}$ + U.
Nel caso della strategia di misurazione per compiti, l'incertezza combinata per il livello giornaliero di esposizione al rumore è calcolata tramite la relazione:

$$u_{L_{EX,8h}} = \sqrt{\sum_{m=1}^{M}\left[c_{1a,m}^2 \cdot \left(u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2\right) + \left(c_{1b,m}^2 \cdot u_{1a,m}^2\right)\right]}$$

dove:

$u_{1a,m}$	è l'incertezza standard dovuta al campionamento del livello di rumore dei compiti *m*
$u_{1b,m}$	è l'incertezza standard dovuta alla stima della durata dei compiti *m*
$u_{2,m}$	è l'incertezza standard dovuta alla strumentazione utilizzata
u_3	è l'incertezza standard dovuta al posizionamento del microfono
$c_{1a,m}$ e $c_{1,bm}$	sono dei coefficienti di sensibilità per il compito *m*
m	è il numero del compito (compito *m*-esimo)
M	è il numero totale dei compiti *m* che contribuiscono al livello di esposizione giornaliero al rumore

I coefficienti di sensibilità sono ricavati tramite le relazioni:

$$c_{1a,m} = \frac{T_m}{T_0} \cdot 10^{0,1\cdot\left(L_{p,A,eq,T,m} - L_{EX,8h}\right)}$$

e

$$c_{1b,m} = 4,34 \cdot \frac{c_{1a,m}}{T_m} \cdot$$

L'incertezza standard $u_{1a,m}$ nel livello di rumore dovuta al campionamento per il compito *m* è data da:

$$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{l(l-1)}\left[\sum_{i=1}^{l}\left(L_{p,A,eq,T,mi} - \overline{L}_{p,A,eq,T,m}\right)^2\right]}$$

dove:

$L_{p,A,eq,T,m}$ è la media aritmetica di un numero l di livelli sonori continui equivalenti ponderati A per il compito m

i è il numero del campione misurato (campione i-esimo del compito m)

l è il numero dei campioni totali misurati per il compito m

Infine, l'incertezza standard $u_{1b,m}$ dovuta alla durata dei compiti è calcolata in base alle durate "misurate" dei compiti (o fornita dal Datore di Lavoro).

7-DETERMINAZIONE DELL'INCERTEZZA SUL LIVELLO SONORO DI PICCO

L'incertezza sulla stima del valore di picco ($L_{picco,C}$) viene calcolata tramite la norma UNI 9432:2011 ed è dovuta alle seguenti cause primarie:

1) incertezza da campionamento $u_{a\text{-}picco}$
2) incertezza da posizionamento dello strumento $u_{L\text{-}picco}$
3) incertezza strumentale $u_{S\text{-}picco}$
4) incertezza legata alla (eventuale) presenza dei protettori auricolari $u_{D\text{-}picco}$

L'incertezza da campionamento $u_{a\text{-}picco}$ è presumibilmente maggiore di quella indicata per il livello sonoro continuo equivalente ma, allo stato attuale delle conoscenze, è impossibile da determinare.

L'incertezza da posizionamento $u_{L\text{-}picco}$ può essere orientativamente posta pari a 1 dB.L'incertezza strumentale $u_{S\text{-}picco}$ è stimabile dimezzando il valore dell'incertezza estesa riportato nel certificato di calibrazione dello strumento (quando tale valore non è riportato, per strumenti in classe 1 si adotta un valore di 1,2 dB).

Dell'incertezza legata alla eventuale presenza dei dispositivi di protezione auricolare tiene già conto il metodo di calcolo dell'attenuazione dei DPI-u descritto in seguito.

L'incertezza sulla stima del valore di picco $u(L_{picco,C})$ è pertanto ottenibile dall'espressione:

$$u_{L,picco,C} = \sqrt{u_{L-picco}^2 + u_{s-picco}^2}$$

8-DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE (DPI) DELL'UDITO

La determinazione del livello di esposizione a DPI-u indossati richiede la conoscenza delle caratteristiche del rumore a cui il soggetto è esposto nonché dei dati di attenuazione dei dispositivi in esame. A questo proposito la norma ISO 4869-2:1990 definisce tre metodi che si differenziano a seconda dei livelli sonori da impiegare nel calcolo:

a) il metodo OBM (*Octave Band Method*) considera i livelli per bande di ottava;

b) il metodo HML (*High Medium Low frequency method*) si basa sui livelli sonori ponderati A e C;
c) il metodo SNR (*Single Number Rating*) si fonda sul livello ponderato C

Il metodo OBM è completo mentre i metodi HML e SNR sono semplificati e forniscono risultati approssimati [Peretti et al., 2004]. I tre metodi, quindi, presentano un grado di accuratezza decrescente ed è per questo motivo che è preferibile usare il Metodo OBM.
Se i tre metodi si differenziano a seconda dei livelli sonori da utilizzare, essi considerano invece allo stesso modo i dati riguardanti l'attenuazione esercitata dai dispositivi, ossia i valori medi dell'attenuazione e le relative deviazioni standard. Questi valori sono determinati per bande di ottava su gruppi di soggetti sottoposti ad una prova audiometrica, effettuata a cura del costruttore, secondo la norma ISO 4869-1:1990. Tramite altoparlanti viene inviato, ad un campione di 16 soggetti, un segnale costituito da un rumore rosa filtrato in terzi di banda di ottava (la frequenza di centro banda è pari a 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hz; la prova a 63 Hz è facoltativa). Va rilevata la soglia uditiva a dispositivo indossato e non indossato. La differenza fra le due soglie, frequenza per frequenza, esprime l'attenuazione media ottimale esercitata dal dispositivo.
Poiché l'attenuazione è rilevata sperimentalmente, associata al valore medio di attenuazione viene sempre fornita anche la deviazione standard delle misure eseguite. Vengono inoltre forniti i valori di APV_f che rappresentano l'attenuazione media ottimale presunta per ciascuna banda d'ottava *f* e che sono calcolati tramite la relazione: $APV_f = M_f - f_c \cdot \sigma_f$ [dB], dove M_f è l'attenuazione media ottimale nella banda d'ottava *f*, f_c un fattore moltiplicativo che indica il livello di copertura (in termini di deviazioni standard) della popolazione protetta dal livello di attenuazione APV_f e, infine, σ_f è la deviazione standard delle attenuazioni ottimali per ciascuna banda d'ottava. Nel caso in cui $f_c = 1$ significa che il valore di attenuazione presunta APV_f è garantito per l'84% dei soggetti.
Il fatto che le deviazioni standard fornite dai costruttori siano piuttosto ampie è un indice di come vi siano delle altrettanto ampie differenze nelle attenuazioni fornite dai DPI sui diversi soggetti che li indossano e, di conseguenza, sulle proprietà protettive nei confronti dei singoli lavoratori. Esistono, inoltre, numerosi elementi che indicano che l'attenuazione misurata in laboratorio sia una forte sovrastima dell'attenuazione reale ottenibile negli ambienti di lavoro. Tra le principali cause ricordiamo:

- la taglia dei dispositivi, che può non essere del tutto adeguata
- il deterioramento dei DPI-u
- la presenza di capelli lunghi, barba, occhiali
- il posizionamento o l'inserimento non ottimale dei DPI-u
- i movimenti mandibolari

Per tener conto della perdita di attenuazione dovuta alle cause sopra elencate la norma UNI 9432:2011 suggerisce di moltiplicare sia i valori di attenuazione ottimale che quelli di attenuazione presunta per un fattore moltiplicativo β. Ad esempio, nel caso degli inserti espandibili $\beta = 0.5$, valore indicato dal National Institute of Occupational Safety and Health [NIOSH, 1998] e ripreso dalla norma UNI 9432:2011 all'appendice D.

9-PROCEDURE DI CALCOLO CON IL METODO OBM

Questo metodo richiede la conoscenza dei livelli sonori per bande di ottava dello specifico rumore in esame. Inizialmente va determinato il livello equivalente ponderato in curva A ($L_{A,eq,f}$) per ciascuna banda di ottava con centro banda alla frequenza *f*. Successivamente vanno determinati i livelli attenuati per ciascuna banda *f*, sottraendo a $L_{A,eq,f}$ il livello di attenuazione presunta APV_f con il fattore di copertura f_c desiderato. Normalmente si usa f_c = 1, che significa che il valore di attenuazione presunta APV_f è garantito per l'84% dei soggetti.
Il livello equivalente, ponderato A, sull'intero spettro acustico ($L_{A,eq}$) è quindi ottenuto dalla sommatoria dei singoli livelli attenuati in bande d'ottava, secondo la relazione:

$$L_{A,eq} = 10 \cdot \log \left\{ \sum_{f=63}^{8000} 10^{0.1 \cdot \left(L_{A,eq,f} - APV_f \right)} \right\}$$

dove si ricorda che la componente a 63 Hz è facoltativa.
Le attenuazioni dei DPI-u vanno applicate alle misure in cui sono stati rilevati livelli acustici con $L_{A,eq} \geq$ 80 dB(A), corrispondenti alle condizioni nelle quali il Datore di Lavoro deve fornire i dispositivi stessi ai lavoratori.

10-LA MAPPATURA DEGLI ISOLIVELLI ACUSTICI

Ad integrazione della valutazione dell'esposizione giornaliera dei lavoratori e nella prospettiva di procedere alla redazione del P.A.R.E. risulta estremamente utile produrre le mappature degli isolivelli acustici sia dell'intero stabilimento, sia soprattutto degli specifici impianti o reparti.
Obiettivo della mappatura è quello di fornire un quadro d'insieme del clima acustico degli impianti e dell'intero stabilimento in modo da favorire la rapida localizzazione delle aree in cui possono potenzialmente essere superati gli 85 dB(A) e che, pertanto, richiedono opportuna perimetrazione, segnaletica e limitazioni di accesso.
Le mappe, in genere, descrivono il quadro acustico al momento dei rilievi fonometrici e tale quadro può essere soggetto a variazioni spaziali e/o temporali dei livelli acustici, sia a causa di variazioni del regime del ciclo produttivo sia a causa della presenza, del tutto imprevedibile, di eventi occasionali o transitori.
Le mappe (**Figura 1**) sono ottenute per interpolazione dei livelli acustici misurati in posizioni scelte tracciando una griglia sul layout del reparto. Tanto più fitta sarà la griglia di campionamento tanto più accurata sarà la mappa prodotta. Adottando opportune funzioni di pesatura si stimano i livelli acustici in quei nodi della griglia in cui il campionamento non è stato effettuato. Assume estrema importanza la scelta della funzione di interpolazione che non è un puro artificio matematico ma deve tener conto del fenomeno fisico sottostante. In campo libero, ad esempio, una funzione di interpolazione ragionevole potrebbe essere quella dell'*inverse distance to a power* con potenza uguale a 2 ($1/r^2$). Tale funzione si presta a simulare il

decadimento della densità di energia per unità di superficie di un'onda sonora che si propaghi con fronte d'onda sferico (la cosiddetta "divergenza geometrica"). In campo diffuso, invece, possono essere utilizzate funzioni come la *radial basis* o, meglio ancora, la tecnica geostatistica del *kriging*.

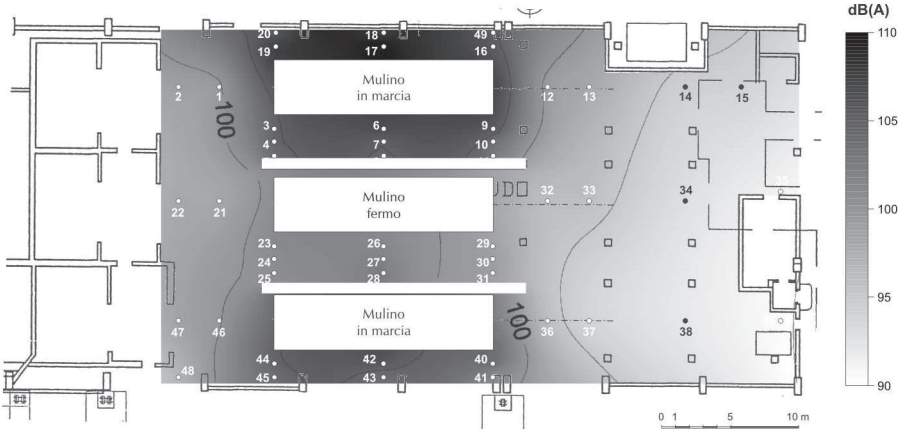


Figura 1: Esempio di mappatura degli isolivelli acustici di un reparto di macinazione clinker.

Si raccomanda di evitare l'errore grossolano di escludere dal calcolo le eventuali barriere acustiche (*faults* o *breaklines*) limitandosi ad inserirle nella grafica in modo posticcio: il rischio è quello di generare mappe non solo imprecise, ma del tutto non rappresentative del reale clima acustico.

11-PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

La Relazione Tecnica deve essere composta in maniera chiara, seguendo una sequenza logica delle informazioni. Un modello di Relazione sufficientemente completo dovrebbe essere strutturato, a parere dello scrivente, secondo la successione di elementi che segue.

Il frontespizio deve contenere la data di emissione del documento, l'eventuale numero di protocollo, le informazioni generali sull'azienda committente (nome azienda, stabilimento, indirizzo, ecc.), le date di esecuzione dei rilievi. A seguire vi deve essere un indice dei contenuti e degli eventuali allegati.

La prima sezione della Relazione dovrebbe essere dedicata alla descrizione degli scopi della verifica, includendo nome e qualifica dell'esecutore o degli esecutori dei rilievi e della redazione della Relazione stessa.

La sequenza dovrebbe prevedere, a questo punto, una sintetica ma esauriente descrizione delle normative vigenti e degli standard nazionali o internazionali adottati. Si deve fornire il glossario, le definizioni delle grandezze acustiche misurate o calcolate, la descrizione dei valori di azione e dei valori limite, la sintesi dei provvedimenti da attuare in funzione del superamento delle diverse soglie e i

criteri di valutazione del livello personale giornaliero di esposizione a rumore ($L_{EX,8h}$).
Vanno, quindi, descritti e giustificati i criteri di selezione della strategia di misurazione adottata e i requisiti che devono possedere le misure per soddisfare tale strategia. Vanno riportati i metodi di calcolo del livello di pressione sonora continuo equivalente per ciascun compito o mansione o giornata lavorativa e il livello di esposizione giornaliera al rumore, con le relative formule indicate in modo esplicito.
La gestione degli errori, delle incertezze di misura e, in particolare, la determinazione dell'incertezza estesa sul $L_{EX,8h}$ devono essere adeguatamente descritte.
Vanno riportate le caratteristiche tecniche e acustiche dei DPI-u in uso presso l'azienda e le procedure di calcolo dell'attenuazione fornita.
Una sezione va dedicata alla descrizione della strumentazione di misura, delle relative incertezze strumentali e si devono allegare copie dei certificati della taratura periodica presso un centro S.I.T.
Ritenuta conclusa la "parte teorica" della Relazione, si procede alla descrizione delle attività di misura sul campo. Preliminarmente alla trattazione della fase sperimentale va inserita la descrizione delle attività lavorative e del ciclo produttivo dell'azienda, con particolare enfasi sui criteri di individuazione dei Gruppi Acusticamente Omogenei.
I risultati di misura dovrebbero essere presentati in tabelle riassuntive che riportino perlomeno le seguenti informazioni:

1. il numero del rapporto di prova della misura
2. eventuali codici identificativi interni all'Azienda committente
3. la descrizione della posizione di misura
4. la descrizione dell'attività lavorativa svolta nel corso della misura
5. I livelli: L_{eq}, L_{min}, L_{Max} e $L_{picco,C}$
6. I livelli in bande di ottava lineari e/o ponderati in curva A

Ciascuna misura deve essere corredata dal rispettivo Rapporto di Prova che dovrebbe contenere: numero identificativo, data e ora di esecuzione della misura, codice posizione, descrizione dell'attività lavorativa, principali parametri statistici dei livelli misurati e, infine, i profili temporali di almeno il L_{eq} e il $L_{picco,C}$.
L'insieme dei Rapporti di Prova per non appesantire eccessivamente la Relazione potrebbe essere incluso come allegato alla stessa.
I calcoli dei $L_{EX,8h}$ vanno riportati in singole schede per ciascun G.A.O. Le schede dovrebbero contenere: la descrizione dell'azienda e del G.A.O.; l'elenco dei DPI-u in uso dal G.A.O.; il numero del rapporto di prova delle misure; gli eventuali codici identificativi interni all'Azienda committente; la descrizione delle posizioni di misura e/o delle attività lavorative; i tempi di esposizione e le rispettive incertezze; le 3 o 6 o più misure *i*-esime del livello di pressione sonora continuo equivalente ($L_{p,A,eq,T,m,i}$) per il compito *m* e il calcolo del loro valore medio $L_{p,A,eq,T,m}$; il contributo relativo (%) che gli specifici compiti forniscono all'esposizione giornaliera; il livello di picco ($L_{picco,C}$) misurato durante ciascun compito; i singoli livelli attenuati dai DPI-u, quando necessario; il $L_{EX,8h}$ calcolato con e senza l'attenuazione fornita dai DPI-u e la relativa incertezza estesa.

Sembra doveroso spendere qualche parola a proposito del valore del $L_{EX,8h}$ calcolato a DPI-u indossati. In primo luogo va precisato che il livello di esposizione giornaliera da confrontare con i valori di azione e limite è sempre e solo quello a DPI-u non indossati, mentre il valore calcolato a DPI-u indossati serve solo ed esclusivamente per verificare che con esso non si superi il valore limite. Questo significa che se ad esempio il valore inferiore di azione di 80 dB(A) a DPI-u non indossati fosse superato, "indipendentemente" dal fatto che esso possa non esserlo a DPI-u indossati, il datore di lavoro "deve" comunque prendere i conseguenti provvedimenti previsti dalla legge. L'informazione fornita dal $L_{EX,8h}$ calcolato a DPI-u indossati rimane, tuttavia, un utile indicatore della effettiva esposizione del lavoratore (nei limiti, già discussi, dell'attenuazione reale ottenibile in ambiente di lavoro).
Un esempio di scheda di valutazione per G.A.O. è riportata in **Figura 2**. Anche queste schede potrebbero essere incluse come allegato della Relazione.
Nella sezione successiva dovrebbe essere riportata la classificazione dei lavoratori per classi di rischio. Il confronto dei $L_{EX,8h}$ con i valori soglia deve essere effettuato considerandone anche l'incertezza estesa, per cui la classificazione del rischio avverrà valutando quale delle seguenti condizioni è soddisfatta:

1. $L_{EX,8h} + U(L_{EX,8h}) < 80$ dB(A) e $L_{picco,C} + U(L_{picco,C}) < 135$ dB(C)
2. $80 \leq L_{EX,8h}$ e $L_{EX,8h} + U(L_{EX,8h}) < 85$ dB(A) e $L_{picco,C} + U(L_{picco,C}) < 137$ dB(C)
3. $L_{EX,8h} + U(L_{EX,8h}) \geq 85$ dB(A) e $L_{picco,C} + U(L_{picco,C}) < 140$ dB(C)

I risultati dovrebbero essere riassunti in tabelle che riportano i vari G.A.O. in funzione della classe di rischio. Per ciascun G.A.O. deve essere anche specificato se esistano interazioni fra rumore e vibrazioni, esposizione a sostanze ototossiche, a componenti impulsive del rumore, a infrasuoni o ultrasuoni.
Il D.Lgs.81/2008 impone al datore di lavoro di verificare l'efficacia dei dispositivi di protezione individuale dell'udito. Al di là di una questione squisitamente lessicale, il concetto di "efficacia" va inteso come la capacità di produrre un effetto desiderato, che nel caso degli otoprotettori acustici è quello di "impedire l'insorgenza" di un danno all'apparato uditivo. Naturalmente questa verifica può essere realizzata solo tramite la sorveglianza sanitaria del lavoratore e quindi tramite il monitoraggio nel tempo dei risultati delle visite audiometriche eseguite dal Medico Competente. L'insorgenza di un danno, tuttavia, può essere appurata solo a danno avvenuto o, quanto meno, al momento del suo insorgere, mentre il dovere prioritario del datore di lavoro è quello della prevenzione. Uno degli strumenti per attuare questa prevenzione è quello di fornire DPI-u che siano "efficienti" ossia in grado di ridurre i livelli acustici a livello dell'orecchio del lavoratore al di sotto del valore desiderato, ossia gli 80 dB(A). Per effettuare la verifica dell'efficienza dei DPI-u si applicano le indicazioni fornite dalla norma UNI 9432:2011 che classifica l'adeguatezza dei DPI-u, a partire da una soglia di iper-protezione sino a una di ipo-protezione, a seconda del livello acustico "stimato" all'orecchio a DPI-u indossati. Il valutatore deve quindi riportare in Relazione il livello di protezione dei singoli DPI-u per ciascuna delle attività che ne richieda l'utilizzo, segnalando eventuali problemi di iper o ipo-protezione e suggerendo la necessità o meno di sostituire i DPI-u stessi.
Una valutazione troppo spesso trascurata riguarda le caratteristiche acustiche dei segnali di avvertimento o degli altri suoni utilizzati al fine di ridurre gli infortuni (ad

esempio gli avvisatori acustici di marcia dei veicoli industriali) presenti nei luoghi di lavoro. Per evitare il rischio di infortuni dovuti ad effetti di mascheramento, i segnali di avvertimento devono sempre essere, indipendentemente dal clima acustico presente nei luoghi di lavoro, chiaramente udibili, discriminabili e inequivocabili. Per quanto attiene i criteri applicabili alla riconoscibilità dei segnali acustici di pericolo, questi sono definiti dalla norma UNI EN ISO 7731:2006.
È parere di chi scrive quindi che, nel corso dei sopralluoghi, il Tecnico dovrebbe misurare anche i segnali acustici di allarme e riportarne in Relazione sia l'eventuale significatività ai fini dell'esposizione giornaliera a rumore, sia indicare sul layout le aree di ricezione del segnale (aree nelle quali le persone possono riconoscere e reagire ad un segnale), sia gli eventuali effetti di mascheramento, sia infine l'udibilità e discriminabilità a DPI-u indossati e non.

Come ultimo elemento della Relazione dovrebbe essere inserita una sezione dedicata alla mappatura degli isolivelli di rumore per ciascun reparto, con la descrizioni delle funzioni di interpolazione utilizzate e il commento dei risultati della mappatura.

Le conclusioni dovrebbero infine riassumere in modo sintetico tutte le informazioni chiave dell'intera valutazione senza dimenticare di riportare il numero totale di pagine e di allegati da cui la Relazione è composta.

12-BIBLIOGRAFIA

- NIOSH. *Criteria for a recommended standard – Occupational Noise Exposure*. 1998.

- Peretti, A., Pedrielli, F., Strumia, G., Baiamonte, M., 2004. *Valutazione delle prestazioni dei dispositivi individuali di protezione uditiva*. Atti del "9° Salone dell'igiene e sicurezza in ambiente di lavoro", AIDII, Modena, 14 ottobre 2004, 3–31.

- UNI 9432. *Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell'ambiente di lavoro*. UNI, Milano, 2011.

- UNI EN ISO 7731. *Segnali di pericolo per luoghi pubblici e aree di lavoro - Segnali acustici di pericolo*. UNI, Milano, 2006

- UNI CEI ENV 13005. *Guida all'espressione dell'incertezza di misura.* International Organization for Standardization, Geneva, 1999.

- UNI EN ISO 9612. *Determinazione dell'esposizione a rumore negli ambienti di lavoro – Metodo tecnico progettuale*. UNI, Milano, 2011.

- UNI/TR 11347. *Programmi aziendali di riduzione dell'esposizione a rumore nei luoghi di lavoro*. UNI, Milano, 2010.

SCHEDA DI VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE AL RISCHIO RUMORE

DECRETO LEGISLATIVO n. 81/2008

ALLEGATO 2
SCHEDA N° 1
DATA: 26.06.2012

Ditta Mario Rossi S.p.A.

Stabilimento di Monselice (PD)

Impianto/Reparto 01 Manutenzione meccanica

G.A.O.: 1

G.A.O - Descrizione: Assistente Manutentore Meccanico

DPI 1: Inserti auricolari espandibili Howard Leight by Sperian (Bilson) 303L

DPI 2: Inserti espandibili EAR Caps

DPI 3: Cuffia 3M Peltor Optime II H520B Bardatura Nucal

Rapporto di prova n.	Posizione	Cod. Punto	Attività	Tempo di Esposizione (minuti)	Incertezza Tempo di esposizione	$L_{A,eq,m1}$ dB(A)	$L_{A,eq,m2}$ dB(A)	$L_{A,eq,m3}$ dB(A)	$L_{A,eq,m4}$ dB(A)	$L_{A,eq,m5}$ dB(A)	$L_{A,eq,m6}$ dB(A)	$L_{A,eq,m}$ dB(A)	Contributo % al $L_{EX,8h}$	$L_{C,picco}$ dB(C)	Leq con DPI 1 dB(A)	Leq con DPI 2 dB(A)	Leq con DPI 3 dB(A)
1	CTE2	P001	Pianificazione lavoro, pause	80	16.0	65.4	63.4	66.2				65.2	0.5%	101.2			
2	EE1A	P001A	Saldatura	20	4.0	54.3	51.3	54.0	55.2	50.9	57.3	54.4	0.0%	106.7			
3	EE02	P002	Taglio e smerigliatura	30	6.0	73.4	72.8	73.0				73.1	1.2%	121.8			
85	EE1A	P028	Zona dosatori	30	6.0	55.8	55.0	57.2				56.1	0.0%	109.8			
94	CTF5	P032	Piano terra	35	7.0	54.5	52.5	53.0				53.4	0.0%	131.2			
95	EE1A	P002A	Seminterrato – dosatore solfato ferroso	10	2.0	77.7	77.8	77.9				77.8	1.2%	100.6			
19	EE04	P036	Piano terra con 1 solo molino in marcia	30	6.0	79.7	80.3	78.9				79.7	5.6%	98.7			
20	EE04	P009	Zona dosatori	20	4.0	56.7	56.6	56.6				56.6	0.0%	122.5			
23	CTE3	P012	Testata forno	20	4.0	55.1	53.4	56.2				55.0	0.0%	111.9			
16	EE3B	P018	Piano terra - Griglia Fuller - Zona ventilatori	30	6.0	77.7	78.6	79.1				78.5	4.3%	99.3			
8	EE02	P003	Passerella accesso stazione di rotolamento	30	6.0	57.7	58.2	56.7				57.6	0.0%	124.7			
7	EE02	P045	Carrello elevatore elettrico Linde H25 (Magazzino)	20	4.0	92.0	88.2	84.5	86.9	88.1	86.7	88.4	27.9%	105.6	61.7	62.5	60.3
6	EE02	P046	Carrello elevatore diesel Linde H40	125	25.0	83.2	84.6	83.1				83.7	59.1%	128.4			

$L_{EX,8h}$ dB(A)	80.1	100.0%	131.2	75.2	75.3	74.6
Incertezza (Intervallo unilaterale di confidenza = 95%) $U(L_{EX,8h})$ dB(A)	2.3		1.0	2.2	2.3	2.2

Figura 2: Esempio di scheda di valutazione per Gruppo Acusticamente Omogeneo

Aggiornamenti sul rischio Rumore
Valutazione, prevenzione e protezione
nei luoghi di lavoro
incontri'12

L'ESPOSIZIONE A RUMORE PER LE ATTIVITÀ DI VIGILANZA VETERINARIA

Alberto Baratti[(1)], Angelo Taglianetti[(1)], Luca Gentile[(2)], Walter Sartor[(2)]

[(1)] Medicina del Lavoro, ASL CN1, Cuneo
[(2)] Fisica Sanitaria, ASL CN1, Cuneo

1 - PREMESSA

Il cuneese è un territorio a forte connotazione agricola.
Sul territorio provinciale è localizzato circa il 50% degli allevamenti piemontesi ed il settore, in particolare quello suinicolo, rappresenta una fonte consistente di reddito.
In questo contesto l'ASL CN1 è chiamata a svolgere i compiti istituzionali di vigilanza, attraverso i suoi servizi veterinari, strutturati, per questioni organizzative, in 3 differenti aree tematiche, denominate aree A, B, C.
Gli operatori che vi operano risultano sottoposti ad attività lavorative, i cui livelli di rumorosità vanno valutati.
L'attività del personale dell'area A è prevalentemente indirizzata verso la vigilanza negli allevamenti e gli accertamenti diagnostici su avicoli, bovini e suini. Per quello che riguarda in particolare i prelievi su suini, si sono riscontrati valori superiori a 80 dB(A). Poiché questo genere di attività viene svolta solamente due volte l'anno su base semestrale per i suini da riproduzione, ed in base ai piani regionali per quelli da ingrasso, per circa 10 giorni lavorativi al semestre, si sono calcolati due livelli espositivi: un livello di esposizione massimo, comprendente i prelievi, ed un livello di esposizione medio, riferito alla normale attività lavorativa.
Le prestazioni dei veterinari dell'area B, sono incentrate sulla vigilanza negli impianti di macellazione ed il prelievo di campioni biologici. Le valutazioni sono state perciò realizzate sulla base di misurazioni degli impianti ritenuti maggiormente rumorosi.
Gli operatori dell'area C, oltre a fornire un supporto per la vigilanza negli allevamenti, sono deputati ai controlli, solitamente con cadenza semestrale su mangimifici e macelli.

2 - STRUMENTI E METODI

Le misure sono state effettuate con un fonometro integratore Larson Davis LD824, di classe 1 e conforme alle norme:

- IEC 651/1979
- IEC 804/1985
- Draf IEC 1672
- ANSI S 1,4-193
- D.L. 195/2006

con microfono Larson Davis PMR 902 S/N 0600 e calibratore Larson Davis Cal200, conforme alla IEC 942/98, classe 1L, con cui si è verificato il corretto funzionamento della catena all'inizio ed alla fine di ogni misura.
La durata delle misure è stata tale da essere rappresentativa dell'evento, per un periodo comunque non inferiore a quanto prescritto dalla norma UNI 9432/2008.
Le misure sono state effettuate in posizioni predeterminate, in modo da esser rappresentative dell'esposizione cui è sottoposto l'operatore.
Per ogni posizione sono state effettuate tre misurazioni.
Alla media così ottenuta si è sommato il valore dell'incertezza totale, considerando un fattore di copertura k=2, in modo da ottenere un livello di confidenza del 95%.
Il livello di incertezza totale è stato a sua volta ricavato, come somma in quadratura di una serie di componenti:

- incertezza sul campionamento: valutata sulla base della deviazione standard della media delle misure
- incertezza del posizionamento dello strumento: stimata pari a 0,8 dB
- incertezza strumentale: per una catena di misura che soddisfi i requisiti della classe 1, può essere assunta pari a 0,5 dB

Si è considerato per il valore totale dell'incertezza un valore di 1,5 dB(A).

3 - RISULTATI

Le misurazioni sono state come detto articolate sulla base delle diverse attività lavorative, per giungere alla fine alla determinazione del livello di esposizione cui sono soggetti gli operatori delle diverse aree.

AREA A: VIGILANZA

Tabella 1: allevamento avicolo

Postazione	Leq [dB(A)]				Peak [dB(C)]		
	Misura 1	Misura 2	Misura 3	Media	Misura 1	Misura 2	Misura 3
Prelievo	70,4	71,4	70,8	70,9	101,5	95,9	100,1
Vigilanza interno capannone	68,5	70,5	70,0	69,8	105,2	96,3	98,8

Tabella 2: allevamento bovini

Postazione	Leq [dB(A)]				Peak [dB(C)]		
	Misura 1	Misura 2	Misura 3	Media	Misura 1	Misura 2	Misura 3
Prelievo e vigilanza	71,5	68,1	68,7	69,8	117,2	96,0	95,9

Tabella 3: allevamento suini

Postazione	Leq [dB(A)]				Peak [dB(C)]		
	Misura 1	Misura 2	Misura 3	Media	Misura 1	Misura 2	Misura 3
Vigilanza gestazione	75,8	74,5	71,6	74,5	102,8	104,1	97,8
Vigilanza ingrasso	74,2	75,4	76,0	75,3	102,2	102,9	103,0
Prelievo	100,9	100,1	100,3	100,5	129,0	124,2	126,9

Sulla base dei dati acquisiti, ed in considerazione dei tempi di esposizione si è provveduto a calcolare un livello di esposizione massimo, in relazione al periodo di prelievi negli allevamenti suinicoli, ed un altro, definito come livello di esposizione medio, relativo al restante complesso di attività, normalmente operate.
In via cautelativa ai valori registrati è stata sommata l'incertezza.

Tabella 4: riepilogo attività con esposizione massima

Attività	Livello di esposizione [Leq(A)]	Tempo di esposizione [minuti]
Bovini (vigilanza e accertamenti)	71,3	85
Suini (prelievi ematici)	102,0	44
Suini (vigilanza)	76,8	86
Avicoli (vigilanza)	72,4	85
Ufficio	72	120
Trasferimento	74	60

Tabella 5: riepilogo attività con esposizione media

Attività	Livello di esposizione [Leq(A)]	Tempo di esposizione [minuti]
Bovini (vigilanza e accertamenti)	71,3	100
Suini (vigilanza)	76,8	100
Avicoli (vigilanza)	72,4	100
Ufficio	72	120
Trasferimento	74	60

Si ha quindi, per l'intera giornata lavorativa:
$L_{EX,8h}$ = 91,7 dB(A), per l'esposizione massima
$L_{EX,8h}$ = 78,3 dB(A), per l'esposizione media

AREA B: MACELLI

Il personale di quest'area è impegnato sostanzialmente nella vigilanza sulle attività di macellazione.

Tabella 6: macellazione suini

Postazione	Leq [dB(A)]				Peak [dB(C)]		
	Misura 1	Misura 2	Misura 3	Media	Misura 1	Misura 2	Misura 3
Stalle di sosta	87,2	86,1	87,0	86,8	110,2	112,7	113,8
Mezzane	88,9	87,6	86,0	87,7	108,6	108,8	110,1
Laboratorio	81,5	81,6	80,5	81,2	102,5	104,4	100,7
Ufficio	62,0	63,5	61,8	62,5	89,3	90,1	87,9

Tabella 7: macellazione bovini

Postazione	Leq [dB(A)]				Peak [dB(C)]		
	Misura 1	Misura 2	Misura 3	Media	Misura 1	Misura 2	Misura 3
Scarico animali	79,2	77,3	78,9	78,6	113,0	110,3	108,9
Abbattimento	88,2	86,4	85,0	86,8	118,8	118,0	116,4
Dissanguamento	81,6	83,2	80,1	81,9	108,4	114,9	110,4
Visita	83,4	81,6	80,3	82,0	110,9	108,0	107,7
Ufficio	65,4	64,1	66,0	65,3	111,4	109,2	97,3

Tabella 8: macellazione avicoli

Postazione	Leq [dB(A)]				Peak [dB(C)]		
	Misura 1	Misura 2	Misura 3	Media	Misura 1	Misura 2	Misura 3
Esterno	74,5	74,1	73,2	74,0	97,5	101,6	100,1
Visita 1	84,5	83,7	83,0	83,8	119,2	105,6	107,3
Visita 2	89,9	90,2	88,7	89,6	106,9	106,5	104,8
Visita 3	88,0	87,2	86,9	87,4	106,7	105,0	108,1
Incassettamento	77,3	78,0	76,8	77,4	102,1	100,7	101,0
Ufficio	64,9	63,2	63,8	64,1	99,6	97,6	95,0

In considerazione quindi dei tempi di esposizione e stimando cautelativamente un'incertezza di misura di 1,5dB(A), si ha:

Tabella 9: livello espositivo macellazione suini

Attività	Livello di esposizione [Leq(A)]	Tempo di esposizione [minuti]
Stalle di sosta	88,3	20
Mezzane	89,2	220
Laboratorio	82,7	220
Ufficio	64,0	20
$L_{EX,8h}$ = 86,9 dB(A)		

Tabella 10: livello espositivo macellazione bovini

Attività	Livello di esposizione [Leq(A)]	Tempo di esposizione [minuti]
Scarico animali	80,1	80
Abbattimento	88,3	135
Dissanguamento	83,4	40
Visita	83,5	135
Ufficio	66,8	90
$L_{EX,8h}$ = 84,6 dB(A)		

Tabella 11: livello espositivo macellazione avicoli

Attività	Livello di esposizione [Leq(A)]	Tempo di esposizione [minuti]
Esterno	75,5	24
Visita 1	85,3	48
Visita 2	91,1	120
Visita 3	88,9	120
Incassettamento	78,9	24
Ufficio	65,6	144
$L_{EX,8h}$ = 87,5 dB(A)		

AREA C: MANGIMIFICI

Tabella 12: mangimificio

Postazione	Leq [dB(A)]				Peak [dB(C)]		
	Misura 1	Misura 2	Misura 3	Media	Misura 1	Misura 2	Misura 3
Raffreddatore	87,7	91,4	90,5	87,5	110,9	111,1	126,4
Silos	79,3	79,0	78,7	79,0	102,2	103,8	103,1
Dosaggio	82,5	82,9	82,4	82,6	106,7	109,8	105,9

Analogamente ai casi precedenti, si ha per i livelli espositivi:

Tabella 13: livello espositivo mangimificio

Attività	Livello di esposizione [Leq(A)]	Tempo di esposizione [minuti]
Raffreddatore	92,0	10
Silos	80,5	30
Dosaggio	84,1	10
Ufficio	72	370
Trasferimenti	74	60
$L_{EX,8h}$ = 77,8 dB(A)		

4 – CONCLUSIONI

Come indicato nel Titolo VIII – Capo II del D.Lgs. 9 aprile 2008. n.81, i lavoratori sono stati classificati in tre differenti classi di rischio:

Classe 1 – esposizione inferiore ai valori inferiori di azione (80 dB(A) di LEX,8h e135 dB(C) di picco); lavoratori non esposti;

Classe 2 – esposizione compresa tra i valori inferiori e superiori di azione (80 - 85 dB(A) di LEX,8h e 135-137 dB(C) di picco);

Classe 3 – esposizione compresa tra i valori superiori di azione ed i valori limite di esposizione (85 - 87 dB(A) di LEX,8h e 137 - 140 dB(C) di picco).

Nel complesso la situazione ha messo in evidenza 40 lavoratori esposti in classe 3, 24 in classe 2. In nessun caso sono stati riscontrati valori di picco superiori o uguali a 135 dB(C).
Nelle situazioni in cui si sono riscontrati valori di esposizione superiori a 85dB(A) si è provveduto a dotare gli operatori degli otoprotettori necessari, onde ridurre al minimo i rischi.
Purtroppo numerosi elementi indicano come l'attenuazione misurata in laboratorio sia una forte sovrastima dell'attenuazione ottenibile in ambienti di lavoro reali.
L'attenuazione, in condizioni reali, può ad esempio essere influenzata da:

- invecchiamento dei materiali che costituiscono il dispositivo di protezione auricolare;
- presenza di capelli lunghi, barba, occhiali che determinano cambiamenti nell'efficienza acustica delle cuffie;
- posizionamento o inserimento del dispositivo di protezione auricolare;
- spostamento del dispositivo di protezione auricolare dalla sede originaria (per esempio inserti che si spostano verso l'esterno del condotto uditivo a causa dei movimenti mandibolari o cuffie che si spostano per i movimenti della testa);
- uso congiunto di altri DPI non uditivi (per esempio elmetti, occhiali, maschere).

Una appropriato programma di verifica e controllo, all'interno di una procedura aziendale di gestione dei dispositivi di protezione, ed una costante attività di informazione e formazione al corretto uso dei dispositivi da parte degli operatori sono componenti fondamentali per l'ottimizzazione dell'efficienza.
Per tenere in ogni caso in debito conto della perdita di attenuazione che si realizza in condizioni reali, i valori di attenuazione sono moltiplicati per il fattore β riportato nella **Tabella 14** di pagina seguente.

Tabella 14: valori di attenuazione utilizzati

DPI	β
Cuffie	0,75
Inserti espandibili	0,5
Inserti preformati	0,3

L'efficienza dei dispositivi di protezione è stata valutata semplicemente attraverso il metodo SNR, stimato partendo da Leq(C):

$$L'eq(A) = Leq(C) - \beta*SNR$$

e considerando l'opportuno fattore di attenuazione.

La tabella sottostante riassume brevemente i risultati ottenuti:

Tabella 15: riduzione del livello espositivo grazie agli otoprotettori

Attività	$L_{EX,8h}$ [dB(A)]	L'eq(A)[dB(A)]
Vigilanza area A	91,7	78,3
Macellazione suini	84,6	77,0
Macellazione bovini	84,6	72,6
Macellazione avicoli	87,5	76,3

L'unico rumore a carattere impulsivo riscontrato è stato quello dovuto alla pistola per l'abbattimento dei bovini, in quanto tale strumento utilizza una carica esplosiva. La postazione di lavoro dei veterinari non si trova comunque in posizione tale da essere influenzata direttamente da detto rumore.
L'attività svolta dai veterinari non implica l'utilizzo di utensili soggetti a trasmettere rumore o vibrazioni.
Per i lavoratori la cui esposizione eccede gli 85 dB(A), la normativa impone la sorveglianza sanitaria. Sorveglianza sanitaria che può essere estesa a lavoratori esposti a livelli oltre gli 80 dB(A), su loro richiesta o nel caso il medico competente ne ravvisi la necessità
La sorveglianza viene effettuata periodicamente, di norma una volta l'anno o con periodicità diversa decisa dal medico competente, con adeguata motivazione riportata nel documento di valutazione dei rischi e resa nota ai rappresentanti per la sicurezza di lavoratori in funzione della valutazione del rischio.
I lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio, quali le donne in stato di gravidanza, vengono esclusi da attività che comportano un'esposizione con livelli superiori a 80 dB(A).
Sulla scorta di queste considerazioni ed in virtù di quanto stabilito dalla Regione Piemonte con determina n.956 del 19/12/2008 "Raccomandazioni per la prevenzione dei rischi da rumore in applicazione del Titolo VIII – capo II, del D.Lgs.81/2008", in cui vengono fornite indicazioni in merito alla sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti, è stato stabilito un protocollo di sorveglianza sanitaria:

esposizione compresa tra 80dB(A) e 85dB(A):
- per i neo-esposti visita medica preventiva
- visita medica periodica annuale per i primi 5 anni di esposizione

esposizione oltre 85dB(A):
- per i neo-esposti visita medica preventiva
- visita medica periodica annuale per i primi 5 anni di esposizione
- visita medica periodica biennale dopo i primi 5 anni

I dipendenti esposti a rumore, all'atto della visita medica di assunzione o di cambio mansione, vengono adeguatamente informati circa i contenuti della valutazione e sull'importanza di un adeguata protezione da tale agente fisico. L'informazione è fornita dal Medico Competente e dal servizio di Prevenzione e Protezione. Allo scopo di facilitare l'accesso alle informazioni necessarie è stato inoltre predisposto un opuscolo informativo.
Gli operatori, prima di essere inseriti nel ciclo lavorativo comportante esposizione a rumore, devono altresì ricevere una adeguata formazione riguardo il corretto utilizzo degli utensili, macchine, apparecchiature e dei dispositivi di protezione individuale da parte del dirigente e del preposto. Dell'avvenuta formazione deve essere tenuta documentazione.
La formazione è nello specifico articolata attraverso corsi di cadenza biennale i cui contenuti riguardano:
- i rischi derivanti all'udito dalla esposizione al rumore
- le misure adottate in azienda
- le misure di protezione a cui i lavoratori devono conformarsi
- funzione dei mezzi individuali di protezione
- significato del controllo sanitario
- risultati e significato della valutazione
- l'uso corretto dei mezzi individuali di protezione dell'udito
- l'uso corretto, ai fini della riduzione al minimo dei rischi per l'udito, degli utensili, macchine, apparecchiature che, utilizzati in modo continuativo, producono una esposizione quotidiana personale di un lavoratore al rumore pari o superiore a 85 dB(A)

Il programma di misure tecniche, organizzative e procedurali per la riduzione dei rischi è contestualizzato attraverso una scala di priorità:

Tabella 16: definizione dei gradi priorità

Misura di prevenzione o protezione da introdurre:	Grado di priorità
immediatamente	A
nel più breve tempo possibile	B
a breve termine	C
programmata nell'anno	D
programmata in base alle disponibilità finanziarie future	E

per cui la limitazione della durata e dell'intensità delle esposizioni, intervallati da sufficienti periodi di riposo presso attività meno rumorose, è considerata avere un grado di priorità A.

5 BIBLIOGRAFIA

- F. Bistolfi: "Suoni e Vibrazioni sull'uomo, rischio-beneficio", Omicron Editrice, Genova, 2004
- Norma UNI 9432/2008
- Regione Piemonte :"Raccomandazioni per la prevenzione dei rischi da rumore in applicazione del Titolo VIII – capo II, del D.L.gs. 81/08"
- R.Spagnolo: "Manuale di acustica applicata", UTET, 2004
- I.Sharland:"L'attenuazione del rumore – Manuale di acustica applicata", Flakt Woods, 1999

Aggiornamenti sul rischio Rumore
Valutazione, prevenzione e protezione nei luoghi di lavoro
incontri'12

INTERVENTI DI RIDUZIONE DEL RISCHIO DI ESPOSIZIONE AL RUMORE: METODOLOGIE ED ESPERIENZE.

Maria Teresa Napoli[(1)], Luca Maria Neri[(1)(2)]

[(1)]Studio Tecnico Prof. Neri - Bologna
[(2)]Università degli Studi di Ferrara

1 - LA PROPAGAZIONE DEL RUMORE NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

La caratterizzazione del fenomeno sonoro si fonda in generale sull'identificazione e valutazione di alcuni elementi fondamentali:
- le sorgenti di rumore;
- le modalità di propagazione dell'energia sonora;
- i recettori finali (gli operatori, nel caso degli ambienti di lavoro).

Per quanto riguarda le sorgenti di rumore, negli ambienti di lavoro esse si configurano in macchinari, attrezzature ed impianti utilizzati.
L'emissione sonora proveniente dalla sorgente o più in generale dalle sorgenti può essere caratterizzata mediante i seguenti descrittori:
- il livello di potenza sonora: ponderato A, in bande di ottava o di terzi di ottava;
- il livello di pressione sonora di emissione al posto di lavoro: ponderato A, in bande di ottava o di terzi di ottava;
- la variazione temporale dell'emissione, il valore di picco, ecc.;
- la direttività o la distribuzione del livello di pressione sonora sulla superficie di misurazione;
- la distribuzione delle sorgenti di rumore quali sorgenti puntiformi o lineari sulla struttura della macchina;
- le dimensioni della sorgente.

Si fa notare inoltre che le condizioni di funzionamento e di montaggio influiscono fortemente sull'emissione sonora delle macchine.
In merito invece alle modalità di propagazione dell'energia sonora all'interno degli ambienti chiusi, convenzionalmente si distinguono due modalità, in relazione alla via di propagazione:
- per via aerea, nel caso in cui le onde sonore, direttamente o attraverso pareti divisorie, si trasmettano dalla sorgente al recettore;
- per via strutturale, nel caso in cui le onde sonore che raggiungono il recettore sono generate da urti e/o vibrazioni prodotte sulle strutture dell'edificio in cui si trova l'ambiente disturbato.

I requisiti acustici richiesti agli elementi edilizi saranno diversi in relazione a queste diverse modalità di propagazione dell'energia sonora: in particolare, occorrerà garantire alle strutture perimetrali, nel caso di rumore aereo prodotto nel locale stesso, requisiti di assorbimento acustico; nel caso di rumore aereo trasmesso attraverso le pareti divisorie, requisiti di isolamento acustico; infine, nel caso di rumore strutturale, requisiti di isolamento dai rumori impattivi o supporti viscoelastici per l' attenuazione delle trasmissioni delle vibrazioni.
Alla formazione del rumore ambientale nel luogo di lavoro concorrono pertanto tutte le emissioni sonore che raggiungono, in uno specifico periodo di tempo T (tempo che può coincidere ad esempio con un ciclo operativo della macchina/processo,o con il tempo di presenza abituale dell'operatore nel punto di misurazione, o con la durata del turno di lavoro, etc.), la postazione di lavoro nella situazione reale, sia esso trasmesso per via aerea e/o strutturale nonché il rumore riflesso dal soffitto, dalle pareti e da eventuali ostacoli.

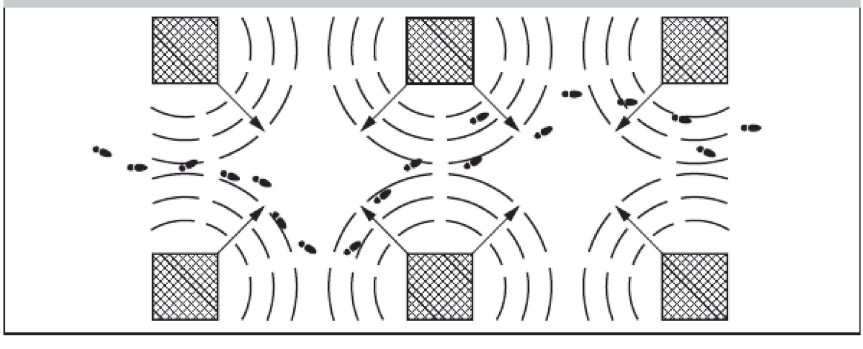


Figura 1: Illustrazione dell'esposizione al rumore per una persona in movimento (Fonte: UNI EN ISO 11690-1:1998).

2 - LA SENSIBILITA' UMANA RISPETTO ALLA SORGENTE DI RISCHIO RUMORE

L'organizzazione Mondiale della Salute (OMS) definisce la salute come "*uno stato di completo benessere fisico, psichico e sociale*": pertanto, sebbene il danno uditivo sia la conseguenza più seria dell'esposizione al rumore, la tutela della salute del lavoratore deve essere rivolta non soltanto alla prevenzione di una patologia oggettivamente misurabile, ma anche al mantenimento di uno stato di benessere.
Il rumore agisce infatti come "*stressor*" ambientale ed è caratterizzato da effetti psicologici e sul sistema nervoso analoghi a quelli che si manifestano a seguito di sollecitazioni prodotte da altre richieste fisiche, psichiche e sociali eccedenti le risorse e le capacità di controllo da parte dei soggetti coinvolti. L'impossibilità, ad esempio, di sottrarsi all'interferenza del rumore nell'arco della giornata lavorativa e la sensazione associata di perdita delle capacità di gestione delle proprie attività comporta, nel lungo termine, elevazione fisiologica dell' "*arousal*" (vigilanza), con

conseguente affaticamento soprattutto a fine giornata, irritabilità ed alterazione della qualità del sonno.
Gli effetti neuropsicologici dell'esposizione al rumore dipendono solo in parte dalle caratteristiche fisiche del suono, in quanto nel meccanismo di risposta al rumore inteso come *stressor* ambientale entrano in gioco numerosi fattori quali ad es.:la sensibilità individuale al rumore, il tipo di attività e di situazione in cui si manifesta e con cui interferisce, le strategie messe in atto per evitare o limitare l'interferenza, il significato di nocività che il rumore assume per chi lo subisce, il giudizio soggettivo sulla necessità ed inevitabilità del rumore stesso, il fatto che le persone che provocano il rumore siano ritenute più o meno interessate al benessere di coloro che lo subiscono, l'associazione del rumore ad una paura specifica, l'esperienza passata ed il grado di soddisfazione generale riguardo all'ambiente di lavoro.
Il rumore determina *arousal*, ossia l'attivazione di vigilanza, sia indirettamente per il disturbo arrecato alle attività adattative dell'individuo, sia direttamente attraverso il sistema vegetativo-endocrino.
Tale attivazione può avere un effetto negativo se il soggetto esposto è già vigile o se le richieste di una determinata attività richiedono elevata vigilanza: in questi termini, un rumore caratterizzato anche da livelli inferiori a 70-80 dB può quindi ostacolare:
- l'individuazione rapida di un segnale;
- l'attenzione protratta nel tempo;
- l'attenzione rivolta contemporaneamente su più stimoli ed operazioni.

L'intensità, l'imprevedibilità e l'incontrollabilità del rumore, soprattutto se diventano caratteristiche protratte nel tempo, interferiscono in maniera significativa con l'attività mentale del soggetto esposto, ed in particolare influiscono sull'orientamento e la concentrazione dell'attenzione, con la comprensione del linguaggio, con i processi cognitivi, con l'abilità a trattare problemi complessi. Il rumore si configura in questi termini come un ulteriore carico mentale e rende più difficile e soprattutto più rischiosa l'esecuzione di determinate attività.
Il rumore può mascherare parole e suoni utili allo svolgimento dell'attività o comunque interferire con la memoria a breve termine o "*memoria di lavoro*", può far cogliere solo gli aspetti più rilevanti e frequenti del compito a scapito di quelli secondari o più rari, e può far perdere i nessi tra le informazioni o tra le informazioni ed il contesto in cui devono essere interpretate.
Tutto ciò considerato, si deve ragionevolmente prendere in esame il fatto che nelle condizioni di esposizione al rischio rumore, si ha la contestuale esposizione ad una serie collaterale di rischi connessi all'allentamento dei meccanismi individuali di controllo ed alla riduzione della flessibilità al cambiamento. Conseguenze successive di tali condizioni diventano la diminuzione della qualità e quantità delle prestazioni, l'aumento della probabilità degli errori e quindi degli incidenti ed infortuni.
Nel caso di lavoratori soggetti a sorveglianza sanitaria, il medico competente dovrebbe valutare l'eventuale presenza di segni e sintomi; il tecnico competente in acustica è naturalmente invece chiamato ad individuare i possibili interventi di riduzione dell'esposizione al rumore: per le valutazione relative all'indagine sugli effetti di disturbo generato dall' esposizione al rumore, le misurazioni strumentali per caratterizzare acusticamente il rumore potrebbero essere molto diverse da quelle impiegate per valutare i rischi da ipoacusia.

E' comunque fondamentale l'interazione tra le valutazioni sanitarie e quelle tecniche.

3 - GERARCHIA DI INTERVENTO PER LA RIDUZIONE DEL RUMORE NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

Mantenendo strategicamente prioritaria la scelta, da parte dell'azienda, in fase di progettazione/acquisto di avvalersi delle macchine, attrezzature e impianti che garantiscono i minori livelli di emissione sonora, la riduzione del rischio da esposizione al rumore per i lavoratori richiede che vengano affrontati i seguenti aspetti:

- l'individuazione e la caratterizzazione delle sorgenti;
- l'analisi delle caratteristiche geometriche dello stabilimento;
- la stima dei livelli di esposizione personale dei lavoratori;
- la definizione degli obiettivi acustici;
- gli interventi di riduzione dell'esposizione.

Nello specifico, l'obiettivo di riduzione del rumore negli ambienti di lavoro può essere perseguito e raggiunto mediante diversi interventi, di natura tecnica od organizzativa, di carattere preventivo o protettivo. Tali interventi possono intervenire mediante una riduzione del rumore:

- alla fonte (sulle macchine, sui processi di lavorazione);
- sul percorso di propagazione (con cabine acustiche, schermi, trattamenti fonoassorbenti ambientali, etc.);
- sull'operatore (cabine di riposo acustico, turnazioni, etc.).

La scelta dell'intervento di riduzione del rumore deve privilegiare, secondo un percorso logico e tecnico-metodologico, i provvedimenti volti all'eliminazione o alla riduzione del rischio alla fonte (sorgente di rumore) ed i provvedimenti di tipo collettivo su quelli individuali.

Tale criterio risulta chiaramente esplicato dal legislatore, all'art. 192 del D.Lgs.81/2008 e s.m.i.:

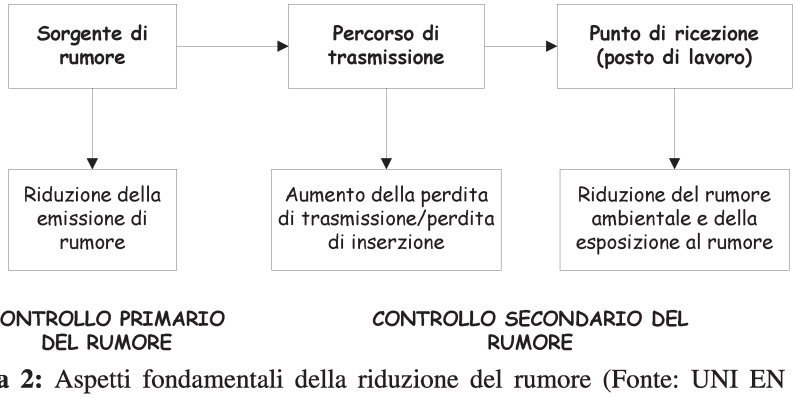


Figura 2: Aspetti fondamentali della riduzione del rumore (Fonte: UNI EN ISO 11690-2:1999).

L'aspetto di rilievo è che tale percorso logico e tecnico-metodologico corrisponde anche ad un criterio di efficacia attesa del provvedimento. L'intervento tecnico-progettuale che agisce sulla sorgente (macchina/attrezzatura/impianto), sui meccanismi fisici di generazione del rumore oppure mediante intercettazione del rumore prima che si avvii il fenomeno di propagazione all'ambiente di lavoro, sia in fase progettuale che in opera, garantisce i risultati migliori in termini decrementi in decibel più significativi.
Quando si esamina il rumore della macchina (o rumore di apparecchiature tecniche di produzione), si dovrebbero distinguere due tipi di generazione del rumore:

- da parte di fluidi in movimento (gas e/o liquidi);
- il rumore di origine meccanica.

Il rumore di fluidi in movimento deriva da temporanee oscillazioni di pressione e velocità dei fluidi (ad esempio i processi di combustione, i ventilatori, le aperture di sfiato e gli impianti idraulici).
Il rumore prodotto meccanicamente è invece causato da vibrazioni di componenti delle macchine eccitati da forze dinamiche generate, per esempio, da urti o masse sbilanciate: le vibrazioni vengono trasmesse a superfici che irradiano rumore, quali carcasse di macchine,pezzi in lavorazione, ecc. (ad esempio gli ingranaggi di ruote dentate, i motori elettrici, i martelli, i vibratori e le presse meccaniche).
Si evidenzia inoltre che i livelli di emissione del rumore provenienti da macchine o processi possono essere eccessivamente elevati per la mancanza di manutenzione, la scarsa lubrificazione, un errato allineamento, componenti non bilanciati e allentati, ecc. Si dovrebbero sempre mantenere condizioni di esercizio ottimali, in quanto qualsiasi carenza di manutenzione fa solitamente aumentare i livelli di rumore. Anche la manutenzione dei dispositivi di controllo del rumore è di primaria importanza: pertanto si dovrebbe verificare costantemente l'efficienza di chiusure o coperture, schermi e silenziatori.
Altrettanto interessanti in termini di efficacia attesa sono gli interventi che agiscono sul percorso di propagazione ed in particolare i trattamenti fonoassorbenti ambientali in quanto, seppur determinando minori risultati in termini di decibel abbattuti, tuttavia permettono di ridurre i livelli sonori ambientali in tutto l'ambiente di lavoro e agiscono prevalentemente sulle componenti a media ed alta frequenza, ovvero sulle componenti più pericolose per l'udito e le più fastidiose dal punto di vista ergonomico.
Riguardo al rumore negli ambienti industriali, si possono ottenere riduzioni del livello di pressione sonora rispetto a locali con pareti e soffitto non trattati dell'ordine di grandezze di seguito indicato:

a. in campo vicino, la riduzione del livello di pressione sonora ponderato A è compresa tra 1 dB e 3 dB poiché l'eventuale trattamento delle superfici ha un effetto modestissimo a causa della rilevanza della componente diretta del rumore;
b. in campo intermedio, questa riduzione, derivante dal trattamento delle superfici, oscilla in genere tra 3 dB e 8 dB.
c. in campo lontano, in genere varia tra 5 dB e 12 dB, secondo le dimensioni del locale e la presenza più o meno estesa del trattamento delle pareti e degli arredi.

La combinazione del trattamento delle superfici con l'installazione di barriere acustiche è in genere molto efficace e conduce ad una riduzione del livello di rumore

sostanzialmente maggiore di quella ottenuta applicando uno solo di questi interventi. Oltre alla riduzione del rumore, che si può misurare oggettivamente, si riscontrerà un sensibile miglioramento soggettivo.
Infine lavoratori esposti ad elevati livelli di rumore possono essere protetti mediante cabine acusticamente isolate. Le riduzioni tipiche dei livelli di pressione sonora ponderati A, vanno da 15 dB a 30 dB.
Talvolta si possono usare anche barriere o chiusure parziali nel posto di lavoro che per esigenze di comunicazione (dove vi sono degli apparecchi telefonici), la cui efficacia è in genere diminuita di 10 dB.
Infine, se il rumore nel posto di lavoro è comunque troppo elevato, anche dopo l'adozione di tutti gli interventi di riduzione del rumore applicabili tra quelli suddetti, sono possibili interventi di protezione che si attuano con l'adozione dei diversi tipi di otoprotettori (DPI-u).
Tutti gli interventi elencati appartengono alla categoria delle azioni di prevenzione ed appare tuttavia chiaro che i DPI costituiscono un'ultima barriera –e pertanto la meno preferibile-, in un concetto di percorso fisico ed allo stesso tempo di rilevanza, tra la sorgente del rischio ed il bersaglio organico del fisico umano.
Nella scelta dei dispositivi più adatti per la protezione dell'udito si deve tenere conto di diversi fattori fra cui confort, igiene e sicurezza, oltre che naturalmente della necessaria attenuazione del rumore da garantire.

4 - IL RAPPORTO TECNICO UNI/TR 11347:2010 E LA REDAZIONE DEL PARE

Il rapporto tecnico UNI/TR 11347:2010 specifica come indicare gli interventi tecnici ed organizzativi adottati dall'azienda per ridurre l'esposizione al rumore nei luoghi di lavoro nonché come identificare le aree a maggior rischio, attraverso la redazione di un Programma Aziendale di Riduzione dell'Esposizione (PARE) al rumore.
Si definisce nel rapporto tecnico quindi un modello di programma aziendale di riduzione del rischio, evidenziandone contestualmente il livello di dettaglio, allo scopo di fornire uno strumento di orientamento.
Naturalmente la redazione del PARE prevede la definizione e specificazione dei criteri di scelta dell'intervento, che prevedranno sicuramente:

1. la definizione di un ordine di priorità;
2. la considerazione di tutte le conseguenze dell'intervento;
3. la considerazione dell'interazione tra l'intervento progettuale proposto ed il processo produttivo dell'azienda.

Il PARE (ed in generale un piano di miglioramento aziendale) deve individuare con esattezza:

- i macchinari, gli ambienti e/o i lavoratori destinatari dell'intervento,
- il beneficio atteso,
- la tempistica di attuazione,
- il responsabile aziendale dell'attuazione dell'intervento.

Deve inoltre essere specificato il metodo di controllo che permette, una volta attuato l'intervento, di valutare oggettivamente il raggiungimento degli obiettivi fissati in fase di progetto. Pertanto, è opportuno che i descrittori utilizzati siano misurati o

valutati secondo la stessa norma tecnica di riferimento sia prima che dopo l'intervento.
Inoltre il PARE deve contenere almeno:

- un'intestazione (che può essere omessa se contenuto nel Documento di Valutazione dei Rischi aziendale);
- schede di sintesi delle situazioni a rischio;
- un prospetto riassuntivo degli interventi programmati;
- schede illustrative dei singoli interventi riportati nel prospetto riassuntivo;
- stima dei risultati ottenibili (valutazioni costo-beneficio).

In merito alla stima dei risultati ottenibili, il rapporto tecnico propone un apposito indicatore per la valutazione del rapporto costo-beneficio, da utilizzare quando esiste un ventaglio di situazioni alternative, tenendo ferma l'esigenza di ottenere l'obiettivo acustico.

Tale indicatore, espresso in /dB, è così definito:

$$\eta = \frac{c}{\sum_{i=1}^{N} \Delta dB_i \cdot n_i}$$

Dove:

c = costo dell'opera (comprensivo di tutte le voci di spesa: messa in opera, collaudo, manutenzione, etc.);
ΔdB_i = attenuazione in dB assicurato dall'intervento ad un gruppo i-esimo di lavoratori;
n_i = n. di lavoratori del gruppo i-esimo;
N = numero di gruppi di lavoratori che ottengono un beneficio acustico.

La soluzione ottimale è quella cui corrisponde il valore minimo di η.

A completamento dell'intervento di riduzione del rischio, il piano di miglioramento deve anche prevedere un intervento informativo/formativo destinato ai lavoratori, per illustrare le novità introdotte nelle attrezzature/macchinari, nelle procedure, nelle operazioni di uso e manutenzione, negli ambienti di lavoro, etc.

5 - ESPERIENZE DI RIDUZIONE DELL'ESPOSIZIONE AL RUMORE

Nel presente paragrafo saranno brevemente descritte alcune esperienze reali di interventi di riduzione dell'esposizione del rumore negli ambienti di lavoro ovvero, due esperienze di prevenzione tecnica ed una esperienza di applicazione di DPI-u:

1. l'analisi di fattibilità di intervento di bonifica acustica ambientale ed i risultati di un intervento alle sorgenti di rumore in un'azienda produttrice di ruote in lega;
2. l'intervento alle sorgenti di rumore in un'azienda produttrice di componenti oleodinamici speciali, ovvero gruppi distributori per il comando dei sistemi oleodinamici stessi;
3. l'analisi dell'attenuazione offerta dai DPI e la valutazione della scelta ottimale per i lavoratori operanti nel locale balipedio di un'azienda produttrice di

cartucce e polveri propellenti alla nitrocellulosa per il caricamento di cartucce da caccia e tiro sportivo.

Il primo intervento è stato implementato in un'azienda produttrice di ruote in lega leggera per autoveicoli: all'interno dello stabilimento avvengono quindi processi di fusione e stampo della materia prima e successive lavorazioni meccaniche delle ruote mediante l'impiego di macchine utensili.

Oggetto di indagine è stato in particolare il reparto fonderia, dotato di n.6 forni di fusione dei pani, delle ruote difettose e degli sfridi di alluminio e di n.21 presse di fusione atte a produrre le ruote in lega di alluminio per gli autoveicoli.

La valutazione del rischio da esposizione al rumore all'interno di tale reparto ha evidenziato postazioni di lavoro particolarmente critiche, come si evince da alcuni dei dati rilevati riportati in **Tabella 1**:

Tabella 1: Dati di livello sonoro rilevati in alcune postazioni del Reparto Fonderia.

Postazione	**dB(A)**
Postazione centrale area presse	**87,6**
Pressa n. 11	**96,6**
Presse n. 15, 16	**91,0**
Presse n. 1, 2	**90,2**
Postazione centrale area forni fusori	**88,5**

Sono stati pertanto valutati, mediante analisi di fattibilità per simulazione numerica, alcuni interventi di correzione acustica basati sugli elementi funzionali, in grado di inserirsi in maniera non invasiva nel reparto e senza interferire con le lavorazioni:

1. trattamento della copertura con intonaco acustico (prodotto in fibra di cellulosa);
2. rivestimento delle pareti perimetrali longitudinali con pannelli fonoassorbenti;
3. inserimento di pannelli fonoassorbenti "a vela" ancorati alle capriate.

L'analisi compiuta ha dimostrato che gli interventi di bonifica acustica ipotizzati portavano ad una diminuzione teorica del livello continuo equivalente di pressione sonora nel reparto alquanto consistente e stimabile in media in 4.6 dB(A), con un valore medio del rapporto costo-beneficio (per la definizione vedere paragrafo 5) pari a 545 /dB(A).

Poiché un intervento di bonifica di questo tipo risulta molto oneroso(il costo complessivo stimato dell'intervento si aggira intorno ai 220.000), in relazione ai risultati conseguibili, si è deciso di prendere in considerazione tutte le possibilità di intervento tecnico diretto sulle singole sorgenti di rumore esistenti nell'ambiente.

In particolare, sono stati proposti in alternativa i seguenti interventi tecnici ed organizzativi, caratterizzati da un valore del rapporto costi-benefici pari a 290 /dB(A) e da un investimento economico complessivo stimato di circa 63.000 :

1. interventi di insonorizzazione degli scarichi dell'aria compressa di raffreddamento degli stampi mediante l'adozione di guaine insonorizzanti in

silicone per il rivestimento dei tubi di scarico e di silenziatori sullo scarico dell'aria compressa;
2. installazione sui piatti e sui rulli di ciascuna pressa, di idonei materassini (di materiale resistente al calore), tali da attenuare in modo significativo la rumorosità generata dalla ruota nelle fasi di caduta dallo stampo e di scorrimento sulla rulliera;
3. definizione ed implementazione di una nuova procedura operativa con l'individuazione di fronte alle presse, al di fuori della zona di circolazione dei carrelli elevatori, di una postazione per lo stazionamento dell'operatore il più lontano possibile dalle sorgenti di rumore (scarichi aria di raffreddamento), negli intervalli di tempo in cui deve solo attendere la fine dei cicli di produzione delle ruote.

Sono così state ottenute significative riduzioni della rumorosità esistente in corrispondenza di singole postazioni di lavoro (presse, forni) e più in generale della rumorosità esistente nell'ambiente del reparto.
Nelle **Tabelle 2** e **3** si riportano alcuni esempi di valori di livello sonoro continuo equivalente, in dB(A), rilevati nel Reparto Fonderia, e dei livelli di esposizione quotidiana personale al rumore, in dB(A), dei lavoratori operanti nello stesso Reparto, prima (ante) e dopo (post) gli interventi tecnici sulle sorgenti di rumore ed organizzativi.

Tabella 2: Alcuni esempi dei valori di livello sonoro continuo equivalente, in dB(A), rilevati nel Reparto Fonderia, prima (ante) e dopo (post) gli interventi tecnici sulle sorgenti di rumore ed organizzativi.

Postazione	Ante	Post	ΔdB(A)
Area centrale presse	**87,6**	**84,8**	**-2,8**
Pressa n.11	**96,6**	**91,0**	**-5,6**
Presse n.15, 16	**91,0**	**87,7**	**-3,3**
Presse n. 1 e 2	**90,2**	**86,7**	**-3,5**
Postazione centrale area forni fusori	**88,5**	**85,5**	**-3,0**

Tabella 3: Alcuni esempi dei livelli di esposizione quotidiana personale al rumore, in dB(A), dei lavoratori del Reparto Fonderia, prima (ante) e dopo (post) gli interventi tecnici sulle sorgenti di rumore ed organizzativi.

Mansione	Ante	Post	ΔdB(A)
Addetto presse	**91,2**	**88,7**	**-2,5**
Addetto carrellista	**87,7**	**85,3**	**-2,4**
Addetto forni fusori	**86,9**	**84,2**	**-2,7**

Il secondo intervento è stato attuato in un'azienda produttrice di componenti oleodinamici speciali, ovvero gruppi distributori per il comando dei sistemi oleodinamici stessi.
In particolare, l'intervento tecnico ha avuto come obiettivo la riduzione dell'emissione sonora proveniente dall'attività manuale di asciugatura con aria compressa dei pezzi in uscita dalle macchine di lavaggio. Tale attività si caratterizzava infatti per un valore di livello sonoro continuo equivalente rilevato pari a 100,4 dB(A).
L'intervento realizzato consiste nell'installazione di un'apposita cappottatura, dotata di maniche di manipolazione dei pezzi e di schermo in plexiglass che garantisce la perfetta visione del pezzo durante lo svolgimento dell'attività.
L'attenuazione ottenuta è risultata elevata e coerente con l'obiettivo prefissato: il livello sonoro continuo equivalente post-operam misurato è pari a 86,5 dB(A).
Si evidenzia infine che tale intervento tecnico ha migliorato, oltre alle condizioni espositive del lavoratore al rischio rumore, anche le condizioni di esposizione del lavoratore agli agenti chimici presenti sul pezzo in uscita dalla fase di lavaggio.

Infine il terzo intervento riguarda l'analisi dell'attenuazione offerta dal DPI-u e la valutazione della scelta ottimale per i lavoratori operanti nel locale balipedio di un'azienda produttrice di cartucce e polveri propellenti alla nitrocellulosa per il caricamento di cartucce da caccia e tiro sportivo.
La valutazione del dispositivo di protezione auricolare in uso dai lavoratori in questione ha previsto l'analisi dei seguenti aspetti:

- calcolo e verifica dell'attenuazione conseguente al suo utilizzo;
- valutazione dell'adeguatezza in riferimento agli obblighi stabiliti dalla legislazione vigente;
- valutazione dell'efficacia.

Per la valutazione dell'attenuazione acustica fornita dal dispositivo di protezione individuale è stato utilizzato il metodo per banda di ottava (Octave Band Method, OBM).
Poiché l'attenuazione misurata in laboratorio è una forte sovrastima dell'attenuazione ottenibile in ambienti di lavoro reali i valori di attenuazione ottenuti con l'applicazione del metodo OBM sono moltiplicati per i coefficienti β riportati in **Tabella 4**.

Tabella 4: Valori del fattore moltiplicativo β per il calcolo dell'attenuazione reale offerta dal DPI (Fonte: UNI 9432:2011).

Dispositivi di protezione auricolare	**β**
Cuffie	0,75
Inserti espandibili	0,5
Inserti preformati	0,3

Per la stima invece del livello di protezione fornito dal DPI in funzione del livello sonoro continuo equivalente a dispositivo indossato, si è fatto riferimento a quanto

indicato in **Tabella 5**, ovvero a quanto riportato nell'Appendice C della norma UNI 9432:2011. Si ritiene acusticamente adeguato un dispositivo di protezione auricolare che permette di ottenere, nella singola postazione/esposizione, una protezione "*buona*" o "*accettabile*".

Tabella 5: Stima del livello di protezione fornito dal dispositivo di protezione auricolare in funzione del livello sonoro continuo equivalente a dispositivo indossato (Fonte: UNI 9432:2011).

Livello sonoro continuo equivalente calcolato tenendo conto del dispositivo di protezione auricolare in dB(A)	**Livello di protezione**
Maggiore di 80	Insufficiente
Da 75 a 80	Accettabile
Da 70 a 75	Buona
Da 65 a 70	Accettabile
Minore di 65	Troppo alta

Effettuando le valutazioni di cui sopra, per la postazione di lavoro "*Locale balipedio*", l'attenuazione acustica fornita dall'uso di un solo DPI-u (cuffie) è risultata "*insufficiente*" in quanto il livello sonoro continuo equivalente calcolato tenendo conto del dispositivo di protezione auricolare risultava maggiore di 85 dB(A).
Pertanto, per tale postazione, si è suggerito il contemporaneo uso di due DPI-u (inserti auricolari e cuffie).
L'attenuazione acustica complessivamente fornita è stata valutata mediante l'applicazione del metodo OBM e delle indicazioni fornite nell'Appendice C della UNI 9432:2011 ovvero mediante la formula riportata di seguito:

$$A_{1,2} = \left(\left[A_1^{\gamma} + A_2^{\gamma}\right]\right)^{\frac{1}{\gamma}} \text{ dB}$$

Dove l'esponente γ può essere ricavato dalla relazione:

$$\gamma = 1{,}2 + 0{,}1 \times |A_1 + A_2|$$

Così procedendo è stato verificata l'accettabilità dell'attenuazione acustica complessivamente fornita: il livello sonoro continuo equivalente calcolato tenendo conto del dispositivo di protezione auricolare è risultato compreso tra 65 e 70 dB(A).

6 – BIBLIOGRAFIA

[1] P. Fausti, R. Pompoli– Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi di Ferrara, "*Protezione acustica degli edifici*".
[2] Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province Autonome, Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro (ISPESL), Agenzia Europea

per la sicurezza e la salute sul lavoro, "*Metodologie e interventi tecnici per la riduzione del rumore negli ambienti di lavoro – Manuale di buona pratica*", 16/12/2004.
[3] R. Spagnolo, Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris Torino, "*Manuale di Acustica Applicata*", UTET Libreria.
[4] A. Peretti, F. Merluzzi, A. P. di Bisceglie, G. B. Bartolucci, "*Rumore negli ambienti di lavoro: interazione tra tecnico consulente e medico competente*".
[5] A. Giulianini, A. Cocchi, "*Acustica degli ambienti chiusi*".
[6] UNI/TR 11347:2010 "*Acustica - Programmi aziendali di riduzione dell'esposizione al rumore nei luoghi di lavoro*".
[7]UNI EN ISO 11690-1:1998 "*Acustica – Raccomandazioni pratiche per la progettazione di ambienti di lavoro a basso livello di rumore contenenti macchinario – Strategie per il controllo del rumore*".
[8] UNI EN ISO 11690-2:1999 "*Acustica – Raccomandazioni pratiche per la progettazione di ambienti di lavoro a basso livello di rumore contenenti macchinario – Provvedimenti per il controllo del rumore*".
[9] UNI EN ISO 11690-3:2000 "*Acustica – Raccomandazioni pratiche per la progettazione di ambienti di lavoro a basso livello di rumore contenenti macchinario –Propagazione del suono e previsione del rumore in ambienti di lavoro*".

Aggiornamenti sul rischio Rumore
Valutazione, prevenzione e protezione nei luoghi di lavoro
incontri'12

IL CONTROLLO DEL RUMORE INDUSTRIALE. SOLUZIONI ATTRAVERSO INTERVENTI SULLA SORGENTE, SUL MEZZO DI PROPAGAZIONE E SUL RICETTORE

Ezio Bosco

Bosco Italia, Torino

1 - PREMESSA

Il rumore è sempre originato da un fenomeno vibratorio, che può essere indotto a sua volta da fenomeni fisici di varia natura meccanica, fluidodinamica, elettromagnetica, termica. Esempi di queste "categorie" di rumore possono essere:

- il rumore di una pressa, generato attraverso diversi meccanismi (impatto, risonanza di parti meccaniche, getti d'aria compressa, movimentazione degli organi meccanici ecc.);
- il rumore che fuoriesce da una turbina a gas o da un ventilatore (attenzione a non confondere la propagazione del rumore con il movimento delle particelle d'aria: si tratta di due fenomeni diversi, che possono essere associati, ma il rumore non viene "trasportato" dal flusso dell'aria);
- il rumore generato dalla magnetostrizione del nucleo di ferro di un trasformatore;
- il rumore dovuto alla combustione a fiamma di una caldaia o della fusione ad arco del metallo;
- il rumore generato da un forno a induzione. La causa generatrice del rumore origina sempre un movimento ondulatorio del mezzo elastico che circonda la sorgente di rumore: questo movimento delle molecole che costituiscono il mezzo è di natura meccanica (a differenza dei fenomeni elettromagnetici, che non inducono alcun movimento di particelle di materia). Dal punto di vista dell'accoppiamento tra sorgente e mezzo di propagazione si possono distinguere tre situazioni:
  - la sorgente trasmette direttamente il movimento all'aria ambiente (rumore trasmesso per via aerea);
  - la sorgente trasmette il movimento a un fluido in moto all'intermo di un condotto (problema rilevante negli impianti idraulici,oleodinamici, di aria compressa, di ventilazione ecc.);
  - la sorgente genera vibrazioni in elementi strutturali che divengono sorgenti secondarie di rumore, trasmettendo energia acustica all'aria (rumore trasmesso per via strutturale).

Il rumore può pertanto essere definito come un "suono indesiderato", che nasce da un fenomeno di natura vibratoria e si propaga in un mezzo elastico (di solito l'aria).

All'interno di un contesto industriale le sorgenti di rumore più ricorrenti sono costituite da:

- macchine isolate (ossia sorgenti definite dal fatto di possedere organi in movimento, definizione in accordo con la direttiva UE 89/392/CEE) [I];
- impianti (intesi come insiemi di macchine utilizzate ai fini della trasformazione di un prodotto);
- impianti ausiliari (intesi come macchine o insiemi di macchine e condotti utilizzati per il condizionamento degli ambienti, per l'aspirazione dell'aria o di polveri, per la fornitura di aria compressa o di gas tecnici, per l'azionamento di dispositivi oleodinamici ecc.);
- mezzi di movimento (muletti, camion, mezzi di movimento terra ecc.).

Solitamente macchine e impianti vengono "racchiusi" dall'involucro edilizio, il classico "capannone industriale", mentre impianti ausiliari e mezzi di movimento sono spesso posti all'esterno o, comunque, svolgono una funzione che richiede necessariamente il contatto con l'ambiente esterno. Spesso sono proprio questi ultimi che provocano i maggiori problemi di tipo acustico, per due ordini di motivi:

- sono sovente trascurati in fase di progettazione del lay-out industriale, in quanto non facenti parte "direttamente" del ciclo produttivo;
- la loro collocazione è spesso scelta in modo affrettato, poco prima di attivare gli impianti, senza porre cura al problema del rumore emesso verso l'ambiente esterno.

A questo proposito vorremmo richiamare il fatto che dal 1995 la Legge Quadro sull'inquinamento acustico richiede che, in fase preliminare all'attivazione di un nuovo impianto industriale, sia prodotto un documento chiamato "Valutazione dell'Impatto Acustico Ambientale", che ha appunto lo scopo di evitare conflitti con chi risiede in prossimità del nuovo impianto.
La valutazione dell'impatto acustico deve essere redatta secondo le linee guida che ogni Regione italiana ha pubblicato.
Tale valutazione deve tenere conto non solo del rispetto dei limiti assoluti di emissione e immissione (stabiliti in base alla classificazione acustica del territorio), ma anche del criterio differenziale, laddove esistano abitazioni. Quest'ultimo aspetto è solitamente il criterio più restrittivo e difficile da rispettare, per molti motivi, fra cui:

- non sempre l'impianto industriale lavora in condizioni "stazionarie", dunque occorre prevedere l'impatto acustico nelle diverse possibili fasi del processo;
- il criterio differenziale si basa sul concetto di differenza fra il "rumore ambientale" (quello immesso da tutte le sorgenti di rumore presenti sul territorio) e il "rumore residuo" (immesso in un punto da tutte le sorgenti a esclusione della sorgente specifica di cui si deve valutare l'impatto); dunque, il criterio differenziale dipende fortemente dal rumore residuo, il quale per sua stessa natura è un parametro assolutamente difficile da caratterizzare; si aggiunga che le sorgenti dovute al traffico stradale, ferroviario e aeroportuale sono trattate separatamente;
- il criterio differenziale deve essere verificato all'interno delle abitazioni a finestre

chiuse e aperte; in quest'ultimo caso è necessario che il tecnico acustico sia in grado di poter valutare non solo il livello sonoro che incide sulla facciata dell'edificio ricettore, ma anche l'effetto della diffrazione ai bordi dell'apertura.

Sia l'attività di risanamento acustico (di un sito industriale esistente), sia l'attività di valutazione previsionale di un nuovo impianto devono partire da una accurata individuazione delle sorgenti sonore (esistenti o future).

Queste dovranno essere caratterizzate in termini di emissione sonora, ossia attraverso un dato che esprima in modo complessivo l'energia sonora totale emessa da tale sorgente. Il dato che più si presta a tale obiettivo è la potenza sonora, definita come l'energia acustica emessa nell'unità di tempo dalla sorgente, che si può determinare con una delle seguenti modalità:

- misura sulla sorgente in situ;
- misura sulla sorgente in laboratorio;
- valore ricavato dai dati del costruttore;
- valore stimato sulla base di dati di letteratura.

La potenza sonora si determina sperimentalmente attraverso misure di pressione sonora e mai da una misura diretta.

Si tratta di una misura che richiede tempo ed esperienza, in quanto solitamente occorrono svariate misure di pressione sonora su un inviluppo che racchiude l'intera sorgente (**Figura 1**), oltre che la misura di parametri ausiliari (ad esempio il tempo di riverberazione, nel caso di misura effettuata in un ambiente chiuso).

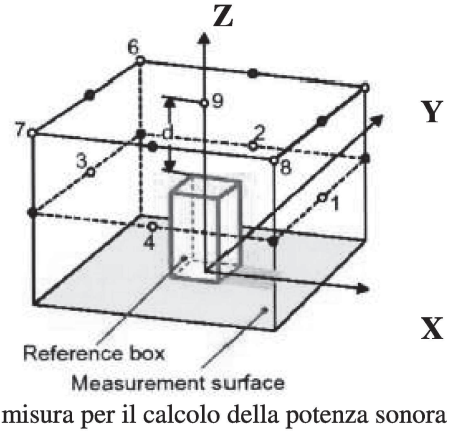


Figura 1: Superficie di misura per il calcolo della potenza sonora a partire da misure di pressione sonora: caso di in viluppo a forma di parallelepipedo

La potenza sonora emessa non è in genere costante in tutto il campo delle frequenze udibili: pertanto, la misura deve essere effettuata con strumentazione in grado di effettuare l'analisi spettrale del segnale per bande di frequenza (si utilizza generalmente la suddivisione per bande di ottava o di terzi di ottava).

La potenza sonora di molte macchine e impianti può essere ricavata da dati tecnici e considerazioni teoriche. Tuttavia, occorre prestare molta attenzione a casi nei quali viene fornito un dato non abbastanza preciso (ad esempio, il livello di pressione sonora ponderato a una certa distanza dalla macchina) oppure il dato fornito si riferisce a condizioni di lavoro non realistiche (a vuoto).

Nel caso in cui sia necessario ricorrere a misure dirette del livello di potenza sonora occorre scegliere una metodologia di misura fra quelle normalizzate in sede internazionale (la serie delle norme ISO 374x).
La conoscenza della potenza sonora è indispensabile per poter valutare gli effetti a distanza della sorgente e dunque per "modellizzare" la situazione esistente o futura.

Un'ulteriore informazione necessaria per poter valutare l'effetto che la sorgente sonora avrà sull'ambiente circostante è costituita dalla direzionalità della sorgente. A questo riguardo è opportuno sottolineare che:

- come la potenza sonora, anche la direzionalità non è un dato assoluto, ma dipende dalla frequenza;
- non tutte le metodologie di misura normalizzate permettono di ricavare informazioni sulla direzionalità;
- il posizionamento della sorgente può indurre un comportamento direzionale, dovuto alla presenza di superfici riflettenti (orizzontali o verticali) situate in prossimità della sorgente.

2 - CLASSIFICAZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI DI INSONORIZZAZIONE

Un piano di risanamento acustico e una corretta valutazione di impatto acustico devono prevedere, ove necessario, interventi di insonorizzazione, che possono essere:

- diretti (sulla sorgente);
- indiretti (sul mezzo di propagazione o sul ricettore).

Gli interventi diretti mirano a ridurre la potenza sonora che la sorgente trasferisce al mezzo di propagazione.
Gli interventi indiretti, come quelli sul mezzo di propagazione, possono riguardare sia la componente diretta del campo acustico (interposizione di schermi di dimensioni finite tra sorgente e ricettore), sia la componente di campo riverberante (trattamento dell'ambiente con materiali fonoassorbenti).
La scelta del tipo di intervento possibile dipende soprattutto dal beneficio che si intende ottenere e dalle caratteristiche dell'ambiente in cui sono racchiuse le sorgenti sonore, in particolare dal fatto che il ricettore si trovi in prossimità della sorgente (dove predomina il campo diretto) o a distanza (dove predomina il campo riverberante, come rappresentato nella **Figura 2**). In generale, gli interventi diretti sono i più efficaci, ma non sempre sono applicabili.

Gli interventi sulla sorgente richiedono una notevole conoscenza delle macchine o degli impianti, delle loro necessità tecnologiche (ventilazione, scambi di calore con l'esterno ecc.) e delle modalità di funzionamento (ispezionabilità, movimentazione di materiali in ingresso e uscita ecc.).

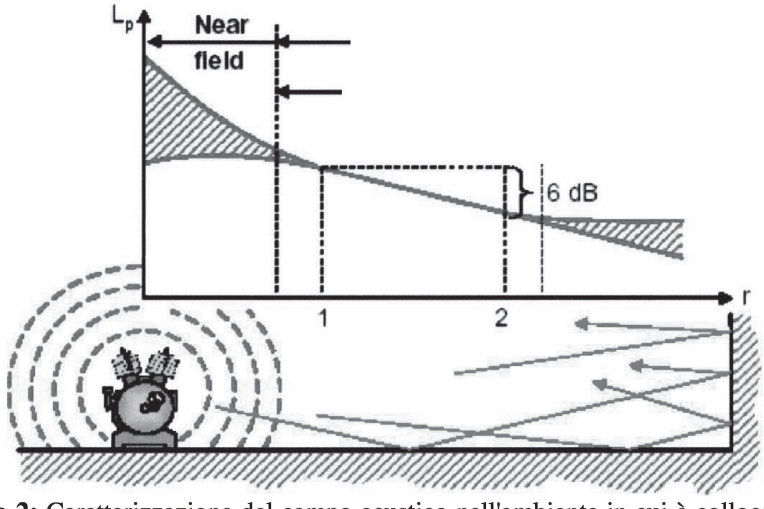


Figura 2: Caratterizzazione del campo acustico nell'ambiente in cui è collocata una sorgente sonora; attraverso la comprensione delle caratteristiche ambientali risulta poi possibile prevedere l'intervento ottimale.

La **Tabella 1** riporta un elenco di interventi diretti su varie categorie di sorgenti.
Non è certamente possibile in questa sede fornire indicazioni di carattere specifico per ogni tipologia di sorgente. Tuttavia, è importante ribadire che l'intervento alla sorgente è sempre il primo tipo di intervento da prendere in considerazione.

La **Tabella 2** riporta un elenco di interventi indiretti, classificati in funzione delle caratteristiche dell'ambiente industriale su cui si interviene.

Infine, vi sono interventi possibili sul ricettore, che può essere interno all'edificio industriale (gli addetti alle macchine) o esterno (una abitazione esterna al sito industriale).
Nel primo caso la norma UNI EN 458 [2] permette di individuare il tipo di protettore auricolare adatto al caso specifico (si ricordi che tutti i dispositivi di protezione individuale, DPI, devono essere marcati CE). I protettori auricolari marcati CE devono essere dotati di manuale di istruzioni contenente i dati di attenuazione per bande di frequenza.
Nel secondo caso gli interventi possibili sul ricettore si riducono a barriere e infissi fonoisolanti.
Naturalmente, l'utilizzo di infissi fonoisolanti è quasi sempre da accompagnarsi con sistemi di condizionamento dell'aria, in quanto l'infisso è efficace solo quando chiuso.
Molto più pratiche sono le barriere acustiche, ormai prodotte in svariate tipologie di materiali e forme (calcestruzzo, legno, pannelli fonoassorbenti metallici, lastre in materie plastiche trasparenti, rilevati inerbiti in terra ecc.).

Tabella 1: Interventi diretti su varie categorie di sorgenti rumore

Tipo di sorgente	Tipo di intervento possibile	Efficacia
Rumore di organi meccanici in genere	Incapsulaggio costituito da pennellature fonoisolanti e fonoassorbenti (all'interno)	Modesta (pochi dB), in quanto sono spesso necessarie aperture verso l'esterno
Rumore di getti d'aria o gas (sfiati, valvole, getti d'aria compressa)	Silenziatore (di tipo reattivo o dissipativo) o riduzione della velocità del getto	Elevata, dell'ordine di 10 dB
Rumore impattivo (urti, impatti meccanici, caduta di pezzi metallici)	Smorzamento delle parti metalliche che possono contribuire ad amplificare il rumore (tramite materiale smorzante), incapsulaggio di parti rumorose	Modesta, ma tuttavia indispensabile in molti casi
Rumore dovuto a motori , gruppi elet-trogeni, compressori	Incapsulaggi o chiusura in locali con condizionamento forzato	Elevata
Rumore di impianti, condotte	Rivestimento smorzante e isolante dei canali e condotti	Modesta
Rumore elettromagnetico (forni a induzione, magnetostrizione)	Incapsulaggi o chiusura in locali con condizionamento forzato	Elevata
Rumore dovuto a camini	Silenziatori	Elevata
Vibrazioni	Isolamento tramite antivibranti	Elevata

Tabella 2: Interventi indiretti per varie categorie di contesti industriali.

Tipo di sorgente	Tipo di intervento possibile	Efficacia
Elevata densità di macchine rumorose Il'interno di un ambiente riverberante	Riduzione del riverbero ambientale tramite baffles	Modesta, pochi dB
Elevata densità di macchine rumorose all'interno di un ambiente poco riverberante	Miglioramento dell'isolamento dell'edificio verso l'esterno (chiusura di aperture, rinforzo delle metrature)	Elevata, dell'ordine di 10 dB
Impianti esterni all'edificio molto rumorosi	Costruzione di appositi locali tecnici o incapsulaggi/ barriere/ tettoie	Elevata, dell'ordine di 10 dB
Impianti complessi, difficilmente racchiudibili in incapsulaggi, esterni all'edificio industriale	Barriere	Modesta, ma molto dipendente da altezza e posizione della barriera
Movimentazione materiali esterna all'edificio	Utilizzo di motori elettrici, barriere, modifiche lay-out, magazzini in posizioni diverse	Dipendente dal tipo di intervento

3 - LA PROGRAMMAZIONE DEGLI INTERVENTI

Per ottenere un corretto piano di lavoro nel contesto di un risanamento acustico occorre procedere secondo il seguente schema (proposto dalla norma ISO 11690-1 [3]):

- determinare gli obiettivi;
- identificare le sorgenti e ordinarie in funzione dell'importanza;
- valutare i possibili interventi (diretti e indiretti, come definiti sopra);
- stendere un piano di risanamento concreto (stabilendo gli interventi in ordine di priorità);
- implementare gli interventi;
- valutare i risultati ottenuti (collaudo).

Come esempio riportiamo un caso di valutazione del rumore in un ambiente di lavoro a elevata rumorosità (stampaggio a caldo), per il quale è stata richiesta una valutazione dei possibili interventi di mitigazione. Dopo una caratterizzazione degli interventi si è pervenuti a una mappa della rumorosità ambientale (**Figura 3**).

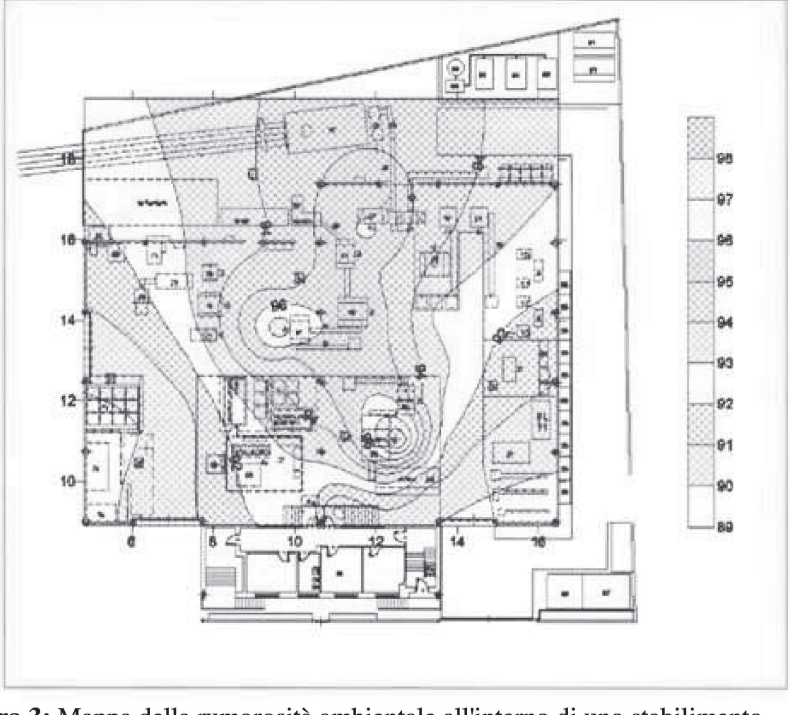


Figura 3: Mappa della rumorosità ambientale all'interno di uno stabilimento industriale operante nel settore dello stampaggio a caldo.

Il caso in questione è stato risolto lavorando sulle singole sorgenti, costituite da presse, per le quali si sono realizzati interventi di diverso genere (inserimento di

silenziatori per i getti di aria compressa, incapsulaggi parziali, protettori auricolari più efficaci). L'intervento è risultato particolarmente efficace in quanto la composizione in frequenza del rumore generato dalle sorgenti più importanti è particolarmente concentrato alle alte frequenze (**Figura 4**).

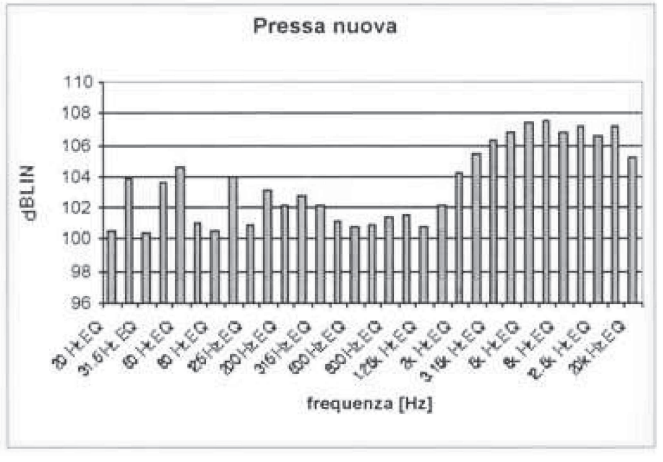


Figura 4: Spettro di emissione di una pressa particolarmente rumorosa, si notino le componenti in alta frequenza.

4 - EFFICACIA DI SCHERMATURE E CABINATI

Quando un'onda sonora incontra un ostacolo di altezza finita, ad esempio una barriera antirumore, il bordo della barriera genera un'onda diffratta che si propaga a valle dell'ostacolo: l'intensità dell'onda diffratta è comunque minore dell'onda diretta che si avrebbe in assenza della barriera. Questo tipo di intervento è efficace essenzialmente in condizioni di campo libero (o simili al campo libero) e quindi per sorgenti poste all'esterno (gruppi di aspirazione, torri evaporative, gruppi frigoriferi ecc.). In questi casi l'utilizzo di schermature è conveniente soprattutto quando queste vengono collocate in prossimità delle sorgenti sonore.
L'efficacia della schermatura è funzione della posizione reciproca di sorgente e ricettore, dell'altezza della sommità della schermatura e dello spettro di frequenza della sorgente (le schermature sono infatti pressoché inefficaci rispetto ai suoni di bassa frequenza, per i quali la lunghezza d'onda è dello stesso ordine di grandezza dell'altezza della schermatura).
In molti casi è conveniente rendere fonoassorbente la superficie della schermatura rivolta verso la sorgente.
L'attenuazione di una schermatura, anche nei casi migliori, non supera mai 12-13 dB.
Diverso è il comportamento dei cabinati fonoisolanti che racchiudono completamente la sorgente. In questo caso, infatti, non si verificano fenomeni di diffrazione al contorno : la potenza sonora trasmessa attraverso il dispositivo

dipende dal potere fonoisolante (in genere molto elevato) delle pareti della cabina. Il punto critico di tali dispositivi è costituto dalle aperture, che possono essere richieste per ragioni di ventilazione o accessibilità delle apparecchiature interne e che devono essere opportunamente insonorizzate.

5 - EFFICACIA DELL'ISOLAMENTO DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

Quando occorre intervenire sull'isolamento di un edificio industriale è determinante com prendere che l'isolamento dei componenti edilizi deve essere sufficientemente elevato da garantire un ridotto livello di emissione all'esterno. Tuttavia, il problema che spesso si pone deriva dalla presenza di elementi acusticamente "deboli" nell'involucro edilizio, quali vetrature, aperture, portoni ecc.
Questi elementi sono spesso determinanti, in quanto riducono drasticamente il potere fonoisolante complessivo dell'involucro edilizio. Occorre pertanto prevedere la collocazione di aperture e portoni in posizioni tali da non immettere rumore all'esterno nelle direzioni critiche (quelle in cui possono esistere ricettori), oppure creare le aperture in zone dell'edificio che risultano più silenziose di altre.

6 - EFFICACIA DELL'ISOLAMENTO DELLE VIBRAZIONI

Molte macchine industriali emettono vibrazioni per cause diverse: nel caso delle macchine rotanti (pompe, compressori, motori, alternatori ecc.)il fenomeno è attribuibile ad una non perfetta equilibratura (l'energia vibratoria sarà concentrata a una frequenza fondamentale e alle sue armoniche), mentre nel caso di presse o macchine utensili in genere, si tratta di vibrazioni di natura impulsiva, con un conseguente spettro di emissione a larga banda (gli impulsi sono, per loro natura, un "concentrato" di tutte le frequenze).

In passato si tendeva a utilizzare delle "fondazioni isolanti" (**Figura 5a**). mentre oggi sempre più spesso si tende a interporre un sistema di adeguati supporti antivibranti (**Figura 5b**), che spesso sono più efficaci e più economici.
Il concetto di fondazione isolante è il seguente: tra il basamento della macchina e la fossa di fondazione viene interposto un isolante elastico (gomma, sughero ecc.) in grado di impedire la trasmissione delle vibrazioni al terreno.
I supporti antivibranti sono invece costituiti da molle o particolari gomme che garantiscono un miglior taglio in frequenza.
Il calcolo dell'isolamento può essere eseguito sulla base delle caratteristiche della sorgente (frequenza di rotazione, massa) e del supporto (deflessione statica o cedimento).

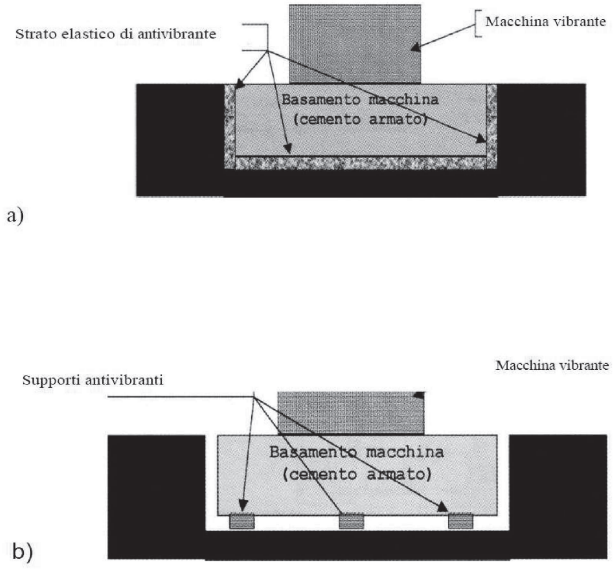


Figura 5: Isolamento di una macchina vibrante:
a) con fondazione isolante;
b) con supporti antivibranti.

7 - PRESENTAZIONE DI CASI-STUDIO

Vengono presentati i seguenti casi-studio di particolare interesse:

- trattamento acustico della camera di prova di una galleria del vento per prove aerodinamiche ;
- trattamento fonoassorbente di un reparto di imbottigliamento;
- realizzazione di una camera semi anecoica con pareti piane;
- silenziamento di torri evaporative di un impianto chimico;
- silenziamento dei camini di una centrale di cogenerazione.

7.1 - GALLERIA DEL VENTO PER LA PROVA DI AUTOVEICOLI

La galleria del vento è un'attrezzatura di laboratorio che permette di effettuare prove aerodinamiche su autovetture e di individuare le zone che, per effetto di una turbolenza, possono generare fastidiose sorgenti di rumore che si ripercuotono inevitabilmente all'interno dell'abitacolo a discapito del confort di marcia.
Il rendering in 3D della **Figura 6** illustra il lay-out dell'impianto, in cui è riconoscibile il ventilatore assiale che genera il flusso dell'aria, i quattro gruppi di deflettori agli angoli dell'edificio e la sezione di prova in cui viene posta la vettura.

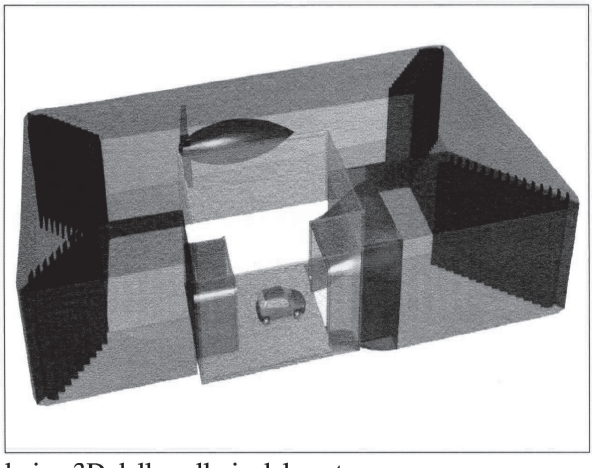
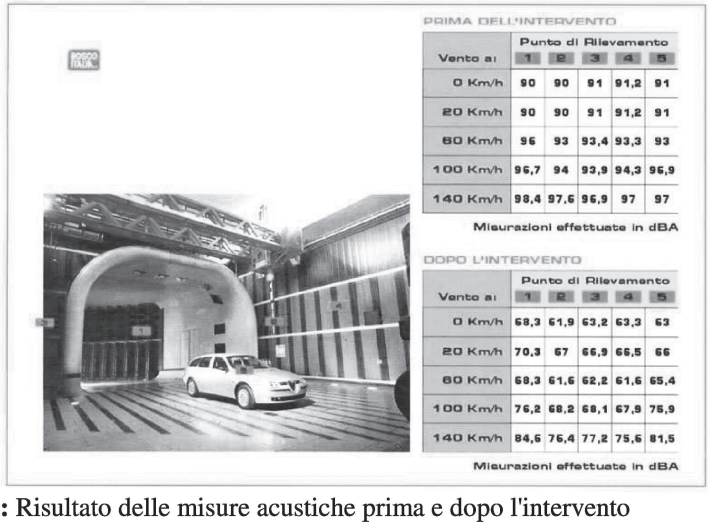


Figura 6: Rendering 3D della galleria del vento.

L'esigenza di eseguire nella sezione di prova rilievi acustici con lps sempre più bassi, ha reso necessario un impegnativo intervento di insonorizzazione,finalizzato al silenziamento del rumore ambientale quando la velocità dell'aria si attesta intorno a 150 Km/h. L'intervento è consistito nella sostituzione dei precedenti raddrizzatori di filetto fluido posti agli angoli della galleria con altri, più performanti aerodinamicamente e più fonoassorbenti.
Sono state inoltre rivestite le pareti ed il soffitto della sezione di prova, con un doppio strato di elementi metallici fonoassorbenti che garantiscono la semianecoicità dell'area (prossima al campo libero).
Tali interventi non hanno modificato le caratteristiche aerodinamiche del sistema, i risultati delle misure acustiche prima e dopo l'intervento sono riportati nella **Figura 7**.



PRIMA DELL'INTERVENTO

Vento a:	Punto di Rilevamento 1	2	3	4	5
0 Km/h	90	90	91	91,2	91
20 Km/h	90	90	91	91,2	91
80 Km/h	96	93	93,4	93,3	93
100 Km/h	96,7	94	93,9	94,3	96,9
140 Km/h	98,4	97,6	96,9	97	97

Misurazioni effettuate in dBA

DOPO L'INTERVENTO

Vento a:	Punto di Rilevamento 1	2	3	4	5
0 Km/h	58,3	61,9	63,2	63,3	63
20 Km/h	70,3	67	66,9	66,5	66
80 Km/h	58,3	61,6	62,2	61,6	65,4
100 Km/h	76,2	68,2	68,1	67,9	75,9
140 Km/h	84,6	76,4	77,2	75,6	81,5

Misurazioni effettuate in dBA

Figura 7: Risultato delle misure acustiche prima e dopo l'intervento

7.2 – TRATTAMENTO FONOASSORBENTE DI UN REPARTO DI IMBOTTIGLIAMENTO

La rumorosità di un reparto di imbottigliamento può essere notevolmente attenuata attraverso la tecnica del trattamento fonoassorbente ambientale.
Questa tecnica, non prevede interventi diretti sulle sorgenti, ma consente ugualmente di attenuare i livelli di pressione sonora globali all'interno di un ambiente confinato, attraverso la riduzione dei fenomeni di riverberazione e di riflessione generati dalle pareti, dai soffitti, dai pavimenti. del locale.
Le stesse sorgenti, poste in campo libero (all'aperto) in completa assenza di ostacoli riflettenti, generano livelli di pressione sonora decisamente più bassi.
Più semplicemente, in campo riverberato si verifica il seguente fenomeno:

COMPONENTE DIRETTA
(dovuta alle caratteristiche proprie della sorgente, ovvero quello che si avrebbe qualora la stessa fosse posta in campo libero)
+
COMPONENTE RIVERBERATA
(ovvero l'incremento dovuto alle riflessioni delle onde sonore dirette sulle superfici che delimitano il locale)
=
LIVELLO DI RUMORE EFFETTIVO

Per valutare e quantificare la riverberazione, responsabile dell'incremento dei livelli sonori, è necessario acquisire, sperimentalmente, i seguenti parametri:

TEMPO DI RIVERBERAZIONE T_{60}
DECADIMENTO DEL LIVELLO SONORO CON LA DISTANZA

Il T_{60} è il tempo necessario affinché il livello di pressione sonora si riduca di 60 dB rispetto al valore di regime a sorgente accesa, a seguito dell'interruzione del segnale sonoro da essa generato. Si misura in secondi.
La prova viene eseguita utilizzando un segnale campione (rumore rosa) e rilevando il T_{60} a tutte le frequenze comprese tra 125 Hz e 8000 Hz, per bande di ottava o terzi d'ottava.

La prova per determinare il decadimento del livello sonoro con la distanza consiste nel misurare i livelli sonori in dB(A) a distanze via via crescenti (ad intervalli di 1 metro) dalla sorgente sonora.
A tal fine viene utilizzata una sorgente artificiale che genera un segnale campione noto (rumore rosa).

Successivamente, si procede al calcolo delle unità fonoassorbenti da inserire all'interno dell'ambiente in esame al fine di ottenere le attenuazioni attese.
Il calcolo viene eseguito, in prima battuta, avvalendosi delle teorie dell'acustica classica, cioè:

- In ambienti con coefficiente di assorbimento medio α_m<0,3 il tempo di riverberazione si può calcolare utilizzando la seguente relazione:

$$T_{60}(Sabine) = 0{,}163\frac{V}{\sum_i \alpha_i \cdot S_i}$$

- In ambienti fortemente fonoassorbenti (α_m prossimi all'unità) il T_{60} è dato dalla seguente relazione:

$$T_{60}(Eyring) = 0{,}163\frac{V}{\sum S_i \cdot \left|\ln(1-\alpha_i)\right|}$$

- Per il calcolo del decadimento si sfrutta la formula del campo semiriverberato:

$$L_{ps} = L_w + 10Log\left(\frac{Q}{4\pi d^2} + \frac{4}{R}\right)$$

Dove Q è l'indice di direttività della sorgente ed R è la costante acustica dell'ambiente.

Le unità fonoassorbenti che normalmente vengono installate in un reparto alimentare sono costituite da:

- Baffles metallici bi-assorbenti facilmente lavabili e sanificabili
- Schermature bi-assorbenti tra le sorgenti sonore per evitare la mutua conduzione energetica.

Nella **Tabella 3** vengono evidenziati i livelli di pressione sonora rilevati sperimentalmente all'interno di un reparto di imbottigliamento, prima e dopo gli interventi, nella **Figura 8** i punti di misura e nella **Figura 9** una visione d'insieme del reparto sul quale si è intervenuti.

Tabella 3: lps prima e dopo gli interventi

Punto di misura	dB(A)Leq ante operam	dB(A)Leq post operam
A	**98,0**	**91,1**
B	**97,1**	**92,5**
C	**95,7**	**86,5**
D	**90,8**	**86,4**
E	**100,2**	**94,1**
F	**97,6**	**91,6**
G	**97,1**	**92,4**
H	**97,4**	**92,3**
I	**97,9**	**93,0**

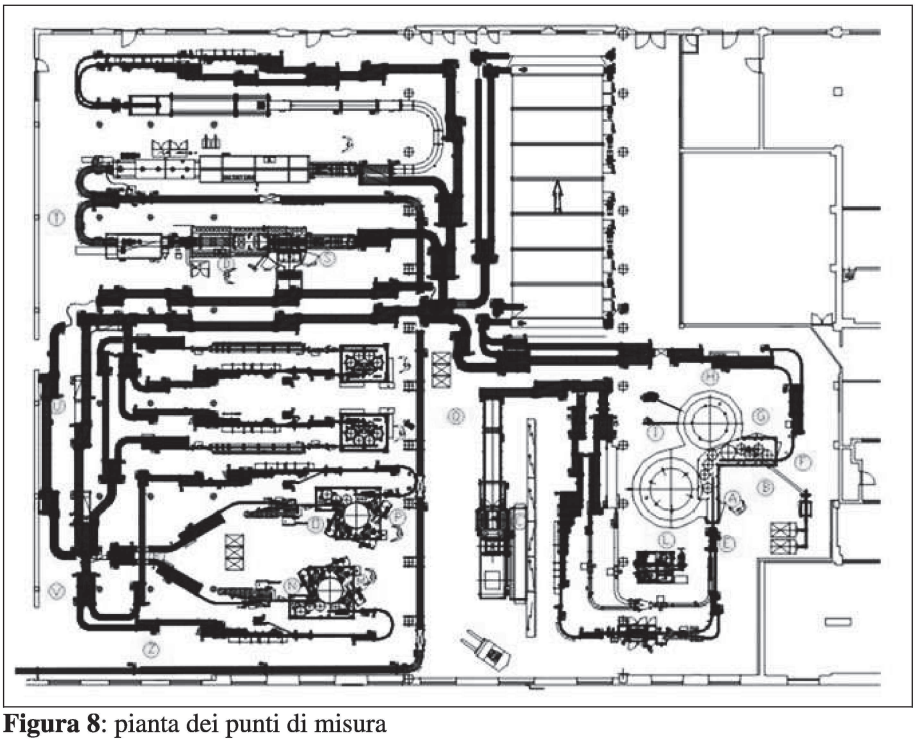


Figura 8: pianta dei punti di misura

Figura 9: il reparto di imbottigliamento ad intervento concluso

7.3 – CAMERA SEMIANECOICA CON PARETI PIANE

Le camere anecoiche sono ambienti di prova che riproducono condizioni di campo libero ideale attraverso la realizzazione di pareti con elevato assorbimento acustico. Per molte applicazioni pratiche è necessario disporre di un pavimento in grado di reggere carichi stati ci considerevoli, per cui non è possibile renderlo fonoassorbente: si parla allora di camera semianecoica. L'intervento illustrato (**Figura 10**) è destinato a prove su motocicli e si distingue per l'impiego di pareti fonoassorbenti piane, anziché i tradizionali "cunei" in materiale fonoassorbente fibroso.

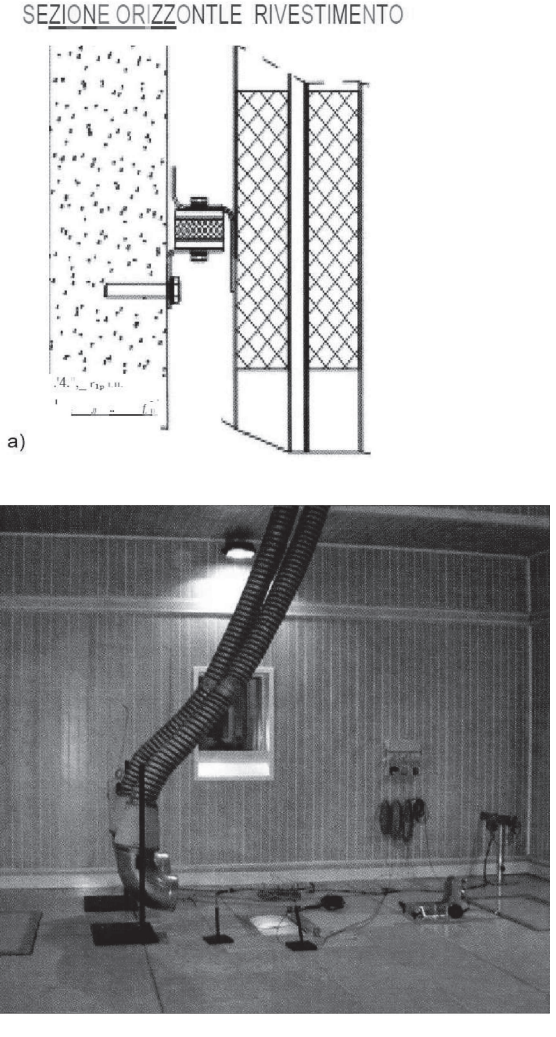


Figura 10: Camera semianecoica con pareti piane:
a) sezione della parete con il rivestimento fonoassorbente;
b) vista dell'interno.

7.4 – SILENZIAMENTO CAMINI DI UNA CENTRALE DI COGENERAZIONE

L'intervento riguarda il silenziamento dei camini di una centrale di teleriscaldamento che generava una componente tonale a bassa frequenza (**Figura 11**)
Nello specifico è stata inserito, all'interno dei condotti di espulsione gas, un risonatore a camere multiple accordato sulla frequenza dominante.
L'installazione è avvenuta in un tempo molto ridotto visto che non era possibile fermare le caldaie e, come si evince dal report della **Figura 12**, ha risolto definitivamente il problema.

Figura 11: Insonorizzazione dei camini centrale di cogenerazione

Figura 12: Risultati dell'intervento

8 - BIBLIOGRAFIA

[I] Direttiva 89/392/CEE - Direttiva del Consiglio del 14 giugno 1989 concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine.

[2] Norma Italiana UNI EN 458 - Protettori auricolari. Raccomandazioni per la selezione, l'uso, la cura e la manutenzione. Documento Guida (1995).

[3] Norma Italiana UNI EN ISO 11690-1 - Acustica. Raccomandazioni pratiche per la progettazione di ambienti di lavoro a basso livello di rumore contenenti macchinario. Strategie per il controllo del rumore (1998).

Aggiornamenti sul rischio Rumore
Valutazione, prevenzione e protezione nei luoghi di lavoro
incontri'12

METODO SEMPLIFICATO DI ANALISI ACUSTICA PER LA PROGETTAZIONE DI PICCOLI INTERVENTI DI RIDUZIONE DEL RISCHIO RUMORE PER I LAVORATORI ESPOSTI

Augusto Papa, Pasquale Addonizio

INAIL, Settore Ricerca certificazione e verifica, Dipartimento di Napoli

1 - PREMESSA

Si vuole presentare un metodo semplificato per consentire, al servizio di prevenzione e protezione aziendale, con le proprie risorse interne, di realizzare piccoli interventi di bonifica su macchinari ed impianti rumorosi, utili a ridurre l'esposizione al rischio dei lavoratori addetti al loro impiego.
Premesso che i livelli sonori all'interno di ambienti industriali dipendono da una molteplicità di fattori (la potenza acustica delle macchine e attrezzature presenti, dal loro stato di manutenzione, dal loro "lay out", dalla direzionalità del rumore proveniente dai vari elementi costituenti le apparecchiature, dalle caratteristiche di fono-assorbimento e riverbero delle parete del capannone, dalla posizione della postazione di lavoro, ecc), l'approccio *classico* alla bonifica per la risoluzione del problema rumore, si rivela, per quanto sopra, particolarmente complesso.
L'analisi acustica finalizzata alla mitigazione delle emissioni sonore, tra l'altro, è spesso prerogativa di esperti in acustica architettonica, i quali, estranei al sistema di prevenzione e protezione aziendale, e con poca conoscenza dell'intero ciclo produttivo, operano in un ottica *sorgente-orientata*, non mirata semplicemente alla tutela della postazione di lavoro. Ne consegue che le soluzioni proposte, sono spesso eccessive per le reali esigenze dell'impresa e possono anche comportare prolungati periodi di fermo macchina, in contrasto con quelle che sono le esigenze produttive aziendali.
L'approccio *classico,* risulta in definitiva, economicamente gravoso e di difficile attuazione, anche per le imprese volenterose di intervenire sulle criticità riscontrate per migliorare l'ambiente di lavoro. Questo, in particolar modo in questo periodo di crisi economica, dove si hanno budget di spesa molto limitati. Tali difficoltà, non devono precludere all'impresa, almeno la realizzazione di quelle piccole opere di mitigazione acustica che possono incidere positivamente sull'esposizione del personale a costi ridotti. Come ad esempio: pannellature per tetti di copertura, fasce perimetrali battiscopa o la chiusura di fori nei vani di lavorazione.
Si vuole proporre una metodologia semplificata, come strumento di ausilio alle imprese, che consenta agli addetti SPP, senza particolari competenze di acustica architettonica, di realizzare semplici, ma rilevanti in termini di riduzione del rischio

rumore, interventi di bonifica, agendo sulle tipiche aree critiche dei macchinari.
E' necessario ricordare che intervenire sulla sorgente del rumore è una scelta prioritaria, sempre da anteporre alla protezione dei lavoratori con l'impiego di otoprotettori, come sancito espressamente dal T.U. D.Lgs.81/2008.
Per adottare questo metodo semplificato, è necessario l'impiego di un fonometro integratore di classe 1, provvisto almeno dell'acquisizione parallela delle bande di frequenza e di registrazione del profilo temporale dei livelli sonori.
La cronologia delle azioni da intraprendere si può così sintetizzare:
Analisi delle fasi di lavoro ed individuazione delle zone/aree critiche dei macchinari o degli impianti rumorosi;
Misura del profilo temporale Laf del ciclo di lavoro per ciascuna postazione lavorativa e area critica riscontrata (con acquisizione anche degli spettri di frequenza);
Individuazione delle fasi più rumorose all'interno del profilo temporale ed estrapolazione, da questi intervalli, degli spettri di frequenza minimi fast;
Scelta dell'appropriata tipologia di soluzione tecnica per la bonifica (es. barriera, tunnel, incapsulamento, ecc);
Dimensionamento dei pannelli acustici a fronte del coefficiente di assorbimento necessario per ridurre teoricamente, il livello sonoro sotto la soglia degli 80 dBA, considerando le frequenze predominanti da mitigare.
Verrà, a scopo esemplificativo, presentato il caso di studio relativo alla riduzione dell'esposizione al rumore degli addetti ad una Macchina Taglierina Ribobinatrice nastri adesivi (**Foto 1**).

Foto 1 – Macchina Taglierina Ribobinatrice

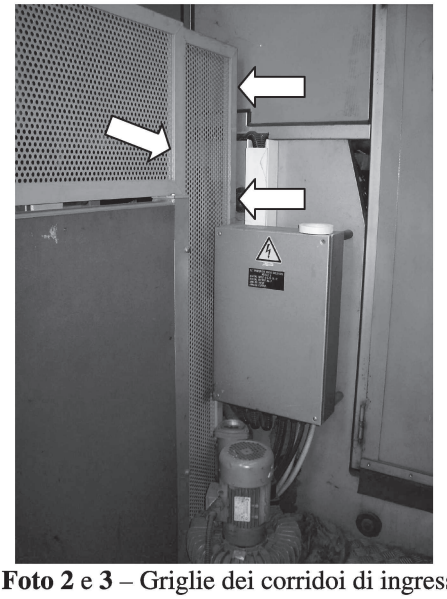
2 - ANALISI DELLE FASI DI LAVORO ED INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE/AREE CRITICHE DEI MACCHINARI O DEGLI IMPIANTI RUMOROSI

La macchina effettua lo srotolamento di grandi bobine di nastro adesivo su bobine più piccole, che poi vengono finite con il taglio in rotoli. La lavorazione avviene mediante l'impiego alternativo di due carrelli per l'approvvigionamento delle bobine, posti su retro macchina.
Caratteristiche della taglierina:

Larghezze di lavoro: da 1000 a 3200 mm;
Diametro max riavvolto: 600 mm;
Diametro interno bobine finite: da 3" a 6";
Sistemi di taglio: lamette - forbice di vario genere - coltelli a pressione;
Velocità meccanica: 600 mt./min;
Carico automatico anime o tubi;
Scarico automatico bobine finite;
Rifili con avvolgimento: centrale - periferico o aspirato.

2.1 ANALISI DELLE CRITICITÀ

Criticità I) Griglie Corridoi di ingresso alla cabina di controllo
In ciascuno dei due passaggi laterali destro e sinistro alla cabina di controllo, si evincono, poco prima delle porte di accesso, delle recinzioni costituite da griglie che coprono parti del vano di lavorazione. Tali recinzioni (come evidenziate nelle **Foto 2** e **3**) essendo forate risultano assolutamente inappropriate per l'isolamento acustico della porzione del vano di lavorazione che ricoprono.



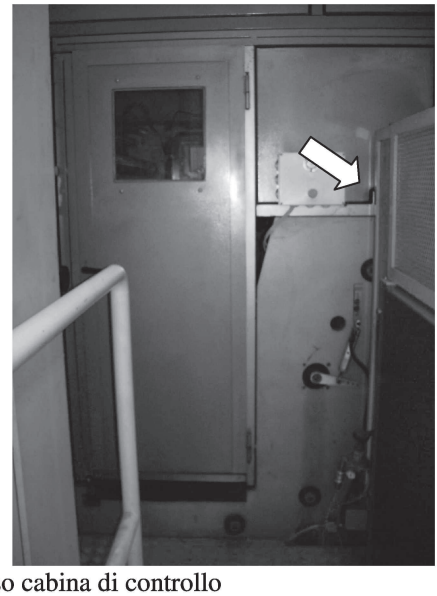


Foto 2 e **3** – Griglie dei corridoi di ingresso cabina di controllo

Criticità II) Fori nella cabina di controllo
E' necessario effettuare la sigillatura completa di tutti gli spazi vuoti presenti nella macchina, che potrebbero costituire punti di passaggio del rumore. In particolare sigillare le guarnizioni di tenuta con la copertura fonoassorbente/isolante della cabina, che presentano evidenti lacune in alcuni punti (**Foto 4**).

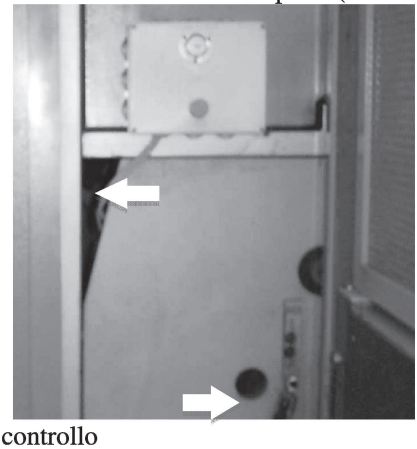


Foto 4: Fori cabina di controllo

Criticità III) Carrelli per approvvigionamento bobine
Sul retro macchina, gli accessi laterali da destra e sinistra, dei due carrelli nell'area di sbobinamento all'interno della macchina, risultano senza una chiusura ermetica che impedisca il passaggio del rumore. L'attuale sistema di mitigazione acustica, consistente esclusivamente in strisce di gomma rettangolari, non è integro, risulta consumato e privo di ogni minima funzionalità (**Foto 5**).

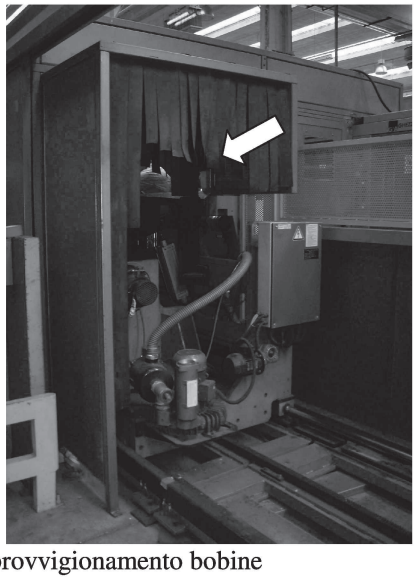


Foto 5: Carrello di approvvigionamento bobine

Criticità IV) Assenza di copertura del tetto della parte frontale della macchina
E' necessario realizzare una copertura del tetto della parte frontale della macchina perchè la stessa ne è completamente sprovvista.

Foto 6: Parte frontale della macchina priva di copertura

Criticità V) Assenza di fasce perimetrali battiscopa
La Taglierina-Ribobinatrice risulta priva di fasce perimetrali d'isolamento (in particolare sul retro) a chiusura con il pavimento (**Foto 7**). Le fasce/battiscopa oltre ad impedire il passaggio dell'aria e quindi del rumore, devono essere elementi desolidarizzanti tra la struttura e il piano di appoggio, il loro utilizzo corretto permette di integrare e migliorare le performance acustiche del sistema isolante.

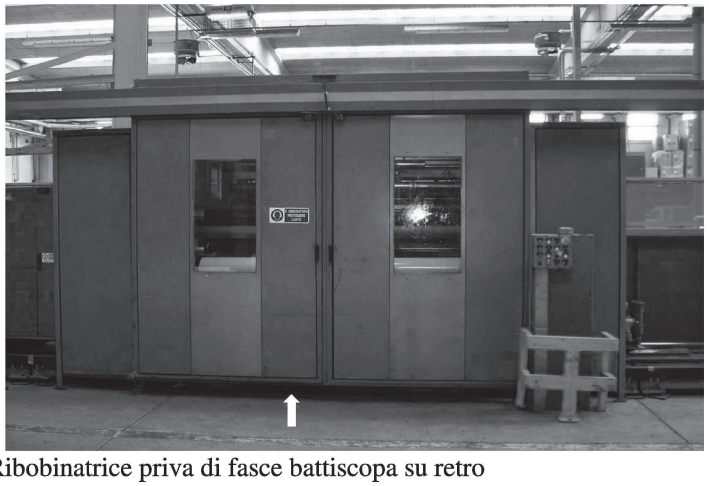


Foto 7: Ribobinatrice priva di fasce battiscopa su retro

I punti di misura e controllo sono scelti osservando le aree critiche della macchina, in questi punti si concentreranno le azioni e gli interventi di mitigazione acustica.
I punti individuati nel caso di studio, sono 5, come indicati in **Figura1**.

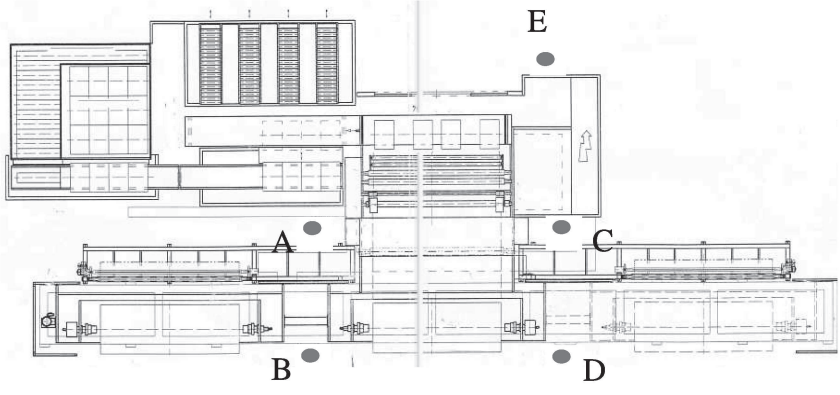


Figura 1: Pianta della Ribobinatrice e punti di misura

I punti di misura A e C sono adoperati per l'analisi delle criticità I e II (Griglie Corridoi e fori cabina controllo), mentre i punti B e D per le criticità III e V (carrelli e fasce perimetrali battiscopa). Il punto E è utilizzato per studiare la criticità IV (Copertura frontale macchina).
I punti B, D e E sono postazioni di lavoro.
Nello specifico: le postazioni B e D sono impiegate dagli addetti, a seconda dei casi, per il rifornimento di bobine nel carrello quando lo stesso è scaricato nel parcheggio di destra o di sinistra. La postazione E è la postazione di controllo e programmazione dal terminale pc.

3-MISURA DEL PROFILO TEMPORALE Laf DEL CICLO DI LAVORO PER OGNI POSTAZIONE DI LAVORO E AREA CRITICA RISCONTRATA (CON ACQUISIZIONE ANCHE DEGLI SPETTRI DI FREQUENZA)

La misura del profilo temporale del ciclo di lavoro nei punti indicati ci fornisce l'andamento dei livelli sonori nel tempo evidenziando le fasi più rumorose.

In particolare si evidenzia la fase di sbobinatura con livelli sonori stazionari che si attestano su valori attorno ai 100 dBA (**Figura 2**).

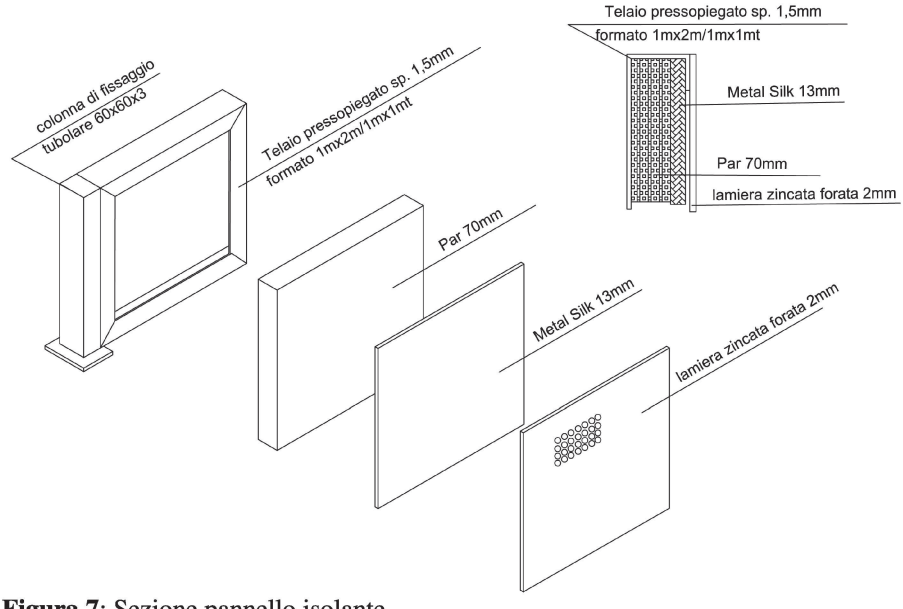


Figura 7: Sezione pannello isolante

La messa in opera dei pannelli và assegnata, per garantirne l'efficienza, ad una ditta specializzata, spesso accreditata dagli stessi fornitori dei materiali.

7 – CONCLUSIONI

Di seguito viene evidenziata l'effettiva riduzione dell'esposizione al rumore (fogli di calcolo ISO 9612 con calcolo dell'incertezza) dei lavoratori "addetti alla ribobinatrice", prima della bonifica, dopo gli interventi di bonifica, e infine con l'impiego degli otoprotettori, scelti e dimensionati sulla base delle misure.

1) Operazioni Ribobinatrice ciclo anteriore (punto E);
2) Operazioni Ribobintrice ciclo posteriore (punti A,B e C,D);
3) Operazioni settaggio macchina (rumore fondo Capannone);
4) Pausa tecnica cambio produzione;
5) Pausa fisiologica.

Tabella 1: Livelli sonori di esposizione lavoro condizione di emissione ante opera

RIFERIMENTO	1	2	3	4	5
TEMPO (h)	3,5	1	2,5	0,5	0,5
Leq,t dB(A)	89,7	101	79	76,2	76,2
$L_{Ex,8h}$ dB(A)	93,0 ±1,6 dBA				

Tabella 2: Livelli sonori di esposizione post opera senza otoprotettori

RIFERIMENTO	1	2	3	4	5
TEMPO (h)	3,5	1	2,5	0,5	0,5
Leq,t dB(A)	85	91	79	76,2	76,2
$L_{Ex,8h}$ dB(A)	**85,1 ± 1,3 dBA**				

Tabella 3: Livelli sonori di esposizione con impiego otoprottettori (*SNR 21)

RIFERIMENTO	1	2	3	4	5
TEMPO (h)	3,5	1,7	2	0,5	0,3
Leq,t dB(A)	71*	77*	79	76,2	76,2
$L_{Ex,8h}$ dB(A)	**76,2 ± 1,3 dBA < 80 dBA**				

Tabella 4: Riepilogo dei limiti D.Lgs.81/2008

Valori limite	$L_{EX,8h}$
limite di esposizione	87 dB(A)
superiore di azione	85 dB(A)
inferiore di azione	80 dB(A)

Il datore di lavoro, per questi lavoratori, dovrà comunque ottemperare agli obblighi previsti dal D.Lgs.81/2008, per la fascia di esposizione superiore agli 85 dBA.

Aggiornamenti sul rischio Rumore
Valutazione, prevenzione e protezione
nei luoghi di lavoro
incontri'12

ANALISI DEI COSTI E DEI BENEFICI DELLE INSONORIZZAZIONI NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

Stefano Ferrari

A.R.PA. Lombardia, Milano

1 - PREMESSA

Il lavoro [1] si pone come obiettivo principale l'analisi dei costi affrontati dalle aziende per bonificare gli ambienti di lavoro dove erano presenti elevati valori di esposizione al rumore, tanto da non essere conformi ai dispositivi previsti dalla normativa e tali da costringere i lavoratori a condizioni di lavoro molto gravose, sotto il profilo psicofisico.
Sostanzialmente si sono prese in esame aziende che hanno ridotto il valore di esposizione dei lavoratori di almeno 10/15 dB(A), riportando tale valore al di sotto di 85 dB(A), privilegiando le ditte che nel bonificare sono riuscite a "proteggere" il maggior numero di addetti, attraverso interventi diretti sui macchinari, come la creazione di cabine fisse.
Il periodo storico preso come riferimento è compreso tra il 1990 e il 2005, anche se la maggior parte degli interventi di bonifica acustica analizzati riguarda il decennio 1990-2000, in modo da poterne verificare l'efficacia sotto il profilo sanitario, analizzando sia le denunce di ipoacusia che i tracciati delle prove audiometriche, prima e dopo gli interventi di insonorizzazione.
I dati sono stati raccolti presso numerose aziende del settore metalmeccanico e tessile, soprattutto in Piemonte e Lombardia.
I valori economici relativi agli investimenti sono stati riportati al 2000 (valore ISTAT) in modo da poter confrontare le spese sostenute dall'INAIL, che proprio dal 2000 ha iniziato ad erogare gli indennizzi con la nuova disciplina prevista dal D.M 12 luglio 2000.
Parallelamente è stato condotto uno studio sulle denunce di ipoacusia per i dipendenti di alcune di queste aziende, al fine di monitorare l'andamento delle notifiche dopo alcuni anni dagli interventi di bonifica, per questo motivo, nello studio sono state privilegiate le aziende che hanno effettuato interventi negli anni 90, così da poterne valutare nel corso del decennio 2000-2010 l'andamento delle denuncie di ipoacusia.
Al fine di eseguire un'analisi più generale del fenomeno sono stati raccolti i dati di denuncie di ipoacusia dal 1994 al 2009, forniti dall'INAIL.

Il lavoro ha riguardato anche lo studio dei referti delle audiometrie di un certo numero di lavoratori presi a campione, sia tra chi ha operato per almeno 5 anni con valori di esposizione giornaliera superiore ai 90 dB(A) sia tra lavoratori che hanno lavorato con esposizioni pari a 80 dB(A).
Lo studio dei referti delle audiometrie è stato condotto soprattutto presso la Clinica del Lavoro e Riabilitazione Maugeri di Pavia. Tramite interviste al personale sanitario sono stati acquisiti numerosi referti di visite audiometriche considerati "casi di studio" per riconoscere ipoacusie di diversa natura.
L'analisi dei referti delle audiometrie è servita per dimostrare che una parte del personale esposto a valori superiore ai limiti di Legge (livello di esposizione maggiore di 90 dB(A), per alcuni anni, riporta evidenze patologiche desumibili dalle curve audiometriche.

2 - RACCOLTA DATI E RELATIVA METODOLOGIA

Al fine di effettuare un monitoraggio di tutti gli indicatori principali riconducibili alla patologia delle ipoacusie professionali sono stati acquisiti, da parte dell'INAIL, i dati delle malattie professionali dal 1994 al 2003 (**Tabella 1**). Tali dati sono ripartiti in modo da indicare anche il numero delle ipoacusie professionali, evidenziando la differenza tra denunciate e indennizzate.

Tabella 1: Malattie Professionali 1994-2003 INAIL

Anno	Dipendenti		Totale malattie professionali		di cui: Ipoacusia	
	Totale nazionale	Settore Industria	Denunciate	Indennizzate	Denunciate	Indennizzate
1994	14.418.000	4.325.000	35098	5362	20560	2736
1995	14.345.000	4.247.000	30809	4508	17971	2129
1996	14.458.000	4.194.000	30453	4449	17149	2042
1997	14.492.000	4.222.000	28104	4283	15886	1988
1998	14.700.000	4.320.000	26535	4004	13773	1746
1999	15.023.000	4.306.000	25253	4690	12580	2020
2000	15.381.000	4.275.000	25912	4287	11854	1566
2001	15.625.000	4.213.000	28359	4491	10905	1161
2002	15.933.000	4.258.000	26824	4752	7971	1174
2003	16.208.000	4.233.000	25237	4896	7076	1130

Nella **Tabella 1** abbiamo osservato la crescita dell'occupazione nazionale (dipendenti) e la sostanziale stasi del comparto dell'industria, mentre i tassi di incidenza delle ipoacusie subiscono cali nell'ordine del 70% per l'occupazione nazionale e del 58% per il comparto dell'industria, sempre nel decennio osservato (**Tabella 2**).
Risulta chiaro che l'aumento del numero di occupati a livello nazionale riguarda il comparto dei servizi, dove l'incidenza delle ipoacusie risulta sempre molto contenuto.

Tabella 2: Tasso ipoacusie ricavato dai dati occupazionali ISTAT 1994-2003.

Anno	tasso x 100.000 ipoacusie su occupati denunciati	tasso x 100.000 ipoacusie su occupati indennizzati	tasso x 100.000 ipoacusie su occupati industrie denunciati	tasso x 100.000 ipoacusie su occupati industrie indennizzati
1994	142,60	18,98	475,38	63,26
1995	125,28	14,84	423,15	50,13
1996	118,61	14,12	408,89	48,69
1997	109,62	13,72	376,27	47,09
1998	93,69	11,88	318,82	40,42
1999	83,74	13,45	292,15	46,91
2000	77,07	10,18	277,29	36,63
2001	69,79	7,43	258,84	27,56
2002	50,03	7,37	187,20	27,57
2003	43,66	6,97	167,16	26,70

Una possibile lettura di questa forte diminuzione delle denuncie di ipoacusie è sicuramente da ricercare nella risposta delle aziende ai disposti del Decreto Legislativo n°277 del 1991, che di fatto si sono trovate a dover intervenire con bonifiche acustiche direttamente sui macchinari laddove vi era il superamento dei limiti di esposizione. L'obbligo di comunicazione alle ASL, per i dipendenti con livelli di esposizione, sulle 8 ore, maggiore di 90 dB(A), ha contribuito ad aumentare la sensibilità degli imprenditori verso l'acustica interna dei reparti produttivi. Le associazioni degli imprenditori e gli ordini professionali, negli anni '90, favoriscono e organizzano programmi di formazione specifiche sulla materia, che fino ad allora non aveva incontrato alcun interesse.
Negli anni '90 cresce anche la professionalità del personale deputato ai controlli, attraverso programmi mirati di formazione, molte Asl acquistano i fonometri per poter eseguire i controlli strumentali presso le aziende, vengono svolti controlli ma anche studi di settore che permettono di acquisire molti dati rispetto ai livelli di esposizione al rumore sui luoghi di lavoro.

3 - VALUTAZIONE DEI DATI ACQUISITI

Sempre utilizzando i dati acquisiti dalle interviste ai datori di lavoro e Medici Competenti si è visto che i soggetti esposti al rumore sviluppavano deficit uditivi di vario tipo e quindi percentuali diverse di danno.
I risultati sono stati i seguenti: nel periodo precedente i lavori di bonifica, presso le aziende si riscontrava che il 15 % circa dei dipendenti, con livelli di esposizione, sulle 8h, superiori ai 90 dB(A), dopo circa 25 anni di attività, sviluppano ipoacusia professionale con indennizzo.
Abbiamo considerato che il 15% della popolazione dei 912 operai, con una incidenza di 5 casi/anno, risulta così suddiviso: la metà ottiene un'invalidità media del 10%, per ipoacusia professionale che, confrontata con le relative tabelle INAIL, prevede un indennizzo con quota capitale diverso a seconda dell'età anagrafica, dai 20.000.000 Lire ai 10.000.000 Lire.
Assumendo come età media di insorgenza dell'ipoacusia sensoriale i 43 anni, con 25 anni di esposizione, si assume un indennizzo di Lire 15.000.000 in quota capitale, che diventa pari a 7.746 euro (8.418, 35 dopo il 1.1.2008) dopo al conversione nella valuta Euro, per la metà della nostra popolazione indennizzata.
La restante metà risulta con un punteggio medio di invalidità del 20%, indennizzata con rendita di 2.800.000 lire/anno, indipendentemente dall'età della persona. Tale cifra convertita in euro risulta pari a 1.446 euro/anno, rivalutata dell' 8,68% , diventa 1571,51 . Per il calcolo dell'esborso medio da parte dell'INAIL, delle somme in rendita, si è fatto riferimento agli ultimi dati di età media uomini, pari a 78 anni.
Si segnala che nel 2009 è entrato in vigore il Decreto del Ministro del lavoro, della salute e delle politiche sociali e del Ministro dell'economia e delle finanze del 27 marzo 2009 "Determinazione, a decorrere dal 2008, dell'aumento in via straordinaria delle indennità dovute dall'INAIL a titolo di recupero del valore dell'indennità risarcitoria del danno biologico". Tale normativa comporta l'aumento delle indennità dovute dall'INAIL a titolo di recupero del valore dell'indennità risarcitoria del danno biologico nella misura dell'8,68%, pari al 50% della variazione dell'indice ISTAT dei prezzi al consumo per le famiglie di operai e impiegati intervenuta da luglio 2000 a dicembre 2007. Tale aumento, rivestendo carattere di straordinarietà, non comporta un aggiornamento delle tabelle del danno biologico per il quale la stessa Legge welfare rinvia all'introduzione da parte del legislatore di un meccanismo automatico di adeguamento.
Per quanto riguarda, invece, gli indennizzi in capitale, l'incremento si applica agli importi erogati a seguito di provvedimenti emanati a partire dal 1° gennaio 2008. (Circolare n. 37 del 7 luglio 2009 -DIREZIONE GENERALE - DIREZIONE CENTRALE PRESTAZIONI).
Al fine di calcolare il mancato esborso INAIL per le persone protette dai lavori di bonifica acustica abbiamo utilizzato il dato dei 912 operai, calcolando l'incidenza di 5 indennizzi annui (2,5 al 10% e 2,5 al 20%). Verificato che l'indennizzo avviene mediamente a 43 anni, dopo esposizione di 25 anni, si è calcolato il risparmio INAIL sia per la quota capitale che per gli indennizzi, fino all'età di 78 anni, considerata l'età media dei maschi (fonte ISTAT 2007).

I conteggi restituiscono un saldo positivo di 700.281 euro confrontando gli investimenti intrapresi dalle aziende con il risparmio per gli indennizzi INAIL, nella proiezione dei 35 anni, calcolato considerando una vita media di 78 anni per gli uomini di 43 anni.
Alla somma degli indennizzi INAIL non si è attribuito alcun tasso di sconto, in quanto sono stati calcolati i flussi di cassa reali dell'ente, al netto degli aumenti previsti dal Decreto del Ministro del lavoro, della salute e delle politiche sociali e del Ministro dell'economia e delle finanze del 27 marzo 2009, che per il futuro prevede l'introduzione da parte del legislatore di un meccanismo automatico di adeguamento delle tabelle di indennizzo.

4 - INVESTIMENTI DELLE AZIENDE

I lavori di bonifica acustica, eseguiti presso le aziende coinvolte nello studio hanno portato alla protezione 912 operai, con un costo totale di 2.485.929 Euro, nel 2000 (**Tabella 3**).
Tali investimenti hanno permesso alle aziende di mantenere livelli di esposizione conformi alla normativa vigente e di evitare ipoacusie professionali che sarebbero costate all'INAIL 3.186.210 Euro nei successivi 35 anni. Tale cifra comprende tutti gli indennizzi (sia in capitale che in rendita), considerando una popolazione media composta da operai uomini, di 43 anni con esposizione di 25 anni e aspettativa di vita fino ai 78 anni.

Tabella 3: elenco aziende con relativi dati di investimento e numero operai protetti

N° progressivo	Anno investimento	Milioni lire	Numero Operai Protetti
1	1990	60	60
2	1990	36	10
3	1993	130	30
4	1994	147	60
5	1994	200	150
6	1994	225	40
7	1995	280	20
8	1995	225	30
9	1996	100	35
10	1997	1440	80
11	1997	150	80
12	1997	95	12
13	1998	210	80
14	1999	50	15
15	1999	150	40
16	1999	464	80
17	1999	115	10
18	1999	125	40
19	1999	348	40
Totale		4550	912

5 - CONFRONTO CON LA NORMATIVA

Il D.Lgs.277/91 [8] prevedeva che se, nonostante l'applicazione delle misure organizzative, l'esposizione quotidiana personale di un lavoratore al rumore risultava ancora superiore a 90 dBA o il valore della pressione acustica istantanea non ponderata risultava superiore a 140 dB (200Pa), il datore di lavoro comunicava all'organo di vigilanza, le misure tecniche ed organizzative applicate, informando i lavoratori ovvero i loro rappresentanti. Tale obbligo, non più presente nella normativa attuale, rendeva molto sensibili i datori di lavoro alle problematiche legate all'esposizione dei lavoratori al rumore.
Per bilanciare i costi d'investimento delle aziende dobbiamo però considerare il mancato esborso per sanzioni economiche dirette, ma anche ai costi legali indotti dai procedimenti penali che avrebbero coinvolto i Legali Rappresentanti delle aziende, se non avessero effettuato gli interventi diretti sui macchinari.

6 - CONTRIBUTI INAIL E OSCILLAZIONE PER PREVENZIONE

Per quanto riguarda la parte contributiva, ogni azienda deve versare dei contributi assicurativi all'INAIL, al fine di garantire ad ogni singolo dipendente un indennizzo in caso di infortunio o malattia professionale. Tale contributo varia a seconda del profilo professionale del dipendente, si pagherà il massimo del premio per la categoria "operai", perché più esposta al rischio infortunio e la tariffa minima per gli impiegati.
Oltre a questa ovvia differenza di premio vi sono delle oscillazioni che variano da ditta a ditta, in base all'entità e frequenza degli infortuni sul lavoro o denuncia di malattie professionali, si tratta di una formula molto simile al bonus malus delle assicurazioni automobilistiche, dove la gestione della sicurezza aziendale determina un coefficiente di premio da applicare a tutti i dipendenti.
Dalle interviste effettuate presso alcune aziende, considerate nella media per accadimenti infortunistici, nel comparto metalmeccanico, si è ricavato un dato medio di 190 euro per operaio, ogni anno, come premio assicurativo INAIL.
Volendo analizzare altre eventuali spese delle aziende potremmo considerare le spese legali, anche se per la problematica di ipoacusia professionale, solo nel caso di opposizione della azienda ad un eventuale nesso causale, determina un procedimento con la necessità di assistenza di un legale di fiducia. In riferimento al Decreto Ministeriale 3 dicembre 2010, che ha riscritto il testo dell'articolo 24 del D.M. 12.12.2000, l'INAIL premia con uno "sconto" denominato "oscillazione per prevenzione", le aziende, operative da almeno un biennio, che eseguono interventi per il miglioramento delle condizioni di sicurezza e di igiene nei luoghi di lavoro, in aggiunta a quelli minimi previsti dalla normativa in materia (D.Lgs.81/2008 e successive modifiche e integrazioni).
L' "oscillazione per prevenzione" riduce il tasso di premio applicabile all'azienda, determinando un risparmio sul premio dovuto all'INAIL.
In base, la riduzione di tasso è riconosciuta in misura fissa (in relazione al numero dei lavoratori-anno del periodo) come da **Tabella 4**.

Tabella 4: riduzione dei tassi sui premi INAIL in funzione dei lavoratori occupati

lavoratori-anno	riduzione
fino a 10	30%
da 11 a 50	23%
da 51 a 100	18%
da 101 a 200	15%
da 201 a 500	12%
oltre 500	7%

Possono accedere a tale sconto tutte le Aziende in possesso dei requisiti per il rilascio della regolarità contributiva ed assicurativa ed in regola con le disposizioni obbligatorie in materia di prevenzione infortuni e di igiene del lavoro (pre-requisiti). In aggiunta, è necessario che l'azienda abbia effettuato, nell'anno precedente a quello in cui chiede la riduzione, interventi di miglioramento nel campo della prevenzione degli infortuni e igiene del lavoro.

7 – CONCLUSIONI

Dopo un'attenta analisi dei dati illustrati possiamo concludere che, rispetto a quanto osservato, la prevenzione dell'insorgenza di ipoacusie sensoriali sui luoghi di lavoro comporta valori d'investimento inferiori rispetto i costi sociali, rappresentati esclusivamente dagli indennizzi INAIL.
Questo studio non ha tenuto conto delle spese sanitarie (protesi, visite specialistiche, ecc) e neppure dei costi sociali relativi alle giornate di lavoro perse che sicuramente rafforzerebbero il saldo positivo, già calcolato con i soli dati degli indennizzi INAIL.
Naturalmente stiamo confrontando costi e benefici relativi a soggetti diversi, infatti sono le aziende ad investire per bonificare i macchinari e tale beneficio diventa un risparmio per le casse dell'INAIL. Bisogna però ricordare che dal 1991, le aziende sono state praticamente obbligate ad intervenire con opere di insonorizzazione, proprio in virtù del Decreto Legislativo 277/91[8], che poneva il valore di $L_{EP,8h}$ superiore ai 90 dBA, come un limite da non superare, indipendentemente dell'uso dei DPI acustici.
Nei casi presi in esame la media delle riduzioni del livello di esposizione, sulle 8 ore è stato di 10-15 dBA, dai 95dB(A) a 80 dB(A).
In considerazione del fatto che le ipoacusie rappresentano una percentuale determinante delle malattie professionali indennizzate dall'INAIL (23% nel 2003, 21% nel 2004 e 16% nel 2009) si potrebbe pensare a campagne mirate per incentivare interventi di bonifica acustica tesi ad eliminare il rischio rumore, attraverso interventi diretti sui macchinari, che portino tutti i dipendenti ad un livello di esposizione pari o inferiore ai 80 dB(A). Si evidenzia che dal 2010 l'INAIL ha innalzato le riduzioni del "tasso di premio"per le aziende che aderiscono all'Oscillazione per la Prevenzione, investendo in interventi per il miglioramento delle condizioni di sicurezza e di igiene nei luoghi di lavoro, raggiungendo standard superiori ai minimi previsti dal D.Lgs.81/2008 .

Naturalmente in contropartita, sarebbe necessario proporre consistenti sconti del tasso di premio, nella misura del 25-30%, anche per le grandi aziende, al fine da rendere l'investimento sostenibile sul medio/lungo periodo.
Negli ultimi anni si è osservata una diminuzione degli investimenti aziendali per le bonifiche delle attrezzature industriali che potrebbe essere ricondotta a diversi fattori. Volendo analizzare gli aspetti positivi possiamo affermare che i nuovi macchinari vengono progettati e prodotti con una tecnologia migliore rispetto al passato e soprattutto ponendosi il problema dell'esposizione al rumore già in fase progettuale.
Bisogna però precisare che dall'entrata in vigore del D.Lgs.195/2006 e poi 81/2008 si osserva che l'opzione più utilizzata per ridurre il livello di esposizione dei lavoratori resta l'elaborazione ed applicazione di un programma di misure tecniche e organizzative per ottimizzare i tempi di esposizione dei lavoratori. Tali accorgimenti spesso vengono utilizzati in modo strumentale e frequentemente restano degli impegni "sulla carta" senza trovare una reale applicazione nell'organizzazione aziendale. Per questo motivo è importante che sia i lavoratori che i Rappresentanti di Lavoratori della Sicurezza (R.L.S.), partecipino e siano informati dei contenuti della Valutazione del Rischio (Informazione e formazione prevista dal D.Lgs.81/2008).
Possiamo anche affermare, dopo numerose interviste con Medici Competenti, che il dato di ipoacusie professionali potrebbe essere sottostimato, si è infatti osservato che numerose visite eseguite in passato, presso le aziende, non venivano eseguite in camere audiometriche e di conseguenza è facile immaginare una sottostima delle ipoacusie professionali. Oltre al bilancio dei costi e dei benefici possiamo osservare che un livello di esposizione, sulle 8 ore, superiore ai 90 dBA, pone il soggetto in condizioni di lavoro considerate estreme sotto il profilo psicofisico.
Un recente studio [3] dell'Istituto Nazionale di Sanità Pubblica del Quebec (Canada) ha dimostrato come l'esposizione ad ambienti estremamente rumorosi ($L_{eq,8h} \geq 90$ dBA) sia associata ad un maggiore rischio relativo agli incidenti sul luogo di lavoro. Le conclusioni di questo studio suggeriscono di ridurre l'esposizione al rumore al fine di contribuire a una maggiore sicurezza nelle industrie rumorose, I lavoratori non udenti assegnati a postazioni di lavoro rumorose devono essere muniti di dispositivi di assistenza ascoltanti e dovrebbero essere attuate strategie di comunicazione efficaci.

8 - BIBLIOGRAFIA

[1] Stefano Ferrari; Tesi di Laurea Magistrale in Scienze delle Professioni Sanitarie della Prevenzione
[2] Giovanni Brambilla, Giuseppe Rosci: il taglio silenziato nel comparto lapideo per un'efficace protezione acustica dei lavoratori addetti – 32° Convegno Nazionale AIA – Ancona, 2005.
[3] S A Girard, M Picard, A C Davis, M Simard, R Larocque, T Leroux, F Turcotte - Multiple work-related accidents: tracing the role of hearing status and noise exposure - Istitut National de santé publique du Québec (Canada).

[4] Stefano Casini: Rumours, un software per aiutare la valutazione dell'origine professionale dell'ipoacusia. Atti del convegno "***dBA'98*** - Dal rumore ai rischi fisici" – USL Modena, 1998.
[5] Organizzazione mondiale della sanità - World Health Statistics 2007.
[6] ISO 1999/1990 Acoustisc - Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment.
[7] Andrea Bucciarelli: Malattie professionali da Agenti Fisici, i dati, le novità. Atti del convegno "***dBA 2010*** - Rischi Fisici" - Modena.
[8] Decreto Legislativo n°277 del 15 agosto 1991.
[9] Direttiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 6 febbraio 2003 "Sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore)" pubblicata sulla G.U. dell'U.E. L 42 del 15.02.2003.
[10] Decreto Legislativo n° 195 del 30 maggio 2006, emanato in recepimento alla Direttiva 2003/10/CE.
[11] Testo Unico - Decreto Legislativo n.81/08 Titolo VIII capo I e II (in vigore dal 15/05/2008 – 30/07/2008 - 01/01/2009).

QUANTI DPI PER L'UDITO VI SONO IN COMMERCIO?

Marco Vigone

IEC – Industrial Engineering Consultants, Torino
Presidente Commissione Sicurezza dell'UNI

1 - PREMESSA

Sul quotidiano *"La Repubblica"* di domenica 19 agosto 2012 è stato pubblicato un articolo di Riccardo Stagliano dal titolo *"Sound of Silence – Vivere senza rumore"*, articolo che iniziava testualmente così:

> *"L'open space è un abominio. C'è la collega che spiega le ricette al telefono alla figlia, quello che commenta le partite, azione per azione, e l'altro che convoca riunioni fiume a mezzo metro dal tuo orecchio. Non vorreste seguire le loro conversazioni ma la mente, come il cuore, è una zingara è va. Per quanto proviate a tenerla ferma sul bersaglio, non c'è verso. L'ufficio senza muri è un'arma di distrazione di massa. L'abbiamo sempre saputo, senza averne le prove. Ce le ha fornite Julian Treasure, di mestiere sound architect, relatore all'ultima Ted Conference di Edimburgo: "in spazi del genere siete produttivi un terzo di quanto non lo sarete in una stanza tranquilla. Se dovete lavorarci,* ***portatevi delle cuffie****.*
> *Non faranno di voi un campione di simpatia, ma almeno riuscirete a concludere qualcosa. ..... Il suono del silenzio è diventato l'ultimo lusso.*
> *Non è un caso che i capi abbiano una stanza tutta per sé: anche i peones però possono reclamare, a basso costo, la loro indipendenza acustica. Cuffie e tappi per le orecchie diventano così monolocali virtuali. Da noi è ancora raro. Se cercate "tappi orecchie" su Amazon.it vengono fuori dieci risultati. Fate lo stesso esperimento sull'omologo sito americano e sarete inondati da oltre 198000 ear plug."*

Non volendo entrare sulla correttezza o meno del tipo di telefonate segnalate dall'autore dell'articolo, il problema del mancato "silenzio" degli open space così come di molti luoghi di lavoro è ed era a noi acustici ben nota fin almeno dagli anni settanta, anni nei quali è iniziata in Italia la vera informazione e "lotta" al disturbo da rumore ed alla ben più grave ipoacusia da rumore, cioè alla sordità professionale.
E' da quegli anni che l'industria che produce **D**ispositivi di **P**rotezione **I**ndividuale (DPI) ha iniziato ad occuparsi seriamente della protezione da rumore, anche se come

ovvio la vera protezione, in questo caso – come in tutti gli altri – è sempre quella collettiva (cioè sulla sorgente) e non quella individuale.
L'evoluzione tecnologica ha fatto sì, come evidenziato nell'articolo giornalistico citato, che i DPI per l'udito abbiano avuto in questi quarant'anni uno sviluppo tecnologico notevolissimo ed esistano oggi DPI che possono "confortevolmente" proteggere gli addetti ad operazioni industriali da rumori ad elevati livelli di emissione, così come ridurre/eliminare gli effetti di disturbo segnalati nell'articolo citato.

2 - I DPI PER L'UDITO ESISTENTI SUL MERCATO

I DPI che forniscono dichiarazioni dell'attenuazione del rumore fornita sono quelli di tipo professionale che devono rispettare precise disposizioni legislative europee ed in particolare la Direttiva 89/686/CEE recepita in Italia con il D.Lgs.475/92. Le modalità di utilizzo sui luoghi di lavoro sono contenute nel titolo III del D.Lgs.81/2008 e smi.
Poiché la Direttiva europea citata, e conseguentemente il suo recepimento italiano, impongono che i DPI per l'udito – così come tutti gli altri DPI – per poter essere immessi sul mercato devono essere certificati, almeno come prototipo, da un Organismo Notificato, cioè da un ente a questo espressamente autorizzato – per esempio in Italia da Ministero dello Sviluppo Economico, sono state elaborate specifiche norme tecniche di collaudo per ognuno di questi tipi di DPI e solo questi sono certamente ufficialmente commerciabili.
Solo i DPI per l'udito che rispettano i requisiti delle norme sotto riportate possono essere commercializzate come dispositivi di protezione individuale, sarà comunque compito del Datore di lavoro individuare fra tutti quelli presenti sul mercato quello che ha l'attenuazione ed il funzionamento adatto al lavoro da svolgere:

UNI EN 352-1 Protettori dell'udito – Requisiti generali – Parte 1: Cuffie.
UNI EN 352-2 Protettori dell'udito – Requisiti generali – Parte 2: Inserti.
UNI EN 352-3 Protettori dell'udito – Requisiti generali – Parte 3: Cuffie montate su un elmetto di protezione per l'industria.
UNI EN 352-4 Protettori auricolari - Requisiti di sicurezza e prove - Parte 4: Cuffie con risposta in funzione del livello sonoro.
UNI EN 352-5 Protettori dell'udito - Requisiti di sicurezza e prove - Parte 5: Cuffie con controllo attivo della riduzione del rumore.
UNI EN 352-6 Protettori dell'udito - Requisiti di sicurezza e prove - Parte 6: Cuffie con comunicazione audio.
UNI EN 352-7 Protettori dell'udito - Requisiti di sicurezza e prove - Parte 7: Inserti con attenuazione in funzione del livello sonoro.
UNI EN 352-8 Protettori auricolari - Requisiti di sicurezza e prove - Parte 8: Cuffie con possibilità di ascolto audio non legato al lavoro.

Per la certificazione dei DPI per l'udito gli Organismi Notificati, oltre alle norme specifiche su riportate, utilizzano anche le seguenti norme tecniche:

UNI EN 13819-1 Protettori dell'udito - Prove - Parte 1: Metodi di prova fisici
UNI EN 13819-2 Protettori dell'udito - Prove - Parte 2: Metodi di prova acustici:
UNI EN 24869-1 Acustica. Protettori auricolari. Metodo soggettivo per la misura dell'attenuazione sonora.
UNI EN ISO 4869-2 Acustica - Protettori auricolari - Stima dei livelli di pressione sonora ponderati A quando i protettori auricolari sono indossati
UNI EN ISO 4869-3 Acustica - Protettori auricolari - Parte 3: Misurazione della perdita per inserzione delle cuffie usando una installazione di prova
UNI EN ISO 4869-4 Acustica - Protettori auricolari - Misurazione dei livelli effettivi di pressione sonora all'interno delle cuffie destinate alla riproduzione.

Esiste ancora una norma estremamente importante per il Datore di lavoro, norma che nell'edizione precedente all'attuale, è contenuta nel DM 2 maggio 2001 *"Criteri per l'individuazione e l'uso dei dispositivi di protezione individuale (DPI)"*, ovverosia la norma:

UNI EN 458 Protettori dell'udito - Raccomandazioni per la selezione, l'uso, la cura e la manutenzione - Documento guida.

In questa norma è riportata una tabella estremamente importante per la scelta del protettore, Tabella che riporta la stima della protezione di un DPI dell'udito:

LIVELLO EFFETTIVO ALL'ORECCHIO (dBA)	STIMA DELLA PROTEZIONE
• maggiore di 80	• insufficiente
• tra 75 e 80	• accettabile
• tra 70 e 75	• buona
• tra 65 e 70	• accettabile
• minore di 65	• troppo alta (iperprotezione)

Non si approfondisce ulteriormente l'argomento non essendo questo il tema principale di questa relazione rimandando agli atti del dBA del 2006 ed in particolare alla relazione elaborata dall'Ing. Giuseppe Elia *"Valutazione dell'efficienza e dell'efficacia dei DPI uditivi ai fini della scelta dei DPI ottimali e del rispetto dei valori limite"*.

Si analizzano ora i vari tipi e le relative caratteristiche dei DPI dell'udito esistenti.

2.1 - CUFFIE

La norma UNI EN 352 – 1 definisce cuffia *"il protettore dell'udito costituito da una conchiglia da premere contro ognuno dei due padiglioni auricolari o da una conchiglia circumaurale da premere contro la testa attorno ai padiglioni. Le conchiglie possono essere premute contro la testa con un archetto di sostegno o con un dispositivo montato su un elmetto di protezione o altra attrezzatura."*

In **Figura 1** si riporta un esempio di cuffia, anche se la sua conformazione è nota a tutti.

Figura 1: Cuffia

Le cuffie sono certamente i protettori per l'udito che permettono di garantire i più elevati livelli di attenuazione, in alcuni casi anche di alcune decine di decibel.
Molto spesso le conchiglie delle cuffie, mantenendo pari efficacia di attenuazione, sono montate su elmetti di protezione della testa, come in **Figura 2**, per incrementarne il confort complessivo.

Figura 2: Cuffia con elmetto

In questa conformazione le cuffie devono però essere specificatamente certificate e quindi non è possibile utilizzare cuffie certificate singolarmente ed utilizzarle su degli elmetti. L'utilizzatore deve assicurarsi che l'elmetto con le cuffie sia stato, per la protezione al rumore, specificatamente certificato nel suo insieme da un organismo notificato.
Un esempio di tabella dei dati di attenuazione contenuta nel rapporto di prova che l'Organismo notificato rilascia al costruttore del DPI è riportata nella **Tabella 1** e questi sono i valori che il fabbricante deve riportare nelle sue informazioni tecniche da rilasciare all'utilizzatore finale.

Frequenza in Hz *Frequency in Hz*	Valore medio in dB *Mean value in dB*	Deviazione standard in dB *Standard deviation in dB*	Valore APV in dB *APV-value in dB*
125	14,0	2,8	11,2
250	20,8	4,8	16,0
500	28,2	5,0	23,2
1000	34,2	5,6	28,6
2000	39,4	3,3	36,1
4000	40,9	4,6	36,3
8000	28,1	6,0	22,1
Valore SNR *SNR-value* **27** dB	Valore H *H-value* **29** dB	Valore M M-*value* **25** dB	Valore L *L-value* **18** dB

2.2 - INSERTI

Questi DPI per l'udito sono certamente i più diffusi e noti. La norma UNI EN 352 – 2 definisce inserto "protettore dell'udito portato all'interno del condotto uditivo esterno (aurale) o nella conca, contro l'imbocco del condotto uditivo esterno (semi-aurale)".
Gli inserti possono essere monouso o riutilizzabili, adattabili o preformati, sagomati ovvero personalizzati, singoli o montati su archetto.

In **Figura 3** si riportano alcuni inserti esistenti sul mercato per puro esempio.

Figura 3: Inserti

In funzione della conformazione forniscono attenuazioni totalmente diverse da pochi decibel fino a 25-30dB come in quello sperimentale i cui dati di attenuazione sono sotto riportati:

Frequenza in Hz *Frequency in Hz*	Valore medio in dB *Mean value in dB*	Deviazione standard in dB *Standard deviation in dB*	Valore APV in dB *APV-value in dB*
125	13,9	1,7	12,2
250	16,2	2,0	14,2
500	23,1	2,8	20,3
1000	29,2	2,6	26,6
2000	33,5	2,9	30,6
4000	38,2	5,7	32,5
8000	33,8	4,7	29,1
Valore SNR *SNR-value* **26** dB	Valore H *H-value* **30** dB	Valore M *M-value* **23** dB	Valore L *L - value* **17** dB

2.3 - CUFFIE CON RISPOSTA IN FUNZIONE DEL LIVELLO SONORO

La norma UNI EN 352 – 4 definisce cuffia con risposta in funzione del livello sonoro quella cuffia *"dotata di circuito elettronico elettroacustico destinato a riprodurre i suoni esterni di livello più basso nel canale uditivo, di solito fornendo al contempo l'attenuazione di suoni di livello più alto per mezzo di una funzione di guadagno dipendente dal livello"*.

Sono DPI estremamente innovativi, non molto diffusi anche se potrebbero risolvere situazioni molto critiche. In presenza di bassi livelli di suono esterno i microfoni posizionati sulle cuffie captano il segnale e, tramite il circuito elettronico inserito nella cuffia, amplifica il segnale stesso e mediante un altoparlante presente in ogni conchiglia della cuffia lo rende più udibile.
In presenza di elevati livelli di rumore esterno il circuito elettronico riduce il livello al di sotto di valori di rischio o non interviene e l'attenuazione viene garantita dalla cuffia stessa con l'attenuazione passiva dovuta dal materiale con il quale le conchiglie sono costruite.
Queste cuffie migliorano, pertanto, l'udibilità delle comunicazioni vitali e le segnalazioni di sicurezza riducendo il rumore ambientale.
Importante è che il suono presente nelle conchiglie delle cuffie non superi comunque i 75 dBA.

Esteticamente sono del tutto simili ad una cuffia normale come visibile nella **Figura 4.**

Figura 4: Cuffie con risposta in funzione del livello sonoro

2.4 - CUFFIE CON CONTROLLO ATTIVO DELLA RIDUZIONE DEL RUMORE

La norma UNI EN 352 – 5 definisce cuffia con controllo attivo della riduzione del rumore quella cuffia dotata di un circuito elettronico che, se acceso, consente la riduzione del rumore grazie ad un contro rumore eguale e contrario a quello reale.

Le applicazioni sono ormai numerosissime con funzionamento consolidato e non più sperimentale.

Come noto il contro rumore funziona molto bene alle basse frequenze, frequenze alle quali invece i materiali utilizzati per la costruzione delle cuffie ottengono la minima attenuazione sonora. Queste cuffie, che hanno un aspetto estetico del tutto simile a quello rappresentato in **Figura 4**, forniscono uno spettro di attenuazione praticamente *"piatto"*, cioè quasi eguale su tutte le frequenze del campo udibile come visibile nella **Figura 5**.

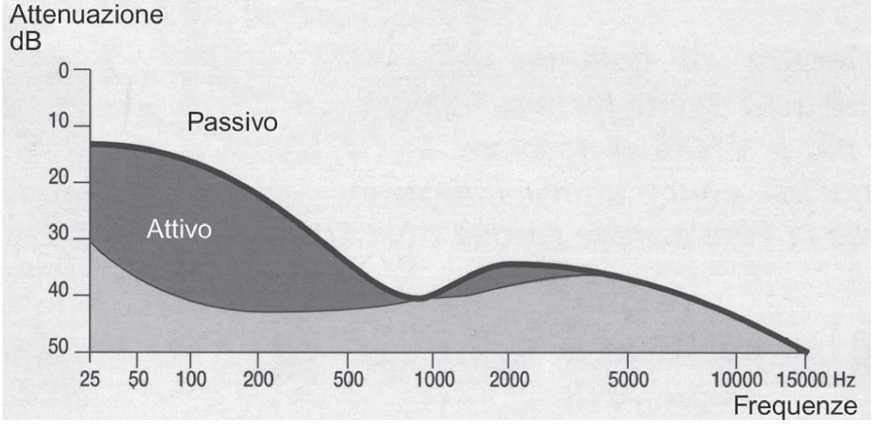


Figura 5: Curva di attenuazione di una cuffia a controllo attivo

Il sistema di funzionamento di queste cuffie è rappresentato in **Figura 6**.

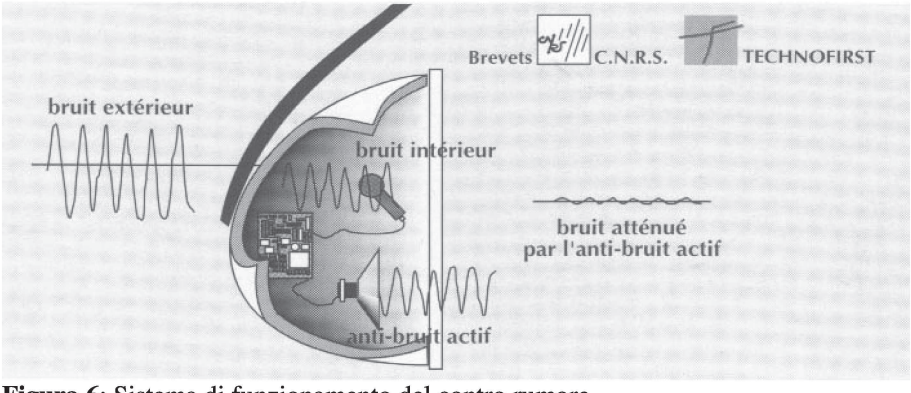


Figura 6: Sistema di funzionamento del contro rumore.

Questi DPI permettono di raggiungere attuazioni estremamente elevate anche superiori a 70 dBA.

2.5 CUFFIE CON COMUNICAZIONE AUDIO

La norma UNI EN 352 – 6 specifica disposizioni tecniche relative a quelle cuffie la cui prestazione acustica passiva può essere integrata da un dispositivo di comunicazione audio o da un circuito ai fini della sicurezza.
Le cuffie con comunicazione audio sono progettate e costruite per fornire, pertanto, informazioni verbali e/o segnali di avvertimento, oltre ad attenuare il rumore superiore ai livelli limite. Esse possono essere utilizzate in diversi settori lavorativi quali ad esempio: comunicazioni nel traffico aereo, forze armate e di polizia, settore dell'intrattenimento e delle trasmissioni radio-TV, in ambienti rumorosi nei quali si devono ricevere informazioni verbali riguardanti il lavoro da svolgere o di sicurezza o dove risulta impossibile percepire segnali di avvertimento.
In **Figura 7** si riporta una cuffia esistente sul mercato.

Figura 7: Cuffia con comunicazione audio

Questo tipo di cuffia presenta un grosso problema: nell'utilizzo reale, si potrebbe verificare il caso in cui un operatore si trova in un ambiente con un rumore non impulsivo (continuo o variabile) avente ad esempio un livello di 90 dBA. Indossando una cuffia con impianto audio spento e con attenuazione avente un valore di SNR di 28 dB l'operatore sarebbe protetto entro il valore inferiore d'azione previsto dal D.Lgs. 81/08. Attivando il dispositivo audio, se le comunicazioni che arrivano all'orecchio dell'operatore hanno un livello di emissione in cuffia pari ad 80 dBA il livello all'interno della cuffia prodotto dalla somma dei due livelli presenti potrebbe causare all'operatore un livello di esposizione anche superiore agli 87 dBA, come noto vietati.

Quando si devono utilizzare questi tipi di cuffia occorre, pertanto, accertare anche qual è il livello sonoro emesso durante la trasmissione verbale o dei segnali e tenerne conto nella valutazione dell'esposizione dell'operatore che li utilizzerà e della *"bontà"* del DPI scelto.

2.6 INSERTI CON ATTENUAZIONE IN FUNZIONE DEL LIVELLO SONORO

La norma UNI EN 352 – 7 definisce inserto con risposta in funzione del livello sonoro quell'inserto *"dotato di circuito elettronico elettroacustico destinato a riprodurre i suoni esterni di livello più basso nel canale uditivo, di solito fornendo al contempo l'attenuazione di suoni di livello più alto per mezzo di una funzione di guadagno dipendente dal livello"*.

Questi DPI per l'udito, così come le cuffie già richiamate nel paragrafo 2.3, ripristinano il suono esterno, attenuando i suoni ad alto livello e possono essere utilizzati in ambienti con rumore impulsivo o variabile e dove è necessario che risultino udibili segnali di avvertimento.

Sono DPI estremamente innovativi, non molto diffusi anche se potrebbero risolvere situazioni molto critiche. In presenza di bassi livelli di suono esterno il microfono posizionato nel circuito elettronico inserito nell'inserto capta il segnale e, tramite il circuito elettronico stesso inserito, amplifica il segnale e mediante un altoparlante presente cuffia lo rende più udibile. In presenza di elevati livelli di rumore esterno il circuito elettronico riduce il livello al di sotto di valori di rischio o non interviene e l'attenuazione viene garantita dall'inserto grazie all'attenuazione passiva dovuta dal materiale con il quale è costruito. Questi inserti, come le analoghe cuffie, migliorano, pertanto, l'udibilità delle comunicazioni vitali e le segnalazioni di sicurezza riducendo il rumore ambientale. Importante è che il suono presente nel padiglione auricolare non superi comunque i 75-80 dBA.

Esteticamente sono del tutto simili ad un inserto normale, in particolare se preformato, come visibile nella **Figura 8**.

Figura 8: Inserti con risposta in funzione del livello sonoro

2.7 CUFFIE CON POSSIBILITÀ DI ASCOLTO AUDIO NON LEGATO AL LAVORO

La norma UNI EN 352 – 8 specifica disposizioni tecniche relative a quelle cuffie la cui prestazione acustica passiva può essere integrata da un dispositivo di comunicazione audio in grado di ricevere segnali radio provenienti radio pubbliche di intrattenimento o da circuiti di intrattenimento aziendali.

Vengono utilizzate in quegli ambienti lavorativi dove si vuole stimolare l'uso dei DPI dell'udito laddove gli operatori non gradiscono il loro uso e li rifiutano.

Si rimanda al precedente paragrafo 2.5 in quanto le caratteristiche tecniche e le problematiche relative all'uso di queste cuffie sono del tutto analoghe.

3 - IL FUTURO NEI DPI DELL'UDITO

La normazione tecnica nel settore dei DPI per l'udito è tutta elaborata a livello europeo ed in particolare dal Comitato tecnico CEN TC 159.

Poiché tutti i protettori per l'udito devono essere *"collaudati"* da un organismo notificato è necessario che in funzione delle necessità commerciali dei costruttori per l'immissione sul mercato di nuovi prodotti siano elaborate le relative norme di prova.
In questo momento si stanno elaborando tre nuove norme tutte rivolte a prodotti elettronici, il più innovativo dei quali è una cuffia tradizionale ma con la capacità di colloquiare a due vie, cioè come con il telefono.

Si sta inoltre valutando se, pur mantenendo tutti i sistemi di valutazione oggi previsti (a bande d'ottava, SNR), rendere preferibile l'uso del metodo HML e se tutte le norme della serie EN 352 necessitino di revisioni sia sui metodi di prova che riguardo i parametri oggi controllati.

La novità più importante in discussione è però la necessità di introdurre nelle norme in concetto di minima attenuazione sia per le cuffie che per gli inserti ed i relativi valori. La discussione è estremamente importante in quanto l'introduzione di questi valori minimi di attuazione per poter essere dichiarati DPI per l'udito potrebbe

mettere fuori mercato numerosi dispositivi esistenti e consentirebbe agli organismi notificati di non accettare alcuni prodotti.

Altro argomento in discussione, anche questo estremamente importante, è l'istituzione di una divisione in classi dei DPI dell'udito.
La proposta in discussione è:

BASSA	MEDIA	ALTA
Min 10 dB	11 – 18 dB	Sup 19 dB

La suddivisione in classi permetterebbe di semplificare la scelta dei protettori da parte dei Datori di lavoro e dei relativi tecnici.

IL RUOLO DEL MEDICO COMPETENTE NELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA RUMORE E NEL RAPPORTO CON I SOGGETTI DELLA PREVENZIONE AZIENDALE

Paolo Paraluppi

ASL Pavia UOC PSAL

1 - INTRODUZIONE

Nei casi previsti dalle disposizioni di cui all'articolo 41 comma 1 lettere a) e b) del D.Lgs.81/2008, la sorveglianza sanitaria deve essere effettuata dal medico competente.
Quanto premesso, in linea generale, ma anche per quanto riguarda ovviamente il rischio da esposizione a rumore, risulta di fondamentale importanza al fine di cercare di stabilire in quali casi il medico competente debba collaborare alla valutazione dei rischi con il datore di lavoro e con il servizio di prevenzione e di protezione.
Il legislatore, con il D.Lgs.106/2009, ha introdotto infatti nell'apparato sanzionatorio di cui all'art. 58 del D.Lgs.81/2008, con riferimento alla valutazione dei rischi, la sanzione penale dell'arresto fino a tre mesi o dell'ammenda da 400 a 1.600 euro a carico del medico competente che non collabora nell'attività di valutazione ai sensi dell'art. 25 comma 1 lettera a).
Trattandosi di materia penale, é quindi necessario innanzitutto evidenziare che la partecipazione del sanitario alla valutazione è da ritenersi al momento, in attesa di pronunce giurisprudenziali al merito, limitata a quei fattori di rischio per i quali ricorre l'obbligatorietà della sorveglianza sanitaria.

2. OBBLIGATORIETA' DELLA SORVEGLIANZA SANITARIA

All'art. 2 comma 1 lettera m) del D.Lgs.81/2008 viene data la definizione di sorveglianza sanitaria, la quale è tradotta *"nell'insieme degli atti medici, finalizzati alla tutela dello stato di salute e sicurezza dei lavoratori, in relazione all'ambiente di lavoro, ai fattori di rischio professionali e alle modalità di svolgimento dell'attività lavorativa"*.
All'art. 41 comma 1 del Titolo I viene, inoltre, dettato che *"La sorveglianza sanitaria è effettuata dal medico competente: a) nei casi previsti dalla normativa vigente, dalle indicazioni fornite dalla Commissione consultiva di cui all'articolo 6;*

b) qualora il lavoratore ne faccia richiesta e la stessa sia ritenuta dal medico competente correlata ai rischi lavorativi".

Ora, se per quanto riguarda le disposizioni di cui alla lettera a) non sussistono particolari criticità interpretative, in relazione a quanto previsto invece alla lettera b), viene da chiedersi quando la sorveglianza sanitaria a richiesta del lavoratore sia da doversi ritenere correlata ai rischi lavorativi da parte del medico competente e di conseguenza obbligatoria.

Se da un lato si potrebbe supporre che in qualche modo il legislatore si stia riferendo alla visita a richiesta del lavoratore di cui al comma 2 lettera c) dell'art. 41 del D.Lgs.81/2008, dall'altro vi è da rilevare che tale visita non soltanto rappresenta per così dire solo una parte della sorveglianza sanitaria, poiché quest'ultima comprende anche tutte le altre tipologie di visite mediche di cui al medesimo comma, ma anche che la stessa risulta lecita quando ci si trova già in regime di accertamenti sanitari obbligatori e che è possibile richiederla sia se correlata ai rischi lavorativi, sia qualora le condizioni di salute del richiedente siano suscettibili di peggioramento a causa del proprio lavoro.

La conferma di quanto sopra la si può ritrovare in quanto dettato al comma 5 dell'art. 176 del D.Lgs. 81/2008, ove viene stabilito che il lavoratore addetto al VDT, così come definito all'art. 173, "*è sottoposto a visita di controllo per i rischi di cui al comma 1 a sua richiesta, secondo le modalità previste all'articolo 41, comma 2, lettera c)*", mentre invece, in materia di rumore, al comma 2 dell'art. 196 viene detto che " *La sorveglianza sanitaria di cui al comma 1 è estesa ai lavoratori esposti a livelli superiori ai valori inferiori di azione, su loro richiesta e qualora il medico competente ne confermi l'opportunità".*

Ecco che allora si può sostenere che la sorveglianza sanitaria, nella sua completezza, debba essere instaurata anche nei casi in cui, al di fuori di altri specifici obblighi normativi di cui all'articolo 41 comma 1 lettera a), venga posta richiesta da parte del lavoratore ed in cui la stessa in ogni caso sia valutata come correlata ai rischi professionali dal medico competente [1].

3. OBBLIGO DI COLLABORAZIONE ALLA VALUTAZIONE DEI RISCHI DEL MEDICO COMPETENTE

La funzione di collaborazione del sanitario alla valutazione risulta già evidente a partire dalla definizione di medico competente, data dal legislatore, di cui all'art. 2 comma 1 lettera h) del D.Lgs. 81/2008 "*medico in possesso di uno dei titoli e dei requisiti formativi e professionali di cui all'articolo 38, che collabora, secondo quanto previsto all'articolo 29, comma 1, con il datore di lavoro ai fini della valutazione dei rischi ed è nominato dallo stesso per effettuare la sorveglianza sanitaria e per tutti gli altri compiti di cui al presente decreto*".

All'art. 25 comma 1 lettera a), tra gli obblighi del medico competente, viene indicato che lo stesso "*collabora con il datore di lavoro e con il servizio di prevenzione e protezione alla valutazione dei rischi, anche ai fini della programmazione, ove necessario, della sorveglianza sanitaria …*".

Considerato che il medico competente deve per legge prendere parte, eventualmente anche in una fase successiva, al processo di valutazione solo se e nella misura in cui

ci si trovi di fronte ai casi in cui sia necessaria la nomina del sanitario, la funzione di collaborazione in questione, come già sottolineato, deve essere riferita ai fattori di rischio per la sicurezza e la salute che hanno determinato l'obbligatorietà della sorveglianza sanitaria.
In tal senso, quindi, la partecipazione del medico competente al procedimento valutativo è da considerarsi finalizzato soprattutto ad un adeguato controllo clinico del lavoratore esposto.
Ecco che allora in tal senso il medico, rispetto al datore di lavoro che non può delegare la valutazione, viene comunque ad assumere nello svolgimento della sua attività professionale una autonoma posizione di garanzia.
Il legislatore ha anche previsto all'art. 18 comma 1 lettera g) del D.Lgs.81/2008 che il datore di lavoro e/o il dirigente provveda a "*richiedere al medico competente l'osservanza degli obblighi previsti a suo carico nel presente decreto*", tra cui anche quello di cui all'art. 25 comma 1 lettera a).
Vi è da sottolineare che all'interno del sistema di prevenzione si è venuta a creare così una sorta di disparità tra i due soggetti che hanno il ruolo di collaboratore del datore di lavoro nella valutazione dei rischi; mentre infatti per il medico competente che non partecipi al processo di valutazione esiste, come si è visto, una specifica sanzione penale, nessuna analoga disposizione risulta presente nel D.Lgs.81/2008 riguardo al responsabile del servizio di prevenzione e protezione.
Va da se che anche quest'ultimo può essere comunque ritenuto responsabile del verificarsi di un infortunio o di una malattia professionale.
Il medico competente deve quindi partecipare, per gli aspetti di competenza, alla valutazione dei rischi all'interno di un approccio alle problematiche inerenti la salute e l'incolumità del lavoratore di natura multidisciplinare.
Sotto la guida del datore di lavoro, il sanitario, in stretta collaborazione con i soggetti del servizio di prevenzione e protezione, deve partecipare al processo valutativo stimolando anche il contributo di dirigenti, preposti e rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza.
L'operato in tal senso del medico competente è sorretto prima di tutto da quanto disposto all'art. 18 comma 2 del D.Lgs.81/2008 "*Il datore di lavoro fornisce al servizio di prevenzione e protezione ed al medico competente informazioni in merito a: a) la natura dei rischi; b) l'organizzazione del lavoro, la programmazione e l'attuazione delle misure preventive e protettive; c) la descrizione degli impianti e dei processi produttivi; d) i dati di cui al comma 1, lettera r e quelli relativi alle malattie professionali; e) i provvedimenti adottati dagli organi di vigilanza*".
Ai fini inoltre della conoscenza della realtà produttiva e del conseguente apporto alla valutazione, risultano di fondamentale importanza per il medico in questione i sopralluoghi annuali, l'esame delle schede di sicurezza delle sostanze e delle miscele, gli esiti degli eventuali rapporti di indagini di igiene industriale e le informazioni ricevute direttamente dai lavoratori sottoposti a sorveglianza sanitaria.
Il legislatore non richiede al medico competente di sostituirsi al datore di lavoro nella valutazione del rischio, ma di sottoporre a quest'ultimo osservazioni e proposte riguardo ai fattori di rischio che coinvolgono le competenze sanitarie del professionista.

Non si potrà infatti contestare al sanitario la omessa o parziale valutazione dei rischi, ma bensì, nei modi e nei giusti tempi, la non evidenziazione o comunque la mancata promozione nei confronti del datore di lavoro degli specifici rischi di competenza.

4. MEDICO COMPETENTE E VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA ESPOSIZIONE A RUMORE

Come già affermato nell'introduzione, ai fini di stabilire i "limiti" di collaborazione dovuta per legge dal medico competente alla valutazione dei rischi, è innanzitutto necessario precisare quando la sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a rumore risulta obbligatoria [2].
L'art. 185 del D.Lgs.81/2008 detta che la sorveglianza sanitaria viene svolta secondo i principi generali di cui all'art. 41 e che la stessa deve essere effettuata dal medico competente nelle specifiche modalità e nei casi previsti ai rispettivi Capi.
Nel Capo II del Titolo VIII, all'art. 196, viene indicato che il datore di lavoro sottopone obbligatoriamente a sorveglianza sanitaria i lavoratori la cui esposizione eccede i valori superiori di azione; in allineamento con quanto dettato al comma 1 lettera b) dell'art. 41, inoltre, viene detto che al superamento dei valori inferiori di azione il lavoratore può richiedere, a seguito di conferma del medico competente, di essere sottoposto a sorveglianza sanitaria.
Stabilita quindi l'obbligatorietà della sorveglianza sanitaria, è necessario porre l'attenzione sui casi in cui il medico competente deve prestare la propria collaborazione alla valutazione.
Anche ai fini della individuazione delle eventuali responsabilità, non si può non sottolineare quanto previsto nel Capo I all'art. 185 comma 1, ossia che al medico competente i " *... risultati della valutazione del rischio ... sono trasmessi dal datore di lavoro per il tramite del servizio di prevenzione e protezione*" e che all'art. 186 "*Nella cartella di cui all'articolo 25, comma 1, lettera c), il medico competente riporta i dati della sorveglianza sanitaria, ivi compresi i valori di esposizione individuali*".
Altro obbligo del sanitario che interessa è quello che si rinviene nel Capo I all'art. 185 comma 2 "*Nel caso in cui la sorveglianza sanitaria riveli in un lavoratore un'alterazione apprezzabile dello stato di salute correlata ai rischi lavorativi il medico competente ne informa il lavoratore e, nel rispetto del segreto professionale, il datore di lavoro, ... provvede a: a) sottoporre a revisione la valutazione dei rischi; b) sottoporre a revisione le misure predisposte per eliminare o ridurre i rischi; c) tenere conto del parere del medico competente nell'attuazione delle misure necessarie per eliminare o ridurre il rischio*".
Il legislatore, in tal modo, vuole che si proceda, in un'ottica di aggiornamento continuo, ad un riesame completo del processo di valutazione in quei casi in cui il medico competente abbia constatato nel lavoratore esposto alterazioni anche precoci della salute da addebitarsi alla possibile insorgenza di patologie professionali.
Da ritenersi di fondamentale importanza il supporto alla valutazione che il medico competente deve dare nell'individuazione degli effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio, così come dettato dall'art. 183 ed dall'art. 190 comma 1 lettera c) del D.Lgs.81/2008.

In riferimento alle specifiche disposizioni di cui all'art. 190 comma 1 lettera d), vi è da sottolineare che il datore di lavoro non potrà fare a meno dell'apporto del sanitario nel valutare le interazioni fra rumore e sostanze ototossiche (tenuto anche conto delle necessarie competenze di carattere tossicologico richieste dai regolamenti REACH e CLP) e fra rumore e vibrazioni.
Nella valutazione dell'esposizione dei lavoratori a rumore, come da lettere e) ed i) sempre del comma 1 dell'art. 190, il medico competente deve inoltre collaborare alla verifica delle interazioni pericolose tra rumore e segnali di avvertimento (ad esempio per lavoratori con ipoacusia) e fornire le informazioni raccolte dalla sorveglianza sanitaria e dalla letteratura scientifica utili ai fini preventivi, protettivi e medico legali.
Da ultimo, ma non certo per importanza, si rammenta la necessità di prendere in considerazione "*la disponibilità di dispositivi di protezione dell'udito con adeguate caratteristiche di attenuazione*" di cui al comma 1 lettera l) dell'art. 190; il ricorso ad idonei DPI infatti ben si combina con quanto disposto nei confronti del datore di lavoro e/o dirigente all'art. 18 comma 1 lettera d) del D.Lgs. 81/08, ossia di *"fornire ai lavoratori i necessari e idonei dispositivi di protezione individuale, sentito il responsabile del servizio prevenzione e protezione e il medico competente"*.
In ambito di collaborazione alla valutazione del rischio, infatti, il medico competente deve pretendere di essere sentito in relazione alla scelta dei dispositivi di protezione individuale.
Quanto sopra risulta ancor più necessario nel caso in cui sia proprio, come spesso accade, il sanitario stesso che, nell'ambito dei suoi obblighi, dia particolari indicazioni, attraverso il giudizio relativo alla mansione specifica, per il singolo lavoratore (magari poiché particolarmente sensibile) in relazione proprio alla necessità di appositi DPI.

5. CONCLUSIONI

Le misure di prevenzione e di protezione dettate al merito dal legislatore e soprattutto l'aderenza alle stesse da parte di tutti gli attori impegnati nel mondo della sicurezza e della salute nei luoghi di lavoro hanno contribuito a controllare nel tempo l'esposizione a rumore dei lavoratori.
Nonostante tutto però è necessario non abbassare la guardia e cercare di migliorare soprattutto la qualità delle valutazioni del rischio.
Tra i soggetti obbligati che possono contribuire in tal senso, non si può non indicare il medico competente che, anche come visto, viene ad assumere un ruolo fondamentale secondo la normativa in materia vigente.

6. BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

[1] Codice commentato della sicurezza sul lavoro "La sorveglianza sanitaria e gli obblighi del medico competente" pag. 689-691 Daniele Iarussi – UTET GIURIDICA

[2] Paolo Paraluppi "Rischi legati agli agenti fisici: quale sorveglianza sanitaria per la salute dei lavoratori?" Ambiente & Sicurezza 2008 n. 16 pag. 58-62

LINEE GUIDA PER I SETTORI DELLA MUSICA E DELLE ATTIVITÀ RICREATIVE E NORMATIVA TECNICA PER L'ESPOSIZIONE A RUMORE NEI CALL CENTER: LA UNI/TR 11450:2012

Pietro Nataletti

INAIL – Settore Ricerca, Verifica, Certificazione - Dipartimento di Igiene del Lavoro, Roma

1 - INTRODUZIONE

Il panorama normativo italiano riguardante l'esposizione professionale al rumore si è arricchito negli ultimi mesi di due importanti elementi di novità. La prima consiste nell'emanazione della linea guida sull'esposizione a rumore nel settore della musica e delle attività ricreative [1], prevista dall'art.198 del D.Lgs.81/2008 per la corretta applicazione del Capo II del Titolo VIII, proposta dalla Commissione permanente per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro e approvata dalla Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province autonome di Trento e di Bolzano la nella seduta del 25 luglio 2012. La seconda novità consiste nella Norma UNI/TR 11450:2012 "Acustica – Valutazione dell'esposizione a rumore nei luoghi di lavoro per lavoratori che utilizzano sorgenti sonore situate in prossimità dell'orecchio" [2], elaborata dall'UNI per integrare le UNI EN ISO 9612:2011 e UNI 9432:2011, le quali escludono espressamente dal loro campo di applicazione l'esposizione a sorgenti poste in prossimità dell'orecchio o all'interno del condotto uditivo.

2 - LA LINEA GUIDA PER IL SETTORE DELLA MUSICA E DELLE ATTIVITÀ RICREATIVE

La particolarità dei settori della musica e dell'intrattenimento deriva dal fatto che, spesso, sono presenti livelli sonori elevati ed effetti speciali rumorosi, che sono elementi essenziali dello spettacolo ma che non vengono percepiti come un fattore di rischio pericoloso per la salute. La linea guida per l'applicazione al settore della musica e delle attività ricreative del Capo II del Titolo del D.Lgs.81/2008, che stabilisce le prescrizioni minime per la tutela dei lavoratori in relazione ai rischi per la loro salute e sicurezza derivanti dall'esposizione a rumore durante il lavoro o che da essa possono derivare, è stata approvata dalla Commissione consultiva permanente per la salute e la sicurezza sul lavoro, prevista dall'art. 6 del D.Lgs.81/2008, nella seduta del 7 marzo 2012, dopo l'istruttoria tecnica condotta dal Comitato speciale permanente N.9 Agenti Chimici, Fisici e Biologici. Successivamente, la linea guida è stata inviata alla Conferenza permanente per i

rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province autonome di Trento e di Bolzano che l'ha definitivamente approvata nella seduta del 25 luglio 2012, per poi essere pubblicata sul sito internet del Ministero del Lavoro il 2 agosto 2012.
Dopo i primi due paragrafi introduttivi, nel paragrafo 3 viene riportato il campo di applicazione della Linea guida. Nel paragrafo 4 vengono date indicazioni sulle modalità di valutazione del rischio. Le misure di prevenzione e protezione specifiche atte a ridurre i livelli di esposizione al rumore sono illustrate nel paragrafo 5. All'informazione e formazione dei lavoratori e alla sorveglianza sanitaria sono dedicati, rispettivamente, i paragrafi 6 e 7. Infine, la linea guida comprende quattro allegati: l'**Allegato 1**, sul Parere espresso dal Consiglio Superiore di Sanità, nella seduta del 19.1.2011, riguardante il "*Rischio rumore nelle discoteche. Iniziative di prevenzione*"; l'**Allegato 2** sulla Misura dell'esposizione a rumore nel settore della musica; l'**Allegato 3** sui Requisiti e standard acustici di alcuni luoghi di lavoro non industriali e l'**Allegato 4** sui Principali esami specialistici nell'ambito dell'attività di sorveglianza sanitaria.

Chi sono i soggetti a rischio?
Fermo restando l'applicazione più complessiva del D.Lgs.81/2008, la Linea guida prevista dall'art. 198 del D.Lgs.81/2008 riguarda tutte le attività svolte al chiuso o all'aperto, in cui sono presenti lavoratori esposti a rumore in modo non occasionale, dove viene suonata musica dal vivo o registrata (amplificata o meno), tanto durante gli spettacoli quanto in fase di prova, e più in generale tutte le attività ricreative e di intrattenimento.
Indicativamente, si può considerare occasionale quella condizione che comporta esposizioni superiori ai valori inferiori di azione ma per meno di 3 settimane l'anno e/o per meno di 12 giornate l'anno.
Con esclusione dei lavoratori esposti occasionalmente, come indicativamente definiti sopra, per quei lavoratori che risultano esposti a musica per tempi parziali della loro giornata lavorativa e/o per periodi parziali della loro attività, queste linee guida si applicano per valutare e controllare il rischio nelle sole fasi in cui si verifica l'esposizione alla musica.
La valutazione del rischio, effettuata secondo le modalità generali previste dall'art. 190, deve quindi in primo luogo individuare quei lavoratori che lavorano esposti in modo diretto o indiretto alla musica.
La Tabella 2 della Linea guida (**Tabella 1** di questo testo) illustra un elenco non esaustivo di attività e di lavoratori potenzialmente esposti a livelli sonori pericolosi per l'udito nei settori della musica e dell'intrattenimento, distinguendo tra attività dal vivo e attività registrate.
Dai dati del censimento 2010 riguardanti i lavoratori addetti dei settori della musica, delle discoteche e dei teatri iscritti alla gestione ENPALS (Ente Nazionale di Previdenza ed Assistenza per i Lavoratori dello Spettacolo), riportati nella Linea guida, risulta che nel settore della musica, delle discoteche e del teatro risultano impiegati circa centomila addetti, di cui in prima approssimazione almeno la metà possono essere considerati esposti a livelli di rumore significativi (cantanti, musicisti, disc jockey, …). In realtà il teatro è solo uno dei settori delle attività ricreative, quindi questa è da considerare una stima per difetto della popolazione totale degli esposti. Inoltre, si consideri anche tutti quei lavoratori che sono

inquadrati in altre categorie: lavoratori autonomi, artigianato, industria e pubblico impiego quali: personale circense, insegnanti di musica, ecc.

Tabella 1: Esempi di attività e lavoratori potenzialmente esposti a rumore nei settori della musica e dell'intrattenimento

Produzione e realizzazione di spettacolo dal vivo	
Artisti, personale artistico	**Produzione e elaborazione**
• Musicisti e direttori di orchestre sinfoniche e di altri complessi con o senza supporto amplificato • Coristi • Ballerini • Insegnanti di danza, di musica e di canto • Attori e cabarettisti • Conduttori TV e Radio • Circensi	• Tecnici audio impianti e loro assistenti • Tecnici delle luci • Squadre di tecnici (troupe al seguito) • Personale di gestione e produzione: organizzatori, responsabili di reparto, responsabili di palcoscenico, ecc. • Personale di servizio: addetti al bar, alla cucina, alla cassa, ecc. • Personale per la sicurezza e il soccorso: vigilanza per la sicurezza e gli accessi, prevenzione incendi, infermieri, sicurezza aree con accesso limitato. • Addetti studi di registrazione TV/radio, sale prove/incisione

Attività ricreative con uso del supporto registrato della musica	
Artisti e Conduttori	**Altri soggetti nell'ambito delle attività ricreative e realizzazione apparati**
• Disk Jockey • Artisti (attori, cantanti, musicisti e ballerini) • Direttori artistici e tecnici • Conduttori	• Personale di servizio • Personale addetto a bar o cucina • Addetti alla sicurezza • Pronto soccorso • Personale tecnico • Costruttori e assemblatori impianti elettroacustici • Tecnici del suono, delle luci o del palcoscenico • Tecnici di effetti speciali • Personale di sala • Produttori, organizzatori, manager

Tra i lavoratori più esposti al rumore figurano i musicisti. In particolare, gli orchestrali delle orchestre sinfoniche ma anche quelli degli altri generi musicali (rock, pop, jazz), per i quali esistono in Letteratura dati consolidati di esposizione, come quelli riportati nella **Figura 1** della Linea guida. È chiaro quindi che in questi cassi occorre misurare e valutare attentamente l'esposizione al rumore e attuare tutte le misure di tutela e sicurezza previste dal D.Lgs.81/2008 (misure di prevenzione

tecnica e di protezione, informazione, formazione, sorveglianza sanitaria). La Linea guida declina questi obblighi nello specifico settore della musica e delle attività ricreative secondo le buone prassi e l'esperienza consolidata nel settore, basata sulle misure tecniche e organizzative concretamente attuabili, compatibilmente con l'esigenza primaria della produzione e dell'ascolto della musica.
In particolare, per quanto riguarda la valutazione del rischio, vista l'estrema variabilità dei livelli di esposizione che spesso si verifica nel settore della musica e delle attività ricreative, la Linea guida propone due possibili strategie: una modalità semplificata di misura dell'esposizione basata sul livello settimanale ricorrente a massimo rischio, descritta nell'**Allegato 2**, oppure il ricorso all'art. 191, che consente di attribuire ai lavoratori una esposizione al rumore superiore ai valori superiori di azione ($L_{EX} \geq 85$ dB(A) e/o $L_{Cpicco} \geq 137$ dB(C)), limitandosi a determinare il livello di rumore determinato dalle sorgenti sonore ai fini dell'identificazione delle misure di prevenzione e protezione da adottare per la riduzione del rischio. A tale proposito, nel paragrafo 5 "Modalità di limitazione dell'esposizione" della Linea guida sono indicati una serie di possibili interventi tecnici e organizzativi per il controllo del rischio, basati sulle buone prassi nazionali e internazionali e sulle tecnologie e metodologie tecniche disponibili e concretamente attuabili nel settore della musica e delle attività ricreative [3], che consentano al contempo la protezione dei lavoratori e la fruizione della musica e della voce da parte dei frequentatori.
Infine, la Linea guida fornisce al paragrafo 7 utili indicazioni per la sorveglianza sanitaria ai medici competenti, prevedendo un primo livello generale di controlli per i lavoratori esposti e un secondo livello di protocolli di sorveglianza per le mansioni di "livello artistico", a tutela della particolare importanza della funzione uditiva e vocale di tali categorie di lavoratori, con l'esecuzione di esami specialistici dettagliati nell'**Allegato 4**.

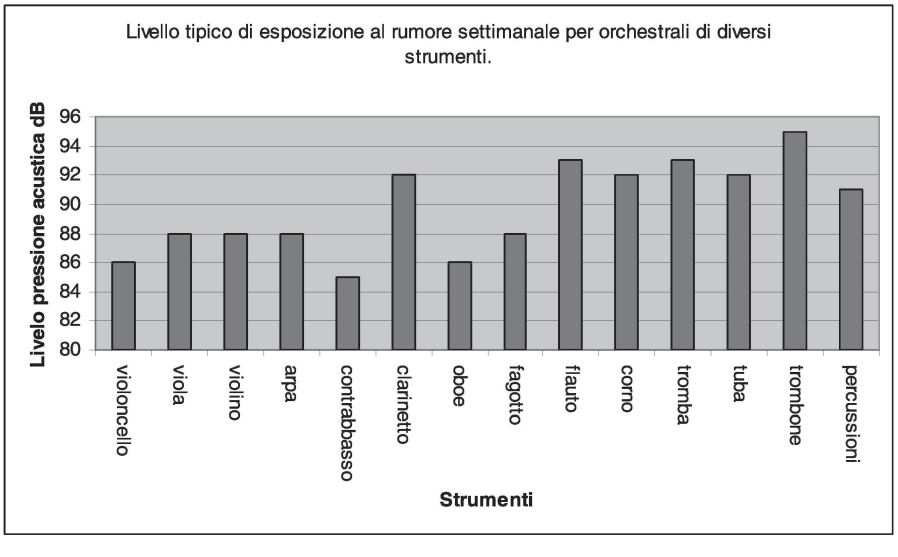


Figura 1: Livello tipico di esposizione al rumore settimanale per orchestrali di diversi strumenti (Fonte: Linee guida europee [3]).

3 - LA NORMA UNI/TR 11450:2012

Il Rapporto Tecnico UNI/TR 11450:2012 descrive i metodi per la misurazione dei livelli di pressione sonora, continui equivalenti e di picco, e delle relative incertezze, ai quali risulta esposto un lavoratore che opera utilizzando sorgenti sonore poste in prossimità dell'orecchio o all'interno del condotto uditivo, quali cuffie e auricolari, oppure cuffie di protezione con sistemi di comunicazione audio.
Il Rapporto Tecnico integra le UNI EN ISO 9612:2011 e UNI 9432:2011, le quali escludono espressamente dal loro campo di applicazione l'esposizione a sorgenti poste in prossimità dell'orecchio o all'interno del condotto uditivo, e rimanda a queste per il calcolo del livello di esposizione giornaliero ($L_{EX,8h}$) o settimanale ($L_{EX,w}$) e della relativa incertezza.
Il Rapporto Tecnico fa riferimento a tre normative: la UNI EN ISO 11904-1 [4], che descrive la tecnica MIRE (*Microphone In Real Ear*), che prevede l'utilizzo di un microfono in miniatura o di una sonda collegata a un microfono esterno posti nel condotto uditivo per la misura diretta dell'esposizione a rumore dell'orecchio dell'operatore; la UNI EN ISO 11904-2 [5], che descrive la tecnica del manichino simulatore della testa e del torso umano (HATS, *Head And Torso Simulator*), per la misura indiretta dell'esposizione dell'operatore tramite una coppia di orecchi artificiali; la ETSI EG 202 518 V1.1.1 [6], che descrive un metodo elettroacustico, per la misura indiretta dell'esposizione dell'operatore tramite la misurazione del segnale elettrico all'ingresso del dispositivo auricolare indossato e la conversione in livello sonoro. Quest'ultimo metodo non è attualmente disponibile a livello commerciale, l'auspicio è che la norma che ne favorisca la diffusione a fianco dei più consolidati metodi del MIRE e del manichino.
Nel **Prospetto 1** del Rapporto Tecnico sono riportate le principali differenze tra le tre tecniche di misura, in termini di limitazioni e di vantaggi di ogni metodo, ai fini della corretta scelta da parte del datore di lavoro e del personale qualificato che deve programmare ed effettuare la valutazione del rischio rumore.

Particolarmente utili e importanti sono le Appendici del Rapporto Tecnico, nelle quali viene posta particolare cura alla definizione di protocolli tecnici e procedure di misura e validazione del metodo elettroacustico, unitamente alla verifica di funzionalità in campo del dispositivo auricolare e alle caratteristiche tecniche del diramatore. Quest'ultimo è un dispositivo che lascia inalterato il comportamento elettrico della connessione sorgente/cuffia, diramando in replica il segnale verso il sistema di misurazione: è un elemento molto importante per il metodo del manichino e per il metodo elettroacustico, su cui la ISO 11904-2 e la ETSI EG 202 518 non avevano posto sufficiente attenzione.
In Appendice A è riportata una guida alla scelta del metodo di misurazione.
In Appendice B sono riportati i protocolli tecnici relativi al metodo elettroacustico.
In Appendice C è riportata la procedura di calibrazione della catena elettrica del metodo elettroacustico.
In Appendice E sono riportate le caratteristiche tecniche del diramatore.

Prospetto 1: Differenze tra la tecnica MIRE, quella con manichino e quella elettro-acustica

Riferimento	UNI EN ISO 11904-1	UNI EN ISO 11904-2	ETSI EG 202 518
	METODO DIRETTO	*METODI INDIRETTI*	
Tipo di metodo	**Tecnica del microfono posto nel condotto uditivo (MIRE)**	**Tecnica con manichino**	**Tecnica elettro-acustica**
Limitazioni del metodo	Per dispositivi di tipo a inserimento e stetoscopico si possono verificare problemi pratici relativi al posizionamento dei microfoni nel condotto uditivo. Necessità di personale sanitario qualificato per l'inserimento del microfono o della sonda nel condotto uditivo. Non applicabile a soggetti con infiammazioni all'orecchio o con condotti uditivi non adeguatamente conformati.	Può essere impossibile ottenere sempre un corretto accoppiamento se il padiglione auricolare artificiale devia dal padiglione auricolare umano per rigidità o forma. I contributi delle sorgenti di rumore esterne all'orecchio del lavoratore non sono rilevati correttamente se il manichino non è adiacente all'uomo.	Metodo sperimentale; la strumentazione non è ancora omologata. E' sempre necessaria una preliminare caratterizzazione delle cuffie. Il collegamento elettrico con gli apparati deve essere fatto conoscendo il cablaggio ai morsetti della sorgente del segnale sonoro. Capacità di acquisizione ed elaborazione dei dati.
Principali problemi che influenzano l'accuratezza	Quando si utilizzano valori tabulati per la risposta in frequenza del condotto uditivo: - taratura del microfono del condotto uditivo - accuratezza del posizionamento dei microfoni nel canale uditivo Quando si utilizzano valori individuali per risposta in frequenza del condotto uditivo: - qualità del campo sonoro di riferimento - stabilità della sensibilità e della risposta in frequenza, oltre alla posizione del microfono nel condotto uditivo	Similarità del manichino ai soggetti umani Taratura del manichino	Incertezza nella caratterizzazione delle cuffie

Intervallo di frequenze	Da 20 Hz a 16 000 Hz	Da 20 Hz a 10 000 Hz	Da 20 Hz a 10 000 Hz
Misura del livello di picco in curva C	Possibile	Possibile	Attualmente non possibile
Vantaggi del metodo	Indicato in caso di pochi soggetti che operano in luoghi di lavoro a elevati livelli sonori ambientali	Indicato in caso di pochi soggetti che operano in luoghi di lavoro a elevati livelli sonori ambientali	Indicato in caso di elevato numero di soggetti con prevalenza dei livelli sonori generati dai dispositivi auricolari

4 - CONCLUSIONI

L'Articolo 198 - *Linee Guida per i settori della musica, delle attività ricreative e dei call center* – recita:
"1. Su proposta della Commissione permanente per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro di cui all'articolo 6, sentite *le* parti sociali, *entro due anni* dalla data di entrata in vigore del presente capo (1° gennaio 2009, N.d.A.), la Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province autonome di Trento e di Bolzano definisce le linee guida per l'applicazione del presente capo nei settori della musica, delle attività ricreative e dei call center".
Con la pubblicazione della Linea guida per il settore della musica e delle attività ricreative è stata data concreta attuazione alla prima parte dell'art. 198, il quale a sua volta aveva recepito un preciso obbligo contenuto nell'art. 14 della Direttiva rumore 2003/10/CE. Resta da attuare la restante parte dell'art. 198, di cui la pubblicazione del Rapporto Tecnico UNI/TR 11450 costituisce il primo passo; su tale base il Comitato 9 della Commissione consultiva permanente avvierà a breve i lavori per la predisposizione della Linea guida per il settore dei call center.
L'importanza di tali linee guida risiede nel fatto che nel settore della musica e delle attività ricreative la percezione del rischio rumore è sottostimata, con una generale evasione degli obblighi di tutela e sicurezza previsti dal D.Lgs. 81/2008, a partire dalla valutazione del rischio, a fronte di una popolazione di decine di migliaia di addetti esposti a livelli molto elevati; la problematica si presenta particolarmente complessa anche per il coinvolgimento dei frequentatori [7, 8]. Stesso discorso per il i call center, dove il continuo aumento del ricorso ai servizi telefonici per i contatti con l'utenza da parte di banche, poste, assicurazioni, servizi pubblici, comporta un analogo aumento degli addetti, che risultano esposti a livelli di rischio spesso superiori a 80 dB(A), con oggettive difficoltà metrologiche e metodologiche di ottenere una corretta valutazione fonometrica di tali livelli se non si ricorre alle metodiche previste dalla UNI/TR 11450 [9]. Tale norma ha peraltro un campo di applicazione più ampio, ovvero riguarda tutti quei lavoratori che utilizzano sorgenti sonore attive in prossimità dell'orecchio: si pensi ad esempio ai piloti civili e militari che utilizzano cuffie ricetrasmittenti, oppure agli operatori addetti alle trasmissioni radio via etere, ai disk jockey, ecc.

5 - RIFERIMENTI

1. Linea guida per il settore della musica e delle attività ricreative, comprensiva di quattro allegati – Pubblicata il 2 agosto 2012 sul sito del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali all'indirizzo: http://www.lavoro.gov.it/Lavoro/SicurezzaLavoro/PrimoPiano/20120802_Linne_Guida.htm.
2. Norma UNI/TR 11450:2012 "Acustica – Valutazione dell'esposizione a rumore nei luoghi di lavoro per lavoratori che utilizzano sorgenti sonore situate in prossimità dell'orecchio", Ente Nazionale Italiano di Unificazione, Milano giugno 2012.
3. "*Guida non vincolante di buone prassi per l'applicazione delle Direttiva 2003/10/CE – Capitolo 8: I settori della musica e dell'intrattenimento*", Commissione europea – DG Occupazione, Affari sociali e Pari opportunità, Lussemburgo 2009.
4. Norma UNI EN ISO 11904-1:2006 "Acustica - Determinazione dell'esposizione sonora dovuta a sorgenti sonore situate in prossimità dell'orecchio - Parte 1: Tecnica del microfono posto nel condotto uditivo (tecnica MIRE)", Ente Nazionale Italiano di Unificazione, Milano settembre 2006.
5. Norma UNI EN ISO 11904-2:2005 "Acustica - Determinazione dell'esposizione sonora dovuta a sorgenti sonore situate in prossimità dell'orecchio - Parte 2: Tecnica con manichino", Ente Nazionale Italiano di Unificazione, Milano luglio 2005.
6. Norma ETSI EG 202 518 V1.1.1 (2006-09) "ETSI Guide: Speech Processing, Transmission and Quality Aspects (STQ); Acoustic Output of Terminal Equipment; Maximum Levels and Test Methodology for Various Applications", European Telecommunications Standards Institute, september 2006.
7. D. Annesi, P. Nataletti, L. Cerini, F. Sanjust, "*Musicisti di orchestre sinfoniche e liriche e rischi per l'udito: attuali interventi di prevenzione e protezione"*, Atti 38° Congresso nazionale AIA, Rimini 2011.
8. P. Nataletti, R. Sisto, S. Marsico "*Rischio da rumore per i lavoratori e per gli avventori delle discoteche*", Atti del Congresso nazionale dell'AIA, Rimini 8-10 giugno 2011.
9. P. Nataletti, S. Casini "*Call-centre operators noise exposure assessment: problems, solutions*", Proc. 8th Int. Conference IOHA, Roma 2010.

Aggiornamenti sul rischio Rumore
Valutazione, prevenzione e protezione nei luoghi di lavoro
incontri'12

RUMORE, P.S.C. E P.O.S.: PREVENZIONE DEL RISCHIO RUMORE NEI CANTIERI TEMPORANERI O MOBILI

Divo Pioli

Azienda Unità Sanitaria Locale di Reggio Emilia – Coordinamento Edilizia Regione Emilia Romagna

1 – PREMESSA

Il cantiere edile è un luogo di lavoro che si segnala per l'estrema variabilità dei rischi sia sul piano spaziale che nel tempo.
Nelle diverse mansioni di lavoro rinvenibili all'interno di un cantiere, poche sono quelle che non comportano l'esposizione a rumore degli addetti. Meglio, poche sono quelle non associate alla produzione di rumore: imbianchini e, forse, intonacatori. Visto che, con elevata probabilità, anche queste mansioni "convivono" con altre attività che comportano la produzione di elevati livelli di rumore, si può tranquillamente affermare che tutti i lavoratori di cantiere sono normalmente esposti a questo rischio.
L'incidenza di ipoacusie professionali riconosciute nel settore delle costruzioni testimonia in tal senso.
Due sono i documenti attraverso i quali prevedere e, per quanto possibile, gestire l'esposizione dei lavoratori in cantiere: *Piano di Sicurezza e Coordinamento* e *Piano Operativo di Sicurezza*.
Ambedue questi documenti vengono predisposti antecedentemente all'inizio delle lavorazioni nel cantiere. Il primo – addirittura – durante la progettazione esecutiva dell'opera da parte del *Coordinatore per la progettazione*. Il *Piano Operativo di Sicurezza,* sotto la responsabilità dei Datori di Lavoro di ogni singola impresa, prima che le medesime inizino l'attività in cantiere.
Per questo motivo, all'origine, questi documenti non possono che contenere elementi previsionali rispetto l'esposizione a rumore dei lavoratori. Quindi, per coloro che si occupano della redazione di questi documenti, si rende indispensabile far riferimento se non a livelli desunti da precedenti proprie misurazioni, da livelli standard di rumore desunti da studi specifici di provata affidabilità e riconosciuti dalla Commissione consultiva permanente per la salute e sicurezza sul lavoro istituita presso il Ministero del Lavoro della Salute e delle Politiche Sociali. Queste banche dati, che erano frequentemente strutturate per mansione o per lavorazione, devono prioritariamente contenere informazioni circa l'emissione sonora di attrezzature, impianti e macchine allo scopo di fornire elementi necessari al processo

di valutazione preventiva dei rischi da rumore, adottando comunque le modalità previste dal titolo dedicato agli agenti fisici del D.Lgs.81/2008
Non è un caso se il comma 5-bis dell'art 190 del D.Lgs.81/2008 che prevede la possibilità di stime in fase preventiva del rumore, trovava una primogenitura esclusiva all'interno del ex D.Lgs.494/96 (recepimento della direttiva cantieri) e una naturale collocazione nella prima versione del D.Lgs.81/2008 all'interno del titolo IV (ex art.103 attualmente abrogato), dedicato esplicitamente alle misure per la salute e sicurezza nei cantieri temporanei e mobili. La stima da riportare nei documenti citati non può che far riferimento a esperienza pregressa o in ogni caso a dati disponibili.
D'altra parte l'estrema variabilità delle lavorazioni, delle condizioni ambientali, dell'organizzazione del lavoro, rende problematico ed estremamente difficile definire puntualmente l'esposizione a rumore dei lavoratori di questo comparto tramite misure strumentali sul campo, che quindi non offrono né particolare valore di conoscenza né elementi di sostanziale utilità sotto il profilo delle decisioni da adottare in ordine al contenimento del rischio.

2 - PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO

Il *Piano di Sicurezza e Coordinamento* - sempre presente quando alle lavorazioni utili alla realizzazione dell'opera partecipano diverse imprese anche se in tempi differiti - secondo le indicazioni legislative cogenti del D.Lgs.81/2008 deve essere redatto coerentemente con i contenuti dettagliati nell'allegato XV. Naturalmente il *Piano di Sicurezza e Coordinamento* non può contenere solo un'analisi dei rischi, ma deve prevedere quanto possibile e attuabile per eliminare o ridurre i rischi. Nel citato allegato XV viene definito il principio che i contenuti del P.S.C. sono l'esito delle scelte effettuate nel campo delle tecniche costruttive, dei materiali, delle tecnologie (scelte progettuali) e delle scelte effettuate nel campo della pianificazione temporale o spaziale dei lavori (scelte organizzative); il tutto sulla base delle misure generali di tutela definite dal Decreto medesimo.
In particolare, per quanto riguarda l'area di cantiere, le misure preventive e protettive inerenti le diverse lavorazioni e le loro interferenze, devono essere esplicitate con particolare attenzione ai diversi rischi presenti; naturalmente anche quelli derivanti da rumore. Per ognuno dei rischi, vanno evidenziate tutte le scelte progettuali, organizzative, procedurali, nonché le misure preventive e protettive per l'eliminazione o il contenimento del rischio. Se necessario vanno anche individuate le misure di coordinamento atte a realizzare quanto previsto.
Il *coordinatore per la progettazione* che redige questo documento, ha quindi il compito di indirizzare le scelte progettuali in modo da eliminare, per quanto possibile, il rischio all'origine percorrendo finanche la strada della sostituzione delle tecnologie o dei materiali utilizzati per la costruzione. Questo tipo di azioni in capo al coordinatore, non sembrano ad oggi aver preso piede nella misura dovuta.
Ad ogni buon conto, visto che il *Piano di Sicurezza e Coordinamento* è il principale strumento di gestione dei rischi legati alle interferenze lavorative, è fondamentale che in questo documento il tema del rumore venga trattato in modo da definire gli obblighi di mitigazione diretta del rischio, ma anche e soprattutto vengano definite

le misure organizzative e le prescrizioni operative per lo sfasamento spaziale o temporale delle lavorazioni. Giova ricordare che il *Piano di Sicurezza e Coordinamento* è lo strumento di analisi, previsione e gestione anche dei rischi provenienti dalle aree esterne al cantiere nonché dei rischi che le lavorazioni di cantiere possono comportare per le aree circostanti. È quindi necessario prendere in considerazione anche la collocazione del cantiere e le fonti di rischio esterne. Si provi a pensare ad un cantiere allestito in contiguità con una strada ad alta percorrenza. In questo caso l'esposizione a rumore deriverebbe in modo prevalente dal traffico veicolare e non dalle lavorazioni effettuate nel cantiere. Si provi altresì a pensare un cantiere che prevede demolizioni di manufatti in pietra o cemento armato; per quanto si possano adottare misure di mitigazione e contenimento del rumore difficilmente sarà possibile evitare il coinvolgimento delle aree circostanti e adiacenti al cantiere.
Mentre la valutazione di rumore proveniente da aree esterne al cantiere può essere supportata da preventivi rilievi strumentali che consentono previsioni di esposizione sufficientemente dettagliate, la valutazione del rumore prodotto dalle lavorazioni di cantiere non può che avvenire sulla base di dati ed esperienze pregresse. Naturalmente la previsione di rumore del *Piano di Sicurezza e Coordinamento*, alla stregua di tutti gli altri rischi, può e deve essere corretta qualora durante le lavorazioni si manifestino evidenti scostamenti della valutazione previsionale. In tal caso si rendono doverose opportune misurazioni sul campo con le conseguenti valutazioni e le necessarie ricadute in tema di prevenzione e protezione per i lavoratori.

3 - PIANO OPERATIVO DI SICUREZZA

Ogni impresa che partecipa ai lavori di costruzione redige un proprio *Piano Operativo di Sicurezza*. Questo documento, partendo dalle indicazioni e precisazioni definite dal *Piano di Sicurezza e Coordinamento*, descrive l'attività e le singole lavorazioni svolte nel cantiere dall'impresa e anche dai singoli lavoratori autonomi sub affidatari. Nella descrizione vanno precisate le modalità organizzative e i turni di lavoro. È esplicitamente previsto dall'allegato XV del D.Lgs. 81/2008 che il *Piano Operativo di Sicurezza* riporti *l'esito del rapporto di valutazione del rumore*. Naturalmente anche questo documento (POS), visto che deve essere redatto prima dell'accesso al cantiere da parte dell'impresa, non può che contenere informazioni di carattere previsionale. Pur essendo di tipo previsionale le informazioni contenute nel rapporto di valutazione del rumore possono risultare più puntuali rispetto alle previsioni di massima e quindi più vicine alla realtà delle previsioni generali contenute nel *Piano di Sicurezza e Coordinamento,* in quanto l'impresa dispone di informazioni dettagliate sulle macchine e sulle tecnologie costruttive che verranno adottate e, soprattutto, è in grado di predisporre una prospettiva più puntuale dei tempi di lavorazione di quanto non possa essere ipotizzato al momento della progettazione esecutiva da parte del *Coordinatore per la sicurezza*. Inoltre l'esperienza pregressa dell'impresa, che in cantieri precedenti con analoghe caratteristiche, può aver effettuato misurazioni di rumore sul campo, consente di definire già con livello accettabile di precisione l'esposizione delle varie figure

professionali in ordine alle lavorazioni svolte. Tenendo in considerazione che sicuramente le diverse attività di cantiere e i lavoratori che le effettuano si contraddistinguono per l'estrema variabilità dell'esposizione sia quotidiana che settimanale, che la ricerca di situazioni di esposizione ricorrenti al rischio massimo – secondo i principi dettati del D.Lgs.81/2008 – porterebbe normalmente a risultati di elevata esposizione, risulta evidente che la procedura da adottare per la determinazione dei livelli di esposizione può sempre essere quella semplificata ex art. 191 o adottando i valori derivanti da precedenti campagne di misurazione (la valutazione di rischio aziendale). Qualora durante l'attività, le condizioni lavorative si discostino in modo sostanziale da quanto previsto dal *Piano Operativo di Sicurezza*, in ordine a attrezzature, tecnologie, tempi di lavorazione, potrebbe rivelarsi utile "aggiustare" il rapporto ricorrendo anche a misure strumentali.

Vista la natura del *Piano di Sicurezza e Coordinamento* e dei *Piani Operativi di Sicurezza*, oltre all'identificazione dei rischi a alla loro valutazione, è necessario che nei medesimi documenti vengano prioritariamente indicate le misure per l'eliminazione, la riduzione o il contenimento del rischio rumore. Naturalmente anche in questo caso il percorso di mitigazione del rischio passa per la possibilità di eliminarlo o ridurlo alla fonte attraverso interventi che possono anche prevedere la sostituzione di materiali o tecnologie, per arrivare poi al contenimento o a misure di riduzione dell'esposizione di tipo organizzativo. Per ultima, va fornita l'indicazione dell'uso dei dispositivi di protezione individuali più adeguati in funzione del rischio e dell'attività svolta. Se è vero che i piani della sicurezza rappresentano la progettazione della prevenzione dai rischi per la salute di ogni singolo cantiere, è indispensabile che il percorso di analisi e valutazione del rischio venga sempre completato con l'evidenziazione delle misure previste e da adottare per l'eliminazione o almeno per la sua mitigazione. È certo che, qualora misure di prevenzione contenute nei piani si dimostrano inefficaci, insufficienti o comunque migliorabili, previa revisione della valutazione dell'esposizione, devono essere attuati sul campo tutti gli interventi di miglioramento necessari partendo sempre dalla possibilità di agire alla fonte del rischio evitando di limitare l'intervento alla semplice adozione dei dispositivi di protezione individuali.
Concludendo in sintesi, al di la degli obblighi di legge che impongono l'evidenziazione e la valutazione dei rischi presenti, compresi quelli generati da rumore, nei piani della sicurezza da redigere per la gestione dei rischi nei cantieri, risulta fondamentale che vengano previste ed evidenziate tutte le misure da attuare per eliminare o ridurre i rischi dei lavoratori esposti a rumore secondo le logiche classiche definite dalle misure generali di tutela: eliminazione del rischio alla fonte o ove non sia possibile riduzione al minimo, limitazione al minimo dei lavoratori esposti, adozione di misure di protezione collettive ed infine adozione delle misure di protezione individuali.

LA BANCA DATI RUMORE DEL CPT DI TORINO

Katia Bosso

Comitato paritetico territoriale prevenzione infortuni igiene ambiente di lavoro di Torino e provincia

1-PREMESSA

Il cantiere edile e le attività che si svolgono al suo interno sono spesso caratterizzate da una breve durata nel tempo e dalla non ripetibilità; ciò rende quasi impossibile la rapida ed efficace valutazione del rischio per gli inevitabili incongrui tempi tecnici di una campagna di misurazione diretta.
Al contrario, l'impiego delle banche dati permette la valutazione preventiva del rischio e consente di adottare per tempo le misure di prevenzione necessarie.
Queste problematiche, da sempre presenti nel settore, sono state oggetto di interesse da parte del CPT: nel 1993 la prima Banca dati rumore ha ottenuto, nell'ambito dell'anno europeo della sicurezza, un apporto economico da parte della Comunità europea e dal Ministero del Lavoro, che ne ha riconosciuto ufficialmente la validità.
Nel 2000 è stato pubblicato l'aggiornamento dei dati che ha seguito la precedente metodologia e che è stato utilizzato per la redazione del documento di valutazione dei rischi fino all'entrata in vigore del D.Lgs.195/05.
Con l'entrata in vigore del D.Lgs.81/2008, il CPT ha ritenuto opportuno aggiornare la precedente Banca dati e renderla conforme alle nuove disposizioni normative: la partecipazione e il supporto di INAIL Piemonte hanno reso possibile la realizzazione del progetto.
INAIL Piemonte ha posto particolare attenzione all'implementazione della Banca dati, in considerazione della rilevanza che il rischio rumore assume nei cantieri edili: i danni da rumore alla salute, infatti, costituiscono ancora una criticità nel comparto delle costruzioni; secondo i dati INAIL, nel 2009 il 52 per cento delle malattie tabellate manifestatesi in Piemonte nel comparto, e ammesse a tutela, sono rappresentate da ipoacusie e sordità.

E' indispensabile, quindi, che già i coordinatori per la sicurezza in fase di progettazione si impegnino per gestire, anche dal punto di vista acustico, l'organizzazione del cantiere. Ciò significa che già in fase di progettazione, conoscendo in via preventiva i livelli di emissione sonora delle macchine ed attrezzature, sarà possibile organizzare il cantiere in modo da ridurre il rischio al minimo. Inoltre i valori presenti nella banca dati permetteranno sia la stima del

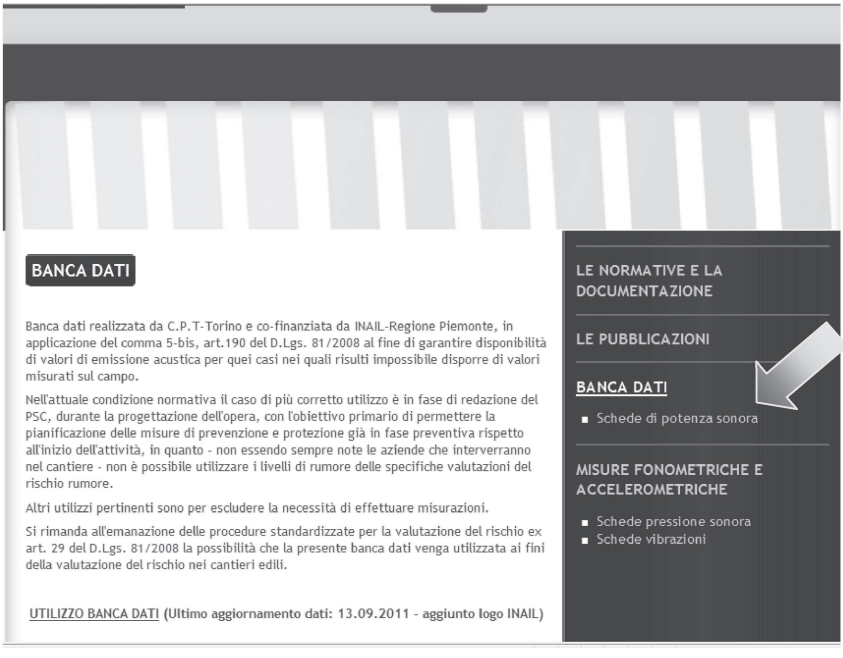
rischio in fase preventiva per le imprese che svolgono le attività fonte di pericolo, sia il dovuto flusso di informazioni, attraverso il POS, alle imprese che si trovano ad interagire con queste e devono valutare i rischi passivi.
Al momento la normativa vigente non permette l'utilizzo delle banche dati per il calcolo del livello di esposizione e quindi per la redazione del documento di valutazione del rischio rumore. Si rimanda l'utilizzo della Banca dati a tal fine, all'emanazione delle procedure standardizzate in applicazione dell'art.6, comma 8, lettera f, del DLgs.81/2008.
La Banca dati rumore del CPT di Torino è linkata dal PAF (Portatale Agenti Fisici) della Regione Toscana nella sezione "Proposta di metodo di calcolo dell'esposizione a Rumore in applicazione dell'art. 6, comma 8, lettera f, del D.Lgs.81/2008 funzionale alla valutazione del rischio rumore (bozza di procedura standardizzata).

Di seguito è spiegato come utilizzare la Banca dati CPT Torino.

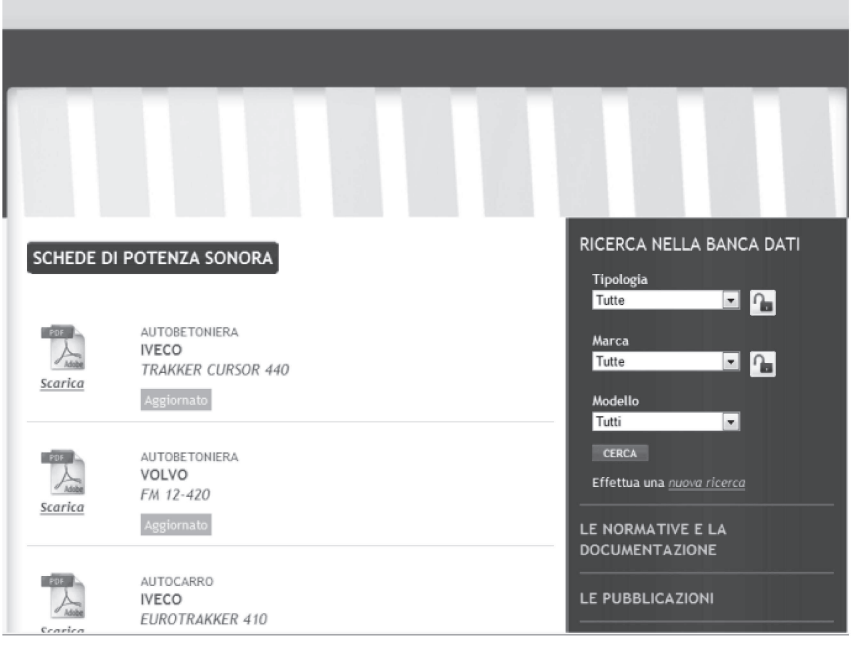
2-UTILIZZO della BANCA DATI CPT TORINO

Collegarsi al sito www.cpt.to.it e registrarsi

Nella sezione BANCA DATI (validata dalla Commissione consultiva) si trovano le schede di potenza sonora e quelle di pressione sonora al posto operatore della stessa macchina/attrezzatura.



Cliccando sul link del menù a destra *Schede attrezzature*, verranno visualizzati una serie di file PDF, uno per ogni attrezzatura misurata; è possibile filtrare i file visualizzati agendo sui tre campi a tendina per selezionare solo una tipologia e/o marca e/o modello specifico.

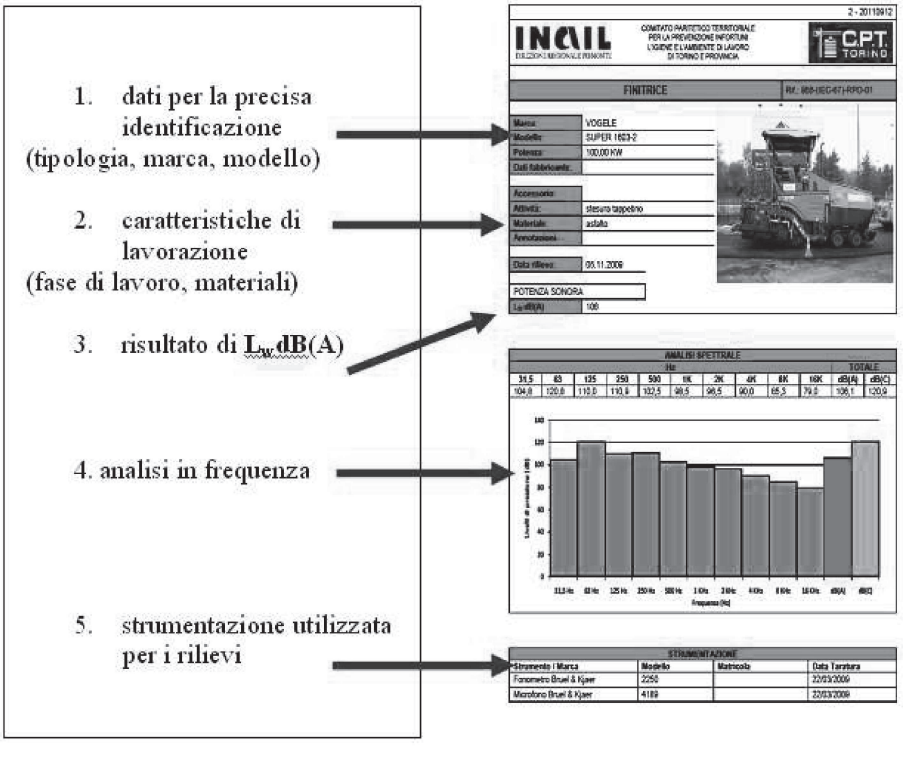


I file PDF, si possono scaricare sul proprio PC cliccando sul link *scarica* sotto l'icona. Ogni file è composto da una o più schede relative alla stessa attrezzatura ma in condizioni di misura differenti: le prime sono quelle relative alla potenza sonora massima misurata e alla pressione sonora massima misurata all'orecchio operatore, seguono le misure relative alle condizioni di lavoro specifiche. Se non esistono misure *effettuate nella condizione ricercata, occorrerà effettuare la misura o utilizzare il valore* massimo riportato nella prime schede.

Le schede bordate in colore azzurro si riferiscono a misure di potenza sonora.

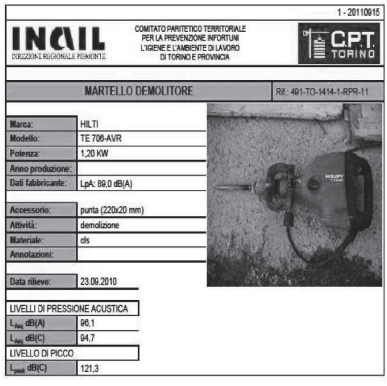
Le schede bordate in colore verde si riferiscono a misure di pressione sonora.

Esempio di schede
Le schede rumore di potenza acustica delle macchine e attrezzature sono complete di:



Le schede rumore di pressione acustica delle macchine e attrezzature sono complete di:

1. dati per la precisa identificazione (tipologia, marca, modello)
2. caratteristiche di lavorazione (fase di lavoro, materiali)
3. risultato di **L_{Aeq}dB(A), L_{Aeq}dB(C), L_{picco}dB(C)**
4. analisi in frequenza
5. strumentazione utilizzata per i rilievi



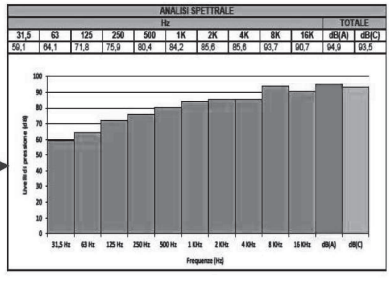
1 - 20110915

INAIL DIREZIONE REGIONALE PIEMONTE — COMITATO PARITETICO TERRITORIALE PER LA PREVENZIONE INFORTUNI L'IGIENE E L'AMBIENTE DI LAVORO DI TORINO E PROVINCIA — CPT TORINO

MARTELLO DEMOLITORE — Rif.: 491-TO-1414-1-RPR-11

Marca:	HILTI
Modello:	TE 706-AVR
Potenza:	1,20 KW
Anno produzione:	
Dati fabbricante:	LpA: 89,0 dB(A)
Accessorio:	punta (220x20 mm)
Attività:	demolizione
Materiale:	cls
Annotazioni:	
Data rilievo:	23.09.2010

LIVELLI DI PRESSIONE ACUSTICA	
L_{Aeq} dB(A)	96,1
L_{Aeq} dB(C)	94,7
LIVELLO DI PICCO	
L_{peak} dB(C)	121,3



ANALISI SPETTRALE

Hz										TOTALE	
31,5	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	16K	dB(A)	dB(C)
59,1	64,1	71,8	75,9	80,4	84,2	85,6	85,6	93,7	90,7	94,9	93,5

STRUMENTAZIONE

Strumento / Marca	Modello	Matricola	Data Taratura
Fonometro Svantek	SVAN-948	9825	05/07/2010
Microfono Svantek	SV 22	4011859	05/07/2010
Calibratore (RUM) Bruel & Kjaer	4230	1670857	05/07/2010

3-PROGRAMMA DI CALCOLO

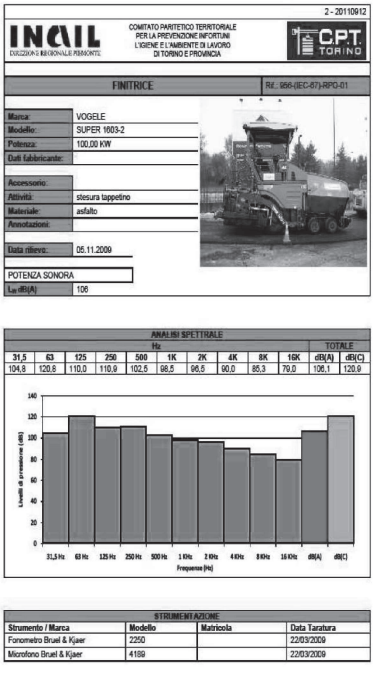
La Banca dati dispone anche del programma che permette di risalire ai valori di pressione sonora ad una distanza x dalla sorgente, conoscendo la potenza sonora.

Esempio di calcolo

Supponiamo di trovarci in un cantiere stradale. Voglio conoscere il livello di pressione sonora a cui è sottoposto un addetto alla stesura asfalto, che lavora in prossimità di una finitrice, che si trova a 5 mt. di distanza dalla sorgente.

Inserisco nelle celle i dati necessari per il calcolo. Nell'esempio sotto riportato l'operatore risulta esposto ad un livello di pressione sonora di 83,9 dBA.

La finitrice ha un livello di emissione sonora di 106 dBA.



2 - 20110912

INAIL DIREZIONE REGIONALE PIEMONTE — COMITATO PARITETICO TERRITORIALE PER LA PREVENZIONE INFORTUNI L'IGIENE E L'AMBIENTE DI LAVORO DI TORINO E PROVINCIA — C.P.T. TORINO

FINITRICE — Rif.: 556-(IEC-67)-RPO-01

Marca:	VOGELE
Modello:	SUPER 1603-2
Potenza:	100.00 KW
Dati fabbricante:	
Accessorio:	
Attività:	stesura tappetino
Materiale:	asfalto
Annotazioni:	
Data rilievo:	05.11.2009
POTENZA SONORA	
L_W dB(A)	106

ANALISI SPETTRALE

Hz										TOTALE	
31,5	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	16K	dB(A)	dB(C)
104,8	120,8	110,0	110,9	102,5	98,5	96,5	90,0	85,3	79,0	106,1	120,9

STRUMENTAZIONE

Strumento / Marca	Modello	Matricola	Data Taratura
Fonometro Bruel & Kjaer	2250		22/03/2009
Microfono Bruel & Kjaer	4189		22/03/2009

Programma

Calcolo livello di pressione sonora al ricevitore

Cantiere:	stradale
Oggetto:	finitrice
Altezza ricevitore (m):	

Calcoli

Potenza (dBA)	Distanza in pianta dal ricevitore (m)	Altezza della sorgente da terra (m)	Distanza reale (m)	Livello di pressione sonora (dBA)
106,0	5,0	1,0	5,1	83,9

dBA incontri 2012

Documenti

Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali
Partenza - Roma, 30/06/2011
Prot. 15 / VI / 0014878 / MA001.A001

Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali

DIREZIONE GENERALE DELLA TUTELA DELLE CONDIZIONI DI LAVORO
DIV. VI

Alla Camera dei Deputati

Alla Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento per le pari opportunità

Alla Presidenza del Consiglio dei Ministri – Ministero per la pubblica amministrazione e l'innovazione

Al Ministero della salute

Al Ministero dello sviluppo economico

Al Ministero dell'interno

Al Ministero della difesa

Al Ministero delle infrastrutture e dei trasporti

Al Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali

Alla Direzione Generale per l'attività ispettiva

All'Ufficio della Consigliera Nazionale di parità

Alle Direzioni regionali e provinciali del lavoro

All'ispettorato regionale del lavoro di Palermo

All'ispettorato regionale del lavoro di Catania

Al Comando Carabinieri per la tutela del lavoro

Agli assessorati regionali alla salute

DIREZIONE GENERALE DELLA TUTELA DELLE CONDIZIONI DI LAVORO – DIV. VI VIA FORNOVO 8 – ROMA –
TELEFONO 0646834917 FAX0646834895 mail:DivISTutelaLavoro@lavoro.gov.it

Ministero del Lavoro
e delle Politiche Sociali

DIREZIONE GENERALE DELLA TUTELA DELLE CONDIZIONI DI LAVORO
DIV. VI

Alla provincia autonoma di Trento

Alla provincia autonoma di Bolzano

Al Coordinamento Tecnico delle Regioni – Assessorati Sanità

All'INAIL

Alla CGIL

Alla CISL

Alla UIL

Alla UGL

Alla CISAL

Alla CONFSAL

Alla CIU

Alla CIDA

Alla CONFINDUSTRIA

Alla CONFCOMMERCIO

Alla CONFAGRICOLTURA

Alla CONFARTIGIANATO

Alla CNA

Alla CONFESERCENTI

Alla CONFAPI

DIREZIONE GENERALE DELLA TUTELA DELLE CONDIZIONI DI LAVORO – DIV. VI VIA FORNOVO 8 – ROMA –
TELEFONO 0646834917 FAX0646834886 mail:Div6TutelaLavoro@lavoro.gov.it

Ministero del Lavoro
e delle Politiche Sociali

DIREZIONE GENERALE DELLA TUTELA DELLE CONDIZIONI DI LAVORO
DIV. VI

Alla CONFCOOPERATIVE

Alla LEGACOOP

All' ABI

All'AGCI

All'UNCI

Alla CASARTIGIANI

LORO SEDI

Oggetto: Aggiornamento Banca Dati del CPT di Torino

Si comunica che il documento concernente l'argomento specificato in oggetto, approvato in data 20 aprile 2011 dalla Commissione consultiva permanente per la salute e sicurezza sul lavoro di cui all'art. 6 del D.lgs. n. 81/2008 e s.m.i., è disponibile nell'area dell'home page dedicata alla "Sicurezza nel lavoro" del sito Internet del Ministero del lavoro e delle politiche sociali (http://www.lavoro.gov.it/Lavoro/SicurezzaLavoro).

IL DIRETTORE GENERALE
(Dott. Giuseppe Umberto Mastroprietro)

DIREZIONE GENERALE DELLA TUTELA DELLE CONDIZIONI DI LAVORO – DIV. VI VIA FORNOVO 8 – ROMA –
TELEFONO 0646834917 FAX0646834886 mail:DivITutelaLavoro@lavoro.gov.it

AGGIORNAMENTO BANCA DATI CPT TORINO

OBIETTIVO

Il settore delle costruzioni presenta caratteristiche che lo rendono diverso dagli altri settori industriali. Ogni sua opera è da considerare un prototipo, dal momento che è impossibile che in un cantiere si possano ripetere le medesime condizioni determinate nella costruzione di un'opera simile.
Per quanto riguarda il rischio Rumore, l'art. 190 comma 5 bis del DLgs.81/08 stabilisce che l'emissione sonora di attrezzature di lavoro, macchine e impianti può essere stimata in fase preventiva facendo riferimento a livelli di rumore standard individuati da studi e misurazioni.
Ciò significa che già in fase di progettazione, conoscendo in via preventiva i livelli di emissione sonora delle macchine ed attrezzature, sarà possibile organizzare il cantiere in modo da ridurre il rischio al minimo.
La banca dati contiene i rilievi fonometrici di attrezzature e macchine utilizzate in edilizia, misurate nelle diverse condizioni di utilizzo e tipologie di cantiere.
La banca dati sarà aperta, in continuo aggiornamento, secondo la metodologia di seguito riportata.

METODOLOGIA

- ✓ Procedure di rilievo della potenza sonora, secondo la norma UNI EN ISO 3746 – 2009
- ✓ Procedure di rilievo della pressione sonora, secondo la norma UNI 9432 - 2008.
- ✓ Schede macchina/attrezzatura complete di:
  - dati per la precisa identificazione (tipologia, marca, modello)
  - caratteristiche di lavorazione (fase, materiali)
  - analisi in frequenza

STRUMENTAZIONE DI MISURA

Per le misure di potenza sonora si è utilizzata questa strumentazione:

- ➢ **Fonometro:** Bürel &Kiær tipo 2250.
- ➢ **Calibratore:** B&K tipo 4231.
  Nel 2008 si è utilizzato un **microfono** B&K tipo 4189 da 1/2".
  Nel 2009 si è utilizzato un **microfono** B&K tipo 4155 da 1/2".

Le misurazioni che verranno eseguite in futuro saranno effettuate con la strumentazione utilizzata per la pressione sonora e di seguito riporta.

Per le misurazioni di pressione sonora si utilizza un analizzatore SVANTEK modello "SVAN 948" per misure di Rumore, conforme alle norme EN 60651/1994, EN 60804/1994 classe 1, ISO 8041, ISO 10816-1 IEC 651, IEC 804 e IEC 61672-1.
La strumentazione è costituita da:

- ➢ **Fonometro integratore mod. 948,** di classe 1, digitale, conforme a: IEC 651, IEC804 e IEC 61672-1. Velocità di acquisizione da 10 ms a 1 h con step da 1 sec e 1 min.

Ponderazioni: A, C, Lin;
Analizzatore: Real-Time 1/1 e 1/3 d'ottava, FFT, RT60.
Campo di misura: da 22 dBA a 140 dBA;
Gamma dinamica: 100 dB, A/D convertitore 4 x 20 bits
Gamma di frequenza: da 10 Hz a 20kHz;
Rettificatore RMS digitale con rivelatore di Picco, risoluzione 0,1 dB.
Microfono: SV 22 (tipo 1), 50 mV/Pa, a condensatore polarizzato 1/2" con preamplificatore IEPE modello SV 12L.

- **Calibratore:** Brüel & Kjær (tipo 4230), 94 dB, 1000 Hz

PROTOCOLLI DI MISURA

1) Potenza sonora

La norma UNI EN ISO 3746:2009 consente di effettuare la misura anche in ambienti moderatamente riverberanti; pertanto (a differenza ad esempio della ISO 3744) è più frequentemente utilizzabile per misure in situ su macchine installate in stabilimenti industriali. L'accuratezza della misura rientra nel metodo di controllo (grado 3); la riproducibilità dei risultati (ottenibili in ambienti di misura differenti) è esprimibile con una deviazione standard non superiore a 4 o a 5 dB per sorgenti che irradiano rumore, rispettivamente, a banda larga o con caratteristiche tonali.
Il metodo definito dalla norma ISO 3746 si basa sul fatto che il livello medio di pressione sonora sulla superficie di misura determinato in condizioni reali, una volta corretto per eliminare l'influenza del rumore residuo e delle riflessioni ambientali, esprime il livello medio di pressione sonora sulla superficie di misura in condizioni di campo libero (L_{pf}); tale livello equivale al livello di potenza per unità di superficie. Il livello di potenza sonora della macchina si otterrà quindi facendo riferimento all'intera superficie di misura.
Il presente protocollo di misura, non esclude la possibilità di utilizzare altre norme tecniche della famiglia UNI EN ISO 374X le quali presentano un grado di precisione maggiore.
Come risulta dalla Tabella 1, sono previsti tre gradi di precisione delle misure: metodo di laboratorio, metodo progettuale, metodo di controllo. Il metodo di laboratorio è quello che assicura l'incertezza minore in termini di ripetibilità e riproducibilità delle misure, segue il metodo progettuale, ed infine il metodo di controllo.
A determinare il grado di precisione contribuisce in modo determinante il tipo di campo sonoro in cui avviene la misura e, sotto questo aspetto, le metodologie di misura della potenza acustica si possono considerare divise in due sottogruppi principali:

- misure in campo libero o semilibero, oppure in ambienti in cui si cerca di apportare correzioni per riportarsi alla misura in campo libero;
- misure in ambienti riverberanti, sia di laboratorio sia di tipo speciale, in cui si cerca di realizzare condizioni di campo diffuso con caratteristiche controllate.

Di seguito viene specificata la procedura da seguire per il calcolo della potenza sonora in caso si stiano valutando piccole sorgenti aventi caratteristica di emissione

Tabella 1 - Quadro di sintesi delle norme UNI EN ISO 374x per la misura della potenza sonora con il metodo della pressione.

Norma tecnica	Classificazione del metodo	Ambiente di prova	Caratteristiche del rumore	Livello di potenza sonora ottenibile	Informazioni supplementari
3741	Di precisione	Camera riverberante con specifici requisiti	Stabile larga banda	In banda d'ottava o 1/3 d'ottava.	Livello di potenza sonora pesato in A
3742			Stabile componenti discrete in banda stretta		
3743	Ingegneristico	Camera riverberante con specifici requisiti	Stabile larga banda e componenti discrete	Pesato in A e in bande d'ottava.	Livelli di potenza con altre ponderazioni
3744	Ingegneristico	All'aperto	Qualsiasi	Livello pesato in A, a bande d'ottava o in 1/3 d'ottava	Informazioni sulla direttività e sul livello di pressione in funzione del tempo
3745	Precisione	Camera anecoica o semianecoica			
3746	Controllo	Nessuna specificazione particolare	Stabile, a banda larga, componenti discrete in banda stretta	Ponderazione A	Livelli di pressione sonora in funzione del tempo, livelli di potenza sonora con altre ponderazioni.

semisferica (sorgente puntiforme appoggiata su un piano acusticamente riflettente, vedi Figura 1).

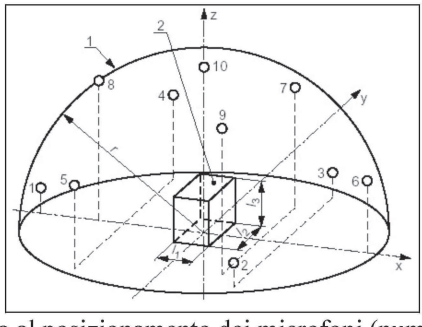


Figura 1: Immagine riferita al posizionamento dei microfoni (numeri che vanno da 1 a 10 nei confronti della sorgente parallelepipedo al centro della semisfera)

- misura del livello sonoro L_{pi} in alcune posizioni (dipendenti dalle dimensioni della sorgente e dalla variabilità del livello sonoro fra le posizioni) disposte su una semisfera di misura ad una certa distanza r dal centro della sorgente;
- determinazione del livello medio di pressione sonora L_{pm} mediante la relazione:

$$1) \qquad L_{pm} = 10 \log \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} 10^{0,1 L_{pi}}$$

- determinazione del livello di potenza sonora Lw della sorgente mediante la relazione:

$$2) \qquad L_w = L_{pm} + 10 \log S$$

dove S = area della semisfera ($2\pi r^2$) in m^2

Di seguito viene specificata la procedura da seguire per il calcolo della potenza sonora in caso si stiano valutando sorgenti di medie/grandi dimensioni appoggiate su un piano riflettente (vedi Figura 2).

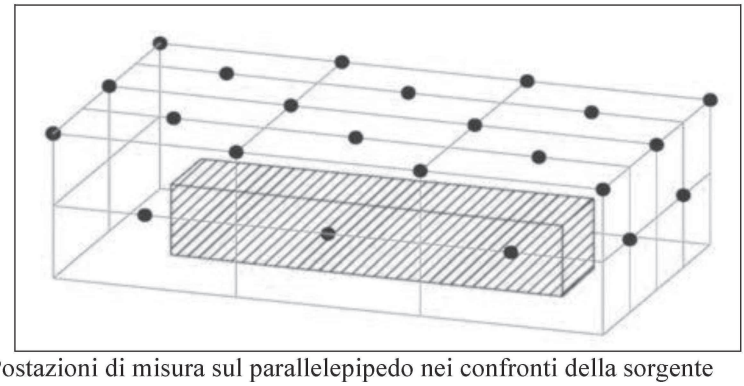


Figura 2: Postazioni di misura sul parallelepipedo nei confronti della sorgente

- scelta di un parallelepipedo di riferimento definita come la superficie fittizia costituita dal più piccolo parallelepipedo di forma rettangolare che racchiude la sorgente ed è delimitato dal piano riflettente;
- scelta di un parallelepipedo di misura definito come il parallelepipedo rettangolare con i lati paralleli a quelli del parallelepipedo di riferimento; in tal caso la distanza di misurazione, d, è pari alla distanza tra la superficie di misurazione e il parallelepipedo di riferimento. Questa distanza d dovrebbe corrispondere ad uno dei seguenti valori (in metri): 0,25, 0,5, 1, 2, 4, o 8. Le distanze di misurazione maggiori di 1 m possono essere scelte per sorgenti di grandi dimensioni.
- Suddividere le facce del parallelepipedo di misura mantenendo la proporzione ≤ 3 d secondo lo schema in Figura 3.

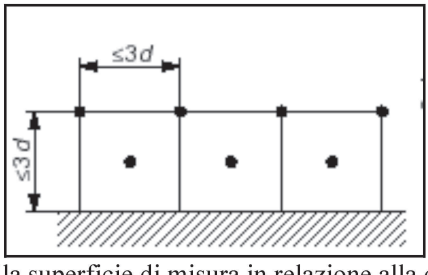


Figura 3: divisione della superficie di misura in relazione alla distanza d.

- Ciascun piano della superficie di misurazione deve essere considerato a sé stante e suddiviso in modo da ottenere il più piccolo numero di aree rettangolari parziali di uguali dimensioni con una lunghezza massima del lato pari a 3 d.
- Le postazioni microfoniche si trovano nel centro e in ogni angolo di ciascuna area parziale [esclusi gli angoli che intersecano il piano riflettente]. In questo modo si ottengono le postazioni microfoniche.
- Le misure del rumore di fondo devono essere rappresentative del clima acustico della zona.
- Le postazioni microfoniche si trovano sulla superficie di misurazione, una superficie fittizia di area S che racchiude la sorgente, i cui lati sono paralleli ai lati del parallelepipedo di riferimento e si trovano ad una distanza d (distanza di misurazione) dal parallelepipedo.
- Calcolo dell'area S della superficie di misurazione è data dalla formula seguente:

$$S = 4\,(ab + bc + ca)$$

dove:

$a = 0.5\ l_1 + d$

$b = 0.5\ l_2 + d$

$c = l_3 + d$

Dove l_1, l_2, l_3 sono rispettivamente la lunghezza, la larghezza e l'altezza del parallelepipedo di riferimento.

Per ottenere il livello di potenza sonora della macchina bisogna fare riferimento all'intera superficie di misura ed ottenere i livelli L'.

- L_{pf}, definito come il livello di pressione sonora superficiale, dato dalla media energetica dei livelli equivalenti di pressione sonora in corrispondenza di tutte le postazioni microfoniche sulla superficie di misurazione, viene espresso in dB, e calcolato secondo la formula:

$$3) \quad L_{pf} = L' - K_1 - K_2$$

dove: L' è il livello medio di pressione sonora sulla superficie di misura,
K_1 è il fattore di correzione relativo al rumore residuo
K_2 è il fattore di correzione relativo alle riflessioni ambientali.

Il livello L' si ottiene calcolando la media energetica dei livelli L_i' rilevati nei punti di misura

$$4) \quad L' = 10 \log 1/N \Sigma 10^{0.1 L'i}$$

dove N è il numero dei rilievi.

Il fattore di correzione K_1 si riferisce al rumore residuo, ovvero al rumore rilevato a macchina disattivata: tale rumore comprende tutte le sorgenti sonore esclusa quella in esame (comprende quindi anche il rumore elettrico della linea di misura).
Il fattore K_1, espresso in dB, è dato da

$$5) \quad K_1 = - 10 \log (1 - 10^{-0.1 \Delta L'})$$

dove $\Delta L'$ è la differenza tra i livelli medi di pressione sonora sulla superficie di misura a macchina in funzione e a macchina disattivata (entrambi calcolati tramite la relazione 4).
Secondo la norma UNI EN ISO 3746, qualora $\Delta L'$ sia superiore a 10 dB, si assume K_1 pari a zero; qualora $\Delta L'$ sia inferiore a 3 dB, l'accuratezza della misura non raggiunge quella propria del progetto stesso (grado 3).

Il fattore di correzione K_2 (denominato indicatore ambientale) esprime l'incremento del livello sonoro medio sulla superficie di misura dovuto alle riflessioni ambientali.
Nel caso di misure effettuate all'aperto (con la macchina sempre posta su una superficie riflettente, ma lontano da altri elementi riverberanti), si assume K_2 pari a zero.
Nel caso di misure effettuate in ambienti confinati, il fattore K_2, espresso in dB, è dato da:

$$6) \quad K_2 = 10 \log (1 + 4 S / A)$$

dove S è la superficie di misura e A è l'area equivalente di assorbimento (entrambe espresse in m^2).
Utilizzando la formula di Sabine, l'area equivalente di assorbimento A è data da

$$7) \quad A = 0.16 (V / T)$$

dove V è il volume del locale di misura (espresso in m^3) e T è il tempo di riverbero rilevato nel locale (espresso in s).

Il valore di K_2 è tanto più elevato quanto maggiori sono le riflessioni ambientali. Per l'applicabilità della norma UNI EN ISO 3746, K_2 deve essere inferiore a 7 dB.

Il livello di potenza sonora della macchina (L_W), espresso in dB, è dato da

$$8) \quad L_W = L_{pf} + 10 \log (S / S_0)$$

dove S è la superficie di misura e S_0 è la superficie unitaria, entrambe espresse in m^2. Sulla base delle norme è possibile determinare il livello di potenza sonora ponderato A; i livelli sonori nei punti di misura vanno perciò rilevati impiegando tale ponderazione. A questa ponderazione si riferiscono le deviazioni standard riportate in precedenza che caratterizzano la riproducibilità di ciascun metodo. Per quanto riguarda il tempo di riverbero entrambi i documenti raccomandano di utilizzare il valore relativo alla banda centrata su 1000 Hz.

2) Pressione sonora

Posizioni di misura

Il microfono viene posto nella posizione occupata normalmente dalla testa del lavoratore e, in assenza del lavoratore stesso, nel punto che meglio ne rappresenta la reale esposizione.

Qualora il lavoratore sia presente nella propria postazione di lavoro, il microfono viene posizionato ad una distanza da 0,10 m a 0,40 m dall'entrata del canale uditivo esterno dell'orecchio che percepisce il più elevato dei livelli sonori continui equivalenti ponderati A ed all'altezza dell'orecchio stesso.

Il microfono viene orientato nella stessa direzione dello sguardo del lavoratore durante l'esecuzione dell'attività.

Durante le lavorazioni in cui la posizione della testa non è ben definita, l'altezza del microfono deve essere individuata come segue:

- per persone in piedi: 1,55 m ± 0,075 m dal piano su cui poggia la persona;
- per persone sedute: 0,80 m + 0,05 m sopra il centro del sedile, con le regolazioni orizzontale e verticale della sedia scelte quanto più possibile prossime a quelle medie.

Lo strumento è sempre impostato sulla funzione "random".

Tempi di misura

Il tempo totale di ogni singola misura ha una durata sufficiente a far stabilizzare il segnale. In base al tipo di rumore da misurare sono di seguito indicati i tempi e il numero delle misurazioni.

Rumore fluttuante

Quando sulla base dell'indagine preliminare è accertata l'esistenza, per tutto il periodo di esposizione, di rumore fluttuante (non stazionario), l'adeguatezza del valore misurato a rappresentare il livello sonoro continuo equivalente dell'intero periodo può essere garantita:

- mediante l'esecuzione di una singola misurazione di durata pari all'intero periodo di esposizione; in questo caso si ottiene una misurazione diretta di $L_{Aeq,Te}$ e l'incertezza da campionamento è posta pari a zero;
- mediante l'esecuzione di una singola misurazione relativa alla condizione operativa più rumorosa. È compito del responsabile delle misurazioni individuare

tale condizione, che deve essere valutata sulla base dell'esperienza e scelta in funzione delle varietà di lavorazioni realmente effettuate, utilizzando le fonti informative ritenute più affidabili. La durata della misurazione non può essere inferiore alla durata dell'operazione considerata. Anche in questo caso l'incertezza da campionamento è posta pari a zero;

- mediante un opportuno campionamento. In questo caso si procede come segue:
  1) si eseguono $N \geq 3$ misure, ciascuna di durata tale da garantire la stabilizzazione del livello sonoro continuo equivalente entro ± 0,3 dB(A) e comunque non minore di 5 min. Le misurazioni devono essere effettuate su intervalli di tempo non consecutivi,
  2) se la differenza fra il massimo e il minimo dei valori misurati è minore di 5 dB(A), il livello sonoro continuo equivalente dell'intero periodo $L_{Aeq,Tp}$ si pone uguale al valore medio calcolato mediante l'equazione:

$$L_{Aeq,T_p} = \frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N} L_{Aeq,T_{pk}} \qquad (9)$$

  con $L_{Aeq,Tpk}$: livello sonoro continuo ponderato A di ogni singola misura.
  3) se la differenza fra il massimo e il minimo dei valori misurati è maggiore di 5 dB(A), si utilizza uno degli altri due metodi precedentemente indicati, oppure si suddivide l'attività in due o più sotto-attività.

  In questo caso l'incertezza da campionamento è valutata come descritto più avanti.

Valutazione dell'imprecisione totale delle misurazioni

I contributi più significativi all'incertezza sul livello di esposizione giornaliera o settimanale sono i seguenti:

1) incertezza da campionamento (altresì nota come "ambientale"), u_a;
2) incertezza da posizionamento dello strumento, u_L;
3) incertezza strumentale, u_S;

1. Incertezza da campionamento

Data una serie di N misure del livello sonoro continuo equivalente ponderato A relative ad una specifica mansione, indicati con i $L_{Aeq,Tpk}$ i valori ottenuti, il valore medio è valutato con l'equazione (1) e l'incertezza da campionamento è valutata con l'equazione:

$$u_a = \left(\frac{\sum_{k=1}^{N} (L_{Aeq,T_{pk}} - L_{Aeq,T_p})^2}{N \times (N-1)} \right)^{1/2} \qquad (10)$$

Le equazioni (9) e (10) forniscono stime adeguate fintantoché la differenza fra il massimo e minimo della serie di livelli sonori continui equivalenti ponderati A risulta minore di 5 dB(A). Se questa condizione non è soddisfatta si segue una via diversa dal campionamento (misura per l'intera durata del periodo di

esposizione o misura nella condizione operativa più rumorosa), oppure si suddivide l'attività in due o più sotto-attività.

2. Incertezza da posizionamento dello strumento

L'esistenza di questo termine è dovuta al fatto che il livello sonoro mostra sensibili fluttuazioni spaziali nelle immediate vicinanze del soggetto esposto. Qualche indeterminazione del risultato rimane comunque anche se sono rispettate le raccomandazioni riguardo al posizionamento del microfono. L'incertezza u_L associata a questo effetto può essere stimata pari a 1 dB.

3. Incertezza strumentale

L'incertezza associata alle caratteristiche tecniche della strumentazione risente di un grande numero di elementi. Per una catena di misura nella quale sia il calibratore sia il misuratore di livello sonoro soddisfano i requisiti della classe 1 della CEI EN 61672-1 l'incertezza strumentale complessiva u_S si può assumere pari a 0,5 dB.

In alternativa è possibile calcolare l'incertezza strumentale tramite l'espressione:

$$u_s = (u_f^2 + u_c^2)^{1/2}$$

dove:

u_f è l'incertezza dichiarata sul certificato di taratura per il fonometro;

u_c è l'incertezza dichiarata sul certificato di taratura per il calibratore.

Calcolo dell'incertezza sul livello sonoro continuo equivalente

L'incertezza sul livello sonoro continuo equivalente è calcolata combinando opportunamente le incertezze di cui ai punti da 1 a 3:

$$u(L_{Aeq,T_p}) = [u_a^2(L_{Aeq,T_p}) + u_L^2 + u_S^2]^{1/2}$$

Il valore dell'**imprecisione totale** delle misurazioni determinato viene sommato a quello del valore del livello sonoro equivalente $L_{Aeq,Tp}$ (9) nel seguente modo:

$$L_{Aeq} = L_{Aeq,Tp} + u_{(LAeq,Tp)}$$

Se è stata effettuata una sola misura, nell'incertezza totale sul livello continuo equivalente non sarà presente il contributo dell'incertezza da campionamento.

Per il calcolo del valore del livello sonoro continuo ponderato C si procede nello stesso modo.

Incertezza sul livello sonoro di picco

I contributi all'incertezza sul livello sonoro di picco sono i seguenti:

1) incertezza da campionamento, $u_{a,\,picco}$;
2) incertezza da posizionamento dello strumento, $u_{L,\,picco}$;
3) incertezza strumentale, $u_{S,\,picco}$.

1. Incertezza da campionamento

L'incertezza da campionamento è presumibilmente maggiore di quella indicata per illivello sonoro continuo equivalente, ma impossibile da quantificare allo stato attuale delle conoscenze.

2. Incertezza da posizionamento dello strumento

L'incertezza da posizionamento dello strumento può essere orientativamente posta pari a quella stabilita per il calcolo del livello sonoro continuo equivalente, ovvero 1 dB;

3. Incertezza strumentale

L'incertezza strumentale sul risultato della misura del livello sonoro di picco è stimabile dimezzando il valore dell'incertezza estesa $U_{S,\,picco}$

$$u_{S,\,picco} = 0{,}5\ U_{S,\,picco}$$

Poiché per la strumentazione utilizzata per le misurazioni è prevista $U_{S,\,picco}$: ±2.0, l'incertezza strumentale $u_{S,\,picco}$ è pari a 1 dB.

Calcolo dell'incertezza sul livello sonoro di picco

L'incertezza sul livello sonoro di picco è calcolata combinando opportunamente le incertezze di cui ai punti da 1 a 3:

$$u(L_{picco,C}) = [u^2_{L,\,picco} + u^2_{s,\,picco}]^{1/2}$$

Il valore dell' **imprecisione totale** $\mathbf{u}_{(L,picco,C)}$ viene sommato a quello del valore del livello sonoro di picco $L_{picco,C}$ nel seguente modo:

$$\mathbf{L_{picco,C} = L_{picco,C} + u_{(L,picco,C)}}$$

UTILIZZO DELLA BANCA DATI

La presente banca dati è realizzata in applicazione del comma 5-bis dell'art.190 del DLgs.81/2008 al fine di garantire disponibilità di valori di emissione acustica per quei casi nei quali risulti impossibile disporre di valori misurati sul campo.

In questo contesto il caso più proprio di corretto utilizzo di questa banca dati è in fase di redazione del PSC, durante la progettazione dell'opera, con l'obiettivo primario di permettere la pianificazione delle misure di prevenzione e protezione già in fase preventiva rispetto all'inizio dell'attività, in quanto, non essendo sempre note le aziende che interverranno nel cantiere, non è possibile utilizzare i livelli di rumore delle specifiche valutazioni del rischio rumore.

Altri utilizzi pertinenti sono per escludere la necessità di effettuare misurazioni.

Si rimanda all'emanazione delle procedure standardizzate per la valutazione del rischio ex art. 29 del D.Lgs. 81/08 la possibilità che la presente banca dati venga utilizzata ai fini della valutazione del rischio nei cantieri edili.

La banca dati è fruibile on line sul sito www.cpt.to.it ed è strutturata su tre livelli.

Nel primo livello, mediante un menù a tendina, è possibile accedere alla banca dati strutturata nel seguente modo:

Nel secondo livello compaiono le schede relative alla potenza sonora massima misurata e alla pressione sonora massima misurata all'orecchio operatore.

Nel terzo livello è possibile accedere a tutte le schede di misura suddivise per lavorazione e scegliere le misure relative alle condizioni di lavoro specifiche. Se non esistono misure effettuate nella condizione ricercata, occorrerà effettuare la misura o utilizzare il valore massimo riportato nella prime schede.

Esempi di ricerca dati

Tipologia: Martello demolitore
Marca: Makita
Modello: HM 1202 C

Le prime due schede trovate sono quelle relative relativa alla potenza sonora massima misurata e alla pressione sonora massima misurata.

C.P.T. TORINO
COMITATO PARITETICO TERRITORIALE
PREVENZIONE INFORTUNI, IGIENE ED AMBIENTE DI LAVORO
DI TORINO E PROVINCIA

MARTELLO DEMOLITORE	SCHEDA N° 1

Marca:	*MAKITA*
Modello:	*HM 1202 C*
Potenza:	*1400 W*
Anno:	*2002*

ACCESSORIO

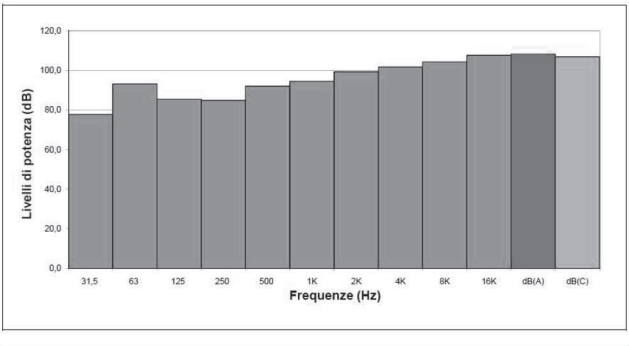
Tipologia:	punta l = 30 cm
Fase lavorativa:	demolizione calcestruzzo
Annotazioni:	

Data rilievo: 19 maggio 2009

POTENZA SONORA dB(A) 108

ANALISI SPETTRALE

Hz										GLOBALE	
31,5	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	16K	dB(A)	dB(C)
77,7	93,2	85,5	84,8	92,0	94,4	99,3	101,7	104,3	107,6	108,2	106,9



DATI FONOMETRICI

Fonometro tipo:	Bruel & Kjaer	Modello:	2250	Data taratura:	22/03/2009
Microfono tipo:	Bruel & Kjaer	Modello:	4189	Data taratura:	22/03/2009

115 / 1

COMITATO PARITETICO TERRITORIALE
PER LA PREVENZIONE INFORTUNI
L'IGIENE E L'AMBIENTE DI LAVORO
DI TORINO E PROVINCIA

MARTELLO DEMOLITORE

Rif.: RPR0002

Marca:	MAKITA
Modello:	HM 1202C
Potenza:	1450,00 W
Anno produzione:	2002

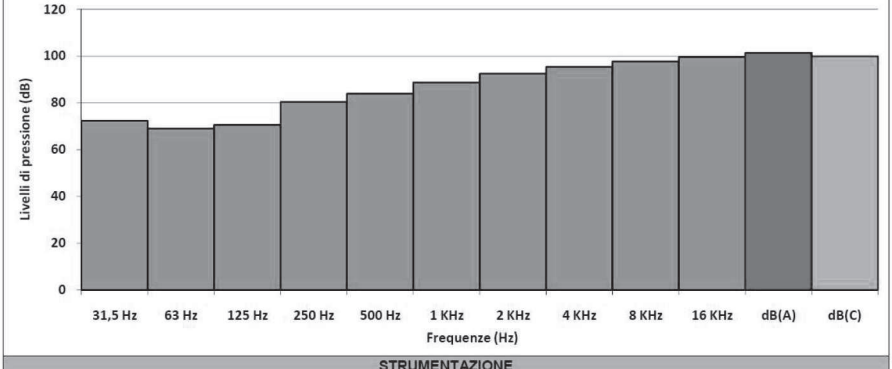
Accessorio:	
Attività:	demolizione
Materiale:	c.a.
Annotazioni:	

Data rilievo:	05.03.2008

LIVELLI DI PRESSIONE ACUSTICA	
L_{Aeq} dB(A)	102,7
L_{Aeq} dB(C)	101,1
LIVELLO DI PICCO	
L_{peak} dB(C)	128,4

ANALISI SPETTRALE

Hz										TOTALE	
31,5	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	16K	dB(A)	dB(C)
72,4	69,0	70,6	80,4	83,9	88,7	92,5	95,5	97,7	99,6	101,4	99,9



STRUMENTAZIONE

Strumento / Marca	Modello	Data Taratura
Fonometro Svantek	948	25.06.2007
Microfono Svantek	SV 22	25.06.2007
Calibratore Bruel & Kjaer	4230	05.12.2006

Dettagli schede per lavorazione

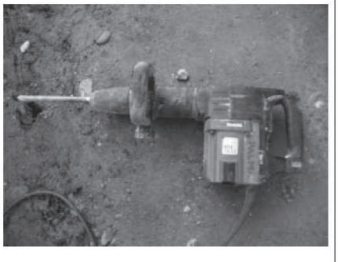
115 / 1

C.P.T. TORINO

COMITATO PARITETICO TERRITORIALE
PER LA PREVENZIONE INFORTUNI
L'IGIENE E L'AMBIENTE DI LAVORO
DI TORINO E PROVINCIA

MARTELLO DEMOLITORE — Rif.: RPR0003

Marca:	MAKITA
Modello:	HM 1202C
Potenza:	1450,00 W
Anno produzione:	2003



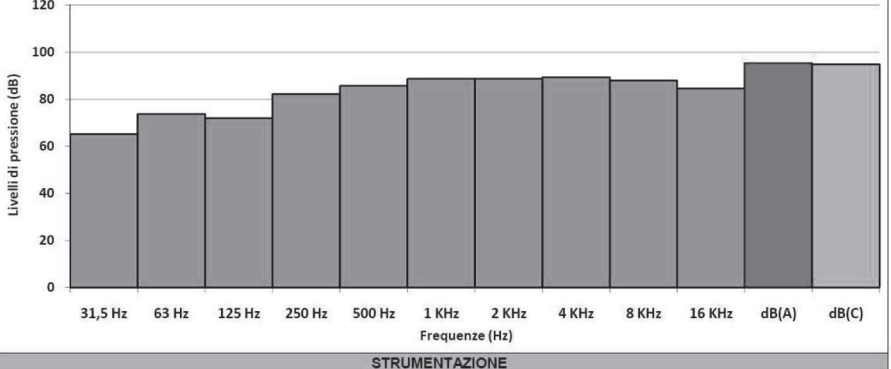
Accessorio:	punta l= 25 cm
Attività:	demolizione battuto
Materiale:	cls
Annotazioni:	

Data rilievo:	09.04.2009

LIVELLI DI PRESSIONE ACUSTICA	
L_{Aeq} dB(A)	96,5
L_{Aeq} dB(C)	96,0
LIVELLO DI PICCO	
L_{peak} dB(C)	122,2

ANALISI SPETTRALE

Hz										TOTALE	
31,5	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	16K	dB(A)	dB(C)
65,2	73,8	72,0	82,3	85,8	88,7	88,7	89,4	88,0	84,6	95,4	94,8



STRUMENTAZIONE

Strumento / Marca	Modello	Data Taratura
Fonometro Svantek	948	07.11.2008
Microfono Svantek	SV 22	07.11.2008
Calibratore Bruel & Kjaer	4230	07.11.2008

115 / 1

COMITATO PARITETICO TERRITORIALE
PER LA PREVENZIONE INFORTUNI
L'IGIENE E L'AMBIENTE DI LAVORO
DI TORINO E PROVINCIA

MARTELLO DEMOLITORE

Rif.: RPR0004

Marca:	MAKITA
Modello:	HM 1202C
Potenza:	1450,00 W
Anno produzione:	2006

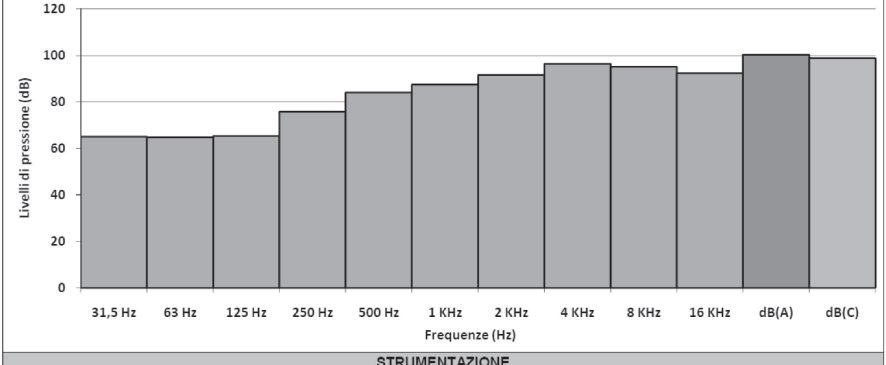
Accessorio:	punta d= 20 mm
Attività:	demolizione
Materiale:	cls
Annotazioni:	

Data rilievo:	23.04.2009

LIVELLI DI PRESSIONE ACUSTICA	
L_{Aeq} dB(A)	101,5
L_{Aeq} dB(C)	100,0
LIVELLO DI PICCO	
L_{peak} dB(C)	124,9

ANALISI SPETTRALE

Hz										TOTALE	
31,5	**63**	**125**	**250**	**500**	**1K**	**2K**	**4K**	**8K**	**16K**	**dB(A)**	**dB(C)**
65,1	64,8	65,3	75,8	84,1	87,5	91,7	96,4	95,2	92,4	100,4	98,9



STRUMENTAZIONE

Strumento / Marca	Modello	Data Taratura
Fonometro Svantek	948	07.11.2008
Microfono Svantek	SV 22	07.11.2008
Calibratore Bruel & Kjaer	4230	07.11.2008

115 / 1

C.P.T. TORINO

COMITATO PARITETICO TERRITORIALE
PER LA PREVENZIONE INFORTUNI
L'IGIENE E L'AMBIENTE DI LAVORO
DI TORINO E PROVINCIA

MARTELLO DEMOLITORE

Rif.: RPR0002

Marca:	MAKITA
Modello:	HM 1202C
Potenza:	1450,00 W
Anno produzione:	2002

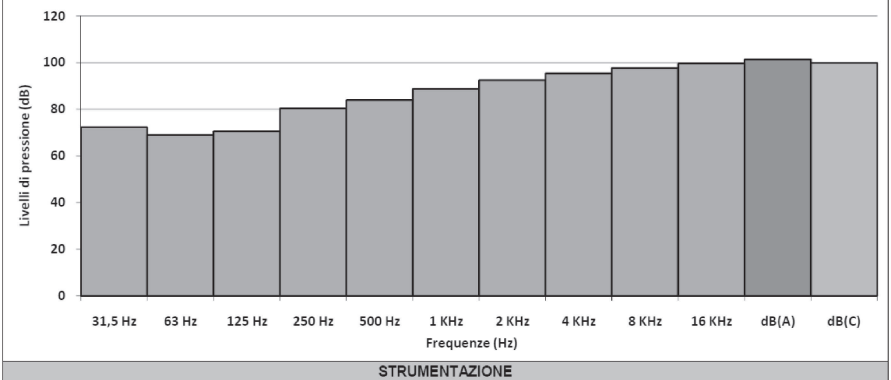
Accessorio:	
Attività:	demolizione
Materiale:	c.a.
Annotazioni:	

Data rilievo:	05.03.2008

LIVELLI DI PRESSIONE ACUSTICA	
L_{Aeq} dB(A)	102,7
L_{Aeq} dB(C)	101,1
LIVELLO DI PICCO	
L_{peak} dB(C)	128,4

ANALISI SPETTRALE

Hz										TOTALE	
31,5	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	16K	dB(A)	dB(C)
72,4	69,0	70,6	80,4	83,9	88,7	92,5	95,5	97,7	99,6	101,4	99,9



STRUMENTAZIONE

Strumento / Marca	Modello	Data Taratura
Fonometro Svantek	948	25.06.2007
Microfono Svantek	SV 22	25.06.2007
Calibratore Bruel & Kjaer	4230	05.12.2006

La Banca dati disporrà anche del programma che permette di risalire ai valori di pressione sonora ad una distanza x dalla sorgente, conoscendo la potenza sonora.

Esempio:

Programma

Calcolo livello di pressione sonora al ricevitore

Cantiere:	
Oggetto:	
Altezza ricevitore (m):	1,7

Calcoli

Potenza (dBA)	Distanza in pianta dal ricevitore (m)	Altezza della sorgente da terra (m)	Distanza reale (m)	Livello di pressione sonora (dBA)
104	3	1	3,1	86,2

CONFERENZA STATO-REGIONI DEL 25.07.2012:

Accordo tra il Governo, le Regioni e le Province autonome di Trento e Bolzano sul documento proposto dal Ministero del lavoro e delle politiche sociali recante:
"Linee guida per il settore della musica e delle attività ricreative, ai sensi dell'articolo 198 del decreto legislativo 9 aprile 2008, n.81".
(LAVORO E POLITICHE SOCIALI)
Accordo ai sensi dell'articolo 4 del decreto legislativo 28 agosto 1997, n. 281.

Presidenza del Consiglio dei Ministri

CONFERENZA PERMANENTE PER I RAPPORTI TRA LO STATO, LE REGIONI E LE PROVINCIE AUTONOME DI TRENTO E BOLZANO

Accordo, ai sensi dell'articolo 4 del decreto legislativo 28 agosto 1997, n. 281 tra il Governo, le Regioni e le Province autonome di Trento e Bolzano sul documento proposto dal Ministero del Lavoro e delle politiche sociali recante: "Linee guida per il settore della musica e delle attività ricreative, ai sensi dell'articolo 198 del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81".

Repertorio atti n. 144/CSR del 25 luglio 2012

CONFERENZA PERMANENTE PER I RAPPORTI TRA LO STATO, LE REGIONI E LE PROVINCE AUTONOME DI TRENTO E BOLZANO

Nella odierna seduta del 25 luglio 2012:

VISTO l'articolo 4 del decreto legislativo 28 agosto 1997, n. 281, che attribuisce a questa Conferenza la possibilità di promuovere e sancire accordi tra il Governo, le Regioni e le Province autonome di Trento e Bolzano al fine di coordinare l'esercizio delle rispettive competenze e svolgere attività di interesse comune;

VISTO il decreto legislativo 9 aprile 2008, n.81 ("Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n.123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"),che, al Capo II° del Titolo VIII°, contiene le prescrizioni minime per la tutela dei lavoratori in relazione ai rischi per la loro salute e sicurezza derivanti dall'esposizione a rumore durante il lavoro;

VISTO , in particolare, l'articolo 198 del richiamato decreto legislativo n. 81/2008, il quale stabilisce che, su proposta della Commissione permanente per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro istituita presso il Ministero del Lavoro e delle politiche sociali, la Conferenza Stato-Regioni definisce le linee guida per l'applicazione del Capo II° del Titolo VIII° del medesimo decreto legislativo n. 81 nei settori della musica e delle attività ricreative;

CONSIDERATO che in attuazione della predetta disposizione, il Ministero del lavoro e delle politiche sociali, con lettera in data 23 aprile 2012, ha inviato, ai fini del perfezionamento di un apposito accordo in sede di Conferenza Stato-Regioni, il documento indicato in oggetto, Allegato A, parte integrante del presente atto;

VISTA la nota in data 26 aprile 2012, con la quale il citato documento è stato diramato alle Regioni e Province autonome;

CONSIDERATO che, nel corso della riunione tecnica svoltasi il 17 maggio, le Regioni e le Province autonome hanno espresso avviso tecnico favorevole

CONSIDERATO che il punto, iscritto all'ordine del giorno della Conferenza Stato-Regioni del 6 giugno 2012, non è stato esaminato;

Presidenza del Consiglio dei Ministri

CONFERENZA PERMANENTE PER I RAPPORTI
TRA LO STATO, LE REGIONI E LE PROVINCE AUTONOME
DI TRENTO E BOLZANO

CONSIDERATO che il punto è stato iscritto all'ordine del giorno della Conferenza Stato-Regioni del 21 giugno e del 5 luglio 2012, che non hanno avuto luogo;

ACQUISITO, nel corso dell'odierna seduta di questa Conferenza, l'assenso del Governo e dei Presidenti delle Regioni e Province autonome;

SANCISCE ACCORDO

tra il Governo, le Regioni e le Province autonome di Trento e di Bolzano sul documento recante: "Linee guida per il settore della musica e delle attività ricreative, ai sensi dell'articolo 198 del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81" di cui all'Allegato A , parte integrante del presente atto.

Il Segretario
Cons. Ermenegilda Siniscalchi

Il Presidente
Dott. Piero Gnudi

ROMA 2004 - ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO S.p.A. - S.

Allegato A

COMITATO N. 9 AGENTI CHIMICI, FISICI E BIOLOGICI DELLA COMMISSIONE CONSULTIVA PERMANENTE

Linea guida per il settore della musica e delle attività ricreative, ai sensi dell'articolo 198 del D.Lgs. 81/2008 s.m.i., approvata dalla Commissione consultiva permanente per la sicurezza e la salute sul lavoro nella seduta del 7 marzo 2012

Indice

1. D.Lgs.81/2008 e settori della musica e dell'intrattenimento
2. Introduzione
3. Chi sono i soggetti a rischio ?
4. Misura e valutazione del rischio di esposizione a rumore
5. Modalità di limitazione dell'esposizione
6. Informazione e formazione
7. Sorveglianza sanitaria
8. Bibliografia
9. Allegati
10. Credits

Allegato 1: Parere espresso dal Consiglio Superiore di Sanità, nella seduta del 19.1.2011, riguardante il "*Rischio rumore nelle discoteche. Iniziative di prevenzione*".
Allegato 2: Misura dell'esposizione a rumore nel settore della musica.
Allegato 3: Requisiti e standard acustici di alcuni luoghi di lavoro non industriali
Allegato 4: Principali esami specialistici nell'ambito dell'attività di sorveglianza sanitaria

1. D.Lgs.81/2008 E SETTORI DELLA MUSICA E DELL'INTRATTENIMENTO

Il D.Lgs.81/2008 si applica a tutti i lavoratori, come definiti nell'art. 2, comma 1, lett. a), compresi i lavoratori nei settori della musica e dell'intrattenimento. Il D.Lgs.81/2008, oltre che per quanto previsto nel Titolo I, regolamenta l'esposizione agli agenti fisici di rischio nei luoghi di lavoro nel Titolo VIII "Agenti Fisici", articolato in un capo I riguardante le disposizioni generali e quattro capi riguardanti specifici agenti fisici di rischio. In particolare, il capo II riguarda la protezione dei lavoratori contro i rischi di esposizione al rumore[1] durante il lavoro, senza prevedere nessuna esclusione dal campo di applicazione. Per quanto riguarda i lavoratori della musica e delle attività ricreative è comunque prevista un'apposita linea guida per agevolare l'attuazione degli obblighi previsti dal capo II, rappresentata dal presente documento.

L'articolo 198 del D.Lgs.81/2008, che ha recepito l'articolo 14 della Direttiva 2003/10/CE, recita infatti: "*Su proposta della Commissione permanente per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro di cui all'articolo 6, sentite le parti sociali, entro due anni dalla data di entrata in vigore del presente capo, la Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano definisce le linee guida per l'applicazione del presente capo nei settori della musica, delle attività ricreative e dei call center*[2]".

Occorre poi rilevare che a volte i lavoratori di questi settori operano come lavoratori autonomi, per i quali valgono le disposizioni dell'art. 21 del D.Lgs.81/08 e, ove applicabili, le disposizioni dell'art. 26.

2. INTRODUZIONE

La particolarità dei settori della musica e dell'intrattenimento deriva dal fatto che, spesso, sono o si considerano elementi essenziali dello spettacolo livelli sonori elevati ed effetti speciali rumorosi. Il Capo II del Titolo VIII del D.Lgs.81/2008 stabilisce le prescrizioni minime per la tutela dei lavoratori in relazione ai rischi per la loro salute e sicurezza derivanti dall'esposizione a rumore durante il lavoro o che da essa possono derivare.

Nel paragrafo 3 viene riportato il campo di applicazione delle presenti Linee guida. Nel paragrafo 4 vengono date indicazioni sulle modalità di valutazione del rischio. Le misure di prevenzione e protezione specifiche atte a ridurre i livelli di esposizione al rumore sono illustrate nel paragrafo 5. All'informazione e formazione dei

---

[1] Nella presente linea guida si utilizza prevalentemente il termine di legge generale di rumore per caratterizzare l'energia sonora a cui sono esposti i lavoratori, invece di utilizzare il termine musica che sarebbe più attinente ma che rimanda a una percezione psico-fisica di piacevolezza per l'ascoltatore.

[2] L'art. 198 ha previsto anche apposite linee guida per il settore dei call center, non ricomprese nel testo dell'art. 14 della direttiva 2003/10/CE, che saranno oggetto dei lavori della Commissione consultiva permanente per essere inoltrate alla Conferenza Stato–Regioni per l'approvazione.

lavoratori e alla sorveglianza sanitaria sono dedicati, rispettivamente, i paragrafi 6 e 7.

Le figure professionali indicate nel paragrafo 3 possono essere esposte in modo ripetuto e più o meno prolungato a livelli sonori superiori ai livelli di azione previsti dall'art. 189 del D.Lgs.81/08. In particolare, per quanto riguarda la musica, si possono fare le seguenti considerazioni:

- le persone più direttamente esposte al suono della musica sono i musicisti stessi. Ad esempio, tipici livelli di esposizione settimanale per gli orchestrali sono riportati in **Figura 1**; livelli di esposizione analoghi si riscontrano anche per i musicisti di altri generi musicali;
- per tutti i musicisti occorre tenere conto del fatto che l'esposizione a rumore solitamente comprende anche le varie fasi di studio e di prova propedeutiche alla rappresentazione al pubblico;
- anche per quanto riguarda le attività che utilizzano impianti per la fonoriproduzione, come ad esempio le discoteche, si possono riscontrare esposizioni del personale addetto superiori ai valori di azione previsti dall'art. 189 del D.Lgs.81/08;
- elevati livelli di pressione sonora della musica amplificata in genere sono desiderati e attesi dal pubblico; di conseguenza, esposizioni al rumore, analoghe a quelle dei musicisti, sono state rilevate anche per il personale di servizio quali ed esempio tecnici del suono e delle luci.

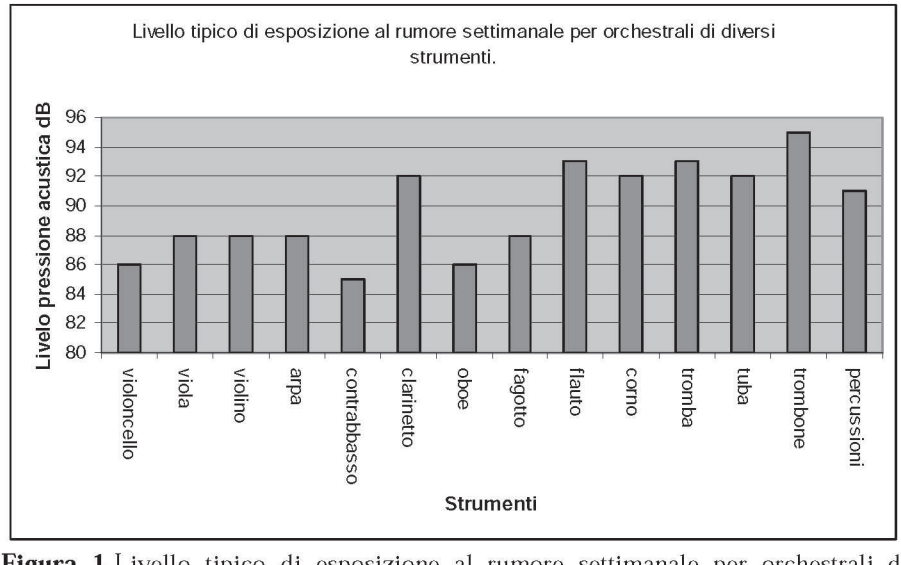


Figura 1-Livello tipico di esposizione al rumore settimanale per orchestrali di diversi strumenti (Fonte: Linee guida europee [1]).

Per tutte le attività oggetto delle presenti Linee guida giova ricordare che è in vigore anche il D.P.C.M n.215 del 16/4/1999, attuativo della Legge quadro

sull'inquinamento acustico n.447/95, che fissa i limiti di esposizione dei frequentatori pari, rispettivamente, a 95 dB(A) di L_{Aeq} e 102 dB(A) di L_{ASmax}[3]. Si osservi che questi livelli si riferiscono a un'esposizione occasionale e non si possono applicare a esposizioni professionali.

Dal momento che queste Linee guida riguardano tutti gli operatori impegnati nel settore della musica e dell'intrattenimento, e non solo i musicisti, è utile osservare la Tabella 1 A-B, che riporta livelli di rumore di alcune attività legate alla musica reperiti in Letteratura.

Tabella 1-A: Livelli sonori di alcune attività legate alla musica

Tipologia di sorgente	Livello di pressione sonora ponderata A
Esercitazione normale al pianoforte a 1 m	60 ÷ 80 dB
Pianoforte fortissimo	92 ÷ 95 dB
Cantante a distanza di 1 m	80 ÷ 100 dB
Musica da camera in una sala di piccole dimensioni	75 ÷ 85 dB
Artista a centro palco concerto live	80 ÷ 100 dB
Batterista	90 ÷ 100 dB
Chitarra elettrica (amplificatore sul palco)	95 ÷ 100 dB
DJ	95 ÷ 105 dB
Personale di servizio sotto palco	100 ÷ 105 dB
Regia audio/video	80 ÷ 95 dB
Cameraman e addetto movimentaz. camera ripresa	80 ÷ 95 dB
Mixer palco /sala	90 ÷ 100 dB
Disco Bar	85 ÷ 95 dB

Tabella 1-B: Livelli sonori specifici per i teatri lirici

Strumento	Esercitazione individuale	Prove Concerti	Esposizione complessiva	Lezione di Musica (*)
	L_{eq} dB(A)	L_{eq} dB(A)	L_{eq} dB(A)	L_{eq} dB(A)
Violino	90	90	89	84
Viola	90	89	89	83
Violoncello	84	87	87	79
Contrabbasso	81	87	85	75
Arpa	87	91	89	81
Clarinetto	92	91	92	87
Oboe	85	88	86	83
Fagotto	87	90	89	83
Flauto	91	91	93	85
Corno	93	92	92	89

[3] L_{ASmax}: *livello di pressione sonora massimo ponderato A con costante di tempo "Slow"*

Tabella 1-B: segue

Tromba	93	92	94	91
Trombone	96	96	95	91
Tuba	93	91	92	90
Batteria	93	89	91	89
Direttore d'orchestra		85	83	

**a condizione che l'insegnante suoni anche lui il relativo strumento per un quinto della durata della lezione.*

3. CHI SONO I SOGGETTI A RISCHIO?

Fermo restando l'applicazione più complessiva del D.Lgs.81/08, la presente Linea guida prevista dall'art.198 del D.Lgs.81/2008 riguarda tutte le attività svolte al chiuso o all'aperto, in cui sono presenti lavoratori esposti a rumore in modo non occasionale, dove viene suonata musica dal vivo o registrata (amplificata o meno), tanto durante gli spettacoli quanto in fase di prova, e più in generale tutte le attività ricreative e di intrattenimento.

Indicativamente si può considerare occasionale quella condizione che comporta esposizioni superiori ai valori inferiori di azione ma per meno di 3 settimane l'anno e/o per meno di 12 giornate l'anno.

Con esclusione dei lavoratori esposti occasionalmente, come indicativamente definiti sopra, per quei lavoratori che risultano esposti a musica per tempi parziali della loro giornata lavorativa e/o per periodi parziali della loro attività, queste linee guida si applicano per valutare e controllare il rischio nelle sole fasi in cui si verifica l'esposizione alla musica.
La valutazione del rischio, effettuata secondo le modalità generali previste dall'art. 190, deve quindi in primo luogo individuare quei lavoratori che lavorano esposti in modo diretto o indiretto alla musica.

La **Tabella 2** illustra un elenco non esaustivo di attività e di lavoratori potenzialmente esposti a livelli sonori pericolosi per l'udito nei settori della musica e dell'intrattenimento, distinguendo tra attività dal vivo e attività registrate.
La **Tabella 3** illustra i dati del censimento 2010 riguardanti i lavoratori addetti dei settori della musica, delle discoteche e dei teatri iscritti alla gestione ENPALS (Ente Nazionale di Previdenza ed Assistenza per i Lavoratori dello Spettacolo).

Tabella 2 - Esempi di attività e lavoratori potenzialmente esposti a rumore nei settori della musica e dell'intrattenimento

Produzione e realizzazione di spettacolo dal vivo	
Artisti, personale artistico	**Produzione e elaborazione**
• Musicisti e direttori di orchestre sinfoniche e di altri complessi con o senza supporto amplificato • Coristi • Ballerini • Insegnanti di danza, di musica e di canto • Attori e cabarettisti • Conduttori TV e Radio • Circensi	• Tecnici audio impianti e loro assistenti • Tecnici delle luci • Squadre di tecnici (troupe al seguito) • Personale di gestione e produzione: organizzatori, responsabili di reparto, responsabili di palcoscenico, ecc. • Personale di servizio: addetti al bar, alla cucina, alla cassa, ecc. • Personale per la sicurezza e il soccorso: vigilanza per la sicurezza e gli accessi, prevenzione incendi, infermieri, sicurezza aree con accesso limitato. • Addetti studi di registrazione TV/radio, sale prove/incisione
Attività ricreative con uso del supporto registrato della musica	
Artisti e Conduttori	**Altri soggetti nell'ambito delle attività ricreative e realizzazione apparati**
• Disk Jockey • Artisti (attori, cantanti, musicisti e ballerini) • Direttori artistici e tecnici • Conduttori	• Personale di servizio • Personale addetto a bar o cucina • Addetti alla sicurezza • Pronto soccorso • Personale tecnico • Costruttori e assemblatori impianti elettroacustici • Tecnici del suono, delle luci o del palcoscenico • Tecnici di effetti speciali • Personale di sala • Produttori, organizzatori, manager

Tabella 3 – Descrizione delle mansioni individuate per gli addetti della musica, delle discoteche e del teatro iscritti all'ENPALS nel 2010

Gruppo professionale	Lavoratori
Musica	
Gruppo canto	7.620
Gruppo attori	1.461
Gruppo conduttori e animatori	2.213
Gruppo registi-sceneggiatori, produz.cinematografica e audiovisivi	431
Gruppo direttori di scena e di doppiaggio	95
Gruppo direttori e maestri di orchestra	799
Gruppo concertisti e orchestrali	28.119
Gruppo ballo, figurazione e moda	5.537
Gruppo amministratori e gruppo impiegati	2.200
Gruppo tecnici	1.093
Gruppo operatori e maestranze	1.998
Gruppo scenografi, arredatori, costumisti, truccatori e parrucchieri	628
Gruppo lavoratori autonomi esercenti attività musicali	63
Gruppo operatori e maestranze	1.249
Gruppo dipendenti da imprese di spettacolo viaggianti…	53
Totale	**53.559**
Discoteche	
Disc Jockey (DJ)	4.609
Figuranti di sala	9.982
Cubiste	322
Spogliarelliste	161
Tecnici del montaggio e del suono	18
Maschere, custodi, guardarobieri, addetti	65
Totale	**15.157**
Teatro	
Gruppo canto	549
Gruppo attori	11.081
Gruppo conduttori e animatori	237
Gruppo registi-sceneggiatori	610
Gruppo produzione cinematografica e audiovisivi	366
Gruppo direttori di scena e di doppiaggio	142
Gruppo direttori e maestri di orchestra	47
Gruppo concertisti e orchestrali	2.314
Gruppo ballo, figurazione e moda	1.865
Gruppo amministratori e impiegati	1.745
Gruppo tecnici	2.242
Gruppo operatori e maestranze	2.230
Gruppo scenografi, arredatori e costumisti, truccatori e parrucchieri	455
Gruppo lavoratori autonomi esercenti attività musicali	4
Totale	**24.887**
Totale generale	**93.603**

Da questi dati si evince che nel settore della musica, delle discoteche e del teatro risultano impiegati circa centomila addetti, di cui in prima approssimazione almeno la metà possono essere considerati esposti a livelli di rumore significativi (cantanti, musicisti, disc jockey, …). In realtà il teatro è solo uno dei settori delle attività ricreative, quindi questa è da considerare una stima per difetto della popolazione totale degli esposti. A ulteriore riprova della sottostima di questo dato, si consideri che alcune figure professionali che rientrano nell'interesse di questa Linea Guida non sono comprese nell'elenco ENPALS. Si tratta di lavoratori che sono inquadrati in altre categorie: lavoratori autonomi, artigianato, industria e pubblico impiego quali: personale circense, insegnanti di musica, ecc.

4. MISURA E VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI ESPOSIZIONE A RUMORE[4]

La misura e la valutazione del rischio di esposizione a rumore devono essere eseguiti secondo quanto previsto dall'art. 190 del D.Lgs.81/2008, che a sua volta rimanda per gli aspetti metrologici e metodologici alla normativa tecnica, nella fattispecie alle Norme UNI EN ISO 9612:2011 e UNI 9432:2011. Nel caso di operatori che utilizzano dispositivi auricolari ricetrasmittenti, la cui esposizione a rumore non è quindi solo di tipo ambientale, ma dipende dall'emissione sonora delle cuffie o auricolari che indossano sull'orecchio o all'interno di esso, può essere necessario ricorrere alle metodologie di misura indicate nelle Norme UNI EN ISO 11904-1:2006 e UNI EN ISO 11904-2:2005.

Il datore di lavoro, come previsto dall'art. 181 del D.Lgs.81/2008, effettua per il tramite di personale qualificato una valutazione del rischio con misurazioni (se si superano gli 80 dB(A) di L_{EX} e/o 135 dB(C) di $L_{C,picco}$), che sia rappresentativa dell'esposizione a rumore di tutti i lavoratori esposti nelle normali condizioni di lavoro, adottando una strategia che tenga conto di una serie di fattori, tra cui:

- tipologia dell'attività: spettacolo dal vivo o riprodotto;
- tipologia del genere di musica eseguita e articolazione nell'anno delle prove e degli spettacoli;
- tipologia dei luoghi in cui l'attività viene svolta: sede permanente o più luoghi;
- modalità di uso delle apparecchiature ed esposizione ai livelli di pressione: con o senza ausilio di amplificazione.

L'obiettivo della valutazione del rischio è di determinare il livello di esposizione personale a rumore (giornaliero, settimanale, settimanale ricorrente a massimo rischio) di ogni singolo lavoratore, sulla base del quale adottare le strategie di tutela e sicurezza previste dagli articoli 192 (Misure di prevenzione e protezione), 193 (Uso dei dispositivi di protezione individuali), 194 (Misure per la limitazione dell'esposizione), 195 (Informazione e formazione dei lavoratori) e 196 (Sorveglianza sanitaria) del D.Lgs.81/2008.

---

[4] *Il riferimento alle norme tecniche, come quelle richiamate nel presente paragrafo, è diretto a consentire all'interprete l'individuazione della norma più aggiornata al momento. Pertanto, ove esse siano sostituite da successivi aggiornamenti, è ad essi che occorre riferirsi ai fini del presente documento*

In Allegato 2 è proposta una modalità di misura semplificata dell'esposizione a rumore nel settore della musica, basata sul livello settimanale ricorrente a massimo rischio come descrittore di esposizione.
Vista l'estrema variabilità dei livelli di esposizione a rumore nel settore della musica, si raccomanda di ricorrere all'art.191, che consente di attribuire ai lavoratori una esposizione al rumore superiore ai valori superiori di azione ($L_{EX} \geq 85$ dB(A) e/o $L_{Cpicco} \geq 137$ dB(C)), limitandosi a determinare il livello di rumore determinato dalle sorgenti sonore ai fini dell'identificazione delle misure di prevenzione e protezione da adottare per la riduzione del rischio. A supporto di quest'ultimo adempimento il D.Lgs.81/08 rimanda alla Norma UNI/TR 11347:2010.
Si ricorda infine che nella valutazione del rischio va tenuto conto anche di eventuali fattori sinergici di rischio (rumore impulsivo, sostanze ototossiche, vibrazioni, segnali di avvertimento acustico).

5. MODALITÀ DI LIMITAZIONE DELL'ESPOSIZIONE

In questo paragrafo sono descritte le strategie atte a limitare l'esposizione a rumore dei lavoratori nei settori della musica e dell'intrattenimento.
In termini generali gli interventi tecnici per ridurre il rischio sono:

- interventi sulla sorgente riducendo, per quanto possibile, il livello sonoro;
- posizionare e orientare le sorgenti in modo da ridurre l'amplificazione del segnale verso aree in cui non è necessario esporre il personale;
- installare, laddove possibile e previsto, un idoneo sistema di controllo delle emissioni nella catena di amplificazione;
- agire con interventi correttivi del fonoisolamento di pareti o partizioni o con schermi a protezione dei lavoratori;
- correggere la risposta acustica degli ambienti per ridurre il fenomeno di amplificazione dei livelli dovuto a riverberazione.

Alla riduzione dell'esposizione al rumore possono contribuire anche le seguenti misure organizzative, protettive e informative:

- limitazione del tempo in cui i lavoratori sono esposti a livelli sonori elevati, anche mediante una rotazione del personale dalle zone più rumorose a quelle più silenziose;
- identificazione con segnaletica idonea delle aree in cui i valori pari a 85 dB(A) di L_{Aeq} e 137 dB(C) di L_{Cpicco} possono essere superati e informare i lavoratori del rischio che deriva dal sostare in quelle aree rapportandolo ad un tempo limite di esposizione;
- informare e formare i propri lavoratori sui rischi connessi al rumore e sulle misure attuate per eliminare o ridurre tali rischi;
- fornire idonei dispositivi di protezione individuale dell'udito;
- informare i prestatori di servizi esterni all'attività o occasionalmente impiegati dell'obbligo di tener conto della salute e della sicurezza dei loro lavoratori, imponendo di attenersi alle misure di protezione previste dalla normativa.

Le diverse modalità per la limitazione dell'esposizione per tutti gli operatori dei settori della musica e dell'intrattenimento sono necessariamente condizionate dalla tipologia di attività, dall'identità professionale e dal livello di rischio. Dall'analisi e corretta interpretazione di questi fattori si potranno desumere, quindi, sistemi coerenti di procedure e controlli la cui applicazione non sia in contrasto con la stessa natura del lavoro svolto.

Più nello specifico, i datori di lavoro ed organizzatori, sono tenuti a:

- assicurare che la propria strategia in materia di salute e sicurezza tuteli i lavoratori dai rischi dovuti al rumore;
- rendere noti i contenuti di questa Linea guida, a scopo informativo, ai lavoratori e ai promotori, per garantire un coinvolgimento a tutti i livelli;
- valutare il rischio rumore, tenendo conto dei regolamenti e delle norme tecniche e dei contenuti delle presenti linee guida, e se necessario effettuare misurazioni ;
- ridurre i rischi se necessario con interventi tecnici e organizzativi;
- fornire le opportune informazioni ai lavoratori occasionali o ai nuovi assunti in relazione ai rischi causati dal rumore;
- consultarsi con i rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza (RLS) e con il responsabile del servizio di prevenzione e protezione dai rischi (RSPP).

In particolare, per quanto riguarda i lavoratori autonomi, si ricorda l'obbligo di utilizzare attrezzature di lavoro e DPI conformi alle direttive comunitarie, anche dal punto di vista acustico.

Per la determinazione dei livelli di esposizione sonora i datori di lavoro possono adottare la seguente procedura.

- Individuare il rischio valutando l'effettiva distribuzione dei diversi livelli sonori dello spettacolo indicando chiaramente le aree di potenziale danno.
- Per i grandi eventi, eseguire un'analisi per l'identificazione dei livelli di pressione a cui saranno esposti i lavoratori impegnati nel singolo evento di spettacolo in relazione alle tre classi seguenti:
  1) aree con livelli superiori a $L_{Aeq} \geq 85$ dB(A) e/o $L_{Cpicco} \geq 137$ dB(C);
  2) aree con livelli compresi tra 85 e 80 dB(A) e senza livelli di picco significat.;
  3) aree con livelli inferiori a 80 dB(A).
- Stabilire il livello di esposizione al rumore degli addetti in base giornaliera, o settimanale o settimanale ricorrente a massimo rischio, correlando quelli impiegati nell'area di maggiore pressione sonora con la registrazione nella cartella sanitaria e di rischio.
- Effettuare una nuova valutazione dei rischi in caso di mutamenti significativi nella natura degli strumenti musicali, dei musicisti, degli amplificatori, del sistema di amplificazione o dello spettacolo.

- Predisporre la rilevazione del livello sonoro dei lavoratori da parte di una persona qualificata[5] durante uno o più eventi rappresentativi secondo le specifiche dell'Allegato 2, oppure, quando disponibili, seguire le procedure standardizzate per la valutazione del rischio previste dall'art. 29, commi 5 e 6, del D.Lgs.81/2008.
- Si ricorda la possibilità di ricorrere all'art. 191, che consente di attribuire ai lavoratori una esposizione al rumore superiore ai valori superiori di azione ($L_{EX} \geq 85$ dB(A) e/o $L_{Cpicco} \geq 137$ dB(C)), limitandosi a determinare il livello di rumore determinato dalle sorgenti sonore ai fini dell'identificazione delle misure di prevenzione e protezione da adottare per la riduzione del rischio.
- Informare l'organizzatore dell'evento, prima dell'inizio dello stesso, del livello sonoro tipico del proprio spettacolo.

Per la riduzione dell'esposizione, obbligo inderogabile al superamento dei valori superiori di azione, occorre prendere in considerazione le seguenti azioni:

- Abbassare, per quanto possibile, il livello sonoro dello spettacolo: ad esempio riducendo l'amplificazione del suono sul palco a un livello praticabile, compatibilmente con le esigenze dell'organizzazione.
- Aumentare la distanza tra il personale non artistico e il palco, oppure indirizzare gli altoparlanti in modo da ridurre l'amplificazione del suono nelle aree di lavoro del personale.
- In presenza di file di altoparlanti, come nelle discoteche o ai concerti, ridurre quanto più possibile il livello sonoro degli altoparlanti posizionati vicino ai lavoratori, sistemandoli direttamente al di sopra della pista da ballo (**Figura 2**).
- Installare limitatori del livello sonoro nei sistemi di amplificazione.
- Installare opportune schermature acustiche negli ambienti di servizio quali uffici, cucine, sale di ristoro ed aree amministrative, mediante pareti e porte con caratteristiche acustiche adeguate.
- Installare delle schermature in prossimità di bar, cucina o altre aree di servizio.
- Potenziare il fonoisolamento di porte e finestre degli ambienti di servizio.
- Nei locali chiusi, aumentare la fonoassorbenza delle sale mediante soffitti, pareti e rivestimenti fonoassorbenti.
- I musicisti possono utilizzare, previa adeguata formazione, schermi per proteggersi dal suono prodotto da altri musicisti e per migliorare la percezione del proprio strumento (**Figura 4**).
- Le sale prove per i musicisti dovrebbero essere di dimensioni adeguate e avere caratteristiche acustiche adatte, in particolare relativamente al riverbero (All. 3).
- Progettare buche orchestrali e palchi da concerto in modo adeguato, così da ridurre l'esposizione sonora per i musicisti senza incidere sulla qualità del suono in sala.

---

[5] *L'art. 181, comma 1 del D.Lgs.81/2008 prevede il ricorso a personale qualificato nell'ambito del servizio di prevenzione e protezione in possesso di specifiche conoscenze in materia*

- Chi lavora in un locale pubblico dove si fa musica è esposto al rumore per un periodo più lungo del pubblico che lo frequenta. Perciò, nel suo caso, si applica il valore limite valido per i luoghi di lavoro, ossia 87 dB(A). In un disco bar, una discoteca e simili, il bar non deve trovarsi tra gli altoparlanti perché costringe inevitabilmente frequentatori e baristi ad alzare il volume della voce per farsi sentire. Spesso nella zona circostante il bar si misurano 90 o persino 95 dB(A) e chi vi lavora deve per forza proteggere l'udito.

Nota: Procedendo a lavori di ristrutturazione, si consiglia di consultare personale qualificato per verificare come ottimizzare le caratteristiche acustiche delle sedi e delle sale prove.

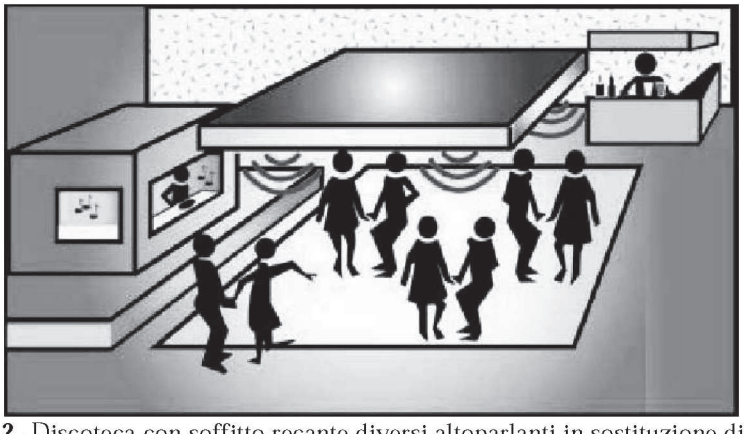


Figura 2- Discoteca con soffitto recante diversi altoparlanti in sostituzione di sistemi di amplificazione a terra

I line array sospesi (**Figura 3**) sono un esempio di diffusori per locali ampi e gli spazi aperti perché consentono di ripartire in modo uniforme il suono e garantiscono un'ottima qualità acustica. Negli anni passati per ottenere lo stesso effetto acustico era necessario aumentare la potenza acustica alla sorgente. Il risultato che ci si aspetta più di ogni altro, da un sistema di amplificazione, è il conseguimento di un'alta pressione sonora e una copertura uniforme dell'area di ascolto. Con i sistemi convenzionali, si è spesso cercato di ottenere questo risultato usando diffusori più potenti o in numero elevato, ma queste soluzioni introducono nuovi, ben noti, problemi al personale che si trova nei pressi delle casse acustiche. I sistemi line-array affrontano queste problematiche in un modo diverso senza la necessità di avere enormi potenze acustiche.

Figura 3- Immagine raffigurante una "Line Array" Questi sistemi di riproduzione sono costituiti da un certo numero di speciali moduli indipendenti (diffusori), sovrapposti verticalmente ed allineati, che operano come una singola sorgente sonora e che, se vengono rispettate alcune condizioni, sommano le loro emissioni in modo coerente (Fonte: SUVA [2]).

Figura 4- Schermo acustico trasparente utilizzato da orchestre e band di grandi dimensioni. I materiali moderni possono essere trasparenti e assorbenti (Fonte: Linee guida europee [1]).

Quali ulteriori misure per ridurre l'esposizione al rumore verificare se occorre:

- Identificare con segnaletica idonea le aree in cui i valori superiori a 85 dB(A) e/o 137 dB(C) possono essere superati e porre il divieto di accesso agli operatori sprovvisti di adeguati dispositivi di protezione dell'udito.
- Ridurre il livello di esposizione limitando il tempo in cui i lavoratori permangono in aree con livelli sonori elevati; ciò può essere ottenuto anche mediante una rotazione del personale (di servizio) dalle zone più rumorose a quelle più silenziose.
- Redigere, a cura dei datori di lavoro appaltanti, specifici DUVRI che considerino l'aspetto dell'esposizione a rumore, in collaborazione con i datori di lavoro appaltatori e sorvegliarne il rispetto.
- Informare l'organizzatore dell'evento, prima dell'inizio dello stesso, del livello sonoro tipico del proprio spettacolo.
- Qualora non sia possibile ridurre in modo sufficiente l'esposizione sonora adottando le misure organizzative e tecniche praticabili, mettere a disposizione dei propri dipendenti adeguati dispositivi di protezione dell'udito. Esistono dispositivi di protezione dell'udito più adatti ai musicisti con una risposta sufficientemente piatta in frequenza. È consigliabile utilizzare dispositivi di protezione dell'udito personalizzati.
- Fornire istruzioni e formazione sugli effetti dannosi del rumore e sul corretto uso di dispositivi di protezione dell'udito e di altre forme di dispositivi di protezione individuali (DPI), documentandone i tempi, i contenuti ed i partecipanti in sede di presentazione delle istruzioni.
- Informare e formare il personale preposto agli appalti, in particolare quello preposto al controllo delle attrezzature e dell'amplificazione del suono.

Nota: Mettendo a disposizione i dispositivi di protezione dell'udito il datore di lavoro non è esentato dall'obbligo di ridurre al minimo l'esposizione acustica mediante misure di riduzione sonora.

Sarebbe auspicabile infine, nel prossimo futuro, conosciuti i livelli di esposizione per evento o inquadrati i vari eventi musicali per fasce di livello, poter programmare stagioni, prove, spettacoli in modo da garantire agli addetti un tempo di riposo acustico proporzionato alle rispettive esposizioni. Così pure valutare le sedi di spettacoli, specie se non specificamente dedicate, per limitarne livelli di riverbero.

A titolo esemplificativo sono di seguito riportati una serie di dispositivi e interventi tecnici per il controllo del rumore negli ambienti di spettacolo e di pubblico intrattenimento.

Esempio 1: Discoteca
In una discoteca, ogni notte vari DJ presentano musica registrata. Prima della ristrutturazione, il sistema di amplificazione è costituto da due altoparlanti principali posti in prossimità della pista da ballo e altri distribuiti nel locale. Ciò comporta una notevole esposizione sonora per i DJ e per i camerieri del bar e di sala.
Soluzione proposta: Il proprietario della discoteca installa un sistema di amplificazione sul soffitto (**Figura 2**), con microfoni incorporati sospesi sopra la pista da ballo; ciò determina elevati livelli sonori sulla pista da ballo, mentre la propagazione secondaria dei suoni nel resto dell'ambiente è ridotta di circa 10 dB(A). Per mantenere la riduzione del livello della musica, un fonometro installato vicino alla postazione del DJ controlla, limita e registra i livelli sonori. Il proprietario rende disponibili dispositivi individuali di protezione dell'udito e un programma di formazione adeguato per il personale interessato.

Esempio 2: Monitor intrauricolari.
Sono inserti auricolari personalizzati con microfoni in miniatura incorporati e un sistema trasmittente/ricevente senza fili fissato su una cintura. Possono sostituire il monitoraggio degli altoparlanti e aiutare a ridurre l'esposizione sul palco e l'eventuale effetto Larsen[6], in particolare per i musicisti pop. Per evitare l'ascolto di livelli sonori eccessivi, si deve predisporre una attenta regolazione del volume utilizzando sistemi con la funzione limitatrice. Gli inserti auricolari personalizzati devono calzare correttamente, altrimenti possono far entrare il rumore di fondo. Un utilizzo scorretto può indurre l'utente ad alzare il volume, per attenuare il rumore di fondo indesiderato.

Figura 5- Monitor intrauricolari personalizzati (Fonte: Linee guida europee [1]).

[6] *L'effetto Larsen, detto anche feedback acustico, è il tipico fischio stridente che si sviluppa quando i suoni emessi da un altoparlante ritornano ad essere captati con sufficiente "potenza di innesco" da un microfono e da questo rimandato al medesimo altoparlante, in un circuito chiuso.*

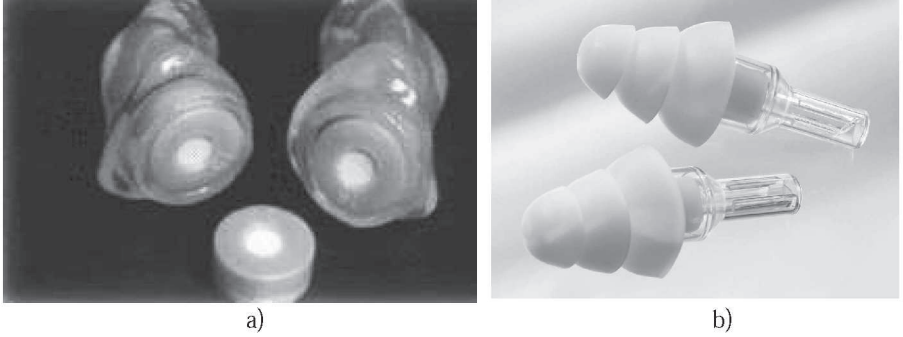
Esempio 3: Sordine

In **Figura 6** è mostrata una sordina per tromba, esempio di dispositivo di riduzione del suono per i suonatori di ottoni durante gli esercizi individuali. È composto da uno speciale smorzatore e da un sistema microfono/cuffia che consente di effettuare esercizi a volume controllato senza dover cambiare l'intonazione o l'energia nell'esecuzione; di tanto in tanto, può essere piacevole per i vicini ed anche per l'udito. Sono disponibili in commercio sordine anche per altri strumenti (ad esempio: violino, pianoforte).

Figura 6- Sordina per tromba (Fonte: Linee guida europee [1]).

Esempio 4: Dispositivi di protezione consigliabili per gli artisti.

Per gli artisti è consigliabile la scelta di inserti auricolari speciali con attenuazione uniforme di tutte le frequenze; ciò consente di sentire la musica con le caratteristiche del suono naturale. Si tratta di inserti in silicone, disponibili in versione a flangia standard o personalizzati e dotati di un diaframma intercambiabile, previsti per livelli di attenuazione di 9, 15, 20 o 25 dB(A). Per la maggior parte degli strumenti, è necessaria una certa pratica per abituarsi alla diversa percezione.



a) b)

Figura 7- Dispositivi di protezione auricolari per artisti: a) personalizzati con filtri intercambiabili (Fonte: Linee guida europee [1]); b) a flangia preformati.

Esempio 5: cambiamento di livello dei fiati.
Per evitare che l'emissione sonora avvenga all'altezza delle orecchie degli altri musicisti, è opportuno posizionare gli strumenti a fiato un metro al di sopra degli altri musicisti. Se ciò non è possibile, è preferibile che tutta l'orchestra si trovi allo stesso livello.

Figura 8- Esempio di disposizione su pedane a diversi livelli degli strumenti a fiato

Esempio 6: Schermi acustici.
I pannelli in vetro acrilico (vedere **Figura 9**) schermano i toni di intensità elevata a media-alta frequenza. Nello stesso tempo riflettono il suono. Per evitare tale fenomeno possono essere forniti di trattamento fonoassorbente senza alterarne la trasparenza. Vanno inoltre posizionati in modo da non interferire nella percezione acustica dei musicisti.

Figura 9- Schweizer Jugend-Sinfonie-Orchester, Zurigo: Schermi in vetro acrilico per musicisti (Fonte: Suva [2]).

Gli schermi «Hearwig®» (**Figura 10**) sono certificati per un'attenuazione non omogenea del suono a frequenze gravi-medie. La loro efficacia richiede il mantenimento della testa del musicista all'interno del dispositivo. La postura del musicista durante l'utilizzo dello strumento non sempre consente questa condizione.

Figura 10-L'Orchestre de la Suisse Romande con gli «Hearwig®» (Fonte: Suva [2]).

6. INFORMAZIONE E FORMAZIONE

Il personale addetto agli spettacoli o in servizio in luoghi di spettacolo, deve ricevere l'informazione e la formazione ai sensi dell'art. 195 del D.Lgs.81/2008.
Un buon programma informativo deve prevedere notizie sulla normativa vigente, sulle esposizioni a rumore nel settore e sui rischi uditivi correlabili, sulla fisiologia uditiva e sui primi segni e sintomi di lesione uditiva, sulle modalità lavorative che possono ridurre l'esposizione personale, sui comportamenti che possono aumentare il rischio, sui tipi di dispositivi di protezione ed il loro corretto utilizzo. È suggeribile predisporre dei supporti informativi quali ad esempio un piccolo elenco di FAQ per rispondere alle più frequenti istanze/dubbi, per evitare il diffondersi di informazioni errate o di pregiudizi.

Per quanto riguarda i DPI e le eventuali altre soluzioni per ottimizzare l'esposizione sonora, occorre fornire istruzioni adeguate sul corretto uso dei dispositivi stessi, innanzitutto come inserirli correttamente, anche durante l'attività esecutiva e come mantenerne la pulizia, specie in caso di trucco di scena, sudore, polveri,... prevedendo un primo utilizzo durante lo studio, poi durante le prove ed infine in corso di spettacolo per adattarsi ad un ascolto attutito. Dato che l'ascolto e l'esecuzione musicale comportano processi cognitivi complessi, un corretto riadattamento di questi processi è possibile solo con un congruo periodo di uso dei dispositivi nelle differenti condizioni di lavoro, eventualmente considerando diverse scelte tra strumento e strumento e tra vari repertori musicali.

7. SORVEGLIANZA SANITARIA

Personale Sanitario Competente
La sorveglianza sanitaria, secondo quanto previsto dagli artt. 41, 185 e 196[7] del D.Lgs.81/08, deve essere svolta da Medici Competenti. A tale scopo, è utile riproporre la **Tabella 2** per individuare le attività e i lavoratori potenzialmente esposti a rumore che potrebbero essere oggetto della sorveglianza sanitaria.

Tabella 2

Produzione e realizzazione di spettacolo dal vivo	
Artisti, personale artistico	**Produzione e elaborazione**
• Musicisti e direttori di orchestre sinfoniche e di altri complessi con o senza supporto amplificato • Coristi • Ballerini • Insegnanti di danza, di musica e di canto • Attori e cabarettisti • Conduttori TV e Radio • Circensi	• Tecnici audio impianti e loro assistenti • Tecnici delle luci • Squadre di tecnici (troupe al seguito) • Personale di gestione e produzione: organizzatori, responsabili di reparto, responsabili di palcoscenico, ecc. • Personale di servizio: addetti al bar, alla cucina, alla cassa, ecc. • Personale per la sicurezza e il soccorso: vigilanza per la sicurezza e gli accessi, prevenzione incendi, infermieri, sicurezza aree con accesso limitato. • Addetti studi di registrazione TV/radio, sale prove/incisione
Attività ricreative con uso del supporto registrato della musica	
Artisti e Conduttori	**Altri soggetti nell'ambito delle attività ricreative e realizzazione apparati**
• Disk Jockey • Artisti (attori, cantanti, musicisti e ballerini) • Direttori artistici e tecnici • Conduttori	• Personale di servizio • Personale addetto a bar o cucina • Addetti alla sicurezza • Pronto soccorso • Personale tecnico • Costruttori e assemblatori impianti elettroacustici • Tecnici del suono, delle luci o del palcoscenico • Tecnici di effetti speciali • Personale di sala • Produttori, organizzatori, manager

[7] L'art.196 prevede l'obbligo di sottoporre a sorveglianza sanitaria i lavoratori la cui esposizione a rumore eccede i valori superiori di azione previsti dall'art.189 (85 dB(A) di L_{EX} e/o 137 dB(C) di L_{Cpicco}). La sorveglianza sanitaria è estesa ai lavoratori esposti a livelli superiori ai valori inferiori di azione, su loro richiesta e qualora il medico competente ne confermi l'opportunità.

Per le mansioni delle colonne di destra – tranne i tecnici audio e tecnici del suono-, sia per la musica in vivo che riprodotta, si può prevedere un primo livello di intervento con valutazioni audiometriche di screening, come già per tutte le altre popolazioni lavorative soggette alla tutela del D.Lgs.81/2008 e correlati, valutazioni da programmarsi a cadenze annuali/biennali, eseguibili dallo stesso Medico Competente o da personale sanitario di Sua scelta.
Per le mansioni delle colonne di sinistra, "di livello artistico", ivi compresi i tecnici audio e tecnici del suono, si sottolinea la peculiare importanza della funzione uditiva, sia nel contribuire alla riuscita dello spettacolo, sia a favorire parte delle misure stesse di contenimento del suono prodotto. A giudizio del Medico Competente si possono adottare protocolli di sorveglianza di secondo livello: indagini audiometriche annuali, con il possibile ausilio di specialisti Otorinolaringoiatri e/o Audiologi – Foniatri e di tecnici audiometristi, con esami da eseguirsi in modalità clinica e non di screening e correlati ad indagini audiologiche concomitanti (audiometria ad alte frequenze ed impedenzometria).
Il personale sanitario deve pianificare la sorveglianza con le figure di riferimento ed in particolare con gli artisti, per meglio adattarla alle diverse stagioni, programmi, tour. La pianificazione deve tendere ad ottenere esami per quanto possibile eseguiti nel rispetto di adeguato riposo acustico. In caso di impossibilità organizzative, va predisposto un controllo a riposo acustico corretto entro l'anno.
Si ricorda inoltre l'obbligo per i Medici Competenti di redigere la cartella sanitaria e di rischio, prevista dall'art. 186 del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., nella quale riportare anche i valori individuali dei livelli di esposizione a rumore dei lavoratori esposti.

Questionari di rilevazione
È facoltà del Medico Competente affiancare l'anamnesi con un questionario mirato alla specifica realtà della musica e dell'intrattenimento, quanto ad aspetti lavorativi soggettivi ed ambientali e percezione del rischio, per meglio confrontare nel tempo, anche in luoghi diversi, uno stesso addetto in relazione alle proprie mansioni ed alla capacità uditiva residua.
È importante ricordare in questo contesto che l'ascolto musicale è un fenomeno integrativo cerebrale e che, pur a coclea integra, alcuni sintomi possono correlarsi a sofferenza delle vie uditive centrali, indipendentemente dalla esposizione a rumore, sofferenza che va comunque identificata ed eventualmente avviare indagini appropriate di secondo livello.

Indagini strumentali per le mansioni "di livello artistico"

A) I visita

All'assunzione, se non già eseguiti negli ultimi 12 mesi presso altro Datore di Lavoro e prodotti dall'Esaminato:
audiometria tonale per via aerea e via ossea, estesa alle alte frequenze, previa otoscopia, per valutare anche controindicazioni anatomiche all'uso di DPI personalizzati o meno;
gli esami vanno schedulati secondo il programma di prove/spettacoli, così da essere eseguiti nel massimo rispetto possibile del riposo acustico. Va annotato comunque il periodo di riposo acustico dall'ultima attività in suono (spesso serale se non addirittura notturna);

ove ritenuto dal Medico Competente e dai sanitari che lo affiancano, eventuali indagini: impedenzometria con ricerca dei riflessi stapediali, otoemissioni, videofibroscopia delle prime vie aeree, laringoscopia (meglio se video laringoscopia) negli strumentisti a fiato e negli artisti in voce.

B) visite di controllo
Sono da prevedersi a cadenza annuale o al massimo biennale, date le esposizioni documentate in letteratura, salvo dati fonometrici nettamente migliori, ripetendo:
- audiometria tonale estesa alle alte frequenze;
- solo per cantanti e strumentisti a fiato anche associata a laringostroboscopia, data l'importanza delle strutture laringee in queste due popolazioni di artisti.
Nel caso dei cantanti va prevista anche una valutazione foniatrica per riconoscere iniziali fenomeni di malmenage/abuso vocale, correlabili ad esposizioni ad eccessivi livelli sonori o ad errori di impostazione/feedback.

8. BIBLIOGRAFIA

1. "Guida non vincolante di buone prassi per l'applicazione delle Direttiva 2003/10/CE – Capitolo 8: I settori della musica e dell'intrattenimento", Commissione europea – DG Occupazione, Affari sociali e Pari opportunità. Lussemburgo 2009
2. "Musica e danni all'udito", SUVA 2008, Lucerna (CH), scaricabile da www.suva.ch/musica-udito
3. Indicazioni operative Decreto Legislativo 81/2008 Titolo VIII, Capo I, II, III, IV e V sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione ad agenti fisici nei luoghi di lavoro, Coordinamento Tecnico Interregionale per la Prevenzione nei Luoghi di Lavoro, ISPESL, ISS, 2010
4. Linee Guida applicative del DPCM 215/99, serie "Manuali e linee guida 5/2001, ANPA - Dipartimento Stato dell'Ambiente, Controlli e Sistemi Informativi"
5. P.Nataletti, R.Sisto, S.Marsico, "*Rischio da rumore per i lavoratori e per gli avventori delle discoteche*", Atti del 38° Convegno nazionale AIA, 8-10 giugno 2011 Rimini
6. P.Nataletti, R.Sisto, A.Pieroni, F.Sanjust e D.Annesi "*Studio pilota dell'esposizione professionale a rumore e della funzionalità uditiva dei musicisti di una orchestra lirica nazionale*", Atti del Congresso SIMLII Roma dicembre 2007, Giornale Italiano di medicina del Lavoro Vol. XXIX N. 3 2007, pp. 496-498
7. A.Peretti, A.Farnetani, P.Zani "Orchestra Haydn di Bolzano: esposizione al rumore dei musicisti, caratterizzazione acustica della sala, interventi di riduzione del rischio", Atti del Congresso AIA, 10-12 giugno 2009 Torino
8. Axelsson "Recreational exposure to noise and its effects" 1996 Noise Control Eng 44,3, 127-134
9. M.C. Bohlin, E. Sorbring, S.E. Widen, S.I. Erlandsson " *Risks and music – patterns among young women and men in Sweden*" Noise & Health, 13 (2011) 53:310.319
10. K. Chersky et Al. "Attitudes of college music students towards noise in youth culture" 2009 Noise and Health, 11, 42: 49-53

11. W. Clark "Noise exposure from leisure activities: a review" 1991 J Acoust Soc Am 90,1, 175-181
12. Comité de Pilotage Musiques amplifiées et risques auditifs Basse Normandie "*Risques Auditifs et musiques amplifiées*" 2003
13. Conseil Federal Suisse "Ordonnance sur la protection contre les nuisances sonore set les rayion laser, lors de manifestations" RO 1996
14. Department of Labour Republic of South Africa "Occupational Health and Safety Act – Noise Induced Hearing Loss Regulations" 2003
15. K. Dibble "*Low frequency noise propagation from modern music making*" 1997, Journal of Low frequencies and Vibration 16,1,1-12
16. C. Durant "*Noise at work regulation, a venue perspective*" The Sage nb Gateshead, Playing Safe, 16 aprile 2008, Health and Safety Executive, UK
17. K. Einhorn "*The Medical Aspects of Noise Induced Otologic Damage in Musicians*" 2006, March, Hearing Review
18. S.R. Ekstrom, E. Borg "*Hearing speech in music*" Noise & Health , 13 (2011) 53: 277-285
19. Environment Protection Authority EPA Guidelines "*Development proposal assessment for venues where music may be played*" Sep 2003, Government South Australia
20. S. Everton "A look to controlling noise in orchestras" 2008, Playing Safe
21. E. Fabiocchi "*Le risque auditif pour les musiciens classiques*" 2010 Service de Prevention et de Medicin de Travaildes Communautes Francaise et Germanophone de Belgique
22. G. Frolich "Larm im Bereich des Musik- und Unterhaltungssektors Untersuchungen der Arbeitsinspektion" Europaische Woche, 2005
23. J. Griffith "*Impact on the live concert industry*" Playing Safe, 16 aprile 2008, Health and Safety Executive, UK
24. D. Hasson, T. Theorell, Y. Liljeholm-Johansson, B. Canlon "Psychosocial and physiological correlates of self-reported hearing problems in male and female musicians in symphony orchestras" I J Psycho 74 (2009) 93-100
25. HSA Health and Safety Authority " The Noise of Music – Sound advice for the music and entertainments sectors" 2009, www.hsa.ie
26. R. Heinecke-Schmitt "Regelungsbedarf fur Schallpegel in Diskotheken und bei Konzertveranstaltungen", Staatministerium fur Umwelt und Landwirtschaft, Freistaat Sachsen, Music-Safe and Sound, Dortmund, 2007
27. H. Laitinen "Factors affecting the use of hearing protectors among classical music players" Noise health 2005 Jan-Mar; 7 (26) : 21-9
28. H. Laitinen, T. Poulsen "Questionnaire investigation of musicians' use of hearing protectors, self reported hearing disorders, and their experience of their working environment" Int J Audiol. 2008 Apr; 47(4): 160-8
29. D. Loth et Al. "*Effets sur la santé de l'écoute de la musique à haut niveaux sonore* " 1995 , URF Lariboisiere Saint Louis, Universitè Paris VII
30. Ministère de la Santé du Grand-Duché de Luxembourg "*La musique: plausir ou source de bruit?*" 6 fevrier 2007, www.sante.lu
31. MRC Medical Research Council Institute of Hearing Research "*Damage to hearing arising from leisure noise*" 1986, Brit J Audiol, 20, 157-164
32. T.C. Morata G.K. Lemasters "*Epidemiologic considerations in the evaluation of occupational hearing loss*" 1995 Occupational Medicine: State of the Art Reviews 10,3, 641-656

Allegato 4:
Principali esami specialistici nell'ambito dell'attività di sorveglianza sanitaria

AUDIOMETRIA TONALE

Va condotta da personale esperto (audiometristi, o specialisti in audiologia, ORL, medicina del lavoro) previa valutazione obiettiva otoscopica, con audiometri dotati anche di audiometria ad alte frequenze, rispondenti alle normative UNI EN ISO 60 645 1-3, UNI EN ISO 8253 serie 1-3, in cabine silenti che garantiscano la massima attenuazione per banda di terzi d'ottava ai sensi della UNI EN ISO 717-1 e UNI EN ISO 11957.

Può essere sufficiente un'audiometria "di screening" con strumentazione di base solo nel caso di addetti allo spettacolo non facenti parte delle maestranze artistiche.

Gli esami vanno schedulati secondo il programma di prove/spettacoli, così da essere eseguiti nel massimo rispetto possibile del riposo acustico. Va annotato comunque il periodo di riposo acustico dall'ultima attività in suono (spesso serale se non addirittura notturna). Va eseguito a condotti uditivi detersi da ogni traccia di cerume.

AUDIOMETRIA AD ALTE FREQUENZE (HF)

Testata in modo analogo all'audiometria tonale, richiede cuffie adeguate, può estendersi ai 16 KHz, meglio se ai 20 KHz. Può evidenziare iniziali perdite, con un loro rilievo di apprezzabilità in una popolazione che non limita il proprio ascolto alle frequenze del parlato, come pure recuperi di perdite su frequenze più frequentemente osservate (3-8 KHz). È descritta una perdita nelle HF nel 28% dei musicisti, pur se con soglie tonali 0,5-8 KHz di grado 0 ([38]).

IMPEDENZOMETRIA

Indagine che documenta l'assorbimento da parte dell'orecchio medio - membrana timpanica, catena ossiculare...- di parte dell'energia sonora trasmessa dall'esterno al recettore cocleare. L'impedenzometro permette di eseguire alcuni test a questo scopo: i più comuni sono la timpanometria, per quanto riguarda lo studio dell'impedenza timpanica, e lo studio dei riflessi stapediali, ovvero dell'attivazione di un sistema riflesso muscolare a proteggere il recettore dall'impatto di energie sonore a livelli molto superiori - in genere almeno 50 decibel - a quelli di soglia.

LARINGOSCOPIA E LARINGOSTROBOSCOPIA

Per laringoscopia si intende la visualizzazione delle strutture laringee. Allo specchietto apposito ideato dal tenore Garcia nella metà del XIX secolo, si sono poi affiancate metodiche più idonee, per fibre ottiche , flessibili per via nasale o rigide per via orale. La velocità del movimento cordale, che in un soprano o in una voce bianca può superare i 300 Hz, non permette però la visione diretta del movimento dell'onda mucosa cordale e quindi di eventuali alterazioni di questa funzione. Dato che metodiche "ad alta velocità" o high speed imaging sono per ora di costo elevato e diffusione limitata, si ricorre più comunemente alla metodica stroboscopica, che "rallenta" la visualizzazione di questo movimento. In genere tale visualizzazione si correla a registrazione video, permettendo così di ridurre il tempo di visita,

aumentare la tollerabilità dell'esame a fronte di un netto miglioramento della valutazione e soprattutto della possibilità di confronti nel tempo tra indagini archiviate.

OTOEMISSIONI

Lo studio per otoemissioni acustiche (specie per prodotti di distorsione DPOAE), ove ritenuto necessario, può fornire dati indicativi sullo stato delle cellule ciliate esterne in soglie uditive con perdita media sugli acuti non superiore ai 40dB, quindi supportare il dubbio di iniziale effetto dannoso della esposizione e conseguente adeguamento, ove possibile, degli strumenti di protezione dal rischio ([38]).

La biblioteca di dBA

- **dBA'85 Il rumore industriale - Prevenzione e bonifica in ambiente di lavoro.**
  Atti del Convegno di Modena del 14, 15 e 16 febbraio 1985
  - Epidemiologia del danno uditivo,
  - Effetti uditivi ed extrauditivi, aspetti medico-legali
  - Metrologia e normative tecniche, teoria ed esempi di bonifiche
  - Legislazione

- **dBA'90 Rumore e vibrazioni - Valutazione, prevenzione e bonifica**
  Atti del Convegno di Bologna e Modena del 20, 21, 22 e 23 novembre 1990
  - Vibrazioni trasmesse al corpo e al sistema mano-braccio
  - Mappe di rumore, Metrologia, Bonifiche
  - Effetti biologici e aspetti medico-legali
  - Normativa e legislazione

- **dBA'94 Rumore e vibrazioni - Valutazione, prevenzione e bonifica in ambiente di lavoro**
  Atti del Convegno di Modena del 20, 21 e 22 ottobre 1994
  - Aggiornamento scientifico e tecnico
  - Valutazione, Vigilanza e controllo, Riduzione del rischio
  - Macchine, ambienti, previsione del rumore
  - Aspetti giuridici ed assicurativi; D.Lgs.277/91 e testi interpretativi

- **dBA'98 Dal rumore ai rischi fisici - Valutazione, prevenzione e bonifica in ambiente di lavoro**
  Atti del Convegno di Modena del 17, 18 e 19 ottobre 1998
  - Rumore e ultrasuoni, Vibrazioni e microclima, Radiazioni ionizzanti, ottiche e laser, Radiofrequenze, microonde, ELF
  - Aspetti giuridici ed assicurativi

- **$dBA_{incontri}$'99 Rumore e vibrazioni negli ambienti di lavoro - Dalla valutazione alla bonifica**
  Atti del Seminario di Modena del 23 settembre 1999
  - Valutazione
  - Bonifica

- **$dBA_{incontri}$2000 Rumore e vibrazioni - Linee Guida per la corretta applicazione della legislazione negli ambienti di lavoro**
  Atti del Seminario di Modena del 20 settembre 2000
  - Descrittori del rischio, Rapporto dose/effetti
  - Linee Guida per la Valutazione
  - Linee Guida per l'applicazione della legislazione

- **dBA'02 Rumore, vibrazioni, microclima, illuminazione, onde elettromagnetiche - Valutazione, prevenzione e bonifica negli ambienti di lavoro**

Atti del Convegno di Modena del 25, 26 e 27 settembre 2002
- Legislazione e normativa, Effetti sulla salute, Valutazione e metrologia
- Prevenzione dei rischi, Dispositivi individuali di protezione
- Sorveglianza sanitaria, Informazione e formazione
- Protocolli di prevenzione

- **dBA$_{incontri}$2003 Metodologie e interventi tecnici per la riduzione del rumore negli ambienti di lavoro – Verso un Manuale di buona pratica**

Atti del Seminario di Modena del 16 ottobre 2003
- Dalla valutazione alla riduzione del rischio, Criteri di progettazione, Requisiti acustici dei luoghi di lavoro, Criteri da utilizzare in fase d'acquisto, Tecniche e soluzioni di bonifica, Norme di collaudo
- Schede di approfondimento
- Banche-dati di norme, materiali, realizzazioni

- **dBA$_{incontri}$2004 - Vibrazioni - Valutazione e prevenzione del rischio da vibrazioni nel quadro legislativo attuale e in quello in divenire**

Atti del Convegno di Modena del 13 ottobre 2004
- Valutazione con misurazioni e con banche dati
- Riduzione del rischio nelle nuove attrezzature, DPI
- Sorveglianza sanitaria, La valutazione del danno
- Recepimento della Direttiva 2002/44/CE

- **dBA$_{incontri}$2004 - Microclima - Valutazione, prevenzione e protezione dai rischi e comfort nei luoghi di lavoro**

Atti del Convegno di Modena del 14 ottobre 2004
- Comfort e stress termico, Ambienti moderati, severi caldi e freddi
- Valutazione e misurazione del rischio e del comfort
- Edifici e contenimento energetico
- Requisiti e standard termo-igrometrici
- Prevenzione e protezione dei lavoratori, Sorveglianza sanitaria
- I compiti di datore di lavoro, progettista, consulente, medico del lavoro

- **dBA$_{incontri}$2005 – Microclima, aerazione e illuminazione nei luoghi di lavoro - Verso un Manuale di buona pratica**

Atti del Convegno di Bologna del 14 settembre 2005
- Ambienti termici moderati e severi
- Qualità dell'aria indoor, aerazione e ventilazione
- Illuminazione naturale, artificiale e d'emergenza
- Requisiti e standard progettuali nei NIP, Valutazione del rischio, DPI, sorveglianza sanitaria, L'impiantistica, la manutenzione
- Aggiornamento normativo e contributi

- **dBA'06 Rumore, vibrazioni, microclima, campi elettromagnetici, radiazioni ottiche e ionizzanti - Valutazione, prevenzione e bonifica negli ambienti di lavoro**

Atti del Convegno di Modena del 12 e 13 ottobre 2006
Volume 1: Rumore e vibrazioni
Volume 2: Microclima
Volume 3: Campi elettromagnetici, radiazioni ottiche e ionizzanti
- Aggiornamento normativo
- Esperienze e approfondimenti
- Protocolli di prevenzione e di vigilanza

- **dBA$_{incontri}$2008 – Titolo VIII del DLgs.81/2008 – Prevenzione e protezione dagli agenti fisici nei luoghi di lavoro: facciamo il punto**

Atti del Convegno di Modena del 9 ottobre 2008
- DLgs.81/2008: aggiornamento normativo
- approfondimenti
- contributi
- indicazioni applicative
- protocolli di misura

- **dBA$_{incontri}$2009 – Interventi per la riduzione del rischio rumore. Legislazione, normativa, tecnologie, esperienze**

Atti del Convegno di Modena del 24 settembre 2009
- DLgs.81/2008 e giurisprudenza
- Il PARE
- Esempi di interventi in diversi settori produttivi
- Soluzioni a basso costo
- Il punto sul controllo attivo
- I DPI uditivi: efficienza, efficacia, uso corretto
- Manuale di buona pratica

- **dBA'10 Rischi Fisici: valutazione, prevenzione e bonifica nei luoghi di lavoro. A che punto siamo**

Atti del Convegno di Modena del 6 e 7 ottobre 2010
- Rischi Fisici e DLgs.81/2008.
- Rumore e Ultrasuoni
- Vibrazioni, Microclima, Atmosfere iperbariche
- CEM, Radiazioni Ottiche e Ionizzanti
- Le Indicazioni Operative delle Regioni
- Responsabilità individuali e aziendali

- **dBA$_{incontri}$2011 – Laser e Radiazioni Ottiche Artificiali non coerenti. Valutazione, prevenzione, protezione, esperienze**

Atti del Convegno di Modena del 21 settembre 2011
- DLgs.81/2008, ROA non coerenti e Laser
- Effetti sulla salute
- Legislazione, normativa, tecnologia, soluzioni, DPI
- Il Portale Agenti Fisici e le procedure standardizzate
- Documenti

- **dBA$_{incontri}$2012 – Aggiornamenti sul rischio rumore. Valutazione, prevenzione e protezione nei luoghi di lavoro**

Atti del Convegno di Modena del 11 ottobre 2012
- Modalità di valutazione del rischio
- Misurazione del rumore
- Soluzioni ed esperienze di insonorizzazione
- Ruolo del Medico competente
- Tipicità dei settori della musica, call center, edilizia
- Documenti

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Modena

Altre Pubblicazioni

Collana RisCh

RisCh 2012 – Agenti chimici pericolosi, cancerogeni, mutageni, REACH, CLP, SDS.

RisCh 2011 – Le nuove valutazioni del rischio da agenti chimici pericolosi e dell'esposizione ad agenti cancerogeni, mutageni.

RisCh 2010 – Le sostanze pericolose nei luoghi di lavoro. Individuazione del pericolo, Regolamenti REACH e CLP, Scheda Dati di Sicurezza, Valutazione del rischio da agenti chimici pericolosi, cancerogeni e mutageni

RisCh 2008 – Sostanze pericolose: agenti chimici pericolosi, cancerogeni, mutageni e l'amianto

RisCh 2006 – Il rischio chimico nei luoghi di lavoro: identificazione, misurazione, valutazione, prevenzione e protezione, sorveglianza sanitaria, esperienze ed approfondimenti

RisCh 2005 – Sostanze e preparati pericolosi per la salute e la sicurezza dei lavoratori. Classificazione ed autoclassificazione, etichettatura di pericolo e scheda di sicurezza, valutazione del pericolo e del rischio, aspetti critici ed innovativi. Il caso della silice libera cristallina

RisCh 2004 – Agenti cancerogeni, mutageni e chimici pericolosi: l'applicazione dei Titoli VII e VII-bis DLgs.626/94, l'assistenza e la collaborazione con le parti sociali, la vigilanza e il controllo

RisCh-Bitume Il rischio da agenti chimici nella produzione e messa in opera dei conglomerati bituminosi (2004)

RisCh-La valutazione del rischio e dell'esposizione ad Agenti Chimici Pericolosi (2003)

RisCh-Prevenzione e Protezione da Agenti Chimici Pericolosi. Le novità del D.Lgs.25/02, la valutazione e la giustificazione del rischio, le misurazioni e la sorveglianza sanitaria (2002)

RisCh-Prevenzione e Protezione da Agenti Cancerogeni e Mutageni. Le novità del D.Lgs.66/2000, la valutazione dell'esposizione, la sostituzione e i protocolli di prevenzione (2001)

RisCh'Alt-Prodotti chimici e tecnologie alternative all'impiego delle sostanze pericolose: formulazioni e tecnologie meno pericolose per l'uomo e l'ambiente, le schede informative in materia di salute, sicurezza e ambiente (2000)

RisCh'Amb-La produzione compatibile con l'ambiente di vita e di lavoro: approfondimenti sul D.Lgs. 626/94, gestione dei rischi ambientali, assicurazione dell'ambiente (1999)

RisCh'dpi-I dispositivi di protezione individuale delle vie respiratorie: aspetti normativi ed applicativi, linee guida e criteri per la scelta e l'uso, stato di applicazione del Titolo IV D.Lgs. 626/94 (1999)

RisCh'flr-I fluidi lubrorefrigeranti nelle lavorazioni meccaniche: Fattori di rischio - Misure di sicurezza ed igiene del lavoro - Tutela dell'ambiente (1998)

RisCh'SP-Le sostanze pericolose per l'uomo e per l'ambiente: identificazione dei pericoli, valutazione dei rischi, classificazione, obbligo di ricerca, imballaggio ed etichettatura, scheda di dati di sicurezza, vigilanza e controlli (1998)

RisCh'96-Il rischio chimico negli ambienti di lavoro: identificazione, misurazione, valutazione, prevenzione e protezione

Collana SICUREZZA

SICUREZZA 2010 – Attrezzature di lavoro e Direttive Comunitarie. Applicazione dei RES e conformità delle attrezzature

SICUREZZA 2008 – La nuova organizzazione della sicurezza. I sistemi della gestione della sicurezza ed i lavori in appalto

SICUREZZA 2006 – Procedure di sicurezza. Progettazione e applicazione

SICUREZZA 2005 – Lavori in quota. Apprestamenti di sicurezza e DPI

SICUREZZA 2004 – Atmosfere esplosive: la valutazione e la gestione del rischio negli ambienti di lavoro

SICUREZZA 2003 – Sei anni di coordinamento nei cantieri temporanei e mobili

SICUREZZA 2002 - Dall'eliminazione del pericolo alla gestione del rischio. La sicurezza degli ambienti di lavoro, degli impianti, delle macchine

Collana ASL incontri

ASL incontri-Esposizione professionale a silice libera cristallina. Attuali livelli di esposizione e modelli di intervento per la riduzione del rischio. Ruolo della sorveglianza sanitaria tra obblighi di legge e efficacia preventiva (2008)

ASL incontri-Strutture sanitarie. La sicurezza degli operatori e dei pazienti (2004)

ASL incontri-Promozione della qualità in medicina del Lavoro. Orientamenti e Linee Guida per l'attività del medico competente (2002)

NIP 2001-Nuovi Insediamenti Produttivi. Requisiti e standard prestazionali degli edifici destinati a luoghi di lavoro. Responsabilità del progettista. Sportello Unico per le Imprese. Requisiti d'uso, strutturali e di sicurezza. Requisiti igienistici e ambientali. Regolamento edilizio tipo

DPI 2000-Il ruolo dei Dispositivi di Protezione Individuali nell'ambito della Prevenzione**.** Prevenzione e DPI. Protezione da rumore e vibrazioni. Protezione degli occhi, delle vie respiratorie, degli arti superiori, del corpo. Protezione contro le cadute. Protezione del capo e dei piedi. Protezione antincendio e d'emergenza. Protezione in ambito sanitario. Aspetti critici ed obiettivi

ASL incontri-La smaltatura dei metalli. Principali rischi per la salute. Indicazioni di prevenzione (2000)

Mmc-La movimentazione manuale degli ospiti nei servizi socio-assistenziali. Valutazione del rischio. Orientamenti per la prevenzione (1999)

Finito di stampare nel mese di ottobre 2012

d-BA incontri 2012

Aggiornamenti sul rischio Rumore

- Modalità di Valutazione del rischio
- Misurazione del rumore
- Soluzioni ed esperienze di insonorizzazione
- Ruolo del Medico competente
- Tipicità dei settori della musica, call center, edilizia
- Documenti

In collaborazione con

Coordinamento Tecnico Interregionale della Prevenzione nei Luoghi di Lavoro

Collegio Geometri e Geometri Laureati della provincia di Modena