

3.1 RUMORE

3.1.1 Introduzione

Il RUMORE, è comunemente definito come un SUONO che provoca una sensazione sgradevole e fastidiosa (es.: martello pneumatico, traffico, macchine utensili, macchine a movimento terra, ecc.) che può generare effetti potenzialmente nocivi sulle persone esposte. In acustica non si rilevano distinzioni fra SUONO o RUMORE (vedi 3.1.1.1 "Suono/rumore"). Sia il suono che il rumore infatti sono "perturbazioni prodotte dalle vibrazioni di corpi (sorgenti sonore) che si propagano in un mezzo elastico (gassoso, liquido o solido) sotto forma di onde, senza trasporto di materia, ma solo di energia con la velocità caratteristica del mezzo. Nel caso di un suono trasmesso in aria, quest'ultima non subisce spostamento ma ogni sua molecola vibra intorno ad una posizione di equilibrio determinando delle piccole variazioni di pressione rispetto alla pressione media. Le perturbazioni che si propagano nel mezzo elastico (quale l'aria) possono quindi raggiungere un opportuno ricevitore" quale ad esempio l'orecchio umano (vedi 3.1.1.2 "Rappresentazione schematica dell'orecchio umano").

3.1.1.1 SUONO/RUMORE

Il SUONO o RUMORE può essere rappresentato da un'onda sinusoidale pertanto è caratterizzato dai seguenti parametri:

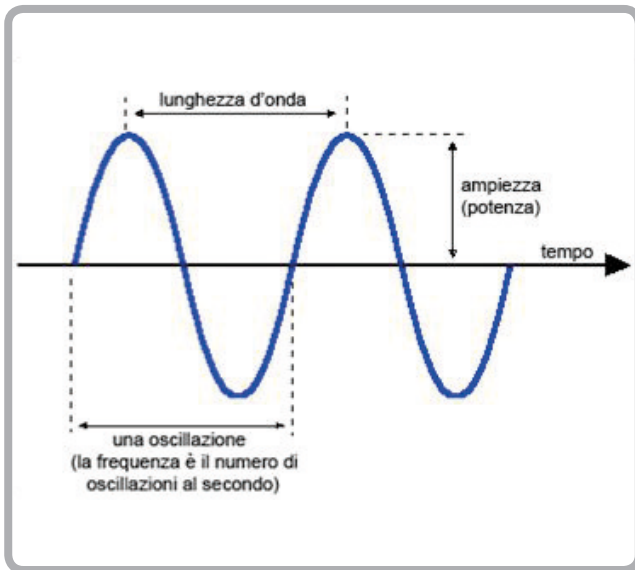


Figura 1: Onda di pressione acustica.

- **frequenza (f):** numero di cicli completi nell'unità di tempo, espressa in hertz (Hz); (caratterizza i suoni bassi o acuti): il limite inferiore dell'udito dell'uomo è di 16 Hz, quello superiore è 16000 Hz, sotto i 16 Hz si ha il campo degli infrasuoni mentre oltre i 16000 Hz si ha il campo degli ultrasuoni;
- **periodo (T):** intervallo di tempo necessario per completare un ciclo (reciproco della frequenza: $T = 1/f$);
- **lunghezza d'onda (λ):** spazio percorso dall'onda in un periodo;
- **ampiezza (A):** ampiezza dell'onda (indicativa del livello sonoro);
- **velocità di propagazione:** 344 m/s (1.238 km/h) nell'aria in condizioni standard (temperatura, umidità e pressione), circa 1.500 m/s nell'acqua e circa 5.000 m/s nell'acciaio.

Principali grandezze fisiche:

- **potenza acustica:** energia sonora irradiata dalla sorgente (watt (W));
- **intensità acustica:** potenza acustica che attraversa una superficie unitaria perpendicolare alla direzione di propagazione (W/m^2);
- **pressione acustica:** perturbazione subita dall'aria per effetto della sorgente sonora; è equivalente alla differenza tra la pressione $p(t)$ in un dato istante e quella p_0 esistente prima dell'inizio del fenomeno sonoro: $\Delta p = p(t) - p_0$. (Pascal);
- **pressione sonora:** valore efficace delle variazioni nel tempo (valore quadratico medio) della pressione istantanea (N/m^2).

Viene comunque generalmente utilizzato il livello di pressione sonora, ossia dal logaritmo del rapporto tra il valore misurato (p) ed un valore di riferimento pari alla più piccola pressione in grado di produrre una sensazione sonora ($p_0 = 20 \mu\text{Pa}$):

$$L_p = 10 \log_{10} (P^2/P_0^2) = 20 \text{Log}_{10} (P/P_0) \text{ dB}$$

ove il deciBel (dB) è un'unità di misura adimensionale e la scala logaritmica consente una rappresentazione più compatta rispetto a una scala lineare tanto che a 0 dB corrisponde la soglia di udibilità e a 130 dB la soglia del dolore.

3.1.1.2 RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA DELL'ORECCHIO UMANO



L'orecchio è composto da tre parti:

Orecchio esterno: la parte dell'orecchio visibile all'esterno, ovvero il padiglione auricolare e il condotto uditivo (o meato acustico) esterno.

Orecchio medio: il timpano e i tre ossicini (denominati martello, incudine, staffa).

Orecchio interno: la coclea, riempita di liquidi e dotata di migliaia di minuscoli recettori denominati cellule ciliate.

Figura 2: Schema dell'orecchio umano.

Nelle persone con un udito normale, l'orecchio esterno capta le onde sonore convogliandole lungo il condotto uditivo esterno. Le onde sonore mettono in vibrazione la membrana del timpano. Queste vibrazioni provocano il movimento della catena di ossicini situati nella cavità dell'orecchio medio, i quali trasferiscono il movimento alla finestra ovale, una membrana che ricopre l'ingresso della coclea.

Le vibrazioni della finestra ovale si propagano tramite i liquidi contenuti nell'orecchio interno (coclea), formando delle onde che giungono a stimolare i recettori della coclea, le cosiddette cellule ciliate. A loro volta le cellule ciliate svolgono il loro compito, trasformando lo stimolo meccanico acustico in un segnale elettrico che, viaggiando lungo il nervo acustico, giunge al cervello, dove è interpretato come suono.

Il sistema uditivo funziona costantemente. Il suo compito è quello di trasformare le onde sonore in impulsi nervosi che il cervello è in grado di interpretare come suoni.

3.1.2 Effetti nocivi del rumore

Gli effetti nocivi del rumore sull'uomo si dividono in uditivi o specifici che interessano direttamente l'organo dell'udito, extra uditivi o non specifici che possono interessare vari organi ed apparati psico-sociali.

Gli EFFETTI UDITIVI possono sintetizzarsi in modificazioni irreversibili per esposizione protratta al rumore (ipoacusia da trauma acustico cronico) e in modificazioni reversibili o irreversibili per trauma acustico acuto (un'esposizione ad un rumore estremamente intenso può anche lacerare il timpano producendo una perdita uditiva molto accentuata oppure determinare una lesione alle strutture dell'orecchio interno che non riusciranno più a trasmettere in modo completo gli impulsi al cervello).

L'ipoacusia da trauma acustico cronico è una patologia che inizia in modo subdolo con cefalea, ottundimento, riduzione della capacità uditiva soprattutto alle alte frequenze, distorsione dei suoni ed incapacità a discriminare suoni in altezza.

Il danno del rumore, per il quale esiste una propria suscettibilità personale, si ha a livello delle cellule ciliate sopradescritte ed è:

- proporzionale all'energia sonora,
- in rapporto alla durata dell'esposizione,
- più grave per il rumore impulsivo.

Presente un effetto sinergico con una contemporanea esposizione a vibrazioni e/o sostanze chimiche ototossiche. La ridotta capacità di udire segnali di avvertimento e/o allarme dovuta ad esempio alla ipoacusia professionale può inoltre incrementare il rischio di infortunio.

I più comuni EFFETTI EXTRAUDITIVI, che si manifestano in base alla sensibilità individuale anche a livelli di rumore inferiori a quelli considerati dannosi per l'udito, possono interessare:

- **sistema nervoso:** disturbi dell'equilibrio, dell'attenzione e della concentrazione ...;
- **organo della vista:** disturbi del visus legati anche ad uno stato di dilatazione della pupilla;
- **apparato gastrointestinale:** aumento della motilità gastrointestinale e possibili fenomeni spastici, aumento dell'incidenza di gastroduodeniti ed ulcere;
- **apparato cardio-circolatorio:** aumento della frequenza cardiaca, costrizione dei vasi periferici, aumento della pressione arteriosa;
- **apparato respiratorio:** aumento della frequenza respiratoria;
- **apparato endocrino:** modificazioni nella produzione di ormoni, particolarmente a carico di ipofisi e surrene;
- **altri organi ed apparati:** disturbi sul carattere, eccitazione, disturbi sessuali, depressione, nevrosi...

Tali effetti extrauditivi possono determinare disturbi nella vita sociale e lavorativa ed incrementare il rischio di infortunio.

3.1.3 Normativa vigente

Il D. Lgs. 81 del 9 aprile 2008, attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia della tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro abroga tra l'altro il D. Lgs. 626/94 e con esso in particolare il titolo V-bis "protezione da agenti fisici". Sta di fatto che, in merito al rischio rumore, il D. Lgs. 81/08 rappresenta l'unica norma vigente di riferimento e in particolare attraverso il capo II del Titolo VIII si determinano i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza derivanti dall'esposizione al rumore durante il lavoro e in particolare per l'udito.

Occorre pertanto anche nel comparto della metalmeccanica:

- valutare l'esposizione a rumore e più in generale la condizione espositiva del lavoratore (evidenziando eventuali interazioni con sostanze ototossiche, vibrazioni, ...);
- sulla base della valutazione, elaborare iniziative per la prevenzione o il controllo;
- monitorare e riesaminare con regolarità l'efficacia delle misure attuate.

3.1.3.1 ALTRA NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- DECRETO PRESIDENTE REPUBBLICA 24 luglio 1996, n. 459 - (Regolamento per l'attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine): Allegato I, punto 1.5.8 (Requisiti essenziali di sicurezza e salute. Rischi da rumore).
- DECRETO LEGISLATIVO 4 settembre 2002, n. 262 - (Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto).
- UNI 9432: 2008. Acustica - Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell'ambiente di lavoro.

3.1.4 Obblighi del datore di lavoro

Il datore di lavoro effettua una valutazione del rischio rumore e ove previsto redige il documento (vedi 3.1.4.1 "Rapporto tecnico") avvalendosi di personale qualificato nell'ambito del servizio di prevenzione e protezione o esterno all'azienda se tali competenze mancano fra i dipendenti. Il datore di lavoro ripete la valutazione rischio rumore ad intervalli idonei (cadenza quadriennale) o comunque ogni qualvolta ci siano mutamenti significativi dell'attività produttiva e degli esiti del controllo sanitario. Le metodologie per la valutazione delle esposizioni lavorative (vedi 3.1.4.2 "Metodologie per la valutazione dell'esposizione lavorativa") e le strumentazioni di misura (vedi 3.1.4.3 "Strumentazioni di misura") utilizzate sono adattati alle condizioni prevalenti nell'ambiente di lavoro, considerando in particolare le caratteristiche del rumore da misurare, la durata dell'esposizione, i fattori ambientali, ecc. Nell'ambito della valutazione dei rischi il datore di lavoro valuta il rumore durante il lavoro prendendo in considerazione in particolare:

- a) il livello, il tipo e la durata dell'esposizione, ivi inclusa ogni esposizione a rumore impulsivo;
- b) i valori limite di esposizione e i valori di azione;
- c) tutti gli effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rumore, con particolare riferimento alle donne in gravidanza e ai minori;
- d) per quanto possibile a livello tecnico, tutti gli effetti sulla salute e sicurezza dei lavoratori derivanti da interazioni fra rumore e sostanze ototossiche connesse con l'attività svolta e fra rumore e vibrazioni;
- e) tutti gli effetti indiretti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori risultanti da interazioni fra rumore e segnali di avvertimento o altri suoni che vanno osservati al fine di ridurre il rischio di infortuni;
- f) le informazioni sull'emissione di rumore fornite dai costruttori dell'attrezzatura di lavoro in conformità alle vigenti disposizioni in materia;
- g) l'esistenza di attrezzature di lavoro alternative progettate per ridurre l'emissione di rumore;
- h) il prolungamento del periodo di esposizione al rumore oltre l'orario di lavoro normale, in locali di cui è responsabile;
- i) le informazioni raccolte dalla sorveglianza sanitaria, comprese, per quanto possibile, quelle reperibili nella letteratura scientifica;
- l) la disponibilità di dispositivi di protezione dell'udito con adeguate caratteristiche di attenuazione.

In merito ai punti precedenti il lettore può trovare informazioni più dettagliate e indicazioni applicative all'interno delle linee guida emanate dal Coordinamento tecnico interregionale della prevenzione nei luoghi di lavoro in collaborazione con L'ISPESL (<http://www.ausl.mo.it/dsp/> o <http://www.ispesl.it>).

3.1.4.1 RAPPORTO TECNICO

In ragione delle dimensioni dell'impresa "fatta eccezione per le aziende industriali (di cui all'art. 2 del D. Lgs. 334/99 e successive modifiche soggette all'obbligo di dichiarazione o notifica ai sensi degli art. 6 e 8 dello stesso decreto, le centrali termoelettriche, gli impianti ed i laboratori nucleari, le aziende estrattive e le attività minerarie, le aziende per la fabbricazione ed il deposito separato di esplosivi, polveri e munizioni, le strutture di ricovero e cura sia pubbliche sia private), il datore di lavoro delle aziende familiari nonché delle aziende che occupano fino a 10 addetti non è soggetto all'elaborazione e custodia in azienda del documento (art. 28 D. Lgs. 81/2008), ma è tenuto comunque ad autocertificare per iscritto", in modo che sia chiaramente rappresentabile l'avvenuta effettuazione della valutazione dei rischi e l'adempimento degli obblighi ad essa collegati pena l'applicazione della sanzione penale prevista per l'omessa/irregolare valutazione dei rischi. L'indicazione operativa, in generale, per le aziende è quella di richiedere sempre una relazione tecnica a firma del personale qualificato (sia che la valutazione preveda misurazioni, sia che non le preveda) a sostegno del Documento di valutazione o dell'autocertificazione.

Nel caso di valutazione con misurazioni il rapporto tecnico dovrà quanto meno evidenziare i seguenti elementi:

- Premessa (ditta, date, personale qualificato che ha eseguito le misurazioni, strumentazione utilizzata e certificazioni di taratura);
- Layout (piantina e nomenclatura: produzione, macchine, esposti,...);
- $L_{EX,8h}$ (vedi 3.1.4.2 "Metodologie per la valutazione dell'esposizioni lavorative") e L_{picco} degli esposti ad oltre 80 dB(A) e/o 135 dB(C);
- Presenta delle condizioni di rischio che potenziano quelle dovute di livelli di rumore (rumori impulsivi, ototossici, vibrazioni, ...);
- Individuazione delle aree con $LA_{eq} > 85$ dB(A) e/o $L_{picco} > 137$ dB(C);
- Verifica dell'efficienza e dell'efficacia dei DPI-uditivi;
- Indicazione del programma di misure tecniche e organizzative quando $L_{EX} > 80$ dB(A) e/o $L_{picco} > 135$ dB(C).

Nel caso di valutazione senza misurazioni il rapporto tecnico dovrà comunque indicare:

- Premessa (ditta, date, personale qualificato);
- Layout (piantina e nomenclatura: produzione, macchine, esposti,...);
- Indicazione delle motivazioni che escludono il superamento del valore inferiore di azione;
- Valutazione della presenza di rischi potenzianti (ototossici, vibrazioni, segnali di avvertimento, ...);
- Conclusioni con indicazioni specifiche per la riduzione del rischio in applicazione dell'art. 192, comma 1, del D. Lgs. 81/08.

3.1.4.2 METODOLOGIE PER LA VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE LAVORATIVE

Per poter quantificare la percentuale di rischio di danno acustico cui è sottoposto un lavoratore esposto al rumore, occorre conoscere le varie esposizioni nell'arco della giornata lavorativa al fine di calcolare il livello di esposizione quotidiano al rumore ($L_{EX,8h}$) oppure l'esposizione settimanale professionale di un lavoratore al rumore ($L_{EX,1w}$) (ossia la media settimanale dei valori quotidiani $L_{EX,8h}$) quando l'attività lavorativa,

e la conseguente esposizione al rumore, variano molto nel corso della settimana. Il livello di esposizione quotidiano al rumore si esprime con la formula:

$$L_{EX,8h} = LA_{eq,Te} + 10 \log_{10} \frac{T_e}{T_0}$$

dove il Livello equivalente continuo ponderato A (LA_{eq}) indicati come dB(A) rappresenta il livello di un ipotetico rumore costante, della stessa durata ed energeticamente equivalente al rumore fluttuante misurato e corretto dalla curva di ponderazione A che tiene conto delle diverse sensibilità dell'orecchio umano alle diverse frequenze.

$$LA_{eq,Te} = 10 \log_{10} \left\{ \frac{1}{T_e} \int_0^{T_e} \left[\frac{p_A(t)}{p_0} \right]^2 dt \right\}$$

con

T_e = durata quotidiana dell'esposizione personale di un lavoratore al rumore (compresa la quota giornaliera di lavoro straordinario);

$T_0 = 8 \text{ h} = 28.800 \text{ s}$;

$p_0 = 20 \text{ } \mu\text{Pa}$;

p_A = pressione acustica istantanea ponderata A

L'esposizione settimanale professionale di un lavoratore al rumore ($L_{EX,1W}$) è calcolata mediante la formula seguente:

$$L_{EX,1W} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{5} \sum_{k=1}^m 10^{0,1(L_{EX,8h})k} \right]$$

dove $(L_{EX,8h})k$ rappresentano i valori di $L_{EX,8h}$ per ognuno degli m giorni di lavoro della settimana considerata. La valutazione dei risultati misurati deve considerare le imprecisioni determinate dalle incertezze di misura tipiche degli strumenti di misura e le incertezze di misura dovute alla variabilità delle misure dei diversi campioni.

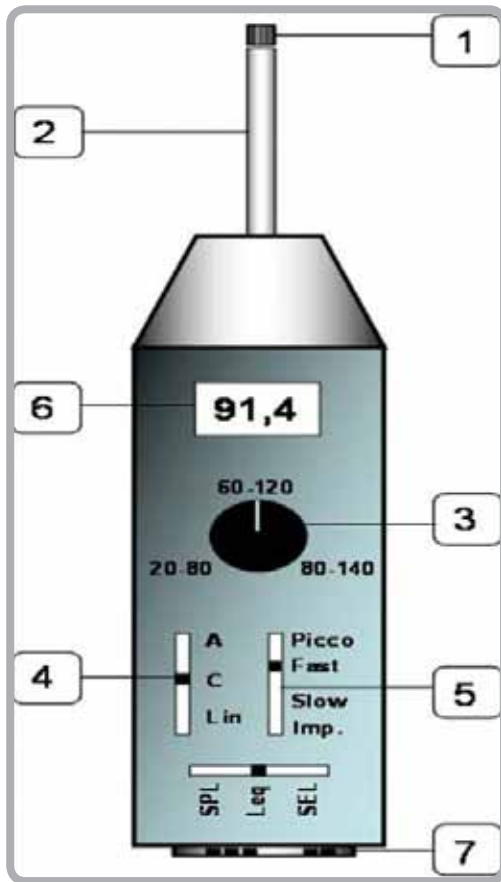
3.1.4.3 STRUMENTAZIONI DI MISURA

La misura del rumore viene effettuata con il fonometro (misuratore di livello sonoro), i fonointegratori sono quelli in grado di calcolare il livello equivalente continuo (Leq).

In base alle norme IEC 651 e IEC 804 i fonometri sono distinti in quattro classi in base alle prestazioni, e cioè:

- classe 0 (strumenti da laboratorio, di riferimento);
- classe 1 (fonometro di precisione utilizzato per la determinazione dei livelli di esposizione personali: sulla base della norma CEI 29-10:1998, ha una precisione di lettura del livello equivalente di $\pm 0,7 \text{ dB}$ ed una massima variazione ammissibile in un'ora di funzionamento pari a $0,3 \text{ dB}$.);
- classe 2 (fonometro di uso generale, per misure sul campo o dosimetriche);
- classe 3 (fonometro per misurazioni preliminari o puramente indicative).

Descrizione schematica del fonometro:



1. **Microfono** che trasforma una variazione di pressione in impulso elettrico (possono essere a campo libero o a campo diffuso);
2. **Preamplificatore** che ha la funzione di adattare l'elevata impedenza di uscita del microfono ai componenti del circuito che seguono;
3. **Attenuatore/amplificatore** che consente di scegliere il fondo scala di misura adatto, in relazione all'intensità del rumore in esame;
4. **Reti di ponderazione in frequenza A, B, C, D** (tutte o solo alcune, a seconda del tipo di fonometro) che permettono di effettuare le misure secondo le curve di ponderazione che rispecchino il più possibile la sensibilità dell'orecchio umano;
5. **Circuito di integrazione** per il calcolo del L_{eq} , con possibilità di campionare il rumore ad intervalli di tempo "costanti di tempo" (chiamate "slow che riduce e livella le variazioni e riporta la media dei valori", "fast che simula il tempo di percezione dell'orecchio umano", "impulse che simula la reazione dell'orecchio a suoni impulsivi" "Peak che misura il valore effettivo di picco");
6. **Indicatori a lettura analogica o digitale**, commutabili sulle varie grandezze misurate;
7. **Uscite elettriche** uscite per il collegamento ad altri strumenti, come registratori, computer, ecc., per successive analisi od elaborazioni dei dati.

Figura 3: Schema del fonometro.

3.1.5 Valori limite di esposizione e valori d'azione

I valori limite di esposizione e i valori di azione, in relazione al livello di esposizione giornaliera al rumore e alla pressione acustica di picco, sono fissati a:

- a) VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE: rispettivamente $L_{EX,8h} = 87$ dB(A) e $p_{peak} = 200$ Pa (140 dB(C) riferito a $20 \mu Pa$);
- b) VALORI SUPERIORI DI AZIONE: rispettivamente $L_{EX,8h} = 85$ dB(A) e $p_{peak} = 140$ Pa (137 dB(C) riferito a $20 \mu Pa$);
- c) VALORI INFERIORI DI AZIONE: rispettivamente $L_{EX,8h} = 80$ dB(A) e $p_{peak} = 112$ Pa (135 dB(C) riferito a $20 \mu Pa$).

Ove:

- a) p_{peak} (pressione acustica di picco) è il valore massimo della pressione acustica istantanea ponderata "C";
- b) $L_{EX,8h}$: [dB(A) re $20 \mu Pa$ - ISO 1999:90] (livello di esposizione giornaliera al rumore) è il valore medio, ponderato in funzione del tempo, dei livelli di esposizione al rumore (incluso il rumore impulsivo) per una giornata lavorativa nominale di otto ore.

Nel caso in cui l'esposizione giornaliera al rumore varia significativamente, da una giornata di lavoro all'altra, è possibile sostituire, ai fini dell'applicazione dei valori limite di esposizione e dei valori di azione, il livello di esposizione giornaliera al rumore con il livello di esposizione settimanale ($L_{EX,1w}$) ma solo se il livello di

esposizione settimanale al rumore, come dimostrato da un controllo idoneo, non eccede il valore limite di esposizione di 87 dB(A) e sono state adottate le adeguate misure per ridurre al minimo i rischi associati a tali attività in accordo con quanto previsto dall'articolo 189, comma 2 del D. Lgs. 81/2008.

I VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE tengono conto dell'effettiva esposizione del lavoratore considerando l'attenuazione prodotta dai (DPI) Dispositivi Individuali di Protezione (vedi 5.3 "Dispositivi di protezione dell'udito"), mentre i VALORI INFERIORI E SUPERIORI DI AZIONE non tengono conto di tale effetto.

I valori di esposizione devono essere in ogni caso inferiore ai VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE (ossia $L_{EX,8h} = 87$ dB(A) e $p_{peak} = 200$ Pa (140 dB(C) riferito a 20 μ Pa)). Se in seguito a valutazione risultano superati i VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE il datore di lavoro:

- adotta misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto dei valori limite di esposizione;
- individua le cause dell'esposizione eccessiva;
- modifica le misure di protezione e di prevenzione per evitare che la situazione si ripeta.

3.1.6 Iniziative di riduzione e misure di controllo per la riduzione dell'esposizione al rumore

La riduzione dell'esposizione al rumore può essere realizzata in maniera più efficace attraverso l'applicazione di provvedimenti di prevenzione fin dalla progettazione dei posti e dei luoghi di lavoro, nonché attraverso la scelta delle attrezzature, dei procedimenti e dei metodi di lavoro, allo scopo di ridurre in via prioritaria i rischi alla fonte, al contrario gli interventi correttivi realizzati a posteriori per il controllo del rumore risultano generalmente poco efficaci. La valutazione del rischio rumore consente anche di identificare l'efficacia delle misure già attuate e pertanto di controllare e decidere se sono auspicabili o necessarie ulteriori iniziative o misure di controllo.

Gli interventi, richiamati dalla legge, che il Datore di Lavoro, può realizzare, sono:

- adozione di altri metodi di lavoro che implicano una minore esposizione al rumore;
- scelta di attrezzature di lavoro adeguate, tenuto conto del lavoro da svolgere, che emettano il minor rumore possibile;
- progettazione della struttura dei luoghi e dei posti di lavoro;
- adeguata informazione e formazione sull'uso corretto delle attrezzature di lavoro in modo da ridurre al minimo la loro esposizione al rumore;
- adozione di misure tecniche per il contenimento:
 - del rumore trasmesso per via aerea, quali schermature, involucri o rivestimenti realizzati con materiali fonoassorbenti;
 - del rumore strutturale, quali sistemi di smorzamento o di isolamento;
- opportuni programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, del luogo di lavoro e dei sistemi sul posto di lavoro;
- riduzione del rumore mediante una migliore organizzazione del lavoro attraverso la limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione e l'adozione di orari di lavoro appropriati, con sufficienti periodi di riposo.

Se a seguito della valutazione dei rischi, risulta che i valori inferiori di azione sono oltrepassati ($L_{EX,8h} = 80$ dB(A) e $p_{peak} = 112$ Pa), il datore di lavoro elabora ed applica un programma di misure tecniche e organizzative volte a ridurre l'esposizione al rumore, considerando in particolare le misure sovraccitate.

Il programma delle misure tecniche ed organizzative deve contenere almeno i seguenti elementi:

- Elenco delle attività per le quali vi è il superamento dei valori superiori di azione, descritti tanto con i livelli r.m.s. e di picco presenti che per i tempi di esposizione a tali livelli;
- Misure tecniche e/o organizzative che si intendono adottare;
- Risultati attesi a seguito delle suddette misure in termini di $L_{EX,8h}$ e/o P_{peak} ;
- Tempi di attuazione;
- Modalità di verifica dei risultati;
- Data e risultati della verifica.

(vedi appendice 1 “Iniziative di riduzione e misure di controllo per la riduzione dell’esposizione al rumore nella metalmeccanica”)

3.1.7 Dispositivi di protezione individuali dell’udito (DPI)

Quando gli interventi tecnici realizzati sulla sorgente di rumore e sull’ambiente di lavoro, organizzativi e procedurali non riducono a livelli tollerabili l’esposizione a rumore è necessario fornire dispositivi di protezione individuali per l’udito, idonei e conformi.

Il datore di lavoro perciò, ha l’obbligo di mettere a disposizione dei lavoratori i DPI-u qualora l’esposizione al rumore superi i valori inferiori di azione e altresì dovrà esigere che gli stessi DPI-u vengano indossati al superamento dei valori superiori di azione.

Per queste ragioni il datore di lavoro sceglie i DPI-u che consentano di eliminare il rischio per l’udito o di ridurlo al minimo, previa consultazione dei lavoratori e dei loro rappresentanti ed inoltre dovrà valutarne l’efficacia (dal punto di vista metodologico riferirsi alla UNI EN 458. 2005).

Infine, ai sensi dell’art. 193, comma 2 del D. Lgs. 81/2008, si ricorda che l’attenuazione prodotta dai DPI-u indossati dal lavoratore è da tenersi in considerazione solo ai fini di valutare il rispetto del valore limite di esposizione. (vedi 5.3 “Dispositivi di protezione dell’udito”).

3.1.8 Informazioni e formazione

I lavoratori esposti almeno a $L_{EX,8h} = 80\text{dBA}$ devono ricevere informazioni che possano aiutarli a comprendere e ad affrontare i rischi correlati al rumore devono pertanto essere informati su:

- la natura dei rischi;
- le misure adottate volte a eliminare o ridurre al minimo il rischio derivante dal rumore, incluse le circostanze in cui si applicano dette misure;
- i valori limite di esposizione e i valori di azione;
- i risultati delle valutazioni e misurazioni effettuate insieme a una spiegazione del loro significato e dei rischi potenziali;
- l’uso corretto dei dispositivi di protezione individuale dell’udito;
- l’utilità e i mezzi impiegati per individuare e segnalare sintomi di danni all’udito;
- le circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto a una sorveglianza sanitaria e all’obiettivo della stessa;
- le procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo l’esposizione al rumore.

3.1.9 Sorveglianza sanitaria

Il datore di lavoro sottopone alla sorveglianza sanitaria (art. 196 D. Lgs. 81/2008) i lavoratori la cui esposizione al rumore eccede i valori superiori di azione ($L_{EX,8h} = 85\text{dB(A)}$). La sorveglianza sanitaria è estesa ai lavoratori esposti a livelli superiori ai valori inferiori di azione ($L_{EX,8h} = 80\text{dB(A)}$), su loro richiesta o qualora il medico competente ne confermi l'opportunità.

La sorveglianza viene effettuata periodicamente, di norma una volta l'anno o con periodicità diversa decisa dal (MC) Medico Competente, con adeguata motivazione riportata nel documento di valutazione dei rischi e resa nota al (RSL) Rappresentante per la sicurezza dei lavoratori. Il Medico Competente comunica per iscritto al lavoratore e al datore di lavoro gli esiti della sorveglianza sanitaria (giudizi).

Nel caso in cui la sorveglianza sanitaria rivela, in un lavoratore, l'esistenza di anomalie imputabili ad esposizione a rumore, il medico competente ne informa il lavoratore ed il datore di lavoro che provvede a riesaminare la valutazione del rischio e le misure prese, ad attuare le misure indicate dal parere del medico competente. Nella cartella sanitaria e di rischio deve essere riportato il valore di esposizione al rumore del lavoratore.

3.1.10 Coinvolgimento dei lavoratori

Consultare la forza lavoro è un obbligo di legge e contribuisce ad assicurare che i lavoratori si impegnino a seguire le procedure ed i miglioramenti in tema di sicurezza e salute. La conoscenza dei rischi da parte dei lavoratori aiuta ad individuare correttamente i pericoli e ad implementare soluzioni fattibili. I rappresentanti dei lavoratori hanno un ruolo importante nell'ambito di questo processo. I dipendenti devono essere consultati in merito alle misure sulla sicurezza e sulla salute prima dell'introduzione di ogni nuova tecnologia o prodotto e durante la scelta dei DPI dell'udito.

3.1.11 Obblighi dei lavoratori

I lavoratori (art. 20 D. Lgs. 81/2008) devono utilizzare in modo appropriato i dispositivi di protezione individuale dell'udito ed utilizzare correttamente le attrezzature di lavoro. Devono, inoltre, sottoporsi ai controlli sanitari previsti.

(vedi appendice 2 "Consigli per prevenire malattie professionali da rumore")

3.1.12 Obblighi dei progettisti e fabbricanti

I progettisti e fabbricanti devono realizzare posti di lavoro ed impianti che rispettino i principi generali di prevenzione in materia di sicurezza e di salute (art. 22 D. Lgs. 81/2008) fra cui la riduzione al minimo della rumorosità.

3.1.13 Appalto od opera

Il rumore è oggetto di informazione nonché di cooperazione e coordinamento (art. 26 D. Lgs. 81/08) fra datore di lavoro, committente e appaltatore.































3.1.14 Sintesi schematica obblighi - Capo II Titolo VIII D. Lgs. 81/2008

Esposizioni	DPI	INFORMAZIONE FORMAZIONE	SORVEGLIANZA SANITARIA
Fino a 80 dB(A)			
	I rischi derivati dall'esposizione al rumore devono essere eliminati alla fonte e ridotti al minimo tenuto conto del progresso tecnico.		
Esposizioni superiori a 80 fino a 85 dB(A)	Il datore di lavoro, qualora i rischi derivanti dal rumore non possano essere evitati con altre misure di prevenzione e protezione mette a disposizione dei lavoratori i dispositivi di protezione individuale dell'udito.	<p>Nell'ambito degli obblighi di cui agli articoli 36 e 37, il datore di lavoro provvede affinché i lavoratori vengano informati e formati in relazione ai rischi provenienti dall'esposizione al rumore, con particolare riferimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) alla natura di detti rischi; b) alle misure adottate in applicazione del capo II titolo VIII del D.Lgs 81/08 volte a eliminare o ridurre al minimo il rischio rumore; c) ai valori limite di esposizione e ai valori di azione di cui all'articolo 189 del D.Lgs 81/08; d) ai risultati delle valutazioni e misurazioni del rumore effettuate in applicazione dell'articolo 190 del D.Lgs 81/08 insieme a una spiegazione del loro significato e dei rischi potenziali; e) all'uso corretto dei dispositivi di protezione individuale dell'udito; f) all'utilità e ai mezzi impiegati per individuare e segnalare effetti negativi sulla salute; g) alle circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto ad una sorveglianza sanitaria e all'obiettivo della stessa; h) alle procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo l'esposizione al rumore. <p>Ai sensi dell'art. 77 comma 5 del D.Lgs 81/08 è obbligatorio l'addestramento all'uso dei DPI per l'udito.</p>	Se il lavoratore ne fa richiesta, o qualora il medico competente ne confermi l'opportunità, deve essere sottoposto a controllo sanitario.
superiori a 85 fino a 87 dB(A)	Il datore di lavoro, qualora i rischi derivanti dal rumore non possano essere evitati con le misure di prevenzione e protezione, nel caso in cui l'esposizione al rumore sia pari o al di sopra dei valori superiori di azione, fa tutto il possibile per assicurare che vengano indossati i dispositivi di protezione individuale dell'udito.	<p>L'informazione e la formazione devono essere svolte come al precedente punto.</p> <p>Ai sensi dell'art. 77 comma 5 del D.Lgs 81/08 è obbligatorio l'addestramento all'uso dei DPI per l'udito.</p>	Il datore di lavoro sottopone i lavoratori a sorveglianza sanitaria che comprende accertamenti preventivi e periodici. La periodicità è stabilita dal medico competente.
superiori a 87 dB(A)			
	<p>Il valore limite di 87 dB(A) e $p_{peak} = 140$ dB(C) non deve mai essere superato, tenuto conto dell'attenuazione dei DPI per l'udito. Se nonostante l'adozione delle misure di prevenzione e protezione, si individuano esposizioni superiori a detti valori, il datore di lavoro:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) adotta misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto dei valori limite di esposizione; b) individua le cause dell'esposizione eccessiva; c) modifica le misure di protezione e di prevenzione per evitare che la situazione si ripeta. 		

3.1.15 Esempi di misure di contenimento del rumore nella metalmeccanica

OGGETTO DELLA VALUTAZIONE	AZIONI CORRETTIVE	ASSENTE	MIGLIORABILE	PRESENTE
Spostamento dell'aria all'interno dei condotti di ventilazione ed espulsione della stessa dai camini	<ul style="list-style-type: none"> - trattare i condotti, i plenum e i diffusori con idonei materiali o sistemi fonoassorbenti; - limitare le cause di turbolenza (variazioni brusche di sezione, curve e diramazioni a 90°, velocità dell'aria eccessive, ...) per limitare conseguentemente la generazione di rumore aerodinamico. 	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Scarichi di aria compressa, pistole ad aria ed utensili pneumatici	<ul style="list-style-type: none"> - dotare di dispositivi silenziatori; - sostituire utensili pneumatici tradizionali con utensili denominati "silenziati". 	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Motori, ventilatori, variatori, compressori	<ul style="list-style-type: none"> - incapsulamento/manutenzione; - spostare all'esterno o in locali non frequentati dai lavoratori le sorgenti di rumore trasferibili (ad es. motori, compressori, ventilatori). 	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Rumori impattivi con lamiere dovuti allo spostamento dei pezzi lavorati (ad es. lo scarico e il trasporto dei pezzi che hanno subito operazioni di tranciatura)	<ul style="list-style-type: none"> - diminuire l'altezza di caduta dei pezzi lavorati mediante variazione dell'altezza del piano di carico/scarico; - antirombatura delle lamiere su cui impattano i pezzi lavorati; - automatizzare e schermare il sistema di carico/scarico e trasporto. 	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Martellature e smerigliature	<ul style="list-style-type: none"> - ridurre queste operazioni ad esempio cambiando i metodi di montaggio, migliorando le tolleranze di lavorazione, oppure asportando il materiale in eccesso con altri metodi; - sostituire dischi/lame per smerigliatura e taglio tradizionali con dischi denominati "silenziati". 	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Aree o postazioni di lavoro dove vengono svolte attività rumorose	<ul style="list-style-type: none"> - concentrare i lavori rumorosi in aree non frequentate e schermate per ridurre l'esposizione dei lavoratori impiegati in altre attività nelle zone adiacenti; - valutare la separazione fra i reparti nel caso ampliamenti o ristrutturazioni. 	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Errata organizzazione del ciclo produttivo	<ul style="list-style-type: none"> - cambiare, se necessario e tecnicamente possibile, la disposizione delle macchine e degli impianti e applicare ulteriori misure di bonifica in modo da ridurre i livelli di esposizione personale (ad esempio utilizzando schermature); - predisporre piani di progressiva sostituzione delle macchine e attrezzature più vetuste; - spostare all'esterno o in locali non frequentati dai lavoratori le sorgenti di rumore trasferibili (ad esempio compressori, ventilatori, centraline idrauliche). 	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Documentazione delle macchine/attrezzature: D.P.R. 459/96 (recepimento della Direttiva "Macchine");	<ul style="list-style-type: none"> - analizzare la documentazione per la scelta delle macchine o delle attrezzature meno rumorose (ad esempio esistono in commercio utensili pneumatici a basse emissioni di rumore); - analizzare la documentazione per verificare che la progettazione, la costruzione e la realizzazione di nuovi impianti, macchine e apparecchiature sia stata effettuata riducendo al minimo l'emissione di rumore privilegiando gli interventi alla fonte. 	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Segnaletica ed eventuale limitazione di accesso	<ul style="list-style-type: none"> - segnalare i luoghi dove i lavoratori possono essere esposti ad un rumore al di sopra dei valori superiori di azione e limitare se possibile l'accesso in tale area. 	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

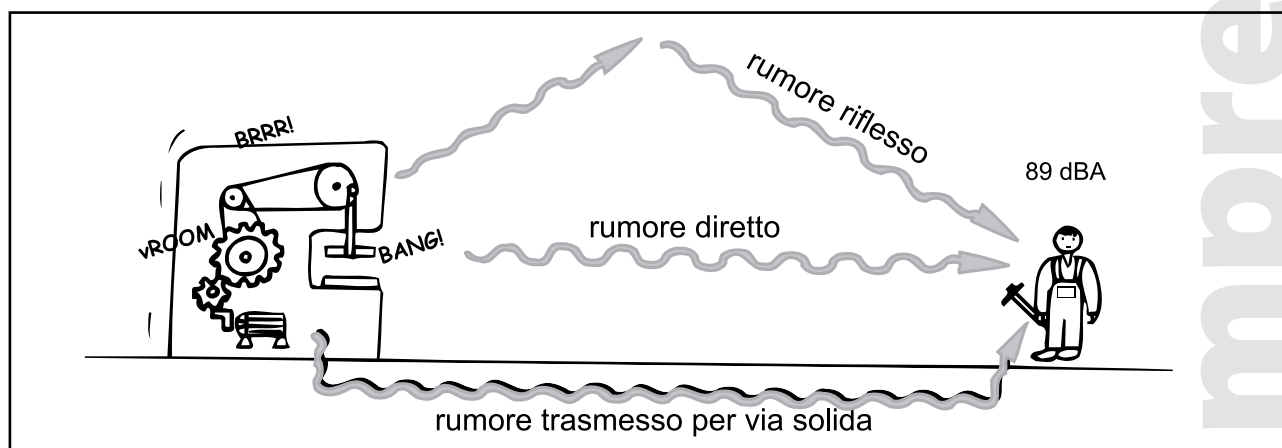
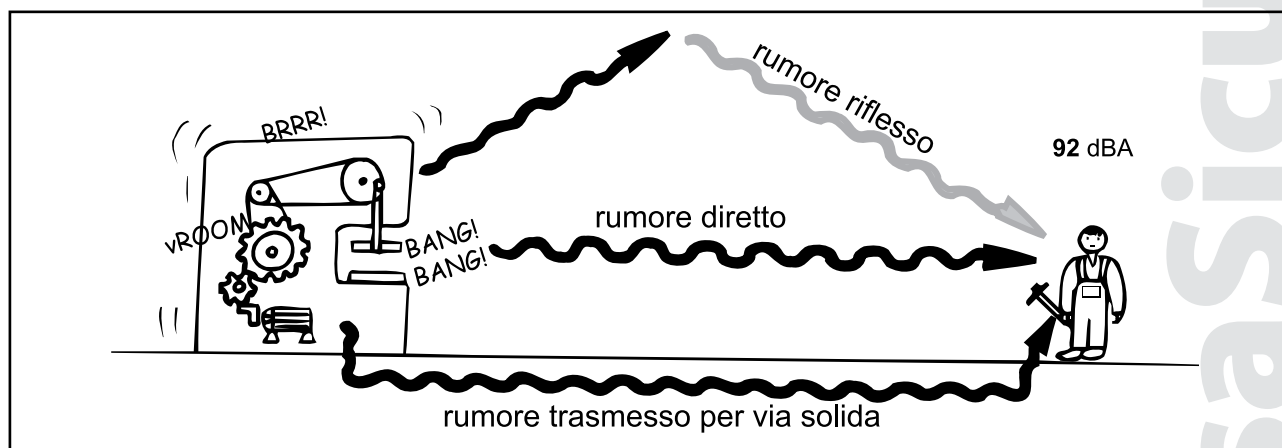
INIZIATIVE DI RIDUZIONE E MISURE DI CONTROLLO PER LA RIDUZIONE DELL'ESPOSIZIONE AL RUMORE NELLA METALMECCANICA

OGGETTO DELLA VALUTAZIONE	AZIONI CORRETIVE	ASSENTE	MIGLIORABILE	PRESENTE
Scarichi di aria compressa, pistole ad aria ed utensili pneumatici	- dotare di dispositivi silenziatori - sostituire utensili pneumatici tradizionali con utensili denominati silenziati			
Caduta e spostamento di materiali (es. lo scarico dei pezzi che hanno subito un'operazione di tranciatura)	Varie misure di contenimento quali: a) utilizzo di nastri trasportatori; b) diminuzione dell'altezza di caduta con artifici tipo: - interruzione della caduta - piano di scarico ad altezza variabile - piano di carico ad altezza variabile c) antirombatura delle lamiere ove avviene l'impatto con il pezzo che cade d) automazione del sistema di scarico			
Motori, centraline oleodinamiche, variatori, compressori	- incapsulamento/manutenzione - spostare all'esterno sorgenti trasferibili (compressori, ventilatori, centraline idrauliche)			
Granigliatrici, sabbiatrici, buratti	- interventi di contenimento del rumore (ad esempio mediante incapsulamento)			
Avvitatori	- sostituzione di quelli tradizionali con altri meno rumorosi			
Martellature e molature	- ridurre queste operazioni cambiando i metodi di montaggio, migliorando le tolleranze di lavorazione, cambiando i metodi di saldatura oppure asportando il materiale in eccesso con altri metodi - sostituire dischi/lame per molatura e taglio tradizionali con dischi denominati silenziati			
Presse e trince	In generale: - trattamento acustico delle presse usate con una certa continuità. In particolare: - interventi di contenimento delle emissioni di rumore sulle presse meccaniche alimentate manualmente con potenza superiore a 80-90 ton. (ad esempio incapsulamenti totali o parziali, schermi mobili per la zona degli stampi); - incapsulamento totale delle presse di piccole dimensioni (80- 90 ton.) che lavorano in automatico (cioè con alimentatore e scaricatore); - incapsulamento totale o parziale delle presse di grandi dimensioni (da verificare); (gli schermi mobili per la zona degli stampi, se i ritmi sono veloci non vengono utilizzati); - incapsulamento dei sistemi di alimentazione rumorosi o la loro sostituzione con altri non rumorosi; - silenziatura o modifica dei sistemi di scarico dei pezzi; - schermatura delle presse rumorose che per esigenze di produzione non possono essere incapsulate, al fine di proteggere i lavoratori impiegati in altre operazioni nella zona adiacente alla pressa;			
Stampi	Modifica del parco stampi: - modificando la forma del punzone variandone la superficie frontale da piatta a tetto, obliqua, concava; - modificando i sistemi di espulsione dei pezzi; - impiegando stampi chiusi.			
Area di saldatura e molatura	- devono essere separate da quelle delle lavorazioni meccaniche			
Altre aree o posizioni di lavoro dove vengono svolte attività rumorose	- concentrazione dei lavori rumorosi in aree schermate per ridurre l'esposizione dei lavoratori impiegati in altre attività nelle zone adiacenti; - nei nuovi insediamenti, ampliamenti o ristrutturazioni va valutata la separazione fra i reparti.			

OGGETTO DELLA VALUTAZIONE	AZIONI CORRETTIVE	ASSENTE	MIGLIORABILE	PRESENTE
Errata organizzazione del ciclo produttivo	<ul style="list-style-type: none"> - se necessario cambiare la disposizione delle macchine e degli impianti e applicare ulteriori misure di bonifica in modo da ridurre i livelli di esposizione personale (ad esempio utilizzando schermature) - predisporre piani di progressiva sostituzione delle macchine e attrezzature più vetuste - spostare all' esterno sorgenti trasferibili (compressori, ventilatori, centraline idrauliche) - nel caso in cui, data la natura dell'attività, il lavoratore benefici dell'utilizzo di locali di riposo messa a disposizione dal datore di lavoro, il rumore in questi locali è ridotto a un livello compatibile con il loro scopo e le loro condizioni di utilizzo. 			
Documentazione sulle attrezzature	<ul style="list-style-type: none"> - la progettazione, la costruzione e la realizzazione di nuovi impianti, macchine e apparecchiature devono avvenire riducendo al minimo, in relazione alle conoscenze acquisite in base al progresso tecnico, i rischi derivanti dall'esposizione al rumore mediante l'utilizzo di misure tecniche, organizzative e procedurali, concretamente attuabili, privilegiando gli interventi alla fonte: i progettisti/costruttori non possono pertanto limitarsi ad indicare il livello di rumore delle macchine, ma debbono adoperarsi con ogni mezzo al contenimento delle emissioni, eventualmente agendo anche sulla propagazione del rumore (es.: con cabine/schermi fonoisolanti) - D.P.R. 459/96 (recepimento della Direttiva "Macchine"); - le macchine o le attrezzature devono essere accompagnate da documentazione relativa al rumore prodotto, in modo che sia possibile scegliere quelle meno rumorose (in seguito al recepimento della Direttiva 89/392/CEE (D.P.R. 459/96), ogni nuovo utensile, macchina, apparecchiatura deve essere accompagnato da specifiche informazioni acustiche) - le macchine utensili devono essere acquistate con le protezioni integrali, se previste dalla casa costruttrice e se contribuiscono all'abbassamento del rumore prodotto; - il mercato offre attualmente utensili pneumatici a basse emissioni di rumore, nelle scelte dell'utensile questo va tenuto in considerazione. 			
Segnaletica ed eventuale limitazione di accesso	<ul style="list-style-type: none"> - i luoghi di lavoro dove i lavoratori possono essere esposti ad un rumore al di sopra dei valori superiori di azione sono indicati da appositi segnali (dette aree sono inoltre delimitate e l'accesso alle stesse è limitato, ove ciò sia tecnicamente possibile e giustificato dal rischio di esposizione). - se possibile l'area e il posto di lavoro vanno assoggettati a limitazione di accesso. 			

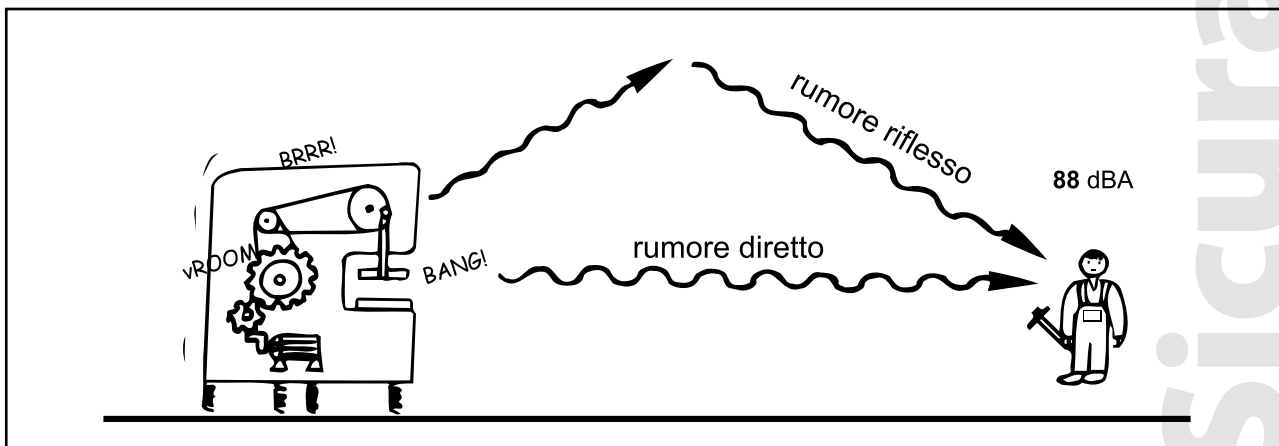
Esempi di interventi possibili per la riduzione del rumore di una macchina

CASO A

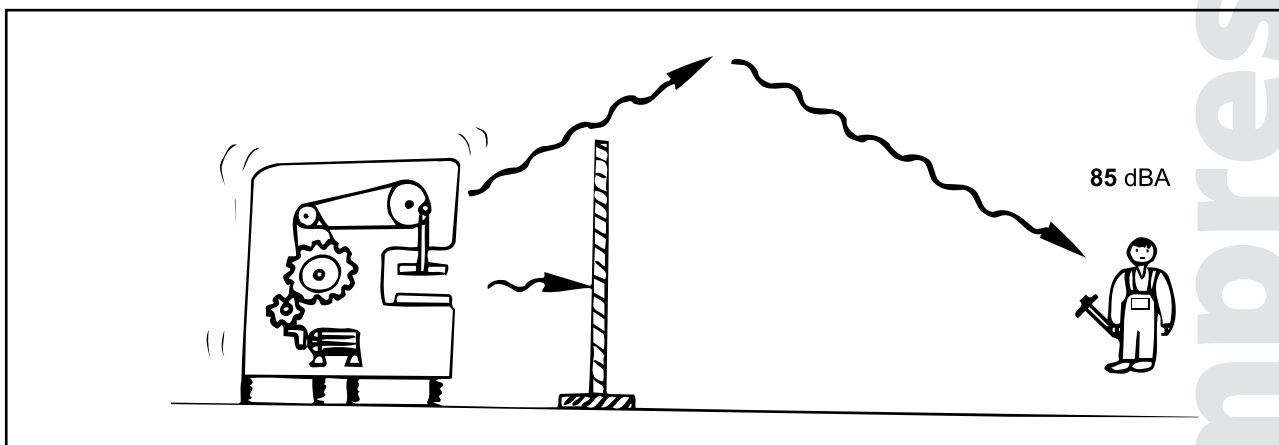


Diminuzione delle emissioni ottenuta modificando lo stampo.

CASO B

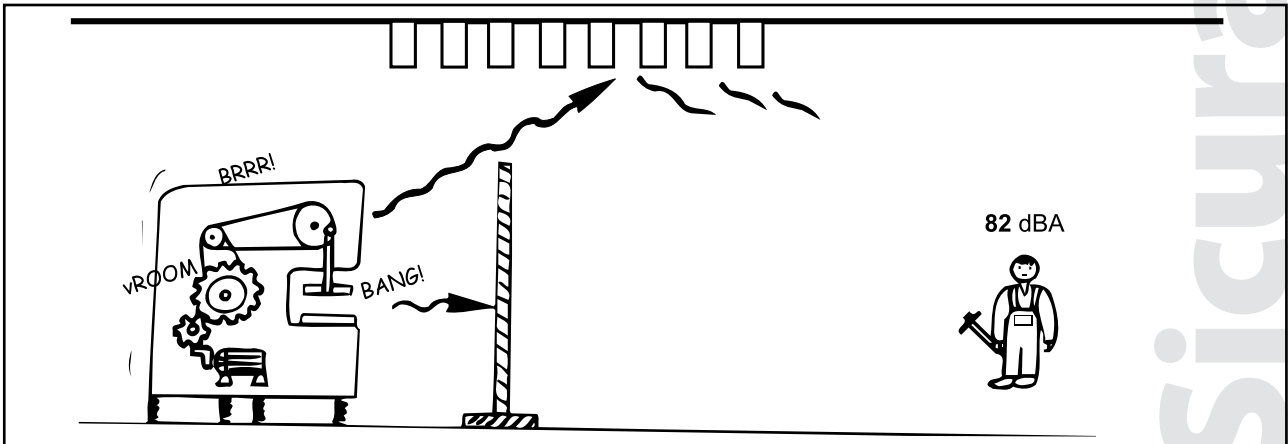


Ulteriore diminuzione delle emissioni, in particolare di quelle trasmesse per via solida, ottenuta ponendo la macchina su supporti antivibranti.

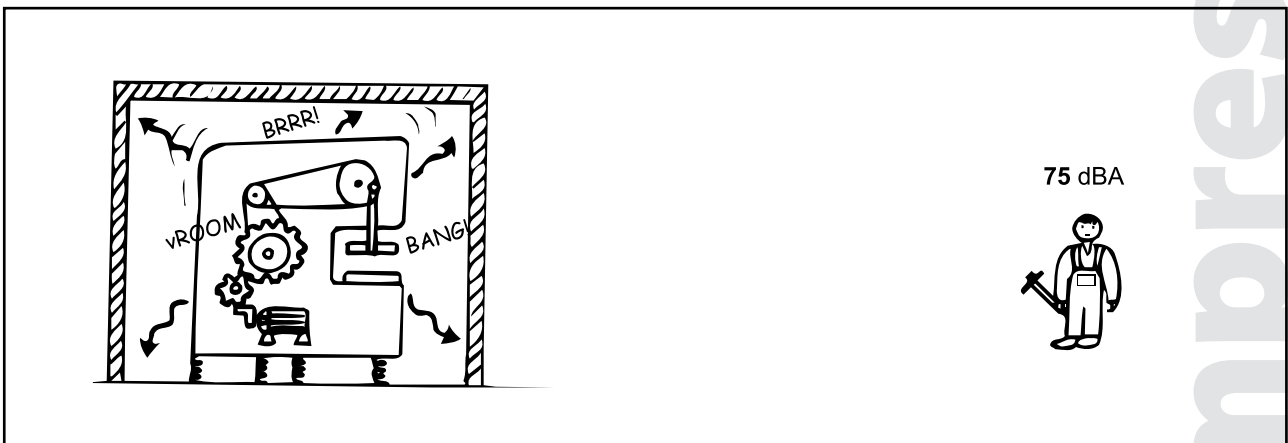


Con l'inserimento di barriere o schermi il rumore diretto diventa ininfluenza.

CASO C



Con il trattamento fonoassorbente del soffitto il rumore riflesso viene diminuito.



L'incapsulamento di una macchina determina una maggior insonorizzazione ed è alternativo a tutti gli intervalli precedenti.

CONSIGLI PER PREVENIRE MALATTIE PROFESSIONALI DA RUMORE

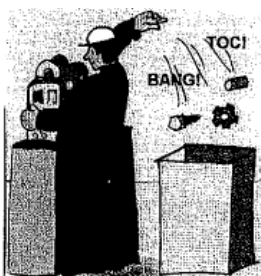
CASO A

La perdita dell'udito è la malattia professionale più frequente.

Il tuo udito ti permette di rimanere in contatto con il mondo che ti circonda!

Il rumore intenso provoca perdita dell'udito.

NO



Non lasciare in funzione le macchine inutilizzate: producono rumore!

Non usare aria compressa per la pulizia di pezzi, macchine e tuta da lavoro: produce rumore e solleva polvere.

Se puoi **allontanarti** dalle zone più rumorose.

Usa in modo adeguato le cuffie o i tappi auricolari.

CASO B

I dispositivi individuali di protezione (dpi) sono utili solo se usati correttamente e costantemente!

Per i tappi auricolari ricorda di:



Indossarli sollevando verso l'alto il padiglione auricolare, favorendo così l'introduzione del tappo e segui le istruzioni del fabbricante.

Maneggiare i tappi sempre con le **mani pulite**.

Lavarli spesso se sono riutilizzabili.

Per le cuffie ricorda di:



Assicurati di indossarle correttamente.

Verificare che non vi siano capelli fra le cuffie e le orecchie.

Segnalare al tuo superiore le eventuali inefficienze di tali dispositivi, se usurati chiedi la sostituzione.

CASO C

Il tuo impegno rende meno pericolose tutte le lavorazioni!

