



ing. Domenico Mannelli

www.mannelli.info



Il rumore nei cantieri
secondo il D. Lgs. 81/08

il suono

Il **suono** è una perturbazione meccanica che si propaga in un mezzo elastico (gas, liquido, solido) e che è in grado di eccitare il senso dell'udito.

Un corpo che vibra provoca nell'aria oscillazioni della pressione intorno al valore della pressione atmosferica - compressioni e rarefazioni -, che si propagano come onde progressive nel mezzo e giungono all'orecchio producendo la sensazione sonora.

Si definisce **pressione sonora** istantanea $p(t)$ la differenza indotta dalla perturbazione sonora tra la pressione totale istantanea e il valore della pressione statica all'equilibrio.

il rumore

- Il rumore può essere definito genericamente come un suono percepibile sgradevole ed indesiderato
- Il rumore viene identificato da due caratteristiche:

LA FREQUENZA

e

L'INTENSITÀ

La frequenza

La frequenza è definita come il numero di variazioni di pressione in un secondo del rumore.

Si misura in Hertz

Hz= n° di variazioni di pressione /sec

L'orecchio umano è sensibile a frequenze comprese fra i 20 e i 20000 Hz, aventi, rispettivamente, lunghezze d'onda pari a 17 m e 1,7 cm

L'intensità

Per evitare il ricorso a numeri utilizzabili con difficoltà l'intensità del rumore viene misurata in decibel (dB)

$$1db \approx 20 \log_{10} \frac{P}{P_0}$$

P= valore efficace della pressione sonora , in Pascal (Pa), che viene misurato tramite uno strumento elettronico detto

fonometro

P₀= valore di riferimento prefissato a 20 μPa



RUMORE VARIABILE

Per caratterizzare un rumore variabile in certo intervallo di tempo T , si introduce il livello sonoro continuo equivalente

$$L_{eq,T} \approx 10 \log \left(\frac{1}{T} \int_0^T \left[\frac{p(t)}{p_0} \right]^2 dt \right)$$

livello, espresso in dB, di un ipotetico rumore costante che, se sostituito al rumore reale per lo stesso intervallo di tempo T , comporterebbe la stessa quantità totale di energia sonora.

2009 $p_0 = 20 \mu Pa$ è la pressione sonora di riferimento.

RISCHIO RUMORE

CALCOLO DEL LIVELLO SONORO DI ESPOSIZIONE

Più che di Rumore sarebbe opportuno parlare di livello di rumore,

Il livello sonoro di esposizione è calcolato per mezzo della seguente formula:

$$L_{EP,d} = L_{A_{eq},T_e} + 10 \log_{10} \frac{T_e}{T_o}$$

dove L_{A_{eq},T_e} è calcolato come:

$$L_{A_{eq},T_e} = 10 \log_{10} \left\{ \frac{1}{T_e} \int_0^{T_e} \left[\frac{P_A(t)}{P_0} \right]^2 dt \right\}$$

• $L_{EP,d}$ è il livello di esposizione quotidiano del personale

• L_{A_{eq},T_e} è il livello sonoro equivalente continuo ponderato C

• T_o è il tempo di lavoro giornaliero, posto pari ad 8h, 28800 sec;

• T_e è il tempo di esposizione personale del lavoratore, ivi compresa la quota di straordinario giornaliero;

• P_0 è la pressione sonora cui corrisponde il livello sonoro più basso udibile a 1000 Hz, essa è posta pari a 2×10^{-6} Pa;

• P_A è la pressione acustica istantanea ponderata C, in Pa

LIVELLO DI PICCO

$$L_{picco}(dB) \approx 10 \log \left(\frac{p_{peak}^2}{p_0^2} \right)$$

pressione acustica di picco (p_{peak}): valore massimo della pressione acustica istantanea ponderata in frequenza "C"

A parità di contenuto energetico medio, un rumore che presenta caratteristiche di impulsività costituisce un fattore di rischio aggiuntivo per la salute di cui bisognerebbe tenere conto nella valutazione del rischio.

livello di esposizione settimanale al rumore (LEX,w)

valore medio, ponderato in funzione del tempo, dei livelli di esposizione giornaliera al rumore per una settimana nominale di cinque giornate lavorative di otto ore, definito dalla norma internazionale ISO 1999: 1990 punto 3.6, nota 2

PRINCIPIO DELL'EGUALE ENERGIA

Rumori di pressione p_{A1} e p_{A2} per tempi pari rispettivamente a t_1 e t_2 sono equivalenti in relazione se:

$$p_{A1}^2 \times t_1 \approx p_{A2}^2 \times t_2$$

Questa relazione esprime in termini matematici il cosiddetto "principio della uguale energia".

DOSE-TEMPO

In termini di decibel, ad un raddoppio del tempo di esposizione deve corrispondere una diminuzione di 3 dB del livello di pressione sonora per mantenere costante la dose (ovvero il rischio di danno) e, viceversa, ad un aumento di 3 dB del livello di pressione sonora deve corrispondere un dimezzamento del tempo di esposizione.

$$P_A^2 x t_1 \approx P_{A1}^2 x T_e \Rightarrow P_{A1}^2 \approx P_A^2 / 2 \text{ se } T_e \approx 2t_1$$

$$L_{A_{eq}, T_e} \approx 10 \log_{10} \left\{ \frac{1}{T_e} \int_0^{T_e} \left[\frac{P_{A1}(t)}{P_0} \right]^2 dt \right\} \approx$$

$$\approx 10 \log_{10} \left\{ \frac{1}{T_e} \int_0^{T_e} \left[\frac{P_A(t)}{\sqrt{2} P_0} \right]^2 dt \right\} \approx$$

$$\approx 10 \log_{10} \left\{ \frac{1}{T_e} \frac{1}{2} \int_0^{T_e} \left[\frac{P_A(t)}{P_0} \right]^2 dt \right\} \approx$$

$$\approx 10 \log_{10} \left\{ \frac{1}{T_e} \int_0^{T_e} \left[\frac{P_A(t)}{P_0} \right]^2 dt \right\} + 10 \log_{10} \frac{1}{2} \approx$$

$$\approx 10 \log_{10} \left\{ \frac{1}{T_e} \int_0^{T_e} \left[\frac{P_A(t)}{P_0} \right]^2 dt \right\} - 3 \Rightarrow$$

\Rightarrow se $P_{A1} \approx P_A$ quindi raddoppiando il tempo di esposizione si ha

lo stesso livello di rischio diminuendo di 3 dB il livello di pressione sonora

frequenze udibili

Qualora le onde abbiano frequenza approssimativamente compresa fra 20 e 20000 Hz ed ampiezza superiore ad una certa entità che dipende dalla frequenza, l'orecchio umano è in grado di percepirle.

La determinazione del contenuto in frequenza di un certo suono è chiamata **analisi in frequenza** o **analisi di spettro**.

La determinazione della distribuzione dell'energia sonora nelle sue varie frequenze componenti è detta analisi in frequenza ed il risultato è detto spettro di frequenza del suono.

L'analisi in frequenza del rumore è fondamentale in fase di bonifica acustica ed opportuna per scegliere correttamente i protettori auricolari.

RISCHIO RUMORE

Effetti: dipendono principalmente dall'intensità del rumore e dalla durata dell'esposizione.

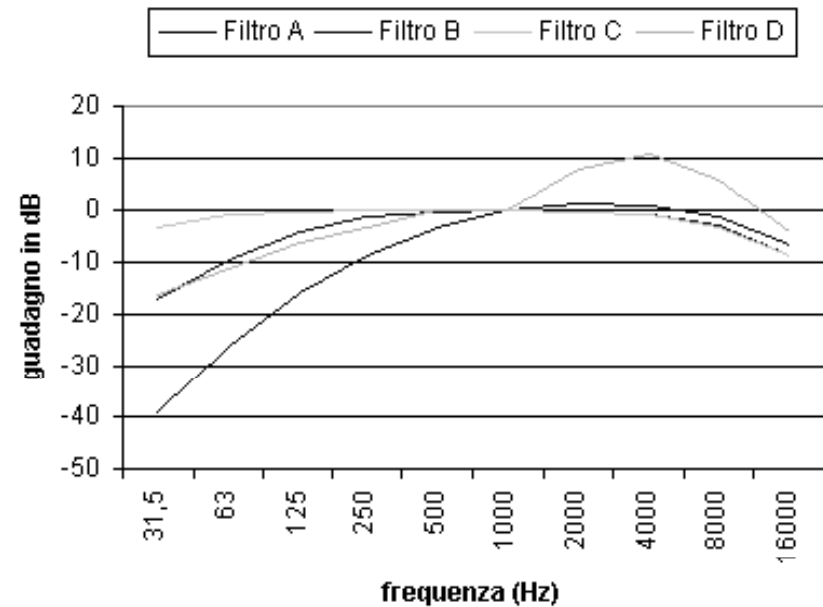
A **livello uditivo** l'esposizione a rumore elevato per tempi prolungati può determinare l'insorgenza di **ipoacusia neurosensoriale bilaterale**.

Gli **effetti extrauditivi**, quali quelli sull'apparato digerente, sul cuore e sul sistema nervoso centrale, sono meno conosciuti e la reale capacità del rumore di causare malattie a carico di tali organi è controversa.

I FILTRI

Poiché la risposta dell'orecchio umano allo stimolo sonoro varia al variare della frequenza si è deciso di uniformare gli standard di misura approssimando la risposta dell'orecchio umano con un filtro di compensazione che tenga conto delle differenze tra le varie frequenze:

- filtro A: usato per i livelli sonori inferiori ai 60 dB;
- filtro B: usato per i livelli sonori tra i 60 dB e gli 80 dB;
- filtro C: usato per i livelli sonori superiori agli 80 dB;
- filtro D: usato per i livelli sonori superiori ai 100 dB;



Il decreto impone la curva C che quindi sostituisce la curva A della norma precedente

Articolo 189 - Valori limite di esposizione e valori di 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 $LEX = 87 \text{ dB(A)}$ e $p_{peak} = 200 \text{ Pa}$ (140 dB(C) riferito a $20 \mu\text{Pa}$);
- b) valori superiori di azione: rispettivamente $LEX = 85 \text{ dB(A)}$ e $p_{peak} = 140 \text{ Pa}$ (137 dB(C) riferito a $20 \mu\text{Pa}$);
- c) valori inferiori di azione: rispettivamente $LEX = 80 \text{ dB(A)}$ e $p_{peak} = 112 \text{ Pa}$ (135 dB(C) riferito a $20 \mu\text{Pa}$).

livello di esposizione settimanale

Laddove a causa delle caratteristiche intrinseche della attività lavorativa 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 a condizione che:

- a) il livello di esposizione settimanale al rumore, come dimostrato da un controllo idoneo, non ecceda il valore limite di esposizione di 87 dB(A);
- b) siano adottate le adeguate misure per ridurre al minimo i rischi associati a tali attività.

Titolo IV Articolo 103 - Modalità di previsione dei livelli di emissione sonora

Nei cantieri 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 la cui validità è riconosciuta dalla Commissione consultiva permanente di cui all'articolo 6, riportando la fonte documentale cui si è fatto riferimento

misurazione

Se, a seguito della valutazione, può fondatamente ritenersi che i valori inferiori di azione possono essere superati, il datore di lavoro misura i livelli di rumore cui i lavoratori sono esposti, i cui risultati sono riportati nel documento di valutazione.

Articolo 181 - Valutazione dei rischi

1. Nell'ambito della valutazione di cui all'articolo 28, il datore di lavoro valuta 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.

Articolo 181 - Valutazione dei rischi

2. La valutazione dei rischi derivanti da esposizioni ad agenti fisici è programmata ed effettuata, con cadenza almeno quadriennale, da personale qualificato nell'ambito del servizio di prevenzione e protezione in possesso di specifiche conoscenze in materia. La valutazione dei rischi è aggiornata ogni qual volta si verificano mutamenti che potrebbero renderla obsoleta, ovvero, quando i risultati della sorveglianza sanitaria rendano necessaria la sua revisione. I dati ottenuti dalla valutazione, misurazione e calcolo dei livelli di esposizione costituiscono parte integrante del documento di valutazione del rischio.

Articolo 181 - Valutazione dei rischi

3. Il datore di lavoro nella valutazione dei rischi precisa quali misure di prevenzione e protezione devono essere adottate. La valutazione dei rischi è riportata sul documento di valutazione di cui all'articolo 28, essa può includere una giustificazione del datore di lavoro secondo cui la natura e l'entità dei rischi non rendono necessaria una valutazione dei rischi più dettagliata.

Articolo 190 - Valutazione del rischio

1. Nell'ambito di quanto previsto dall'articolo 181, il datore di lavoro valuta l'esposizione dei lavoratori al 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 di cui all'articolo 189;
 - c) tutti gli effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rumore, con particolare riferimento alle donne in gravidanza e i 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;

Articolo 190 - Valutazione del rischio

- 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.

Articolo 190 - Valutazione del rischio

2. Se, a seguito della valutazione di cui al comma 1, può fondatamente ritenersi che i valori inferiori di azione possono essere superati, il datore di lavoro misura i livelli di rumore cui i lavoratori sono esposti, i cui risultati sono riportati nel documento di valutazione.
3. 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.
4. Nell'applicare quanto previsto nel presente articolo, il datore di lavoro tiene conto dell'incertezza delle misure determinate secondo la prassi metrologica.
5. La valutazione di cui al comma 1 individua le misure di prevenzione e protezione necessarie ai sensi degli articoli 192, 193, 194, 195 e 196 ed è documentata in conformità all'articolo 28, comma 2.

Articolo 192 - Misure di prevenzione e protezione

- a) adozione di altri metodi di lavoro che implicano una minore esposizione al rumore;
- b) scelta di attrezzature di lavoro adeguate, tenuto conto del lavoro da svolgere, che emettano il minor rumore possibile,;
- c) progettazione della struttura dei luoghi e dei posti di lavoro;
- d) adeguata informazione e formazione sull'uso corretto delle attrezzature di lavoro in modo da ridurre al minimo la loro esposizione al rumore;
- e) adozione di misure tecniche per il contenimento:
 - 1) del rumore trasmesso per via aerea, quali schermature, involucri o rivestimenti realizzati con materiali fonoassorbenti;
 - 2) del rumore strutturale, quali sistemi di smorzamento o di isolamento;
- f) opportuni programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, del luogo di lavoro e dei sistemi sul posto di lavoro;
- g) 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.

Articolo 192 - Misure di prevenzione e protezione

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.

Nel caso in cui, data la natura dell'attività, il lavoratore beneficia dell'utilizzo di locali di riposo messi 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.

LA PERIMETRAZIONE

Si possono verificare le seguenti situazioni-tipo:

il superamento degli 87 dB(C) di LAeq si verifica solo in prossimità di macchine, non interessando altre postazioni di lavoro;

il superamento degli 87 dB(A) di LAeq si verifica su aree estese, interessando altre postazioni di lavoro.

Nel primo caso si può provvedere a segnalare, mediante l'uso dell'apposita segnaletica di pericolo (**UNI 7545/22**), le sole macchine.

Nel secondo caso occorre segnalare l'ingresso dell'area, contestualmente perimetrando (ad es.: mediante il ricorso a segnaletica orizzontale, non confondibile con altra) e limitando l'accesso al solo personale strettamente necessario a scopi produttivi.

Articolo 193 - Uso dei dispositivi di protezione individuali

Il datore di lavoro, nei casi in cui i rischi derivanti dal rumore non possono essere evitati con le misure di prevenzione e protezione, fornisce i dispositivi di protezione individuali per l'udito alle seguenti condizioni:

Articolo 193 - Uso dei dispositivi di protezione individuali

- a) nel caso in cui l'esposizione al rumore superi i valori inferiori di azione il datore di lavoro mette a disposizione dei lavoratori dispositivi di protezione individuale dell'udito;
- b) nel caso in cui l'esposizione al rumore sia pari o al di sopra dei valori superiori di azione esige che i lavoratori utilizzino i dispositivi di protezione individuale dell'udito;
- c) sceglie dispositivi di protezione individuale dell'udito che consentono di eliminare il rischio per l'udito o di ridurlo al minimo, previa consultazione dei lavoratori o dei loro rappresentanti;
- d) verifica l'efficacia dei dispositivi di protezione individuale dell'udito.

Articolo 193 - Uso dei dispositivi di protezione individuali

2. Il datore di lavoro tiene conto dell'attenuazione prodotta dai dispositivi di protezione individuale dell'udito indossati dal lavoratore solo ai fini di valutare l'efficienza dei DPI uditivi e il rispetto del valore limite di esposizione. I mezzi individuali di protezione dell'udito sono considerati adeguati ai fini delle presenti norme se, correttamente usati, mantengono un livello di rischio uguale od inferiore ai livelli inferiori di azione.

MISURE COLLETTIVE DI CONTROLLO

Nei cantieri in cui operano più ditte appaltatrici è essenziale che esse si coordinino fra di loro.

Le misure collettive comprendono gli elementi seguenti:

- isolare le procedure che generano rumore e delimitare l'accesso alle aree con maggiore rumorosità;
- interrompere la trasmissione del rumore nell'aria facendo ricorso a barriere fonoassorbenti;
- utilizzare materiali fonoassorbenti per ridurre il rumore riflesso,
- controllare la propagazione nel terreno del rumore e delle vibrazioni utilizzando massetti galleggianti;
- organizzare il lavoro in maniera tale da limitare al massimo i tempi da trascorrere in aree rumorose;
- programmare i lavori rumorosi nei momenti in cui è presente, e quindi esposto, il minor numero possibile di lavoratori;
- orari di lavoro che tengano sotto controllo l'esposizione al rumore

GESTIRE IL RUMORE IN CANTIERE, PRIMA DELL'INIZIO DEI LAVORI

Occorre pianificare le misure di controllo nelle fasi seguenti:

- progettazione: cercare di eliminare o ridurre al minimo i lavori che generino rumore;
- organizzazione: pianificare la gestione del cantiere e le modalità di controllo dei rischi;
- assegnazione dei lavori: fare in modo che le ditte appaltatrici rispettino gli obblighi di legge;
- costruzione: valutare i rischi, eliminarli o controllarli e procedere a valutazioni periodiche.

rapporto di valutazione

A conclusione della valutazione dell'esposizione a rumore, il datore di lavoro deve redigere un apposito "**Rapporto di Valutazione**" nel quale devono essere indicati criteri, modalità e procedure, nonché ovviamente i risultati della valutazione e la data.

L'essenza del **Rapporto di Valutazione** è la **Relazione tecnica** prodotta dal personale competente integrata con talune prime ma fondamentali decisioni aziendali quali il programma delle ulteriori misure di prevenzione e protezione ritenute necessarie e l'indicazione del tempo previsto per la ripetizione della valutazione.

In definitiva il **Rapporto di Valutazione** documenta l'acquisizione della valutazione in ambito aziendale, permette la verifica della completezza della **Relazione tecnica** e l'impostazione degli ulteriori adempimenti di prevenzione.

È poi consigliabile che il **Rapporto di Valutazione** rechi l'indicazione delle modalità di consultazione dei lavoratori e della partecipazione del medico competente e le documenti (ad es.: sia sottoscritto per "presa visione" dagli RLS - o, in loro assenza, dai lavoratori - consultati e dal medico competente).

■ VALUTAZIONE PREVENTIVA: fonti di dati

Il **Comitato Paritetico Territoriale (C.P.T.) di Torino per la Prevenzione Infortuni, l'Igiene e l'Ambiente di Lavoro** in collaborazione con il Ministero del Lavoro ha effettuato una ricerca al fine di mettere a punto le metodiche per dare pratica attuazione alle disposizioni del Decreto legislativo n. 277/91.

La ricerca ha comportato il campionamento, in oltre 1750 cantieri edili, dei valori espositivi delle maestranze che sono addette alle varie mansioni.

Questi dati possono pertanto costituire un valido aiuto nella fase di progettazione del piano di sicurezza, per ottemperare a quanto richiesto dal Decreto legislativo n. 494/96 all'articolo 16 in materia di valutazione del rumore.

I dati elaborati dal Comitato Paritetico Territoriale sono forniti sotto forma di schede e/o tabelle.

VALUTAZIONE PREVENTIVA: iter logico-procedurale

- 1) Individuazione delle fasi lavorative e valutazione delle singole emissioni sonore durante le stesse in relazione ai posti di lavoro
- 2) Suddivisione dei lavoratori in gruppi omogenei in base alle attività svolte ed al tempo ad esse dedicato durante l'intera durata dei lavori
- 3) Per ogni gruppo:
 - a) individuazione dei livelli di esposizione sonora giornaliera L_i (dB_A) relativi a ciascuna attività i-esima svolta dal lavoratore del gruppo omogeneo
 - b) individuazione della percentuale di tempo ($\%_i$) dedicata a ciascuna attività nell'ambito dell'intera durata dei lavori del cantiere
 - c) calcolo del livello di esposizione equivalente secondo la formula:

$$L_{ep} = 10 \text{Log}_{10} \left[\frac{1}{100} \sum_{i=1}^n (\%_i) \cdot 10^{0,1 \cdot L_i} \right] \text{ dB (A)}$$

- 4) Valutazione dei livelli di esposizione per i lavoratori addetti a macchine particolarmente rumorose

■ Scheda esemplificativa di dati raccolti dal C.P.T.

Tabella della ripartizione percentuale tipica delle varie fasi realizzative di una costruzione in cemento e murature

		Leq Medio
NUOVE COSTRUZIONI		83
Installazione cantiere	2,0%	77
Scavi di sbancamento	1,0%	83
Scavi di fondazione	0,5%	79
Fondazioni e struttura piani interrati	4,0%	84
Struttura in c.a.	22,0%	83
Struttura di copertura con orditura in legno	2,0%	78
Montaggio e smontaggio ponteggi metallici	2,0%	78
Murature	23,0%	79
Impianti	14,0%	80
Intonaci (a macchina)	10,0%	86
Pavimenti e rivestimenti	7,5%	84
Finiture	8,0%	84
Opere esterne	4,0%	79

$$L_{eq \text{ Medio}} = 10 \text{ Log } 1/100 \cdot (2 \cdot 10^{77/10} + 1 \cdot 10^{83/10} + 0,5 \cdot 10^{79/10} + 4 \cdot 10^{84/10} + 22 \cdot 10^{83/10} + 2 \cdot 10^{78/10} + 2 \cdot 10^{78/10} + 23 \cdot 10^{79/10} + 14 \cdot 10^{80/10} + 10 \cdot 10^{86/10} + 7,5 \cdot 10^{84/10} + 8 \cdot 10^{84/10} + 4 \cdot 10^{79/10}) = 82,4 \text{ dB}$$

VALUTAZIONE PREVENTIVA: esempio

Gruppo omogeneo	Attività	L_i (dB _A)	% _i
Carpentieri	- Montaggio ponteggi tubolari	65,6	5
	- Cassetture (percussioni)	77,2	50
	- Getti	83,5	20
	- Disarmo	89,7	20
	- Fisiologico (pause)	64	5
Ferraioli	- Preparazione ferri	68	95
	- Fisiologico	64	5
Muratori	- Costruzioni pareti	72	40
	- Intonacatura	69	55
	- Fisiologico	64	5
Gruista	- Manovra gru (cabina/esterno)	68,4	90
	- Fisiologico	64	10

$$L_{eq \text{ CARPENTIERI}} = 10 \text{ Log } 1/100 \cdot (5 \cdot 10^{65,6/10} + 50 \cdot 10^{77,2/10} + 20 \cdot 10^{83,5/10} + 20 \cdot 10^{89,7/10} + 5 \cdot 10^{64/10}) = 84,116 \text{ dB}_A$$

$$L_{eq \text{ FERRAIOLI}} = 10 \text{ Log } 1/100 \cdot (95 \cdot 10^{68/10} + 5 \cdot 10^{64/10}) = 67,867 \text{ dB}_A$$

Misurazione rumore nei cantieri

La singola impresa dovrà effettuare la rilevazione del rumore con rilievi strumentali tra 90 e 180 giorni dall'inizio attività : Si possono ritenere valide le misurazioni "una tantum" per cantieri abituali.

Tipologia della macchina	Azioni di bonifica realizzabili	Misure organizzative procedurali
MARTELLO DEMOLITORE	<ul style="list-style-type: none"> • eventuale sostituzione attrezzatura obsoleta • insonorizzazione dello scarico dell'aria compressa per quelli già esistenti 	<ul style="list-style-type: none"> • separazione o isolamento della lavorazione • limitazione numero esposti • turnazione del personale • manutenzione ordinaria
MACCHINE OPERATRICI	<ul style="list-style-type: none"> • cabina per operatore (possibilmente climatizzata) 	<ul style="list-style-type: none"> • separazione o isolamento della lavorazione
COMPRESSORI, ELETTROGENERATORI, GRUPPI ENDOTERMICI	<ul style="list-style-type: none"> • segregazione ermetica con materiale isolante del blocco motore • dotazione marmitte silenziate 	<ul style="list-style-type: none"> • dislocazione in luogo distante dalle lavorazioni, eventuale segregazione o isolamento
SEGA CIRCOLARE	<ul style="list-style-type: none"> • lame silenziate 	<ul style="list-style-type: none"> • separazione o isolamento della lavorazione • limitazione numero esposti • turnazione del personale • manutenzione ordinaria
CLIPPER	<ul style="list-style-type: none"> • lame di tipo diamantato (dischi con anima multistrato o ad intagli laser) 	<ul style="list-style-type: none"> • separazione o isolamento della lavorazione • limitazione numero esposti • turnazione del personale • manutenzione ordinaria
SMERIGLIATRICI ANGOLARI A DISCO (FLESSIBILE)	<ul style="list-style-type: none"> • dischi silenziate (del tipo "a centro depresso" o lamellari) 	<ul style="list-style-type: none"> • separazione o isolamento della lavorazione • limitazione numero esposti • turnazione del personale • manutenzione ordinaria

