

**Sussidi didattici per il corso di
GESTIONE DEL CANTIERE E SICUREZZA**

Prof. Ing. Francesco Zanghi

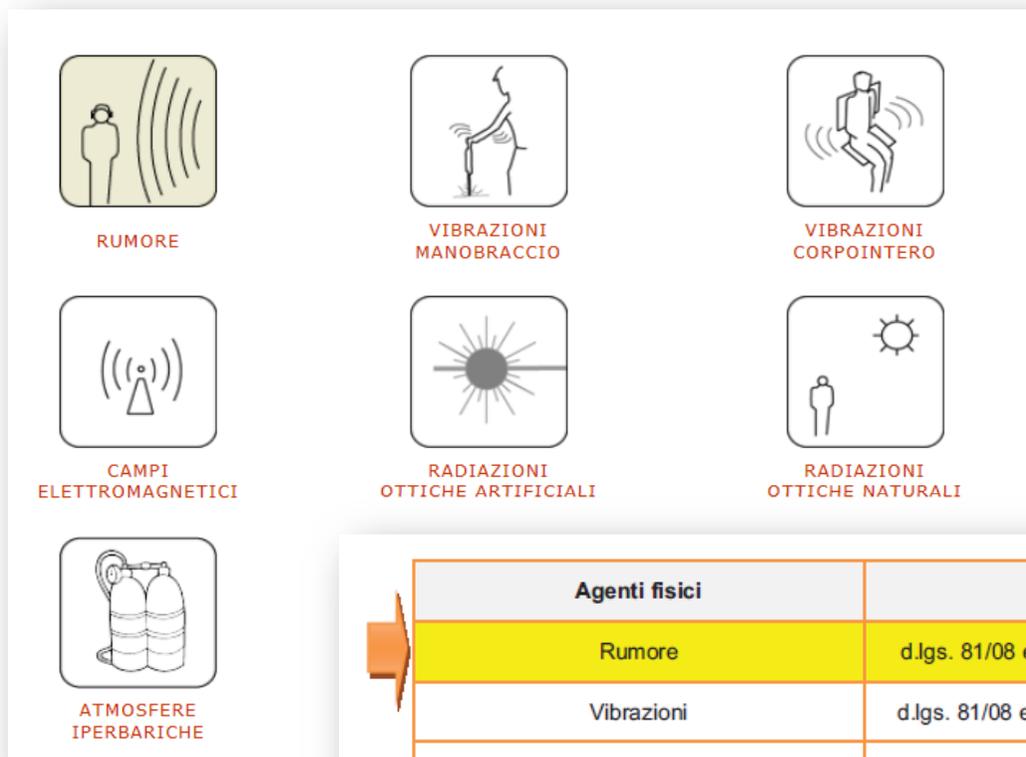


**RISCHI FISICI:
RUMORE - VIBRAZIONI**

AGGIORNAMENTO 15/04/2018

Il portale Agenti Fisici (<http://www.portaleagentifisici.it/>)

Il Portale Agenti Fisici è realizzato dal Laboratorio di Sanità Pubblica dell'Azienda Sanitaria USL Toscana Sud Est (ex Azienda USL 7 Siena) con la collaborazione dell'INAIL e dell'Azienda USL di Modena, al fine di mettere a disposizione uno strumento informativo che orienti gli attori aziendali della sicurezza e gli operatori della prevenzione ad una risposta corretta ai fini della prevenzione e protezione da AGENTI FISICI.



Agenti fisici	Riferimenti legislativi
Rumore	d.lgs. 81/08 e s.m.i. (Titolo VIII, Capo I; Titolo VIII, Capo II)
Vibrazioni	d.lgs. 81/08 e s.m.i. (Titolo VIII, Capo I; Titolo VIII, Capo III)
Campi elettromagnetici	d.lgs. 81/08 e s.m.i. (Titolo VIII, Capo I; Titolo VIII, Capo IV)
Radiazioni ottiche artificiali	d.lgs. 81/08 e s.m.i. (Titolo VIII, Capo I; Titolo VIII, Capo V)
Microclima ambienti severi, infrasuoni, ultrasuoni, atmosfere iperbariche	d.lgs. 81/08 e s.m.i. (Titolo VIII, Capo I)

TABELLA DEI RIFERIMENTI LEGISLATIVI

RISCHIO RUMORE

L'**ipoacusia** da rumore costituisce, ancor oggi, la tecnopatia più diffusa tra i lavoratori. I macrosettori nei quali si concentra il maggior numero di casi sono quelli dell'industria metalmeccanica, dell'**edilizia**, dell'**attività estrattiva** e del **legno**.

fig.1 - IPOACUSIE - ANDAMENTO NEL TEMPO

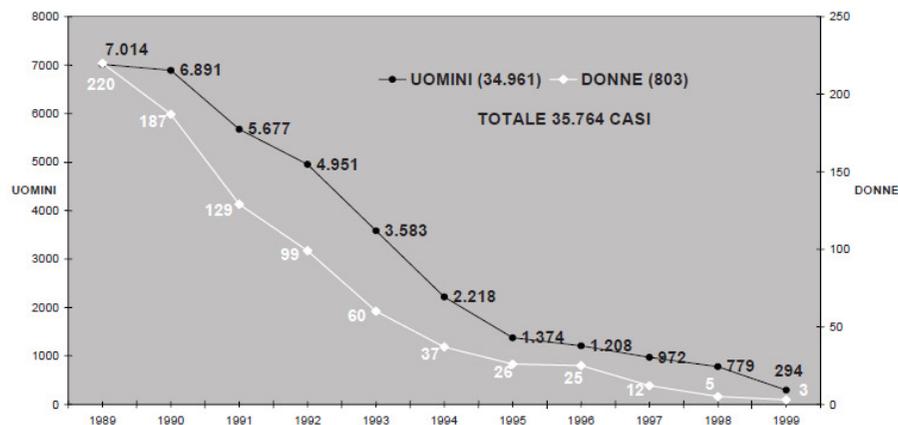
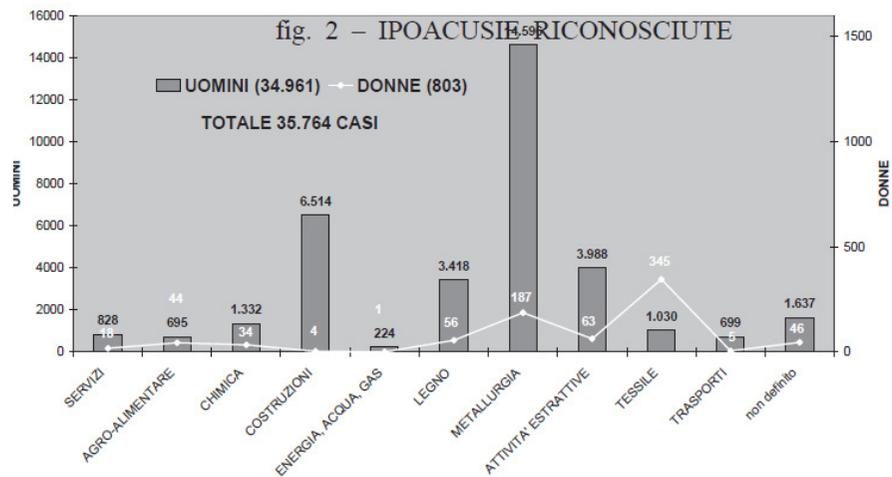


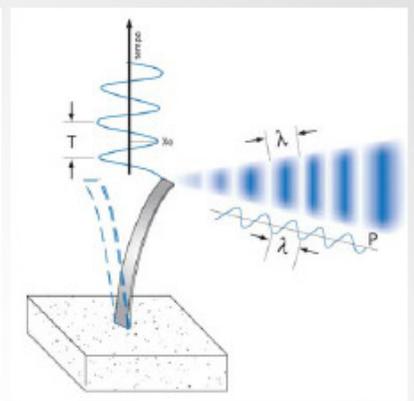
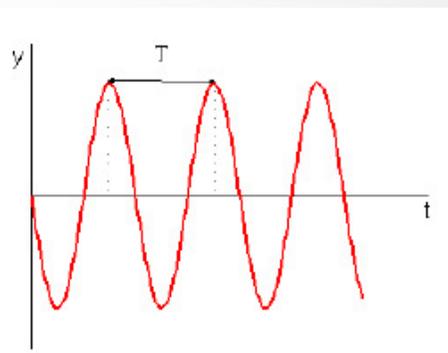
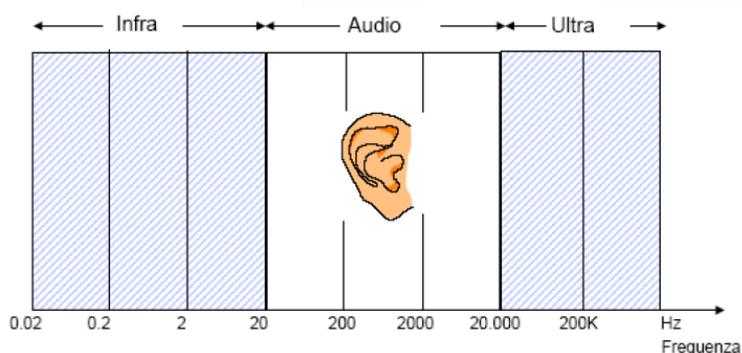
fig. 2 - IPOACUSIE RICONOSCIUTE



Suono e rumore

Il **suono** (dal latino *sonus*) è la sensazione data dalla **vibrazione** di un corpo in oscillazione. Tale vibrazione, che si propaga nell'aria o in un altro mezzo elastico, raggiunge l'apparato uditivo dell'orecchio che, tramite un complesso meccanismo interno, crea una sensazione "uditiva" correlata alla natura della vibrazione; in particolare modo la membrana timpanica subendo variazioni di pressione entra in vibrazione.

Per "rumore" si intende qualunque emissione sonora che provochi sull'uomo effetti indesiderabili, disturbanti o dannosi, o che determini un qualsiasi deterioramento qualitativo dell'ambiente.



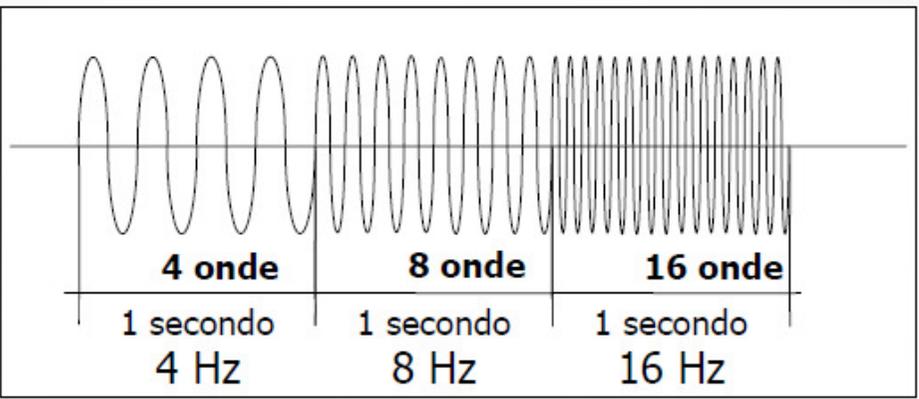
FREQUENZA

$$T[\text{sec}]$$

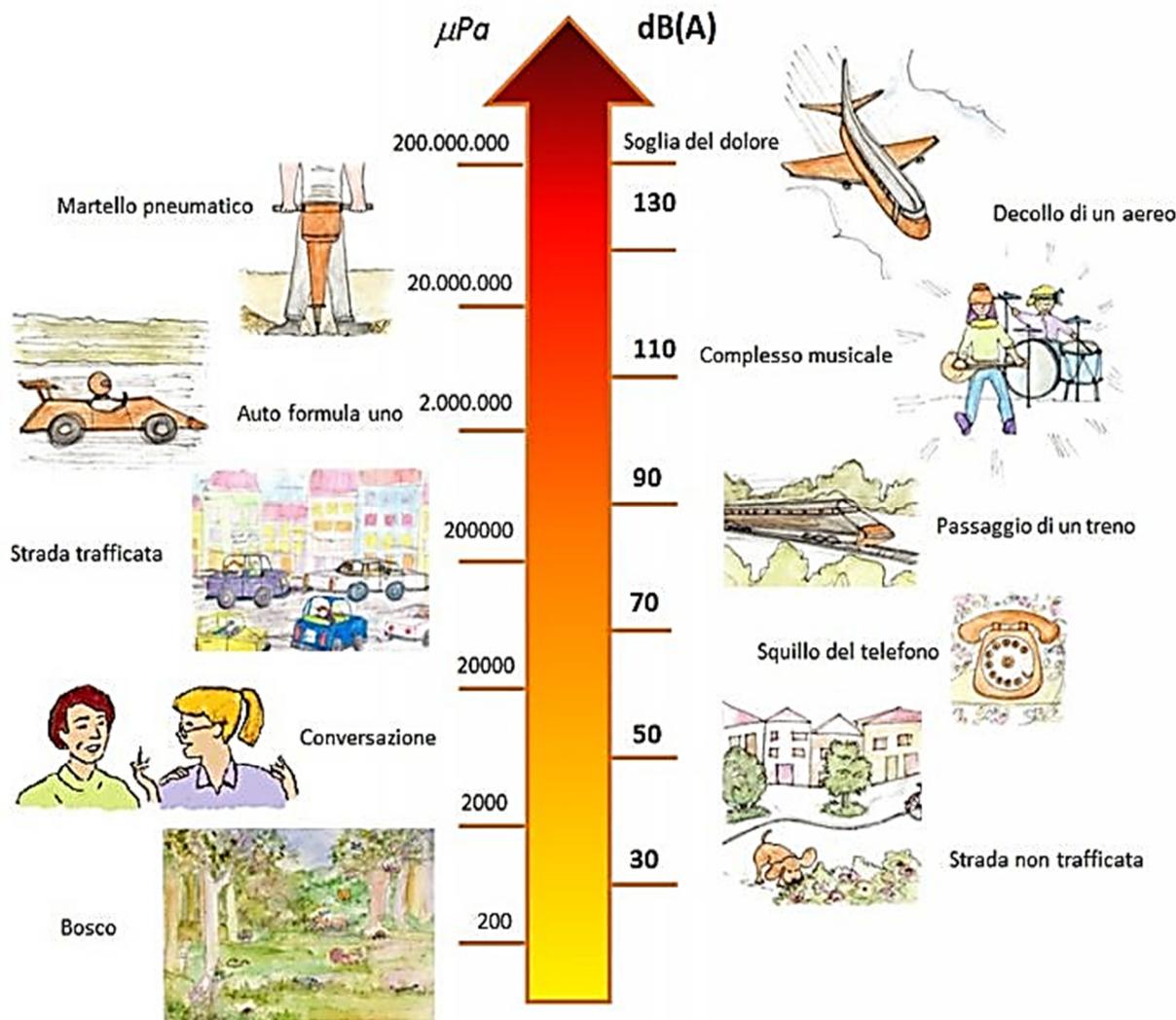
$$f = \frac{1}{T} [\text{Hz} = \text{sec}^{-1}]$$

PERIODO

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad \omega = 2\pi f$$



La pressione sonora è l'ampiezza dell'onda di pressione, o onda sonora. L'unità di misura della pressione è il **Pascal** (simbolo Pa = N/m²) per l'onda sonora si ricorre spesso alla scala logaritmica (avente come unità di misura il **decibel (dB)** che esprime invece propriamente il **livello di pressione sonora (SPL)**, valutato con riferimento alla pressione corrispondente alla soglia di udibilità (20 µPa).



N.B. Nella scala di misurazione in decibel, un aumento di 3 dB corrisponde un raddoppio di intensità rumorosa.

ESEMPIO: Se si attivano contemporaneamente due macchine che producono **80 dB**, il valore risultante avrà una intensità di **83 dB** (non 160 dB).

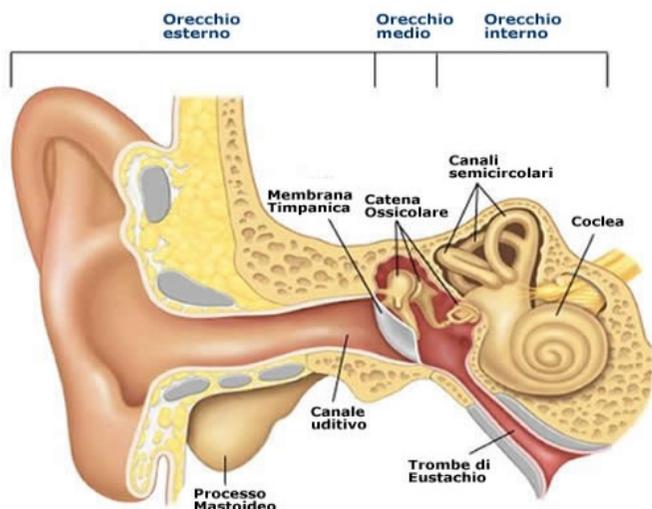
Tipi di rumore:

Stabile o continuo: se rimane praticamente costante nel tempo. es. compressore

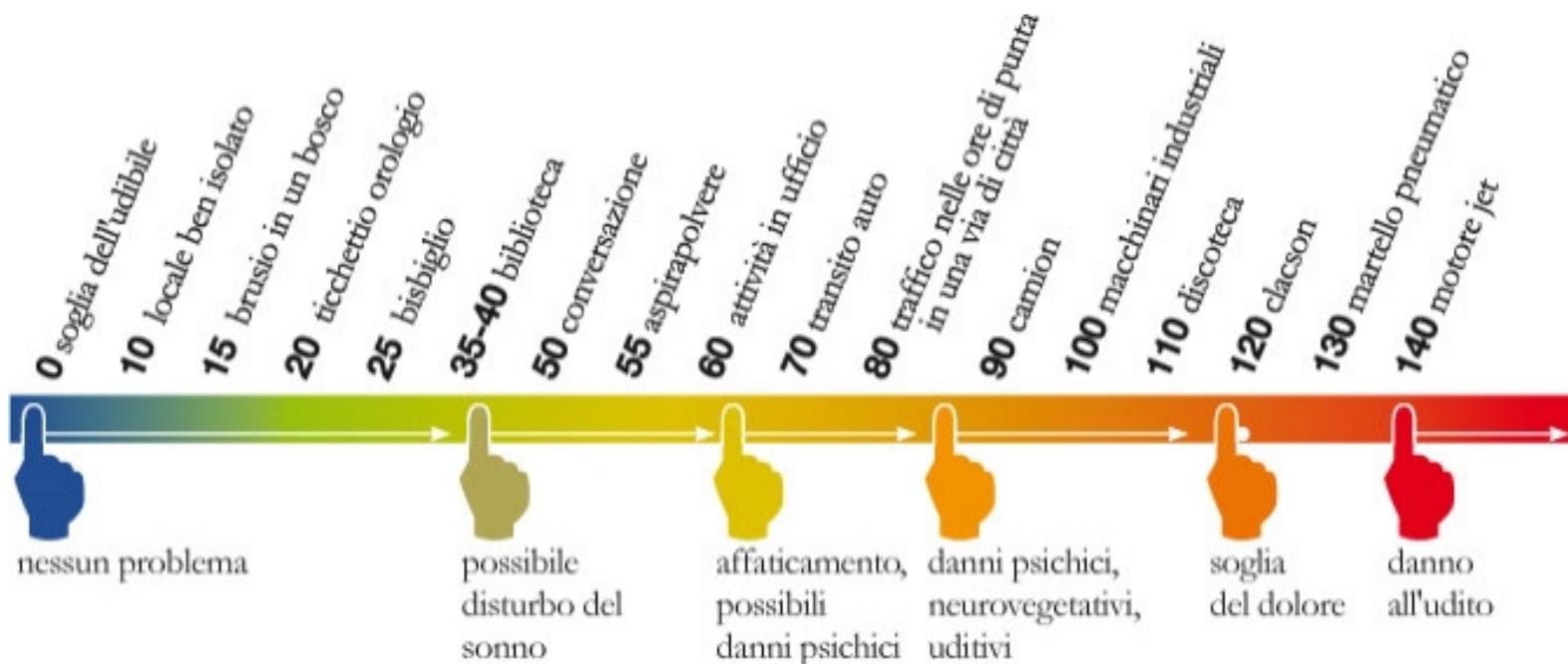
Variable: se cambia molto, in relazione alle discontinuità della lavorazione quando la sua intensità varia nel tempo (macchine a moto alternativo)

Impulsivo: se è formato da piccoli picchi di elevata intensità: questo rumore è particolarmente pericoloso. Es. sala mungitura.

Effetti sull'uomo



- Effetti **UDITIVI**: danni all'apparato uditivo (**IPOACUSIA**);
- Effetti **EXTRA-UDITIVI**: il rumore, agendo sui neuro regolatori, può indurre modifiche di funzionalità e disturbi di vari apparati:
 - *cardiocircolatorio (ipertensione arteriosa);*
 - *digerente (acidità di stomaco);*
 - *sistema nervoso centrale (fatica nervosa).*
- Effetti **INDIRETTI**: il rumore può favorire il verificarsi di **infortuni** perché contribuisce ad abbassare il livello di attenzione e perché può coprire i segnali acustici di pericolo o di allerta presenti in fabbrica.



Misurazione del rumore e valutazione del rischio

Lo strumento utilizzato per misurare IL LIVELLO DI PRESSIONE ACUSTICA è il **FONOMETRO**.



La norma CEI EN 61672 (2003) "Elettroacustica - Misuratori del livello sonoro - Parti 1,2,3" prevede 4 classi di strumenti a cui corrispondono quattro livelli di precisione via via decrescenti:

- **classe 0** - fonometri da laboratorio di riferimento
- **classe 1** - fonometro per misure da laboratorio o sul campo in condizioni acustiche definite
- **classe 2** - fonometro per uso generale per misure sul campo
- **classe 3** - fonometro per indagini sul campo di carattere preliminare e per verificare se eventuali limiti stabiliti vengano significativamente violati.

Il fonometro è solitamente dotato di un dispositivo in grado di determinare il **livello sonoro continuo equivalente (L_{Aeq,T_e})**, e rappresenta il livello sonoro che un rumore costante dovrebbe avere per eguagliare la quantità di energia acustica fornita dal rumore reale, fluttuante nel tempo. Tale misura consente di calcolare il livello di esposizione al rischio "rumore" per il lavoratore, **rapportato ad una giornata lavorativa di otto ore**:

□ LIVELLO DI ESPOSIZIONE GIORNALIERA

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq,T_e} + 10 \times \lg \left(\frac{T_e}{T_0} \right) \text{dB(A)}$$

Dove:

- T_0 è la durata convenzionale della giornata = 480 min;
- L_{Aeq,T_e} è il livello sonoro continuo equivalente

Per alcune categorie di lavoro è necessario prendere in considerazione anche il **livello di esposizione di picco** $L_{picco,C}$, che rappresenta la pressione acustica istantanea; la sua determinazione è motivata dal fatto che i **rumori "impulsivi"** possono avere effetti nocivi; ciò può accadere indipendentemente da quale sia il valore di L_{Aeq} , che è associato ad una determinata fase di lavoro.

RISCHIO	$L_{EX,8h}$ dB(A)	$L_{picco,C}$ dB(C)	Misure di prevenzione e protezione
TRASCURABILE	< 80	< 135	Segnaletica dei luoghi con $L_{Aeq} > 85$ dB(A)
BASSO	80 - 85	135 - 137	Possibile sorveglianza sanitaria Informazione, Formazione e Addestramento DPI a disposizione
MEDIO	85 - 87	137 - 140	Misure Breve-Medio termine Sorveglianza sanitaria Obbligo DPI
ALTO	> 87	> 140	Misure immediate

- **Livello di soglia** ⇒ livello **al di sotto del quale** un'esposizione non ha conseguenze negative per la salute.
- **Livello d'azione** ⇒ valore di esposizione **a partire dal quale** si devono attuare specifiche misure di tutela.
- **Valore limite** ⇒ livello di esposizione il cui **superamento è vietato** e deve essere prevenuto, in quanto esso comporta un rischio inaccettabile.

Misure preventive

Le misure di prevenzione degli effetti dovuti al rumore hanno lo scopo di contenere l'esposizione dei lavoratori al di sotto del valore limite di 85 dBA. Si possono individuare tre passaggi fondamentali:

1. Riduzione del rumore alla sorgente

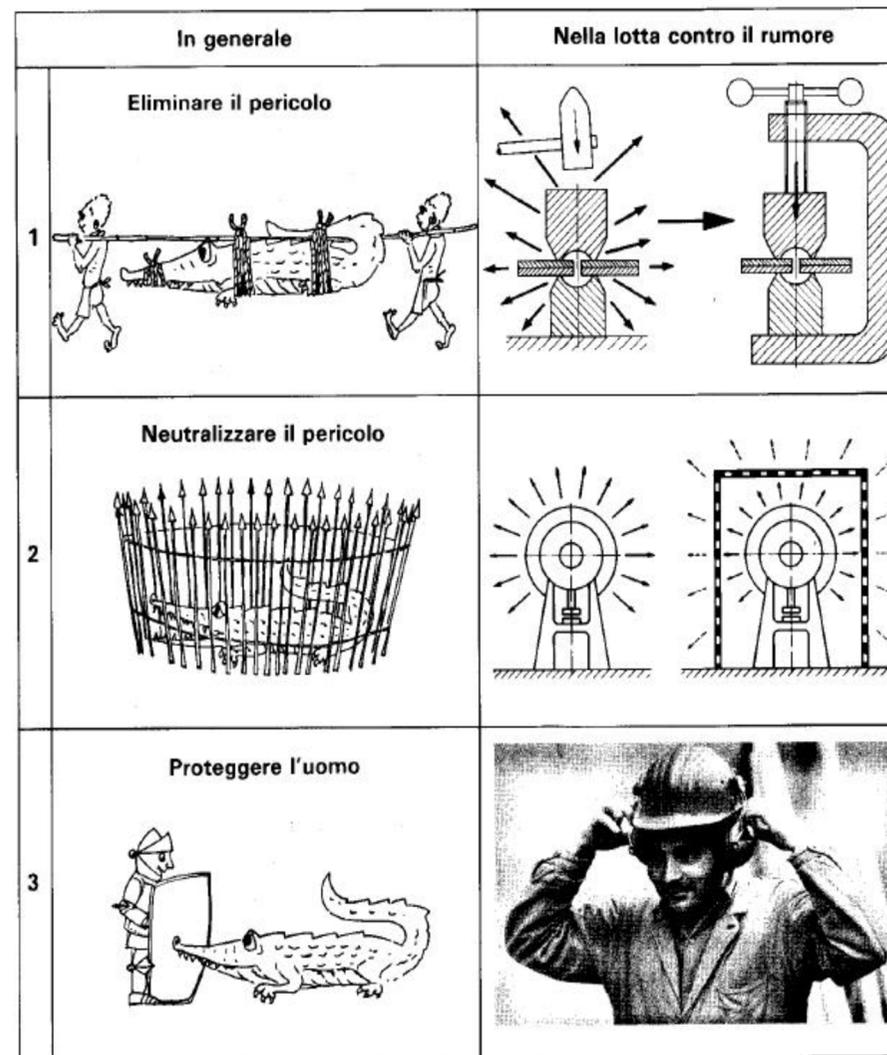
- Ridurre la concentrazione di macchine nei locali
- Ridurre la velocità di lavorazione delle macchine
- Usare silenziatori sugli scarichi di aria compressa
- Posizionare le macchine su appoggi antivibranti
- Effettuare manutenzione regolare

2. Neutralizzazione del rumore e interventi sulla propagazione

- Separare le zone (macchine e impianti) rumorosi dalle altre cercando di utilizzare rivestimenti isolanti: fonoassorbenti, fono riflettenti e/o fonoisolanti
- Posizionare le macchine rumorose lontane dalle pareti

3. Protezione del lavoratore

- Ridurre la durata della esposizione al rumore, magari effettuando turnazione su altre mansioni
- Utilizzare i DPI



DPI otoprotettori



□ **Inseri monouso** (possibile uso nei casi in cui non vi sia esposizione a rumore di breve durata e in ambienti dove non ci siano condizioni ambientali sfavorevoli come alto tasso di umidità, polverosità).

□ **Cuffie con inserti imbottiti** (uso nei casi di esposizione a rumore e in ambienti dove ci siano condizioni ambientali sfavorevoli come alto tasso di umidità, polverosità).

□ **Cuffie o inserti con archetto**
(possibile uso nei casi di esposizione ripetitiva a rumore di breve durata e in ambienti dove non ci siano condizioni ambientali sfavorevoli come alto tasso di umidità, polverosità)



RISCHIO VIBRAZIONI

Con il termine **vibrazione** si indica generalmente uno scuotimento - più o meno accentuato - del corpo o parti di esso, in seguito a uso di specifiche attrezzature.

Gli effetti delle vibrazioni sull'uomo permettono di dividere questa categoria di rischio in due parti:



➤ **HAV** (**Hand Arm Vibration**) ⇒ Vibrazioni al **sistema mano-braccio**, generalmente indotte dall'uso di utensili/strumenti ad impugnatura manuale.

➤ **WBV** (**Whole Body Vibration**) ⇒ Vibrazioni al **corpo intero**, causate soprattutto dall'uso di mezzi di trasporto.

Le ossa e le articolazioni sono Ottimi trasmettitori delle vibrazioni.



La pelle, il sistema sottocutaneo e i muscoli sono ottimi smorzatori delle vibrazioni

Da un punto di vista fisico le vibrazioni sono descritte da vari fattori, ciascuno dei quali contribuisce al rischio.

- **intensità**: rappresenta l'entità della vibrazione;
- **frequenza**: così come per il rumore, è il numero di oscillazioni (vibrazioni) al secondo;
- **direzione e verso** (lungo i tre assi dello spazio);
- **durata** (tempo).

La misurazione delle vibrazioni si effettua tramite il **vibrometro**. Lo strumento, tramite degli accelerometri, misura l'accelerazione espressa in **m/sec²**

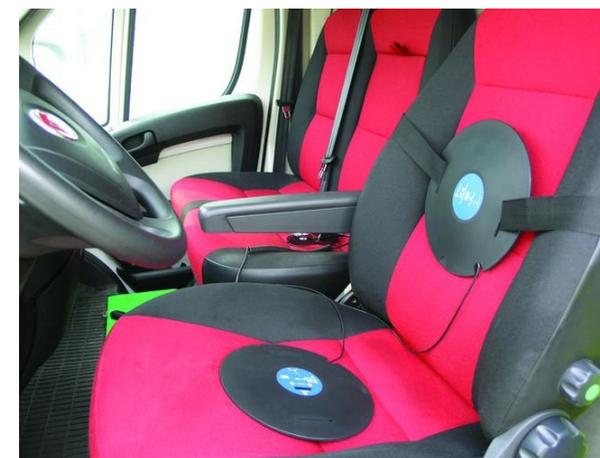
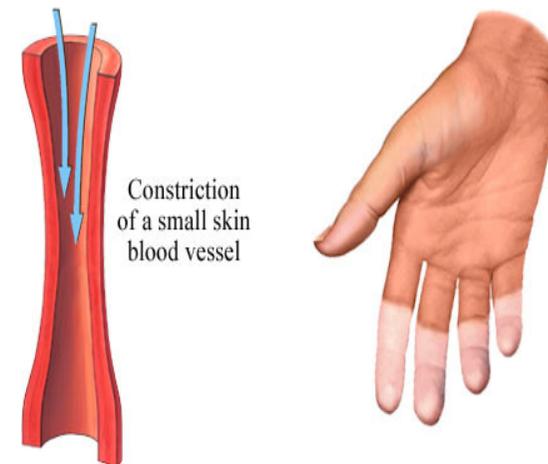


Effetti sull'uomo

□ ***Effetti al sistema mano-braccio (HAV):***

- 1) Lesione **vascolare**: forma secondaria di fenomeno di Raynaud comunemente denominata "**sindrome del dito bianco**".
- 2) Lesione **neurologica**: neuropatia periferica prevalentemente sensitiva. Perdita del tatto totale.
- 3) Lesione **osteoarticolare**: lesioni cronico-degenerative a carico dei segmenti ossei ed articolari degli arti superiori, in particolare a livello dei polsi e dei gomiti.

□ ***Effetti al sistema corpo intero (WBV):***



Frequenza [Hz]	Effetti al sistema corpo intero
3-10	Alterazioni a carico della colonna vertebrale
4-8	Disturbi apparato digerente
40-55	Disturbi apparato riproduttivo (femminile)
-	Disturbi circolatori
< 0,5	Mal di moto

Valutazione del rischio

Il D. Lgs. 81/08 consente di valutare il rischio attraverso:

- ⇒ **esecuzione diretta di misure** di vibrazioni, che resta il metodo di riferimento
- ⇒ analisi di misure presenti nelle **Banche Dati accreditate** (ex-ISPEL, CNR, Regioni)

Le misurazioni dirette hanno un costo maggiore ma sono senza dubbio più rappresentative della metodologia di lavoro effettuata e hanno un maggiore valore legale. Nelle banche dati non sono censiti tutti i macchinari esistenti in commercio e, spesso, vengono riportati i dati dichiarati dal costruttore e non quelli reali.

RISCHIO	HAV m/s ²	WBV m/s ²	Misure di prevenzione e protezione
TRASCURABILE	< 2,5	< 0,5	-
BASSO - MEDIO	2,5 - 5,0	0,5 - 1,0	Misure a Medio Termine Sorveglianza sanitaria Informazione, Formazione e Addestramento DPI a disposizione
ALTO	> 5,0 > 20,0 (1 min)	> 1,0 > 1,5 (3 min)	Misure immediate

- **Livello di soglia** ⇒ livello **al di sotto del quale** un'esposizione non ha conseguenze negative per la salute.
- **Livello d'azione** ⇒ valore di esposizione **a partire dal quale** si devono attuare specifiche misure di tutela.
- **Valore limite** ⇒ livello di esposizione il cui **superamento è vietato** e deve essere prevenuto, in quanto esso comporta un rischio inaccettabile

Misure preventive

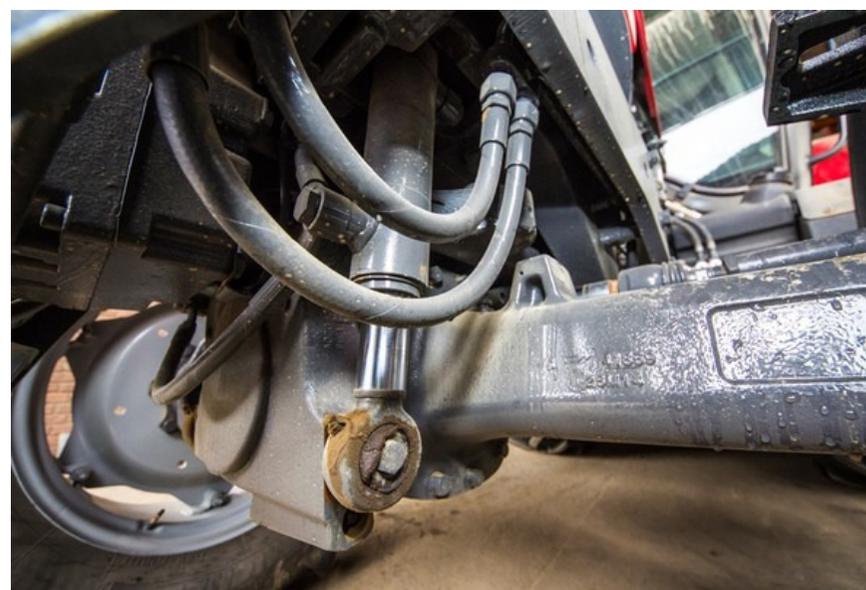
□ Vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio (HAV):

- Privilegiare l'acquisto di attrezzature "**ergonomiche**"
- **Manutenzione** regolare (lubrificazione, sostituzione pezzi usurati, affilatura strumenti di taglio...)
- **Alternare** le lavorazioni in modo da ridurre il tempo di esposizione
- Dotare i lavoratori di appositi **guanti** antivibranti
- **Automatizzare** e/o robotizzare la lavorazione



□ Vibrazioni trasmesse al sistema corpo intero (WBV):

- Dotare le macchine di **sedile ammortizzato** (es. sedile a sospensione pneumatica)
- Dotare le macchine di "**silent block**" (dispositivi meccanici in grado di ridurre le vibrazioni trasmesse in cabina causate dalle irregolarità del terreno come buche, avvallamenti, ecc.)
- **Automatizzare** e/o robotizzare la lavorazione



Fonti

- R.Scalcon – Modulo 6 Rischi fisici: Rumore e vibrazioni – Necsl
- INAIL – La valutazione del rischio rumore
- <http://www.portaleagentifisici.it/>
- <http://www.fotovoltacosulweb.it/guida/inquinamento-fonico-percezione-del-rumore-e-sistemi-di-limitazione.html>
- <http://www.directindustry.it/prod/bruel-and-kjaer/product-17114-696243.html>
- <https://www.maniashoponline.it/prodotto/6-tappi-per-orecchie-spugna-antirumore-silenzio-viaggio-sonno-dormire-lavoro-585/>
- [http://www.svantek.it/dosimetri-per-vibrazioni-sv-103/#iLightbox\[gallery_image_1\]/1](http://www.svantek.it/dosimetri-per-vibrazioni-sv-103/#iLightbox[gallery_image_1]/1)
- <http://www.svantek.it/vibrazioni-uomo/>
- <http://www.raico.it/tr-maximo-evdynamic.html>
- <https://www.mondomacchina.it/it/comfort-di-guida-ridurre-le-vibrazioni-c1051>
- <http://www.multee.com.br/vibracao-ocupacional/>