

UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

# Insegnamento di Igiene del lavoro – vibrazioni

*Dott. Andrea Martinelli*

*Dipartimento di Scienze Cardio-Toraco-Vascolari  
e Sanità Pubblica*



# Vibrazioni

Le vibrazioni sono oscillazioni meccaniche rispetto ad un punto di riferimento, determinate da onde di pressione che si trasmettono generalmente attraverso corpi solidi. Le oscillazioni caratteristiche delle vibrazioni possono essere libere o forzate, ossia influenzate da una forza esterna come nel caso dell'utilizzo di strumenti da parte di un lavoratore.



- Frequenza ( $f$ ): numero di oscillazioni di un'onda in un secondo e si misura in Hertz ( $1 \text{ Hz} = 1 \text{ vibrazione/sec}$ )
- Periodo ( $T$ ): tempo in cui l'oscillazione avviene completamente;

Lunghezza d'onda ( $\lambda$ ): spazio percorso dall'onda in un periodo; all' $\uparrow \lambda \downarrow f$ ;

Ampiezza: ampiezza dell'onda è espressa come accelerazione ( $\text{m/s}^2$ )



- L'ampiezza delle vibrazioni viene espressa come valore efficace dell'accelerazione o rms (root-mean-square), parametro che permette di semplificare i calcoli della variazione dell'ampiezza istante per istante.
- Il valore efficace è dato dalla radice quadrata della media calcolata delle ampiezze.
- Il valore efficace è correlato con l'energia delle vibrazioni e quindi con il rischio di danno biologico indotto dalla vibrazione.



Gli studi sperimentali hanno evidenziato che i diversi effetti delle vibrazioni sono frequenza-dipendenti.

- Vibrazioni con frequenze comprese tra 0,5 e 80 Hz possono produrre effetti sul corpo intero.
- Vibrazioni con frequenze comprese tra 5 e 1500 Hz sono responsabili degli effetti sugli arti superiori.

Data la relazione tra frequenza ed effetti sul corpo umano, l'accelerazione deve essere «ponderata» sulla frequenza nelle tre direzioni degli assi ortogonali. Gli strumenti di misura incorporano filtri di ponderazione in frequenza.





Nell'Unione Europea il 24,2% della forza lavoro è esposta a vibrazioni per più di un quarto del turno di lavoro:

- Il 35,6% dei lavoratori esposti a vibrazioni è di sesso maschile
- Il 10,1% dei lavoratori esposti a vibrazioni è di sesso femminile
- Per l'Italia la stima è del 24,4%

4° European working conditions survey (2007)



L'esposizione a vibrazioni in ambiente di lavoro può essere dovuta ad un'ampia varietà di operazioni nel comparto estrattivo, nell'industria delle costruzioni, in agricoltura, servizi di pubblica utilità.

Una prolungata esposizione a vibrazioni può provocare importanti disturbi a carico degli arti superiori e della colonna vertebrale.





Vibrazioni trasmesse al **corpo intero (WBV)**: “le vibrazioni meccaniche che, se trasmesse al corpo intero, comportano rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori, in particolare lombalgie e traumi del rachide”

Vibrazioni trasmesse al **sistema mano-braccio (HAV)**: “le vibrazioni meccaniche che, se trasmesse al sistema mano-braccio nell’uomo, comportano un rischio per la salute e la sicurezza dei lavoratori, in particolare disturbi vascolari, osteoarticolari, neurologici o muscolari”



## Vibrazioni trasmesse al **corpo intero**

L'esposizione si verifica quando un lavoratore in posizione eretta o assisa, è a contatto con una superficie vibrante, come per esempio guida di veicoli e mezzi di trasporto o lavorazioni nei pressi di un macchinario industriale.



Settori produttivi in cui vengono utilizzate macchine e/o veicoli che possono comportare un aumentato rischio di insorgenza di disturbi e patologie da esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo intero

### Industria manifatturiera:

- camion industriali
- carrelli sollevatori o elevatori
- gru mobili e fisse
- superfici vibranti nei mulini, frantoi, laminatoi





## Industria delle miniere e cave

- macchine movimentazione terra
- macchine escavatrici
- bulldozer
- carrelli sollevatori o elevatori
- camion industriali
- gru mobili e fisse





## Industria delle costruzioni

- macchine movimentazione terra
- macchine escavatrici
- bulldozer
- compressori
- macchine per la pavimentazione stradale
- carrelli sollevatori o elevatori
- camion industriali
- gru mobili e fisse



## Agricoltura e foreste

- trattori
- altre macchine agricole o forestali







## Servizi di trasporto e di pubblica utilità

- camion articolati e non
- autovan
- autobus
- taxi
- treni
- mezzi meccanici di sollevamento e trasporto nelle attività portuali (trasportatori a cavaliere, autogru, gru da banchina, carrelli sollevatori o elevatori)
- altri sistemi di trasporto su strada o rotaia





## Vibrazioni trasmesse al **sistema mano-braccio**

L'esposizione è prodotta dal contatto delle dita o delle mani che con un oggetto vibrante come per esempio un utensile a movimento rotatorio o percussorio oppure manipolare un pezzo durante la molatura



Settori produttivi e lavorazioni che possono comportare un aumentato rischio di insorgenza di disturbi e patologie da esposizione a vibrazioni a carico del sistema mano-braccio

## Industria delle miniere e cave

- operazioni di scavo, perforazione, trivellazione, avanzamento (martelli pneumatici, martelli demolitori, martelli perforatori, martelli trivellatori)





## Industria manifatturiera:

- fonderie e acciaierie (scalpelli pneumatici, pestelli pneumatici, smerigliatrici)
- cantieri navali (scalpelli pneumatici, smerigliatrici portatili, macchine per picchettatura, raschiatura e scrostatura)
- industria meccanica e metalmeccanica (rivettatrici, smerigliatrici portatili e da banco, avvitatrici, fresatrici, macchine per trapanatura e per rifinitura)
- Industria di produzione di veicoli (smerigliatrici portatili, avvitatrici, fresatrici, macchine per trapanatura e per rifinitura)
- industria dei materiali lapidei (scalpellini pneumatici, smerigliatrici portatili, macchine per levigatura e finitura)
- industria calzaturiera (macchine per ribattitura)



## Industria delle costruzioni

- operazioni di scavo e sbancamento (martelli pneumatici, martelli demolitori, martelli perforatori, martelli trapanatori)
- opere edili (martelli pneumatici, martelli demolitori, martelli perforatori, smerigliatrici portatili, macchine per pressatura)

## Agricoltura e foreste

- operazioni di abbattimento, taglio, potatura di alberi e piante (motoseghe)
- operazioni di manutenzione agricola e boschiva (motoseghe, decespugliatori, smerigliatrici portatili, macchine per trapanatura)



## Servizi di pubblica utilità

- operazioni di scavo e sbancamento (martelli pneumatici, martelli demolitori, martelli perforatori, martelli trivellatori)
- operazioni di manutenzione nel settore ferroviario e nei servizi erogatori di elettricità, gas, acqua e telefonia (martelli pneumatici, smerigliatrici portatili, fresatrici, avvitatrici, macchine per trapanatura)



## Effetti delle vibrazioni trasmesse al corpo intero

Forte evidenza epidemiologica di associazione tra patologie del **rachide lombare** ed esposizione professionale a vibrazioni trasmesse al corpo intero (3-10 Hz)

Lombalgie, lombosciatalgie, alterazioni degenerative della colonna vertebrale (spondiloartrosi, spondilosi, osteocondrosi), discopatie ed ernie discali lombari e/o lombosacrali negli autisti di macchine e veicoli

N.B. stress ergonomico, MMC, età, BMI, fumo, traumi pregressi...



## Effetti delle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio

Vibrazioni di bassa e media frequenza (50-80 Hz) sono trasmesse ai segmenti ossei e articolari più prossimali dell'arto superiore e sono attenuate in particolare a livello delle articolazioni del polso e del gomito.

Vibrazioni ad alta frequenza (>200 Hz) sono fortemente smorzate a livello della mano, non si trasmettono ai segmenti più prossimali dell'arto superiore.

N.B. Oltre allo stress vibratorio valutare: sovraccarico articolare, sforzo muscolare intenso, posture incongrue.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

# VALUTAZIONE DEL RISCHIO IN AMBIENTE DI LAVORO



# VALUTAZIONE DEL RISCHIO IN AMBIENTE DI LAVORO

**INAIL**

ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE  
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO

Cerca nel portale



ISTITUTO

ATTIVITÀ

COMUNICAZIONE

ATTI E DOCUMENTI

SERVIZI PER TE

SUPPORTO

ACCEDI AI SERVIZI ONLINE

[Home](#) > [Comunicazione](#) > [Pubblicazioni](#) > [Catalogo Generale](#)

- > Covid-19: misure adottate dall'Istituto
- > Covid-19: prodotti informativi
- > Avvisi e scadenze
- > News ed eventi
- > Sala Stampa
- > Campagne
- > Pubblicazioni
  - > [Catalogo Generale](#)
    - > Come acquisire una pubblicazione
  - > Dossier e Speciali
  - > Prodotti interattivi
  - > Rapporti e relazioni Inail
  - > Quaderni di ricerca
  - > Pubblicazioni del CIV
  - > Dati Inail
  - > Rivista Infortuni
  - > Bollettino trimestrale
  - > Superabile
  - > Multimedia

## La valutazione del rischio vibrazioni

*Il volume si propone come riferimento operativo per la misura, la valutazione e il controllo del rischio derivante dall'esposizione alle vibrazioni meccaniche nei luoghi di lavoro, sulla base dello stato dell'arte delle conoscenze tecniche e scientifiche in materia.*

Viene proposto un metodo per la corretta classificazione dei lavoratori in fasce di rischio, e un nuovo metodo standardizzato per il calcolo dell'incertezza sui descrittori del rischio. Nelle Appendici sono presentati diversi esempi pratici.

Prodotto: Volume  
Edizioni: Inail - 2019  
Disponibilità: Consultabile solo in rete  
Info: [dcplanificazione-comunicazione@inail.it](mailto:dcplanificazione-comunicazione@inail.it)



> [La valutazione del rischio vibrazioni](#)  
(.pdf - 2,45 mb)



Ultimo aggiornamento: 12/09/2019

<https://www.inail.it/cs/internet/comunicazione/pubblicazioni/catalogo-generale/pubblicazione-del-rischio-vibrazioni.html>





# VALUTAZIONE DEL RISCHIO IN AMBIENTE DI LAVORO

MACCHINE ELETTRICHE DATI 4.232 - MISURE IN BANCA DATI 9.357

### Benvenuto nel Portale Agenti Fisici

Le Banche Dati "Vibrazioni Mano-Bracchio" e "Vibrazioni Corpo Intero" sono valevoli ai fini della valutazione dei rischi ai sensi del D.Lgs. 30 aprile 2008 n. 81 (art. 202, comma 2, Allegato XXXV).

Le banche dati su **Campi Elettromagnetici** sono valevoli ai fini della valutazione dei rischi ai sensi degli artt. 28, 181 e 209 del D.Lgs.81/2008.

Le sessioni su **Radiazioni Ottiche naturali ed artificiali** sono utilizzabili per la Valutazione dei rischi ai sensi del Dlgs.81/2008.

Le Banche Dati ospitate nella **sessione rumore** sono valevoli ai fini della valutazione dei rischi ai sensi del D.Lgs. 30 aprile 2008 n. 81 (art. 190, comma 5bis; art. 192, art. 193).

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. Il Portale è in corso di sviluppo e aggiornamento nell'ambito del Piano delle Attività di Ricerca 2016-2018 dell'INAIL e nell'ambito del progetto finanziato dal Decreto RT 2165 del 09/04/2015 Regione Toscana "Rischio di esposizione da Agenti fisici negli ambienti di lavoro: sviluppo e adeguamento del Portale Agenti Fisici per promuovere la valutazione del rischio e gli interventi di prevenzione in tutti i comparti lavorativi". L'utente dovrà consultare i documenti di "Guida all'utilizzo della Banca Dati" per ogni singolo Agente Fisico al fine di poter utilizzare in maniera appropriata i dati in essa contenuti. Si declina qualsiasi responsabilità derivante da un utilizzo improprio dei dati e delle informazioni contenute nelle Banche Dati e nel Portale.

- [Home](#)
- [Corsi, Webinar, Eventi PAF](#)
- [Rumore](#)
- [Vibrazioni Mano-Bracchio](#)
- [Vibrazioni Corpo Intero](#)
- [Campi Elettromagnetici](#)
- [Radiazioni Ottiche Artificiali](#)
- [Radiazioni Ottiche Naturali](#)
- [Radiazioni Ionizzanti Naturali](#)
- [Radiazioni Ionizzanti Artificiali](#)
- [Atmosfere Iperbariche](#)
- [Microclima](#)
- [Normativa e Linee Guida](#)
- [Contatti](#)
- [Chi siamo](#)
- [Newsletter](#)
- [Documentazione per la Fornitura dati](#)
- [Materiale Didattico](#)
- [FAQ](#)

**Newsletter**  
Per essere aggiornato iscriviti alla newsletter PAF

**eventi**  
Seminaro  
**Rischio Microclima**  
2 giugno 2022

**news**  
Disponibili Brochure informative Prevenzione **Rischio Caldo**  
2 maggio 2022

Publicato il materiale didattico dei seminari **rumore e vibrazioni**  
8 e 22 aprile 2022

Publicato on-line Materiale Didattico **Corso Radiazioni Ottiche del 24/11/21**  
7 dic 2021

Sono consultabili on line sul Portale Agenti Fisici le nuove indicazioni

<https://www.portaleagentifisici.it/index.php?lg=IT>







## Norme tecniche di riferimento

1. **Norma UNI 2631:2014:** Vibrazioni meccaniche e urti - Valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse al corpo intero
2. **Norma UNI 5349:2015:** Vibrazioni meccaniche - Misurazione e valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse alla mano
3. **Norma UNI 11586:2015:** Vibrazioni - Strumentazione e analisi per la misura delle vibrazioni - Strumentazione di misura
4. **Norma UNI 8041:2017:** Risposta degli esseri umani alle vibrazioni - Strumenti di misurazione - Parte 1: Strumenti per la misura di vibrazioni per uso generale



## D.Lgs 81/08, obblighi del datore di lavoro

- Identificazione e valutazione del rischio specifico
- Disposizioni mirate a escludere o ridurre l'esposizione
- Informazione e formazione dei lavoratori
- Sorveglianza sanitaria



uso dell'indicatore di esposizione  $A(8)$  rappresentato  
dall'*accelerazione equivalente ponderata in frequenza delle vibrazioni  
riferita a 8 ore di lavoro*

$$A(8) = a_w (T/T_8)^{1/2} \quad (\text{m/s}^2) \text{ per corpo intero}$$

$$A(8) = a_{hw} (T/T_8)^{1/2} \quad (\text{m/s}^2) \text{ per mano braccio}$$

$a_w$  o  $a_{hw}$  = accelerazione ponderata in frequenza delle vibrazioni

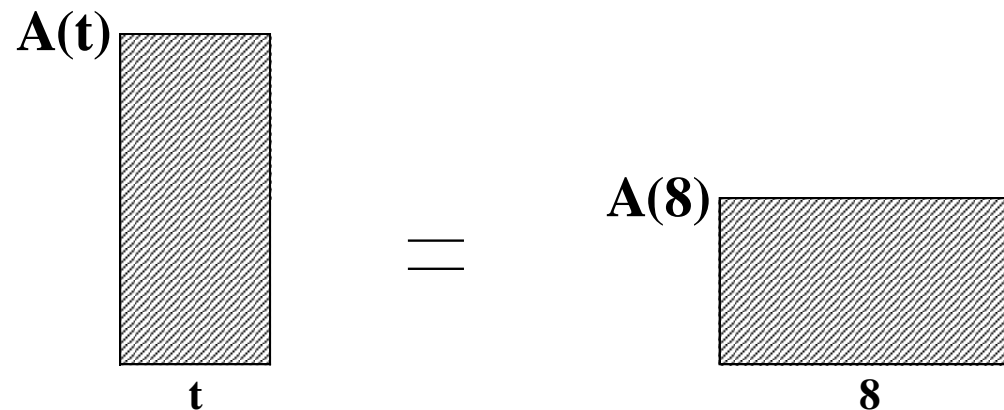
$T$  = durata dell'esposizione giornaliera (ore)

$T_8$  = durata di riferimento di 8 ore

## Livelli di esposizione giornaliero a vibrazione $A(8)$

Rischio è correlato alla dose (area del rettangolo).

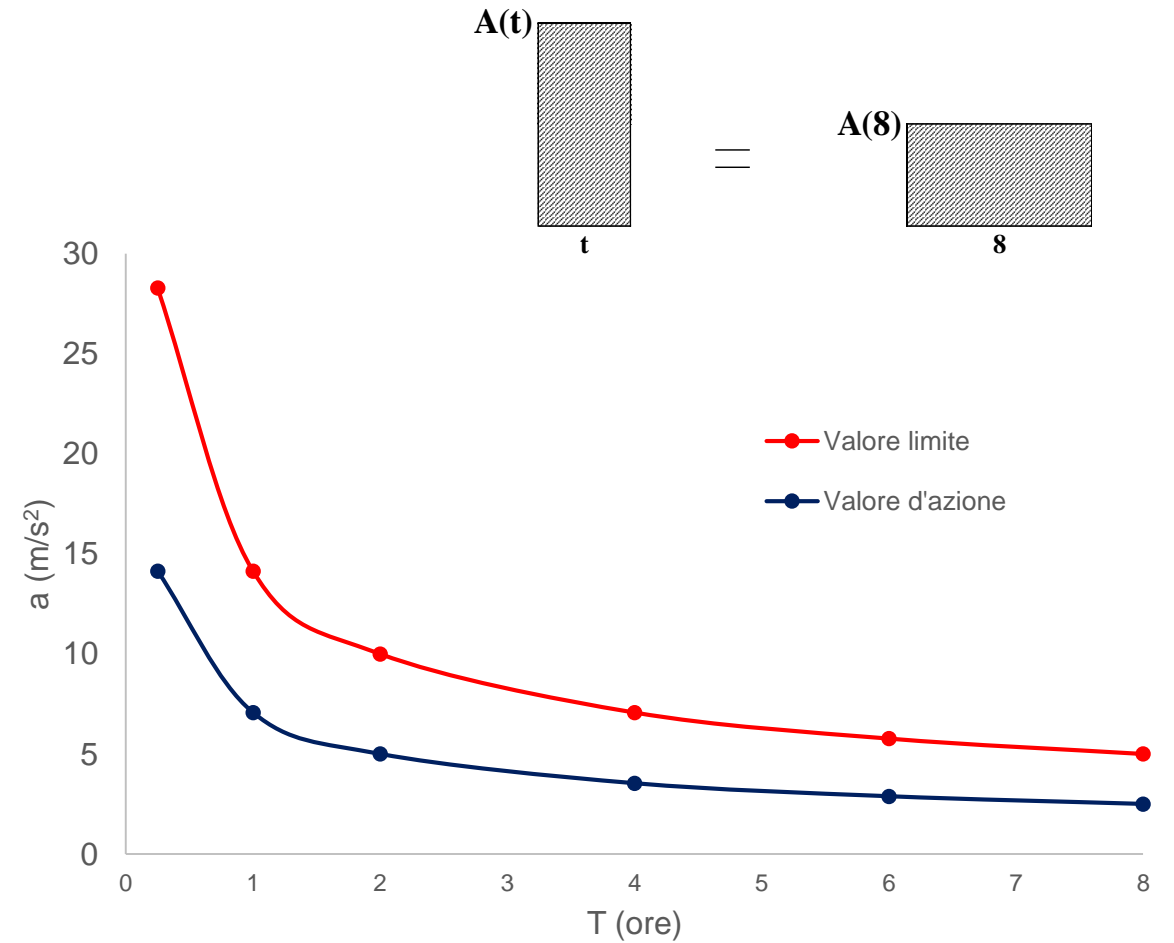
Rischio da vibrazioni è correlato quindi al **livello** e al **tempo di esposizione a vibrazioni**.



La dose complessiva viene spalmata su 8 ore standard sulla base del *Principio dell'uguale energia (stessa dose = stesso effetto)*

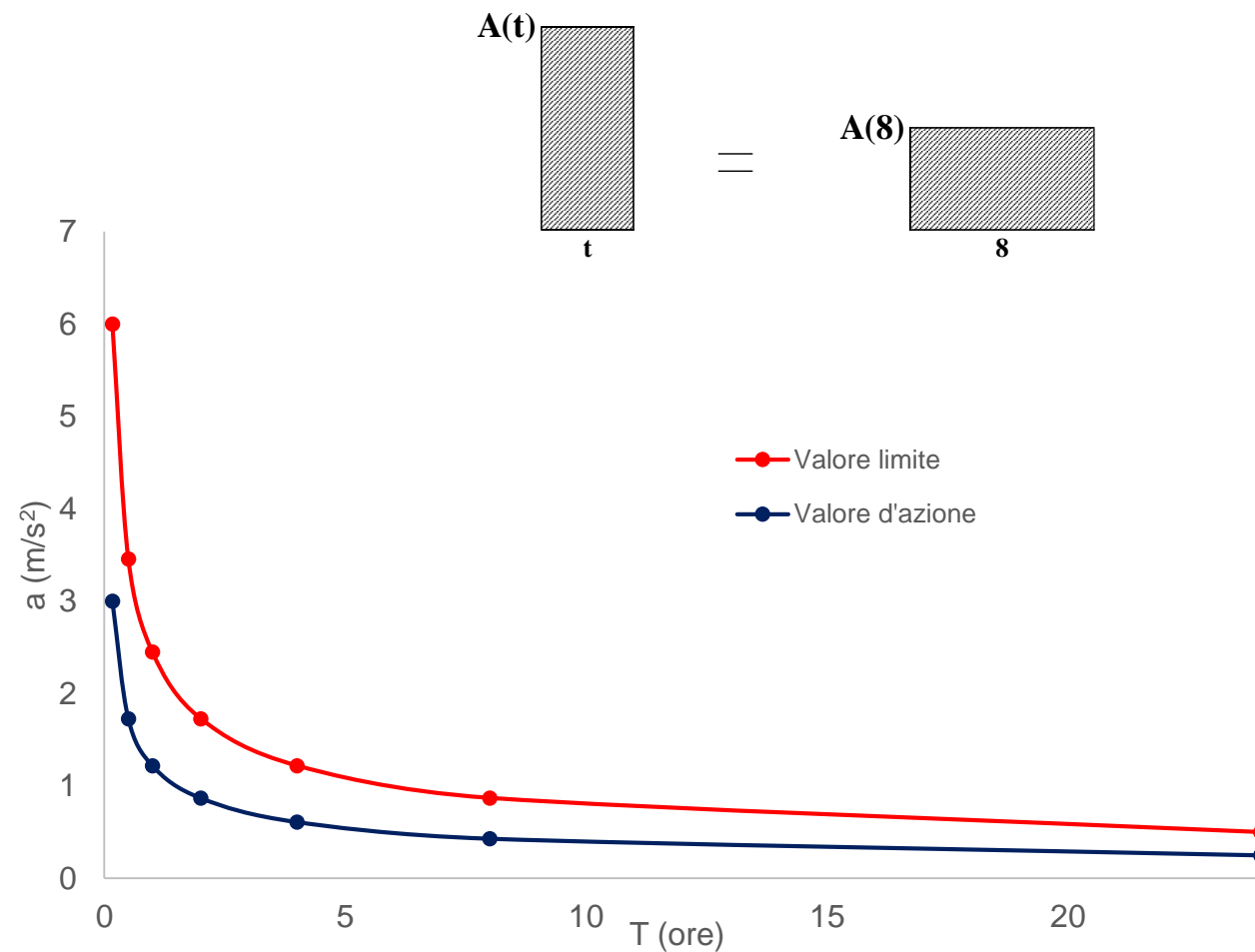
$$\Sigma (a_i \times t_i) / 8 \text{ da confrontare con } A(8)$$

HAV		
t exp (ore)	valore limite	valore d'azione
0,25	28,28	14,14
1	14,14	7,07
2	10	5,00
4	7,07	3,54
6	5,77	2,89
8	<b>5</b>	<b>2,50</b>





WBV		
t exp (ore)	valore limite	valore d'azione
0,17	6	3
0,5	3,46	1,73
1	2,45	1,22
2	1,73	0,87
4	1,22	0,61
8	<b>0,87</b>	<b>0,43</b>
24	0,5	0,25





# La risposta del corpo umano alle vibrazioni

- **Caratteristiche delle vibrazioni (Ampiezza e frequenza)**
- **Direzione delle vibrazioni lungo gli assi**
- **Durata dell'esposizione a vibrazioni (calcolare tempi di esposizione)**

## Altri fattori

1. Tipo di utensile vibrante
2. Condizioni climatiche
3. Coesistenza di fattori nocivi per il sistema vascolare periferico



# Misura vibrazioni

Le vibrazioni si misurano con uno strumento costituito da:

- a. accelerometro
- b. amplificatore
- c. analizzatore di frequenza

L'accelerometro o trasduttore di vibrazioni è uno strumento che genera, sottoposto a vibrazioni, una corrente elettrica proporzionale alla accelerazione cui è stato sottoposto.



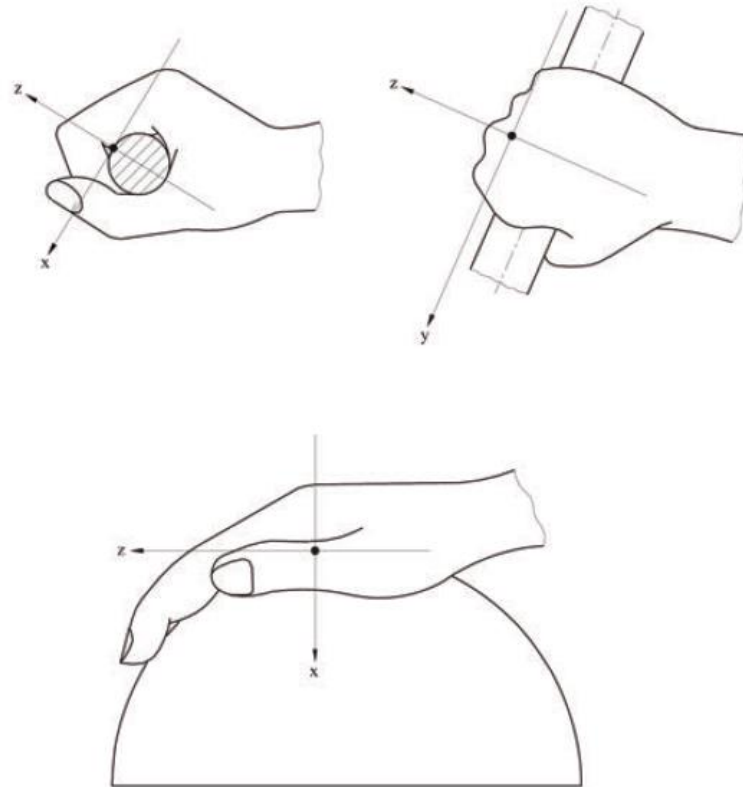


La trasmissione delle vibrazioni avviene secondo i tre assi ortogonali ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) a tutto il corpo attraverso le superfici di appoggio in relazione alle posture (eretta, seduta) ed al sistema mano-braccio.



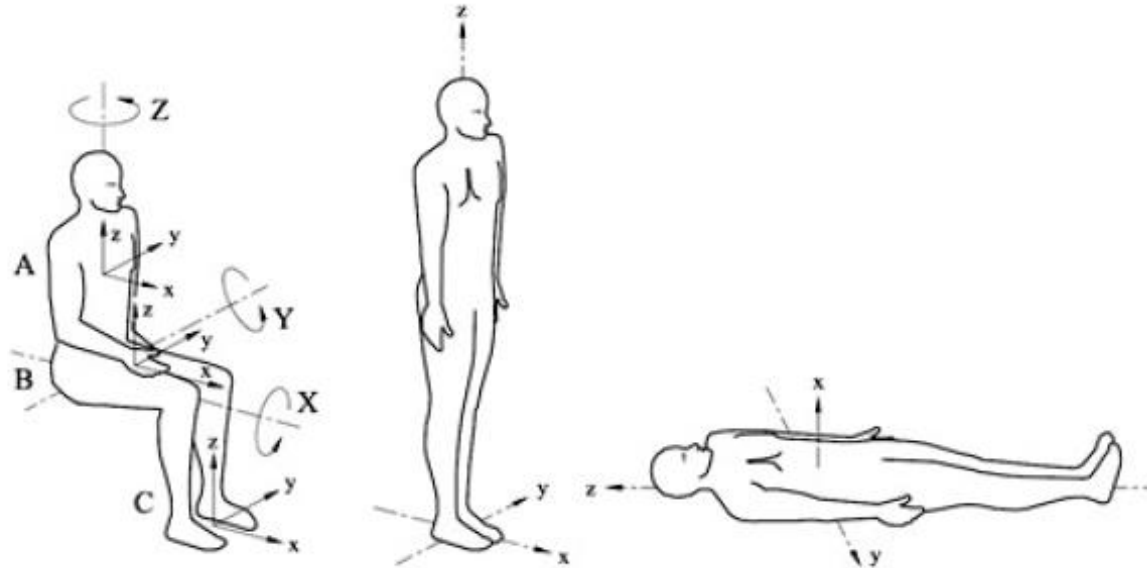
Gli accelerometri vanno collocati sulla superficie attraverso cui vengono trasmesse le vibrazioni:

- **mano-braccio**: sotto la mano o tra le dita o al centro dell'area di impugnatura o a lato della mano (adiacente alla mano stessa)
- **soggetto eretto**: area sottostante i piedi
- **soggetto seduto**: cuscino, schienale sedile, area di appoggio dei piedi
- **soggetto disteso**: aree sotto la testa, la schiena e il bacino



D.Lgs. 81/2008 fa riferimento alla somma vettoriale sui tre assi (Allegato XXXV sez. A):

- 1) si considera la terna dei valori:  $a_{hwx}$   $a_{hwy}$   $a_{hwz}$
- 2) si considera il valore somma della terna  $a_{hwsumm} (a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2)^{1/2}$



D.Lgs. 81/2008 fa riferimento all'asse dominante (Allegato XXXV sez. B):

- 1) si considera la terna dei valori:  $a_{wx}$   $a_{wy}$   $a_{wz}$
- 2) si corregge la terna:  $1.4a_{wx}$   $1.4 a_{wy}$   $a_{wz}$
- 3) si considera il valore massimo della terna  $A_{wmax}$



A(8)	HAV (mano-braccio)	WBV(corpo intero)
Valore giornaliero di azione	2.5 m/s <sup>2</sup> (r.m.s.)	0.5 m/s <sup>2</sup> (r.m.s.)
Valore limite giornaliero di esposizione	5 m/s <sup>2</sup> (r.m.s.) 20 m/s <sup>2</sup> (per periodi brevi)	1.0 m/s <sup>2</sup> (r.m.s.) 1.5 m/s <sup>2</sup> (per periodi brevi)



- Valore di azione: valore oltre il quale il lavoratore va considerato esposto a rischi significativi
  - sorveglianza sanitaria
  - datore di lavoro attua misure di contenimento del rischio
- Valore limite di esposizione: valore oltre il quale i rischi per i lavoratori sono non accettabili
  - datore di lavoro attua misure per ridurre l'esposizione entro tale valore



*Superamento valori d'azione, art 203 comma 1:*

- a) altri metodi di lavoro che richiedono una minore esposizione a vibrazioni meccaniche;
- b) la scelta di attrezzature di lavoro adeguate concepite nel rispetto dei principi ergonomici e che producono, tenuto conto del lavoro da svolgere, il minor livello possibile di vibrazioni;
- c) la fornitura di attrezzature accessorie per ridurre i rischi di lesioni provocate dalle vibrazioni, quali sedili che attenuano efficacemente le vibrazioni trasmesse al corpo intero e maniglie o guanti che attenuano la vibrazione trasmessa al sistema mano-braccio;
- d) adeguati programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, del luogo di lavoro, dei sistemi sul luogo di lavoro e dei DPI;



*Superamento valori d'azione, art 203 comma 1:*

- e) la progettazione e l'organizzazione dei luoghi e dei posti di lavoro;
- f) l'adeguata informazione e formazione dei lavoratori sull'uso corretto e sicuro delle attrezzature di lavoro e dei DPI, in modo da ridurre al minimo la loro esposizione a vibrazioni meccaniche;
- g) la limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione;
- h) l'organizzazione di orari di lavoro appropriati, con adeguati periodi di riposo;
- i) la fornitura, ai lavoratori esposti, di indumenti per la protezione dal freddo e dall'umidità.





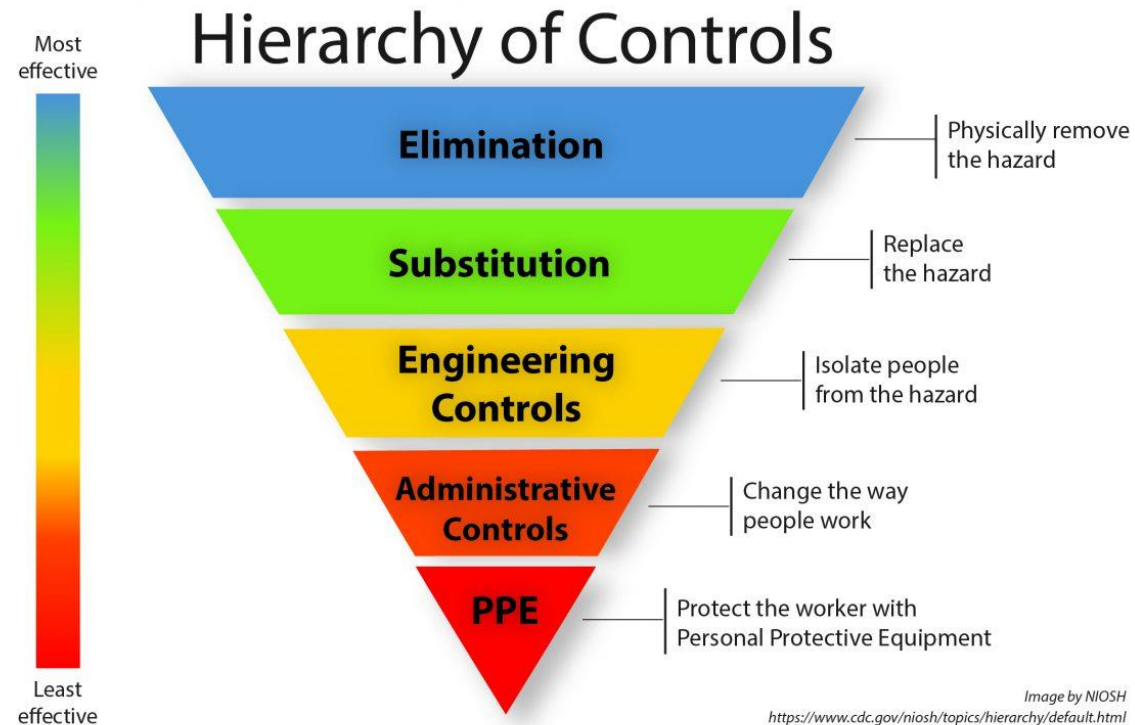
Macchina utensile portatile	$A_{wsum}$ (m/s <sup>2</sup> )	Ti (minuti)
DECESPUGLIATORE ROBIN BH 500	8,84	5
MOTOSEGA ZENOAH 6200 T	4,52	15
RASAERBA HONDA HRX 537	3,53	10
RASAERBA HONDA UM 21,	6,92	10
SOFFIATORE STIHL SH 55/85	10,21	60

**A (8): 3,97 m/s<sup>2</sup>**



Macchinario	$A_{wmax}$ (m/s <sup>2</sup> )	Ti (minuti)
RASAERBA GIANNI FERRARI C GTR 200	1,12	40
PALA BOBCAT 553	1,24	60
TRATTORE BARBIERI TERATRAC 2RM senza carrello	1,26	2
TRATTORE BARBIERI TERATRAC 2RM con carrello	1,17	18

**A (8): 0,60 m/s<sup>2</sup>**





## Il superamento del livello di azione comporta le seguenti misure di tutela (Vibrazioni mano braccio)

- Pianificare una regolare manutenzione dei macchinari.
- Automazione e/o modifica dei metodi di lavoro con utensili vibranti.
- Scelta di utensili «ergonomici» dotati di sistemi antivibranti.
- Modifiche degli utensili in uso con l'inserimento di impugnature antivibranti oppure rivestire le impugnature con materiali smorzanti le vibrazioni.
- Fornitura di guanti antivibranti quali sistemi di prevenzione individuale.

# Guanti antivibranti



Costituiti da un rivestimento in nitrile, pelle o jersey all'interno del quale vengono inseriti materiali di rinforzo dotati di proprietà anti vibranti come alcuni polimeri.



# Guanti antivibranti

Devono essere conformi ai criteri di attenuazione delle vibrazioni secondo lo standard internazionale ISO 10819:1996; che stabilisce un metodo di misura in laboratorio della **trasmissibilità (TR)** delle vibrazioni attraverso i guanti stessi

$$TR_{Mv} < 1,0 \text{ e } TR_H < 0,6$$

$$TR_{Mv} (31,5-200\text{Hz}); TR_H (200-1250\text{Hz})$$



# Guanti antivibranti - efficacia

- Riduzione  $< 10\%$ : utensili a movimento percussorio, per esempio trapani, spara chiodi
- Riduzione 10-20%: utensili che generano vibrazioni di media frequenza, per esempio motoseghe
- Riduzione 40-60%: utensili che generano vibrazioni ad alta frequenza, per esempio smerigliatrici



## Confronto di livello di vibrazioni tra motoseghe con catena in buone condizioni e catena usata

RAOUL DI GIOVANNI<sup>(1)</sup>, PIETRO NATALETTI<sup>(1)</sup>, DIEGO ANNESI<sup>(1)</sup>, ANTONIO MOSCHETTO<sup>(1)</sup>,  
ALESSANDRO LUNGI<sup>(1)</sup>, ANGELO TIRABASSO<sup>(1)</sup>, GIOVANNI VUERICH<sup>(2)</sup>, TULLIO POIAN<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> INAIL, Dipartimento di Medicina, Epidemiologia, Igiene del Lavoro ed Ambientale Centro Ricerche di Monte Porzio Catone (RM) ITALY.

<sup>(2)</sup> Servizio gestione territorio montano bonifica e irrigazione della Stazione Forestale di Tolmezzo (UD)

<sup>(3)</sup> Azienda Sanitaria Universitaria Integrata di Udine

	$A_{wsum} (m/s^2)$		
	<i>Nuova</i>	<i>Usata</i>	<i>Livello di usura</i>
Motosega 1	2,51 ± 0,75	6,62 ± 0,93	Alto
Motosega 2	3,05 ± 0,77	4,35 ± 0,77	Medio
Motosega 3	2,94 ± 0,58	3,26 ± 1,20	Basso



## Confronto di emissione sonora e di vibrazioni tra motoseghe elettriche e motoseghe con motore a scoppio

ANTONIO MOSCHETTO<sup>(1)</sup>, PIETRO NATALETTI<sup>(1)</sup>, RAOUL DI GIOVANNI<sup>(1)</sup>, DIEGO ANNESI<sup>(1)</sup>,  
ALESSANDRO LUNGHÌ<sup>(1)</sup>, ANGELO TIRABASSO<sup>(1)</sup>, TULLIO POIAN<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> INAIL, Dipartimento di Medicina, Epidemiologia, Igiene del Lavoro ed Ambientale (DiMEILA), di Monte Porzio Catone (Roma)

<sup>(2)</sup> ASUID, Azienda Sanitaria Universitaria Integrata di Udine, Udine ITALY

	$L_{Aeq}$ dB(A)		$A_{wsum}$ ( $m/s^2$ )	
	Orecchio dx	Orecchio sx	Mano dx	Mano sx
Motosega 1	107,2 ± 0,8	105,7 ± 1,0	2,3 ± 0,6	2,5 ± 0,4
Motosega 2	105,7 ± 1,0	104,3 ± 1,6	3,0 ± 1,1	3,6 ± 0,9
Motosega 3	109,4 ± 1,2	109,2 ± 1,3	2,8 ± 0,8	3,5 ± 0,7
Motosega 4	104,8 ± 0,2	104,0 ± 0,3	2,5 ± 0,8	2,7 ± 0,9
Motosega 5	106,2 ± 1,4	104,8 ± 1,3	3,8 ± 0,9	6,0 ± 1,1
<b>Motosega elettrica</b>	<b>87,2 ± 0,2</b>	<b>86,7 ± 0,8</b>	<b>1,8 ± 0,2</b>	<b>1,4 ± 0,1</b>





## Il superamento del livello di azione comporta le seguenti misure di tutela (Vibrazioni corpo intero)

- Pianificare una regolare manutenzione del parco macchine.
- Automazione e/o modifica dei metodi di lavoro.
- Pianificare un aggiornamento del parco macchine che prediliga macchinari a basso livello di vibrazioni.
- Percorsi meno accidentati con livellamento stradale
- Modifiche delle macchine in uso (isolamento delle cabine degli automezzi con materiale smorzante, sostituzione ammortizzatori)
- Installazione di sedili antivibranti.

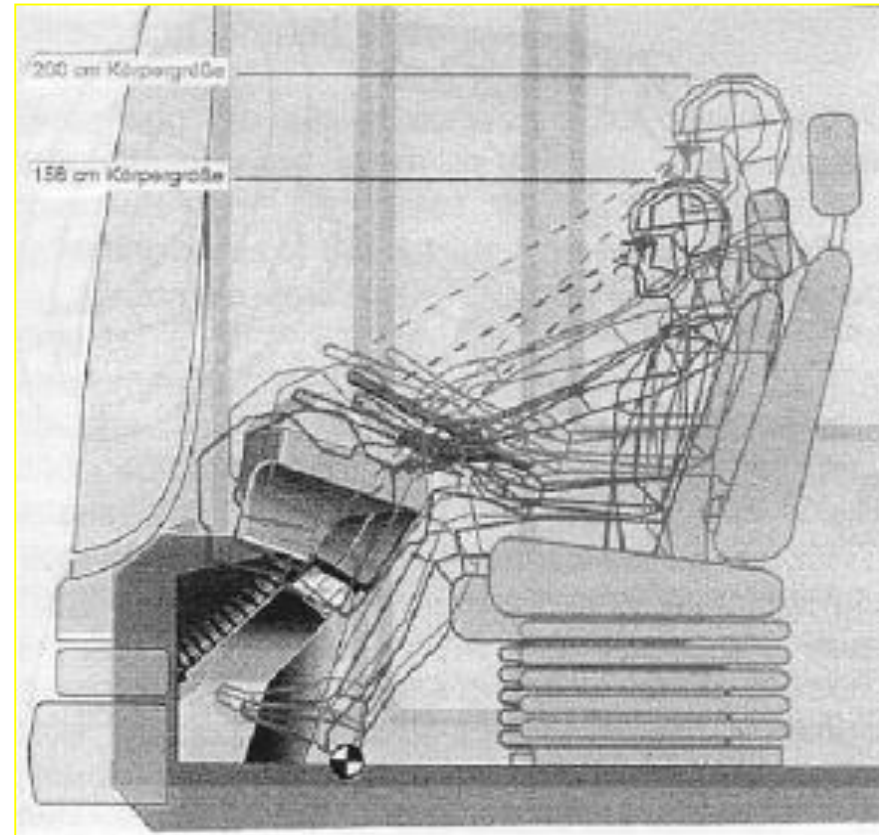


## Il superamento del livello di azione comporta le seguenti misure di tutela (Vibrazioni corpo intero)

- Identificare le condizioni operative ed i macchinari più espositivi e quindi organizzare turni di lavoro per ridurre le esposizioni individuali
- Inserimento di adeguati periodi di riposo
- Formazione ed informazione (es. metodi corretti di guida, corretta regolazione del sedile).
- Sorveglianza sanitaria

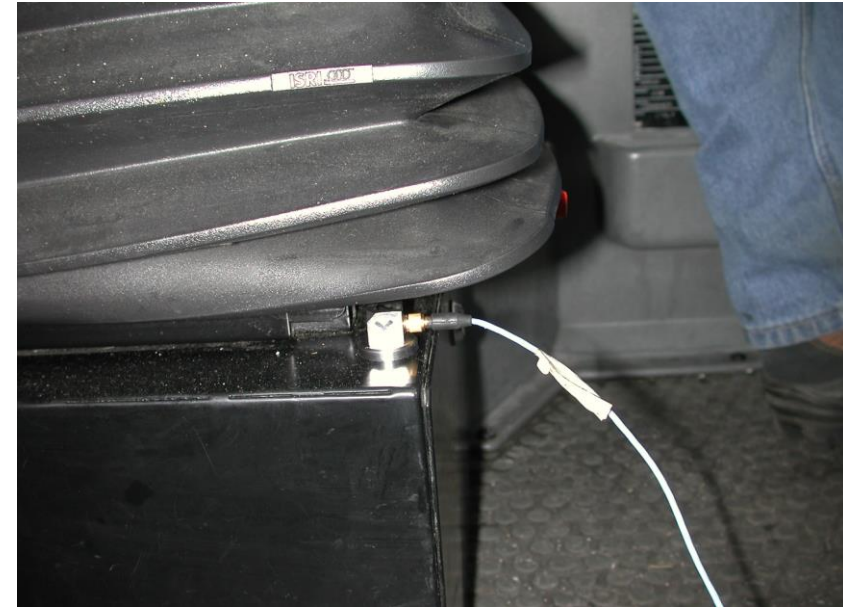


## SEDILI ANTIVIBBRANTI





## SEDILI ANTIVIBBRANTI – fattore SEAT



SEAT (Seat Effective Amplitude Transmissibility)

$$a_{wz,sopra} / a_{wz,sotto}$$

Valori di SEAT compresi tra 0,5 e 1,5













## Misura delle vibrazioni generate dalle macchine o dagli utensili

- Dati ottenuti nella scheda tecnica della macchina: la Direttiva Macchine (89/392/CEE e successive direttive, recepite in Italia dal DPR 459/96) impone al costruttore di dichiarare il valore quadratico medio (r.m.s.) ponderato in frequenza dell'accelerazione delle vibrazioni cui sono esposti gli arti superiori o il corpo intero dell'operatore
- Consultazione di banche dati accessibili via internet: dati relativi alle misure di vibrazioni eseguite su un numero considerevole di automezzi, veicoli, macchine e utensili



## Confronto valori dichiarati e valori misurati – esempi HAV

	<b>SKIL</b> <b>Professional 97-70</b> <i>Tipologia: Smerigliatrici (diritte-assiali, verticali, angola[...]) Alimentazione: Elettrica 220V-380V Peso: 5,8 Kg Potenza: 2 kW</i>	4.1 m/s <sup>2</sup> Max valore misurato sul campo	
	<b>METABO</b> <b>KS 1468 S</b> <i>Tipologia: Seghe-seghetti (circolari, angolari alternative, dj[...] Alimentazione: Elettrica 220V-380V Peso: 5,8 Kg Potenza: 1,4 kW</i>	4.6 m/s <sup>2</sup> Max valore misurato sul campo	2.5 m/s <sup>2</sup> Max valore dichiarato dal produttore
	<b>RUPES</b> <b>SG 91</b> <i>Tipologia: Seghe-seghetti (circolari, angolari alternative, dj[...] Alimentazione: Elettrica 220V-380V Peso: 2,3 Kg Potenza: 0,4 kW</i>	9 m/s <sup>2</sup> Max valore misurato sul campo	2.5 m/s <sup>2</sup> Max valore dichiarato dal produttore
	<b>METABO</b> <b>EW 6114 S</b> <i>Tipologia: Smerigliatrici (diritte-assiali, verticali, angola[...]) Alimentazione: Elettrica 220V-380V Peso: 1,8 Kg Potenza: 0,705 kW</i>	6 m/s <sup>2</sup> Max valore misurato sul campo	5 m/s <sup>2</sup> Max valore dichiarato dal produttore
	<b>METABO</b> <b>W 2030</b> <i>Tipologia: Smerigliatrici (diritte-assiali, verticali, angola[...]) Alimentazione: Elettrica 220V-380V Peso: 4,9 Kg Potenza: 2 kW</i>	8.6 m/s <sup>2</sup> Max valore misurato sul campo	4 m/s <sup>2</sup> Max valore dichiarato dal produttore
	<b>RUPES</b> <b>GM 62 BT</b> <i>Tipologia: Smerigliatrici (diritte-assiali, verticali, angola[...]) Alimentazione: Elettrica 220V-380V Peso: 4,2 Kg Potenza: 2 kW</i>	1.7 m/s <sup>2</sup> Max valore misurato sul campo	2.4 m/s <sup>2</sup> Max valore dichiarato dal produttore
	<b>BOSCH</b> <b>GSS 23 AE</b> <i>Tipologia: Levigatrici (pulitrici) / angolari, orbitali, roto-f[...] Alimentazione: Elettrica 220V-380V Peso: 1,7 Kg Potenza: 0,18 kW</i>	6.4 m/s <sup>2</sup> Max valore misurato sul campo	3.5 m/s <sup>2</sup> Max valore dichiarato dal produttore
	<b>RUPES</b> <b>SSCA</b> <i>Tipologia: Levigatrici (pulitrici) / angolari, orbitali, roto-f[...] Alimentazione: Elettrica 220V-380V Peso: 3,6 Kg Potenza: 0,35 kW</i>	9.9 m/s <sup>2</sup> Max valore misurato sul campo	2.4 m/s <sup>2</sup> Max valore dichiarato dal produttore
	<b>BOSCH</b> <b>GWS 6-115</b> <i>Tipologia: Smerigliatrici (diritte-assiali, verticali, angola[...]) Alimentazione: Elettrica 220V-380V Peso: 1,55 Kg Potenza: 0,67 kW</i>	14.4 m/s <sup>2</sup> Max valore misurato sul campo	5 m/s <sup>2</sup> Max valore dichiarato dal produttore
	<b>BOSCH</b> <b>GST 100</b> <i>Tipologia: Seghe-seghetti (circolari, angolari alternative, dj[...] Alimentazione: Elettrica 220V-380V Peso: 2,5 Kg Potenza: 0,6 kW</i>	10.8 m/s <sup>2</sup> Max valore misurato sul campo	2.4 m/s <sup>2</sup> Max valore dichiarato dal produttore



## Confronto valori dichiarati e valori misurati – esempi WBV



**HYSTER**  
**RP 2.0 N**

Tipologia: [Transpallet elettrico con/senza operatore a bordo](#) Alimentazione: [Batteria 12V-48V](#)

1.9 m/s<sup>2</sup> 3 m/s<sup>2</sup> Max valore  
Max valore dichiarato dal  
misurato sul produttore  
campo



**Pazzaglia SpA - Casalguidi (PT)**  
**Sirio 4x4 MD 190**

Tipologia: [Trattorino rasaerba / Trattorino](#) Alimentazione: [Motore a scoppio diesel](#)

1.3 m/s<sup>2</sup> 2.5 m/s<sup>2</sup> Max  
Max valore valore dichiarato  
misurato sul dal produttore  
campo



**Grillo spa - Cesana**  
**FD 220**

Tipologia: [Trattorino rasaerba / Trattorino](#) Alimentazione: [Motore a scoppio benzina](#)

1.83 m/s<sup>2</sup> Max  
valore dichiarato  
dal produttore



**JOHN DEER**  
**1600 turbo**

Tipologia: [Trattorino rasaerba / Trattorino](#) Alimentazione: [Motore a scoppio diesel](#)

1.6 m/s<sup>2</sup> Max  
valore dichiarato  
dal produttore



**HYSTER**  
**E 5.5 XL**

Tipologia: [Carrello sollevatore \(muletto\)](#) Alimentazione: [Batteria 12V-48V](#)

0.6 m/s<sup>2</sup> 1.2 m/s<sup>2</sup> Max  
Max valore valore dichiarato  
misurato sul dal produttore  
campo



**HYSTER**  
**E2.00XMS**

Tipologia: [Carrello sollevatore \(muletto\)](#) Alimentazione: [Batteria 12V-48V](#)

0.7 m/s<sup>2</sup> 1.2 m/s<sup>2</sup> Max  
Max valore valore dichiarato  
misurato sul dal produttore  
campo



**HYSTER**  
**1.2.5 XM**

Tipologia: [Carrello sollevatore \(muletto\)](#) Alimentazione: [Batteria 12V-48V](#)

0.7 m/s<sup>2</sup> 1.2 m/s<sup>2</sup> Max  
Max valore valore dichiarato  
misurato sul dal produttore  
campo



**HYSTER**  
**J1.80XM**

Tipologia: [Carrello sollevatore \(muletto\)](#) Alimentazione: [Batteria 12V-48V](#)

0.9 m/s<sup>2</sup> 1.2 m/s<sup>2</sup> Max  
Max valore valore dichiarato  
misurato sul dal produttore  
campo



**HYSTER**  
**RS46-36CH**

Tipologia: [Carrello sollevatore \(muletto\)](#) Alimentazione: [Motore a scoppio diesel](#)

0.2 m/s<sup>2</sup> 1.2 m/s<sup>2</sup> Max  
Max valore valore dichiarato  
misurato sul dal produttore  
campo



**JUNGHEINRICH**  
**EKX 513**

Tipologia: [Carrello elevatore commissionatore](#) Alimentazione: [Batteria 12V-38V](#)

1.14 m/s<sup>2</sup> Max  
valore dichiarato  
dal produttore