

d-A2019

Agenti fisici e salute nei luoghi di lavoro

Bologna 17 ottobre 2019



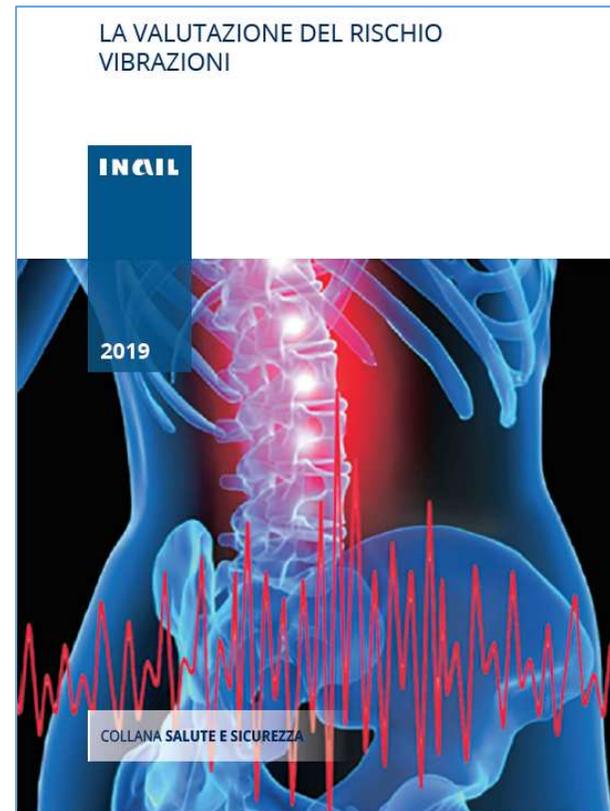
LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO VIBRAZIONI: LA NUOVA MONOGRAFIA INAIL

P. Nataletti¹⁾, A. Tirabasso¹⁾, R. Sabatino²⁾, P. Lenzuni³⁾

1) Dipartimento Medicina, Epidemiologia, Igiene del Lavoro e Ambientale, INAIL Roma

2) Dipartimento Innovazione Tecnologica, INAIL Roma

3) Unità Operativa Territoriale, INAIL Firenze





INTERNATIONAL STANDARD ISO 5349-1

INTERNATIONAL STANDARD ISO 5349-2:2001

INTERNATIONAL STANDARD ISO 2631-1

Second edition
1997-05-01

Corrected and reprinted
1007 07 15

**Mechanical vibration and shock —
Evaluation of human exposure
to whole-body vibration —
Part 1:
General requirements**

*Vibrations et chocs mécaniques — Évaluation de l'exposition des individus
à des vibrations globales du corps —
Partie 1: Exigences générales*

D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81
Testo coordinato con il D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106

TESTO UNICO SULLA SALUTE E SICUREZZA SUL LAVORO

Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
(Gazzetta Ufficiale n. 101 del 30 aprile 2008 - Suppl. Ordinario n. 108)
(Decreto integrativo e correttivo: Gazzetta Ufficiale n. 180 del 05 agosto 2009 - Suppl. Ordinario n. 142/L)

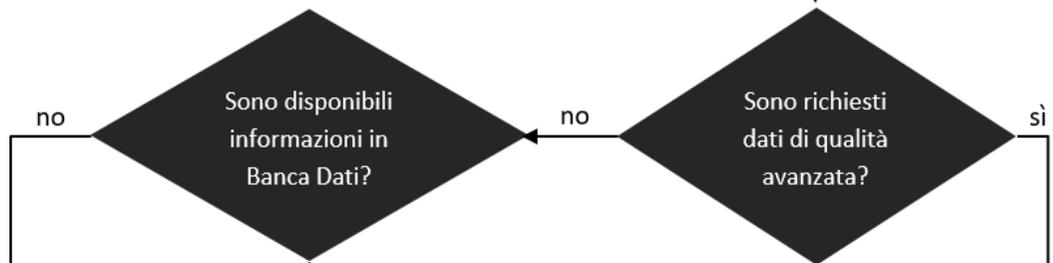
**Titolo VIII – Capo III
PROTEZIONE DEI LAVORATORI DAI
RISCHI DI ESPOSIZIONE A VIBRAZIONI**

- Allegato XXXV
- A. Vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio.
 - B. Vibrazioni trasmesse al corpo intero.

I PERCORSI

Per la quantificazione dell'accelerazione

Valutazione dell'esposizione a vibrazioni



Marca: BOSCH
 Modello: GSS 0
 Tipologia: Smerigliatrici (diritte-assili, verticali, angolari)
 Peso: 3,9 kg
 Potenza: 1,15 kW
 Alimentazione: Elettrica 230V-50Hz
 Dispositivi antibrucchi: Assenti
 NOTE: 5800 giri/min
 Fonte dati: Acquisto sul campo da misuratore

Valori dichiarati ai sensi della norma EN 50144-2-3
 (x 2,0 Taglio - x 1,5 Smerigliatura - x 1,0 Lucidatura)

CONDIZIONE	MATERIALE	ACCESSORI	VALORE	Note
NON INDICATO	NON INDICATO	NON INDICATO	7 m/s ²	

Misure sul Campo (Clicca per visualizzare le misure in campo)

LAVORAZIONE: LEVIGATURA, LUCIDATURA
 MATERIALE LAVORATO: Pietra
 ACCESSORIO: Spazzola
 COMPARTO: Colazione marini e pietre ornamentali

1 m/s²

Misure



Dati forniti dal fabbricante

317 EL
 Questa elettrosegga soddisfa le stesse esigenze professionali in termini di affidabilità, sicurezza ed ergonomia delle nostre motoseghe a benzina. Grazie al corpo allungato, al potente motore elettrico ed ai bassi livelli di vibrazione e rumorosità, questa motosegga è ideale per i lavori sia in interni che in esterni. Tempo di stop massimo di un secondo per la massima sicurezza.

Facile da maneggiare
 Motore in posizione longitudinale per una motosegga snella e facile da maneggiare.

Livello dell'olio
 La finestra trasparente facilita il controllo del livello dell'olio della catena.

Dati tecnici	Valori	Vantaggi
Motore		
Tensione	220-240V	
Potenza nominale	1.700W	
Volume scaricato dall'olio	0,10l	
Lunghezza della barra raccomandata	35-40 cm	
Passo catena	3/8"	
Emissione di rumore LWA	104 dB(A)	
Livello acustico	95 dB(A)	
Ergonomia		
Vibrazione impugnatura ant./post.	4,4 m/s ²	
Dimensioni generali		
Peso senza l'equipaggiamento di taglio	4,4 kg	

Quali questioni rimangono aperte?

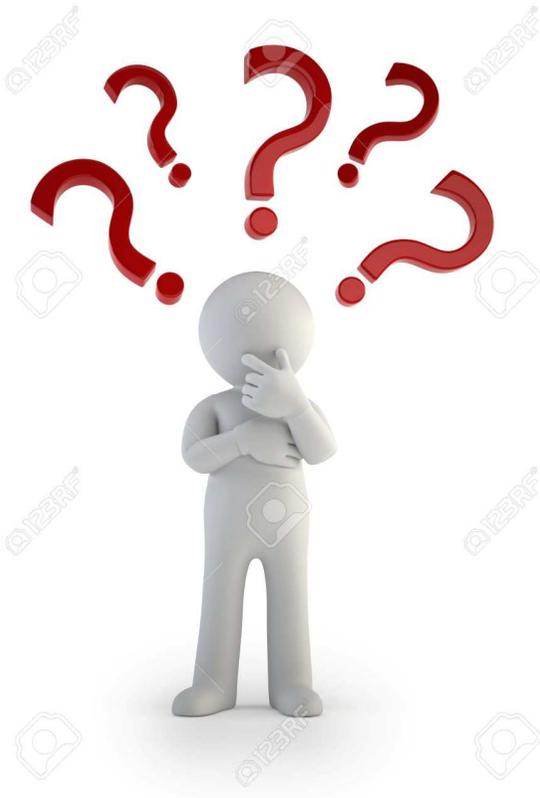
Incoerenza fra legge e normativa tecnica

Concetti richiamati dalla legge ma assenti nella normativa tecnica o viceversa

Aspetti pratici/operativi della misura

Calcolo dell'incertezza

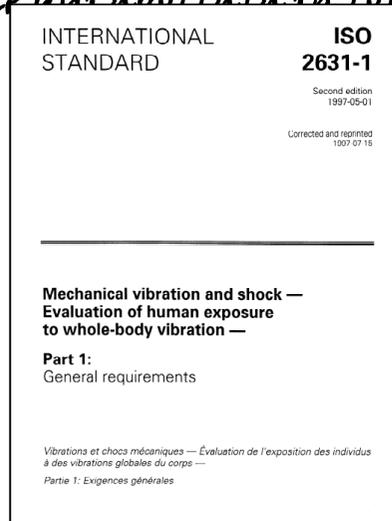
Interventi di prevenzione e protezione



ESPOSIZIONE A TUTTO IL CORPO (WBV)

DESCRITTORE MONOASSIALE O TRIASSIALE ?

La valutazione del livello di esposizione alle vibrazioni si basa sul calcolo dell'esposizione giornaliera $A(8)$ espressa come l'accelerazione continua equivalente su 8 ore, calcolata come il più alto dei valori quadratici medi delle accelerazioni ponderate in frequenza, determinati sui tre assi ortogonali ($1,4 \cdot a_{wx}$, $1,4 \cdot a_{wy}$, $1 \cdot a_{wz}$, per un lavoratore seduto o in piedi), conformemente alla norma ISO 2631-1 (1997) che viene qui adottata in toto.



- a) non c'è traccia della quantità $A(8)$, che è una creazione dello standard per HAV (ISO 5349-1)
- b) non esiste alcuna espressione per cumulare esposizioni relative a veicoli o attività diverse.

DESCRITTORE A(8) MONOASSIALE O TRIASSIALE ?

Monoassiale

$$A(8) = \max(k_x a_{wx}, k_y a_{wy}, k_z a_{wz}) \sqrt{\frac{T_e}{8}} \text{ m/s}^2$$

Coerente con il dettato di legge

**Coerente con la UNI ISO 2631-1
(punto 7.2.2 e nota associata)**

Possibili sottostime

**Scarsa correlazione con le più recenti
evidenze epidemiologiche**

Triassiale

$$A(8) = \sqrt{k_x^2 a_{wx}^2 + k_y^2 a_{wy}^2 + k_z^2 a_{wz}^2} \sqrt{\frac{T_e}{8}} \text{ m/s}^2$$

In conflitto con il dettato di legge

Scarsamente supportato dalla ISO 2631-1

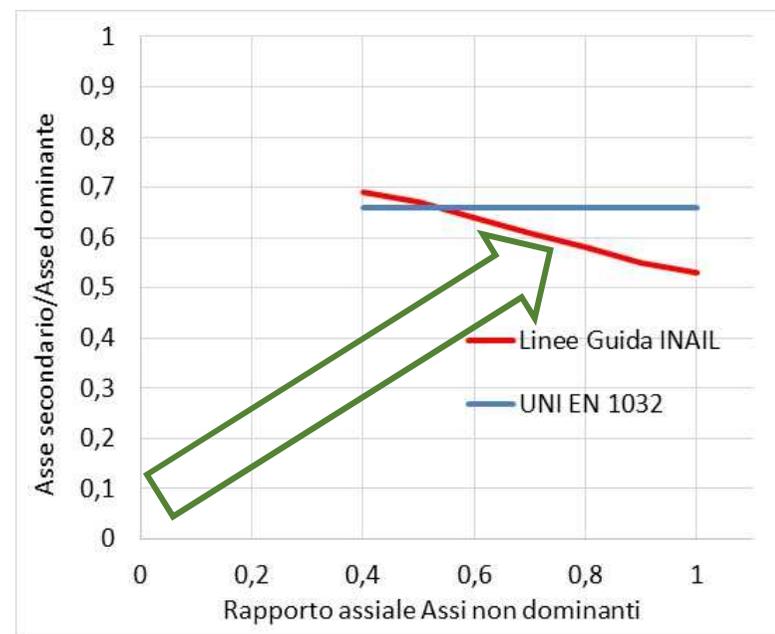
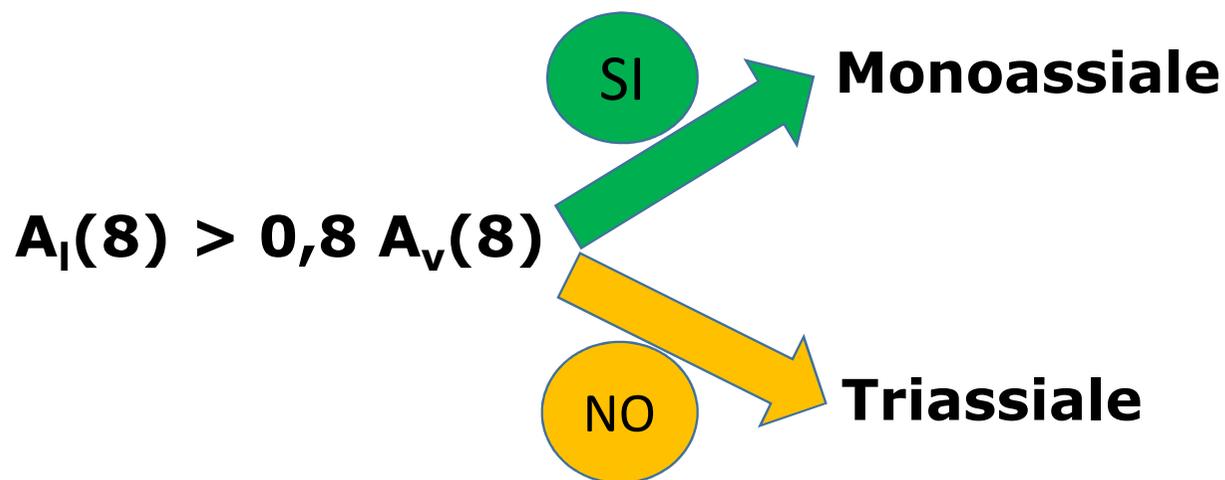
Immune da possibili sottostime

**Buona correlazione con le più recenti
evidenze epidemiologiche**

DESCRITTORE MONOASSIALE O TRIASSIALE ?

Si calcolano i tre valori assiali di $A(8)$: $A_l(8)$ ($l = x, y, z$)

Si calcola il valore triassiale di $A(8)$: $A_v(8)$



DESCRITTORI AGGIUNTIVI

Lo Standard ISO 2631-1 consiglia, in caso di presenza di vibrazioni impulsive con un Fattore di Cresta > 9 , di utilizzare, come ulteriore descrittore per la valutazione dell'esposizione umana a vibrazioni al corpo intero, il valore di dose di vibrazione ponderata alla quarta potenza, VDV:

$$VDV = \left[\int_0^T a_w^4(t) dt \right]^{1/4} \quad (\text{m/s}^{1,75})$$

Direttiva 2002/44/CE:

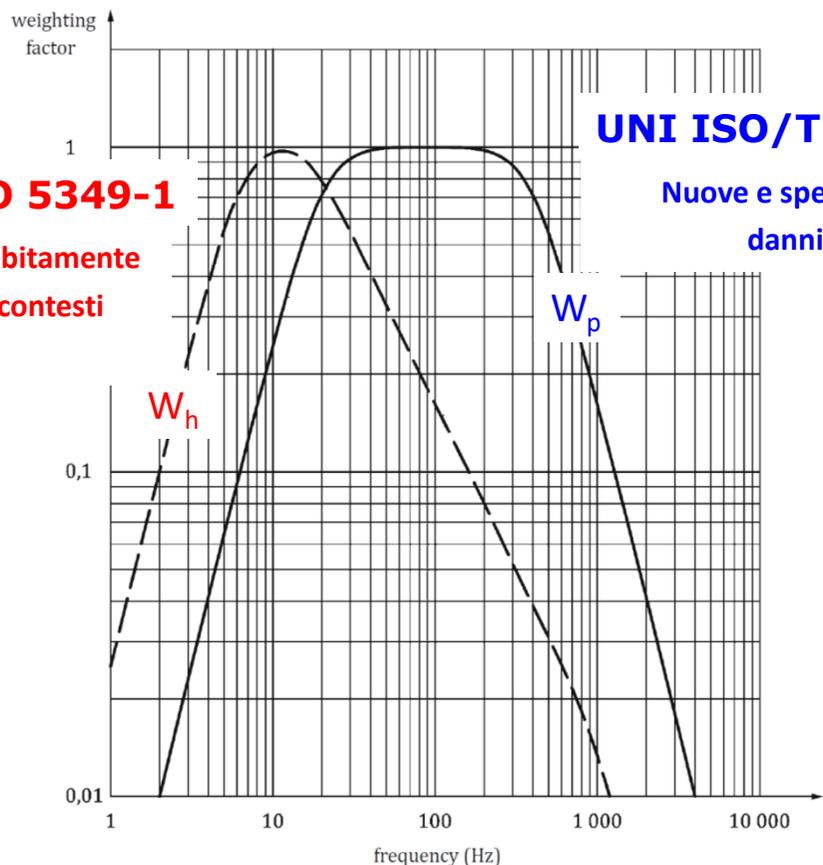
Valore Azione 9,1 m/s^{1,75}; Valore Limite 21 m/s^{1,75}

ESPOSIZIONE AL SISTEMA MANO-BRACCIO (HAV)

NUOVI METODI PER LA VALUTAZIONE DI ESPOSIZIONI ALLA LUCE DI POSSIBILI DANNI VASCOLARI

UNI EN ISO 5349-1

Datata ed indebitamente
estrapolata in contesti
impropri



UNI ISO/TR 18570

Nuove e specifica per
danni vascolari

$$a_{pv} = \sqrt{a_{px}^2 + a_{py}^2 + a_{pz}^2}$$

SOGLIA: $A(8)_{pv} \approx 7 \text{ m/s}^2 - 10 \text{ m/s}^2$

USO DELLE INFORMAZIONI CONTENUTE NELLA BANCA DATI VIBRAZIONI DEL PAF

La banca dati di vibrazioni del PAF, utilizzabile ai fini della valutazione del rischio, ha lo scopo di garantire un'agevole reperibilità dei valori di accelerazione prodotti da una notevole quantità di macchinari (2.823 utensili HAV e 1.105 macchine WBV), i quali possono essere utilizzati per:

- verificare il rispetto o il superamento dei valori soglia di legge e assegnare la corretta classe di rischio;
- verificare la compatibilità del macchinario con il valore limite di esposizione su tempi brevi, con potenziale esclusione dal mercato di attrezzature con eccessivi livelli di vibrazione, ovvero tali da produrre un superamento dei valori limite di esposizione per periodi brevi (20 m/s² HAV, 1,5 m/s² WBV);
- consentire ai datori di lavoro, ed ai loro consulenti, di orientarsi, in fase di acquisto di nuovi macchinari, verso attrezzature che producano il minore livello di vibrazioni, a parità di prestazioni offerte;
- favorire il più possibile l'attuazione immediata di interventi di riduzione del rischio alla fonte.

USO DELLE INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COSTRUTTORE NEL LIBRETTO D'USO E MANUTENZIONE

Oltre che mediante misure e mediante l'utilizzo di BDV, l'accelerazione associata all'utilizzo di un dato utensile/veicolo può essere determinata anche sulla base delle informazioni fornite in materia dal costruttore dell'attrezzatura. Queste informazioni sono reperibili all'interno del libretto d'uso e manutenzione, nel quale esse devono essere riportate secondo quanto indicato nella specifica versione della direttiva macchine ("vecchia" o "nuova") ai sensi della quale l'attrezzatura è stata certificata.

Tabella 8 – Prospetto sintetico degli standard di misura delle vibrazioni prodotte dagli utensili HAV ai fini della dichiarazione dei valori di emissione		
Tipologia di utensile	Norme di vecchia generazione Condizioni di prova artificiali	Norme di nuova generazione Condizioni di prova realistiche
Pneumatico	UNI EN ISO 28662	UNI EN ISO 28927
Elettrico	CEI EN 60745 – CEI EN 50144 (fino al 2007)	CEI EN 60745 – CEI EN 50144 (dal 2008)

↓

$$a_{hv} = a_{dich} \cdot F_{corr}$$

↓

$$a_{hv} = a_{dich}$$

CAPITOLO 3 – IL DVR

Tabella 9 – Check list di valutazione per eventuale giustificazione del rischio HAV

N.	
1	Nell'attività dell'azienda si fa uso di attrezzature p che espongono a vibrazioni?
2	I RLS segnalano esposizioni a vibrazioni o ci sono lamentano intorpidimenti o formicolii alle mani c
3	Il MC nella sua valutazione o durante i sopr ha individuato lavorazioni che espongono a vib
Se la risposta è negativa a tutti i precedenti quesiti, è “ della valutazione. L'esito della check list può esse	
Se qualche risposta è positiva, la valutazione va approfond ed adottate le adeguate misure di prevenzi	

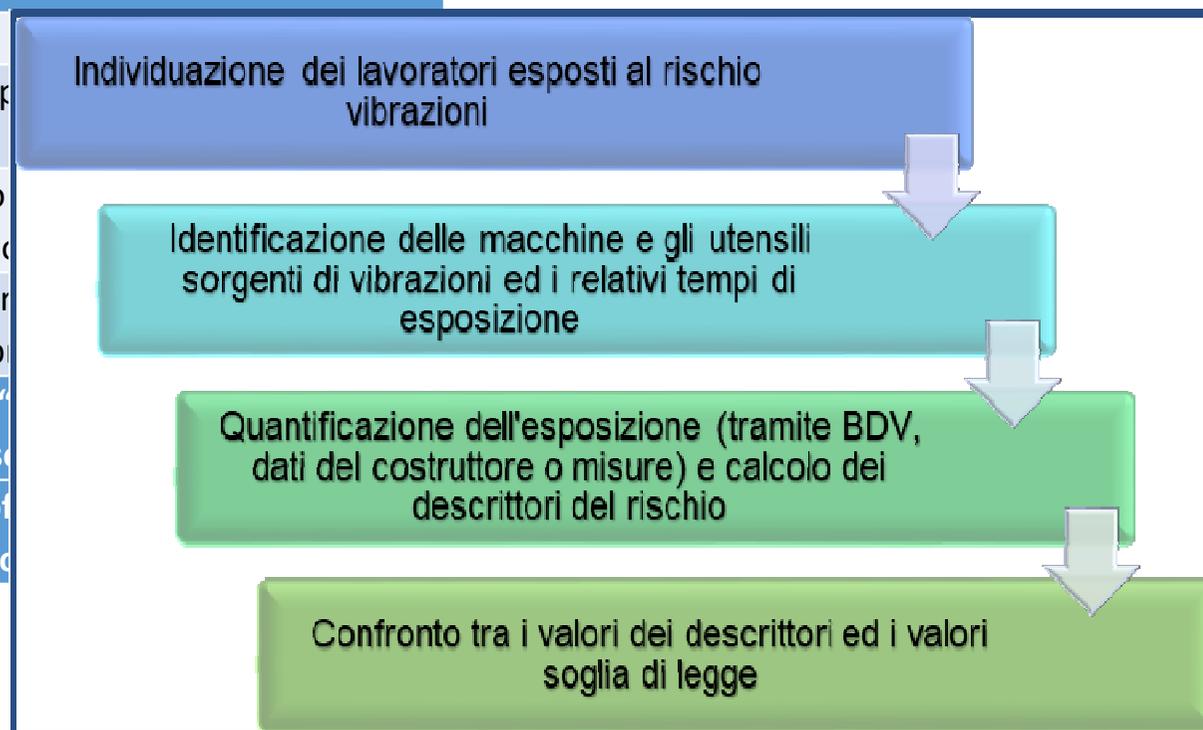


Figura 12 – Procedura che conduce alla determinazione dell'esposizione A(8)

CAPITOLO 3 – IL DVR

Al valore misurato/calcolato del descrittore di rischio $A(8)$ va associata l'incertezza estesa, calcolata in riferimento ad un intervallo di confidenza monolaterale. Supponendo che la distribuzione di $A(8)$ sia approssimativamente gaussiana, ed assumendo, come di consueto, un livello di confidenza del 95%, va adottato un fattore di copertura $k = 1,645$. L'espressione per il calcolo dell'incertezza estesa associata all'esposizione giornaliera $A(8)$ è dunque:

$$U(A(8)) = 1,645 \times u(A(8))$$

Se si desidera confrontare il valore calcolato di $A(8)$ con una qualsiasi soglia, è possibile utilizzare il metodo illustrato nella norma UNI/TS 11326-2 per l'esposizione a rumore. Trattandosi di un caso di tutela del lavoratore, l'incertezza si applica in favore del medesimo e pertanto la soglia deve considerarsi non superata se e solo se viene soddisfatta la disequaglianza:

$$A(8) + U(A(8)) = A(8) + 1,645 \times u(A(8)) < \text{Soglia}$$

CAPITOLO 4 – IL CONTROLLO DELLE VIBRAZIONI

Figura 14 – Sedile ammortizzato e Silent Block



Figura 17 – Molle elicoidali (sospensione elastica)



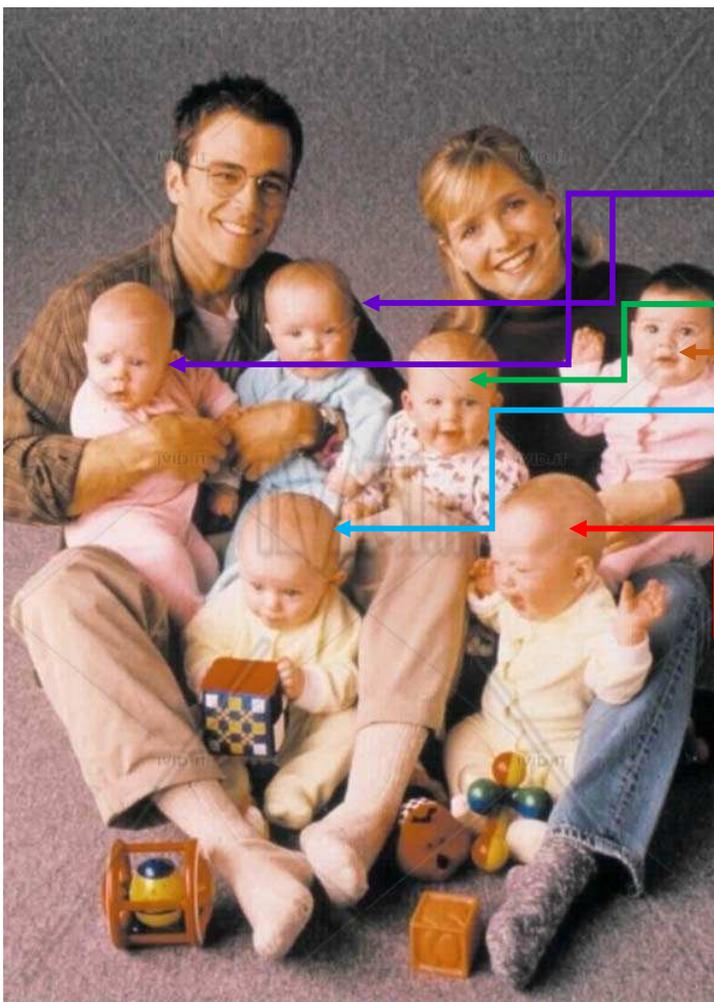
Figura 21 – Esempio di soluzione per la riduzione delle HAV



Figura 23 – Prototipo di sedile a controllo attivo Inail



APPENDICI



- A/B - Descrittori integrativi
- C - Comfort/interferenza
- D - Motion sickness (mal di moto)
- E - Portale Agenti Fisici
- F - Incertezza

LE NOSTRE RACCOMANDAZIONI

A/B - Descrittori integrativi WBV
D - Motion sickness (mal di moto)

E - Portale Agenti Fisici

C - Comfort/Interferenza

F - Incertezza
Nuovo metodo standardizzato
simile alla ISO 9612

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

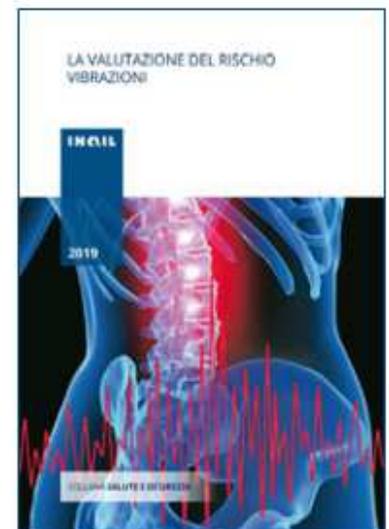
Edizioni: Inail - 2019

Disponibilità: Sì - Consultabile anche in rete

Info: dcplanificazione-comunicazione@inail.it



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



Grazie per l'attenzione!