

Rischio esposizione a vibrazioni



Iole Pinto
Fisico Dirigente
CentroLAT 164 ACUSTICA
ASL Toscana SE
Laboratorio Sanità Pubblica



Agenti fisici

Testo Unico sulla Sicurezza e
Salute sul Lavoro

D.M. 9 aprile 2008 n. 81

Titolo VIII “Agenti Fisici”

Capo III Vibrazioni

Articolo 181

Valutazione dei rischi

*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***

- *programmata ed effettuata, con cadenza almeno quadriennale, da personale qualificato ...in possesso di specifiche conoscenze in materia. ..aggiornata **ogni qual volta si verificano mutamenti che potrebbero renderla obsoleta**, ovvero, quando i risultati della sorveglianza sanitaria **rendano necessaria la sua revisione.***
- ***Il datore di lavoro nella valutazione dei rischi precisa quali misure di prevenzione e protezione devono essere adottate***

D.M. 9 aprile 2008 n. 81 Titolo VIII

“Agenti Fisici”

Articolo 182

Disposizioni miranti ad eliminare o ridurre i rischi

Tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di misure per controllare il rischio alla fonte, i rischi derivanti dall'esposizione agli agenti fisici sono eliminati alla fonte o ridotti al minimo.

La riduzione dei rischi

derivanti dall'esposizione agli agenti fisici si basa sui principi generali di prevenzione contenuti nel presente decreto.



Vibrazioni trasmesse al sistema mano braccio

Definizioni:

Vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio

“Vibrazioni meccaniche che, se trasmesse al sistema mano-braccio comportano un rischio per la salute e la sicurezza dei lavoratori, in particolare:

Effetti delle vibrazioni trasmesse al sistema MB: HAV

Patologie di tipo:

❑ **VASCOLARE:**

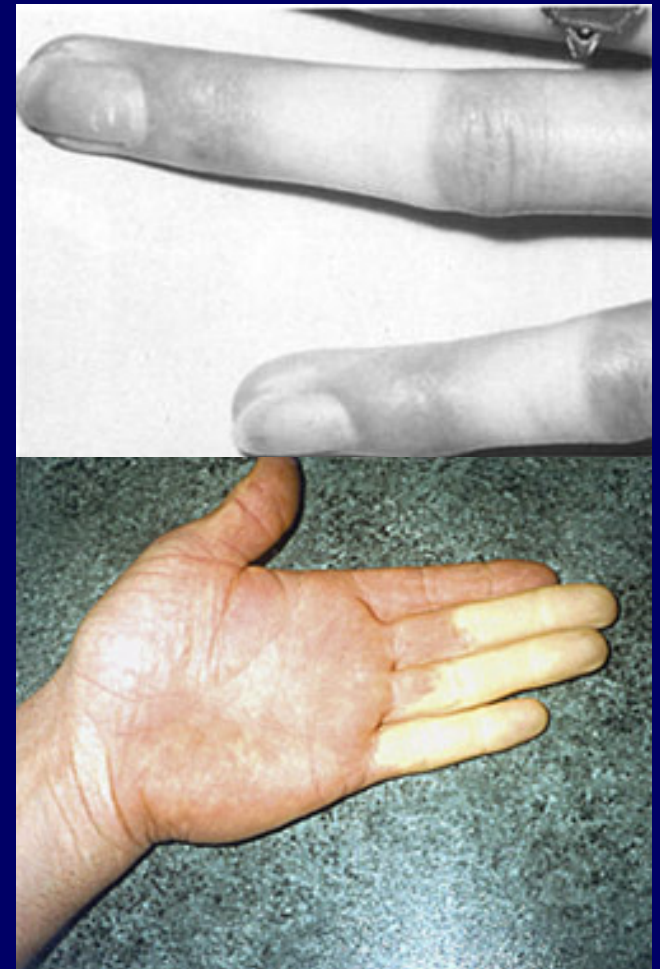
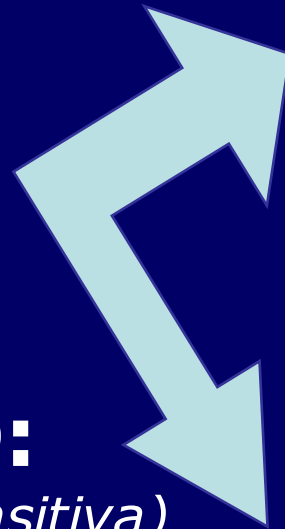
(fenomeno di Raynaud)

❑ **NEUROLOGICO:**

(neuropatia periferica sensitiva)

❑ **OSTEORTICOLARE:**

(lesioni croniche degeneranti a carico dei segmenti ossei)



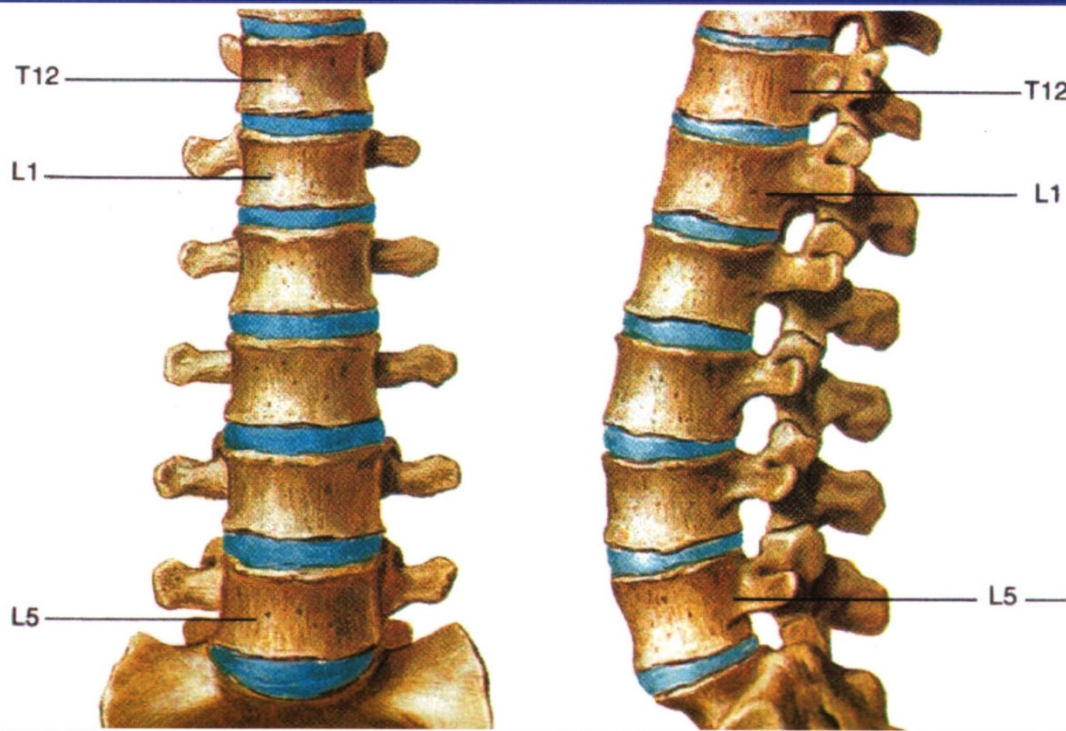
Vibrazioni trasmesse al corpo intero WBV

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

VIBRAZIONI TRASMESSE AL CORPO INTERO WBV

Disturbi e patologie del rachide

Il rachide lombare



vibrazioni WBV

a bordo mezzi di trasporto, piattaforme etc.:
criteri ergonomici



**ISO 6954:2000 Mechanical vibration -
Guidelines for the measurement,
reporting and evaluation of vibration
with regard to habitability on
passenger and merchant ships**

**Vibrazioni dello scafo dovute al moto ondoso: 0,1-
0,3 Hz**

Mal di mare ed ergonomia posture a bordo

**Vibrazioni da elica e motore: disagio passeggeri
ed equipaggio (20 Hz – 50 Hz)**



D.Lgvo 81/2008 Titolo VIII capo III

ALLA BASE DELLA DIRETTIVA



L'identificazione esposizione e valutazione del rischio

■ Identificazione esposizione con misurazioni

In accordo con le metodiche di misura stabilite da Standard CEN ISO

■ Identificazione esposizione senza misurazioni

Sulla base di Banche Dati (in Italia

www.portaleagentifisici.it), informazioni fornite dal costruttore

HAV:

ISO 5349 Accelerazione: somma vettoriale

$$A_{(w)\text{sum}} = \sqrt{a_{wx}^2 + a_{wy}^2 + a_{wz}^2}$$

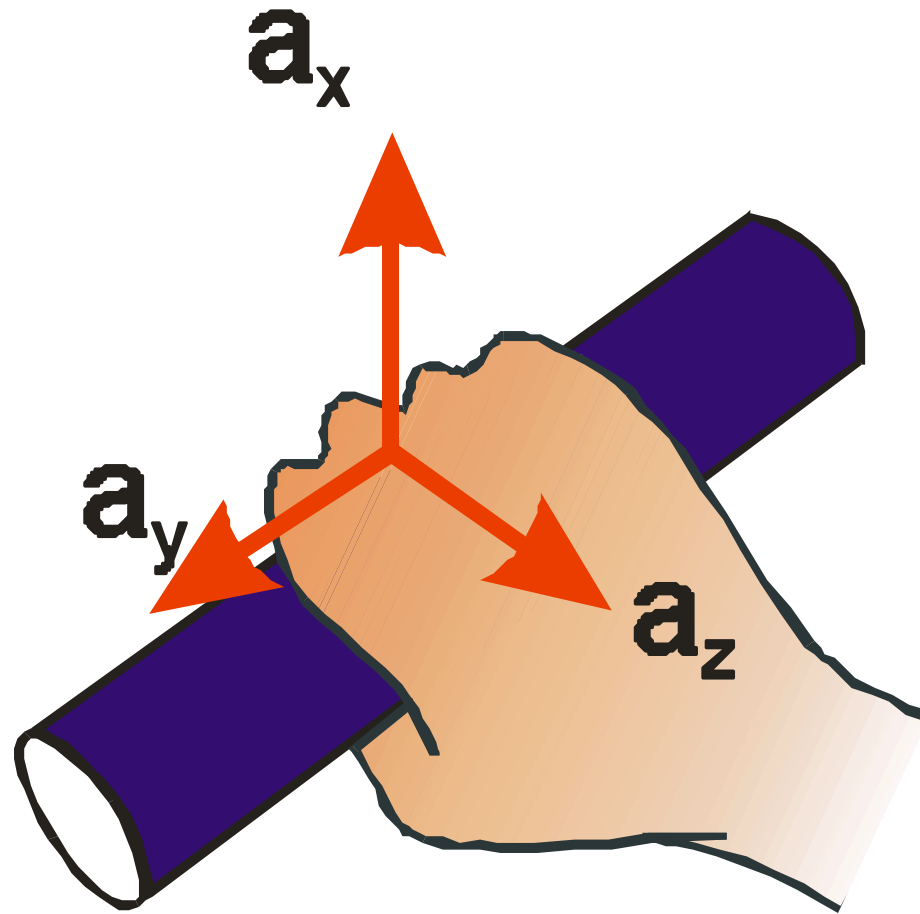
Valutazione del rischio:
esposizione giornaliera
riferita ad 8 ore di
lavoro



$$A(8) = A_{(w)\text{sum}} \sqrt{\frac{T_e}{8}}$$

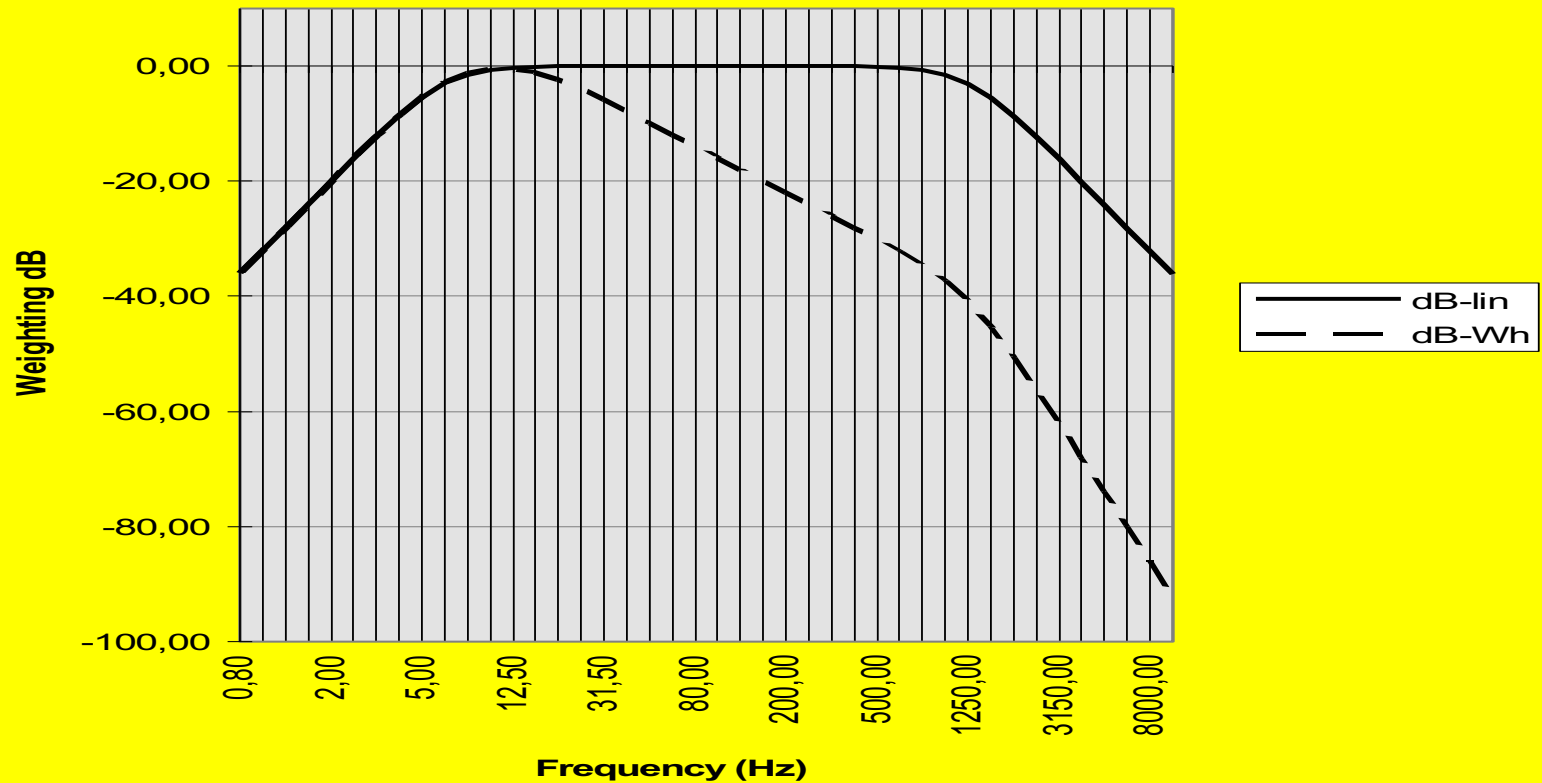
HAV: assi di misura

Norma ISO 5349/2001



curve di ponderazione Wlin e Wh Norma ISO 5349/2001

Frequenze di interesse: 1 Hz - 1200 Hz



WBV:

Accelerazione assiale massima

$$A_{wmax} = \text{Max} (1.4 \times a_{wx}; 1.4 \times a_{wy}; a_{wz})$$

Valutazione del rischio:
esposizione giornaliera
riferita ad 8 ore di
lavoro



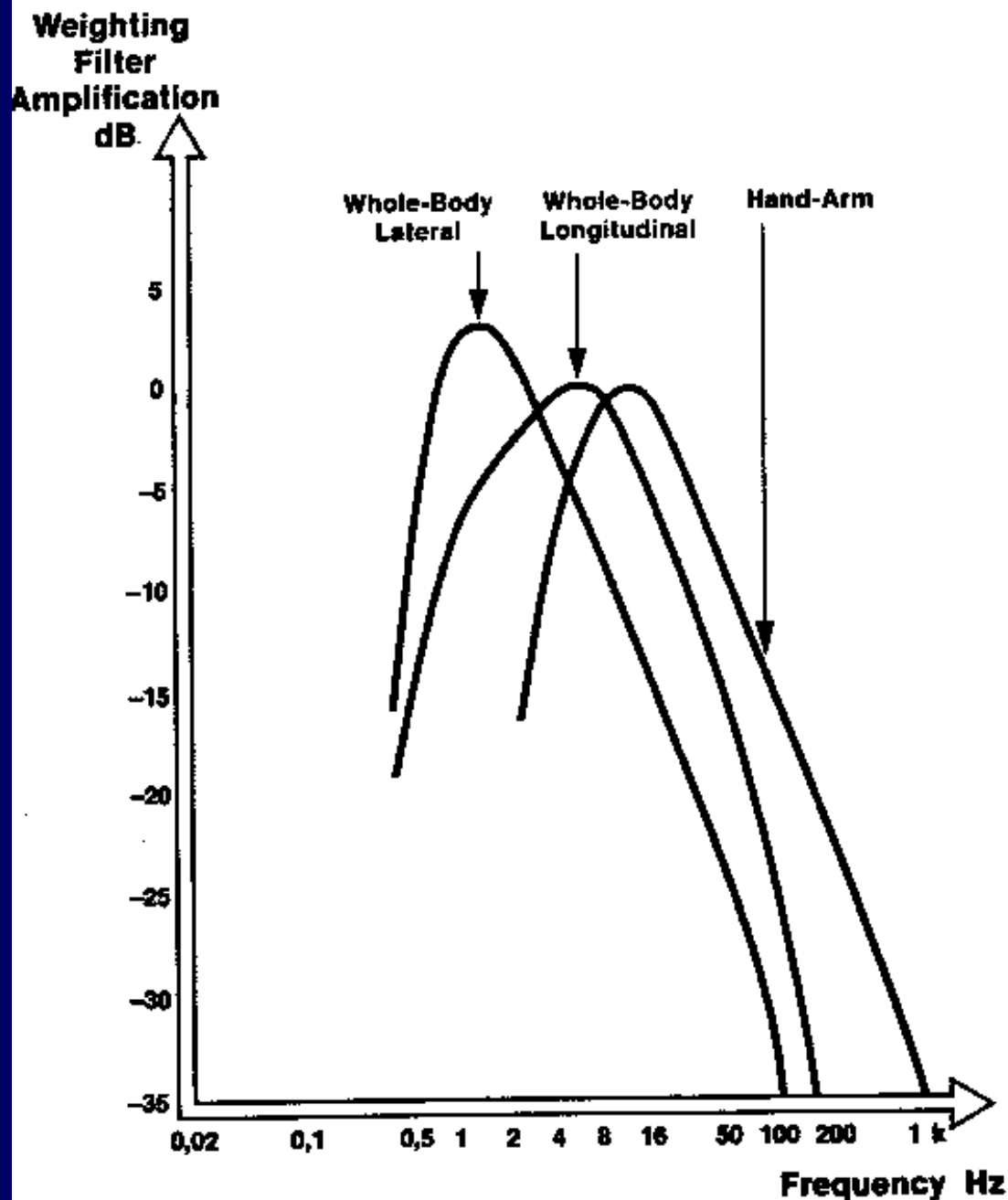
$$A(8) = A_{(w)max} \sqrt{\frac{T_e}{8}}$$

WBV ISO 2631-1

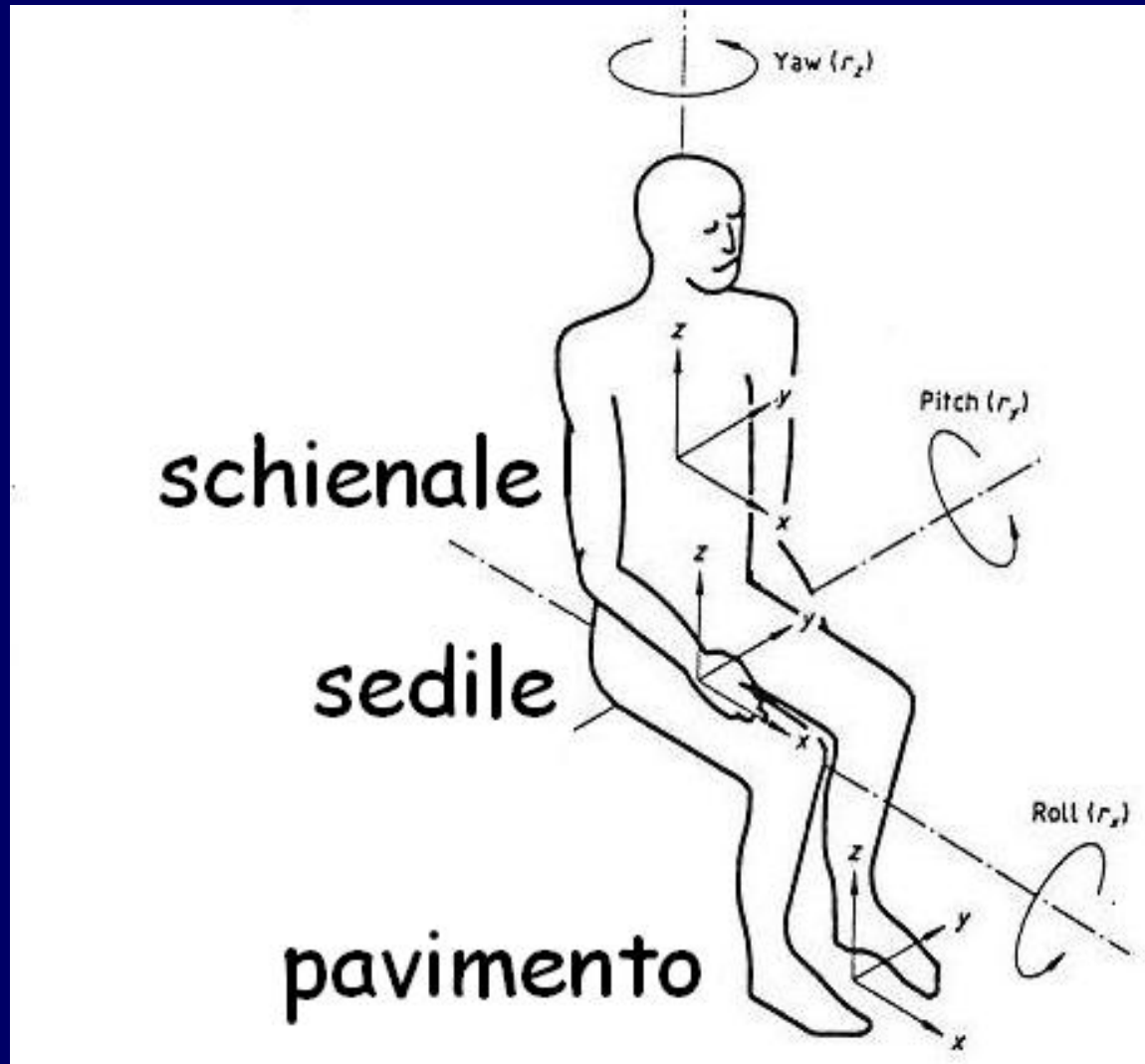
- 2 curve di ponderazione
- X-Y (longitudinale)
- Z (trasversale)

Frequenze di interesse:

1 Hz - 100 Hz



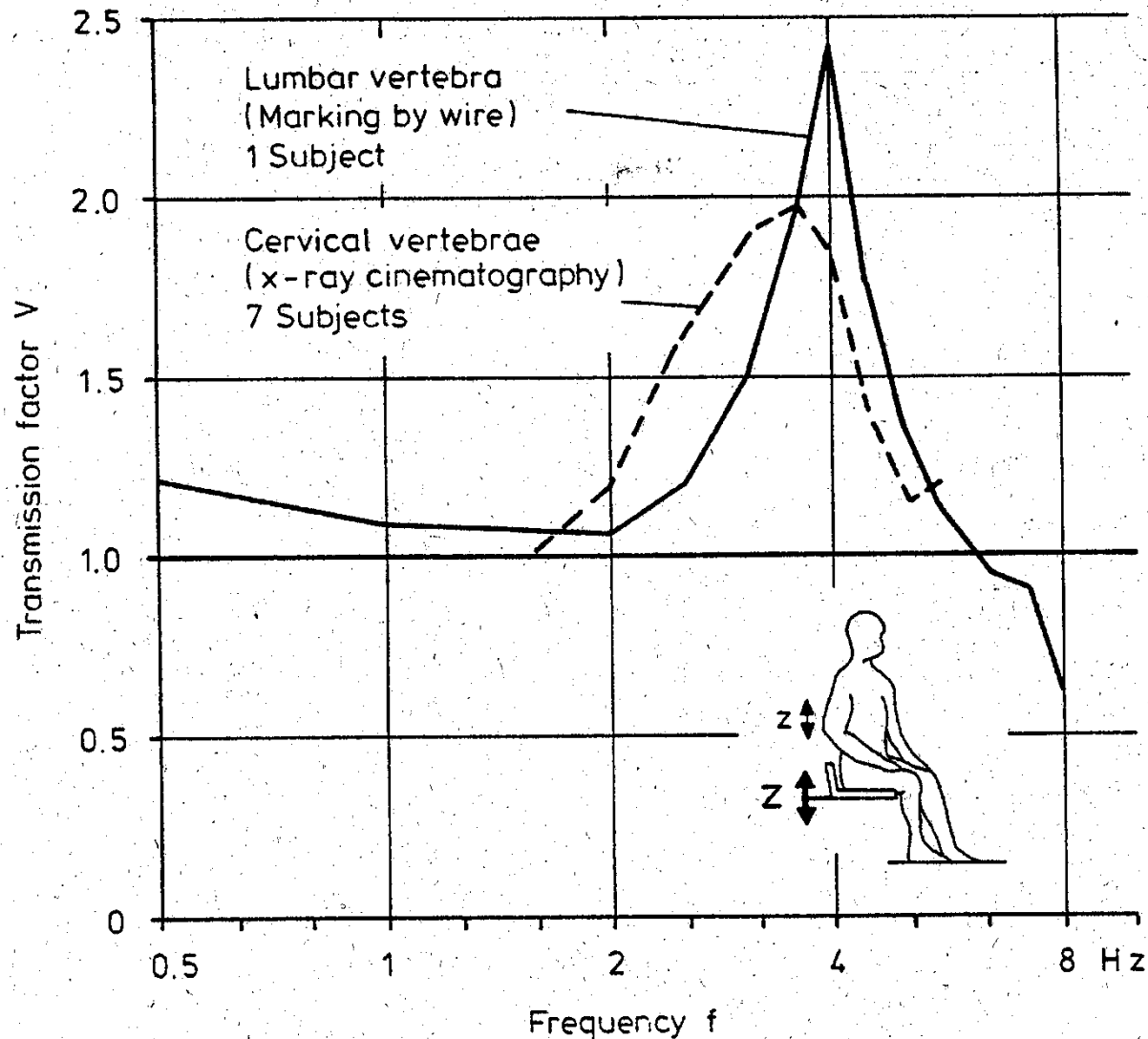
UNI EN ISO 2631-1 WBV ASSI



X, Y longitudinale

Z Trasversale

WBV – Curve ponderazione: tengono conto della risposta della colonna vertebrale alle differenti frequenze



D.Lgvo 81/2008 Titolo VIII capo III

Livelli di azione e valori limite:

Vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio

Livello d'azione
giornaliero di
esposizione
 $A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2$

Valore limite giornaliero
di esposizione
 $A(8) = 5 \text{ m/s}^2$

Vibrazioni trasmesse al corpo intero

**Livello d'azione
giornaliero esposizione
 $A(8) = 0,5 \text{ m/s}^2$**

**↓ Valore limite giornaliero
(1,15) di esposizione
 $A(8) = 1,0 \text{ m/s}^2$**

INTRODOTTI LIVELLI MASSIMI A_{WRMS}

PER LIMITARE ESPOSIZIONI
PARTICOLARMENTE ELEVATE
ANCHE SE DI BREVE DURATA

- MANO BRACCIO: 20 m/s²
- CORPO INTERO: 1,5 m/s²

1 minuto

5 minuti

DURATA SIGNIFICATIVA AI FINI DELLA MISURA
RMS

Esempio...

- Martello perforatore
 a_w (rms) = 25 m/s²

Vietato!!!!
Superato il limite
 a_{wrms} 20 m/s²

T_e = 18 minuti

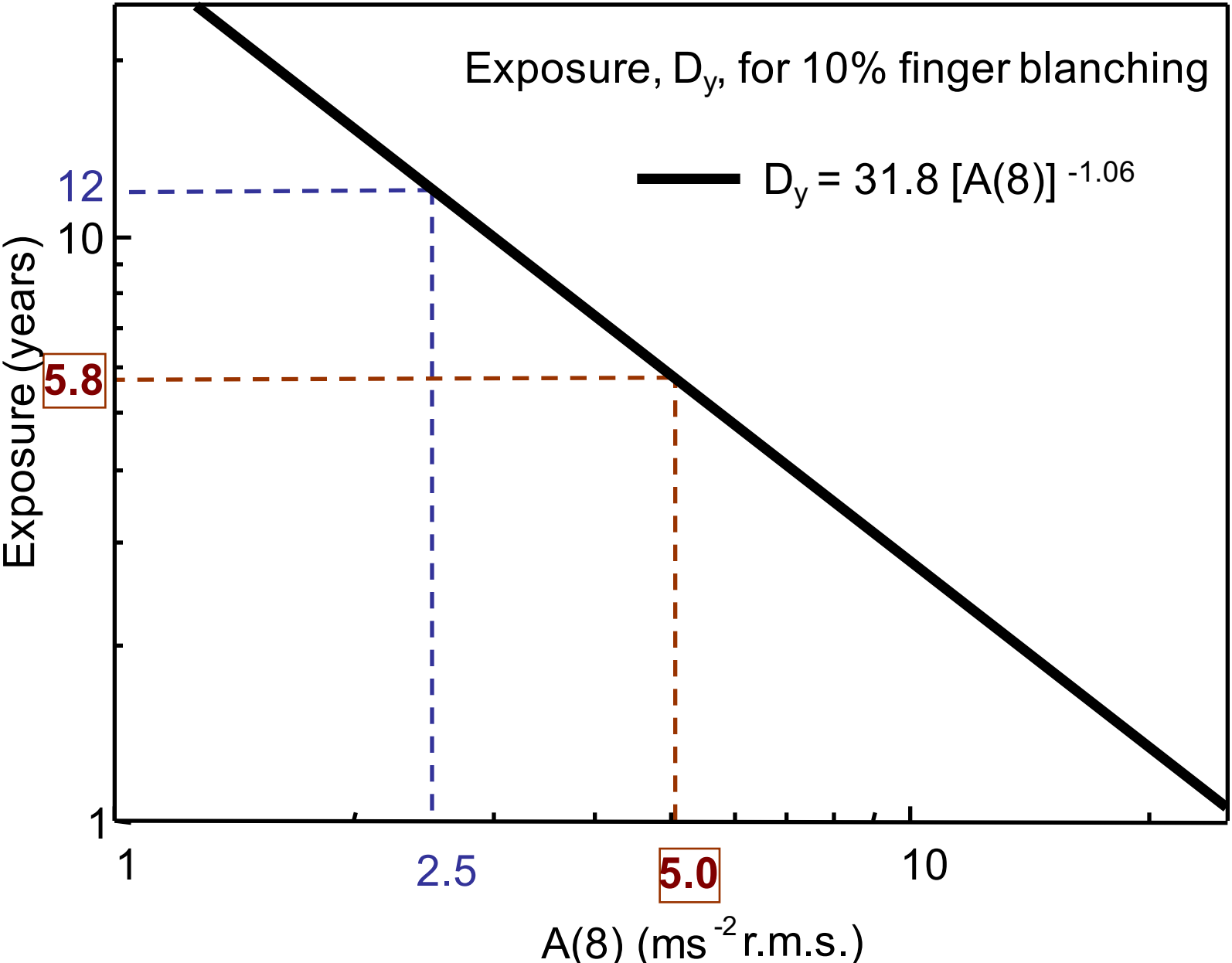
A_8 = 5 m/s²



A_8 inferiore valore
limite
5 m/s²



Finger blanching probability: ISO 5349 (2001)



Fattori di rischio per mano-polso (sindrome del tunnel carpale)

Fattori di rischio	Forte evidenza	Evidenza	Insufficiente evidenza
Ripetitività		✓	
Forza		✓	
Postura			✓
Vibrazioni		✓	
Combinazione di fattori	✓		

FATTORI FISICI E BIOMECCANICI

	Hoogendoorn, 1997	NIOSH, 1997
Movimentazione manuale carichi	Forte	Forte
Lavori pesanti	Moderata	Forte
Prolungato cammino e/o Stazione eretta	No	
Lavoro seduto	No	
Posture fisse		Insufficiente
Vibrazioni tutto il corpo	Forte	Forte

Livelli di protezione attesi

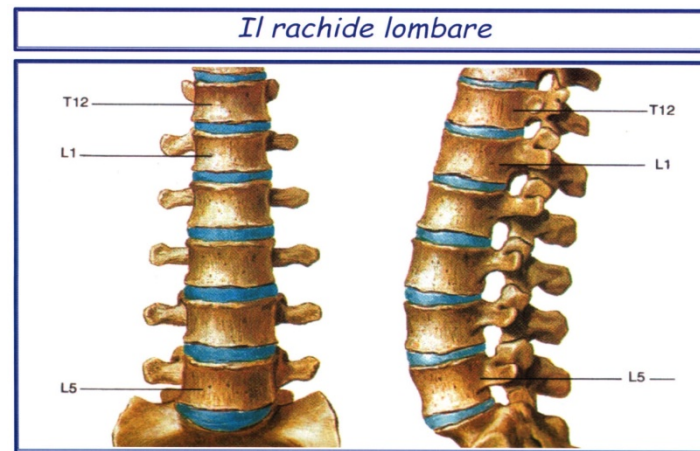
- La protezione fornita dal “valore di azione” e dal “valore limite di esposizione” non è dichiarata.
- L'ISO 5349 (2001) predice il 10% di VWF dopo:
 - 12 anni di esposizione al “valore di azione”.
 - 5.8 anni di esposizione al “valore limite”.
- **WBV: RICOBOSCIUTO INCREMENTO DI RISCHIO: NON NOTA CURVA DOSE-RISPOSTA**
- Il “valore di azione” e il “valore limite di esposizione” non rappresentano limiti di sicurezza per la salute dei lavoratori.

Cosa altro considerare nella valutazione del rischio? (Art. 202 comma 5):

- le informazioni fornite dal costruttore dell'attrezzatura di lavoro;
- *l'esistenza di attrezzature alternative progettate per ridurre i livelli di esposizione alle vibrazioni meccaniche;*
- *COFATTORI DI RISCHIO: FREDDO; POSTURE; IMPATTI MULTIPLI ETC. ETC.*

vibrazioni WBV

a bordo navi passeggeri, mercantili e
pescherecci: **A8 GENERTALMENTE INFERIORE
LIVELLO D' AZIONE**
**...COMUNQUE...LE VIBRAZIONI
RAPPRESENTANO UN IMPORTANTE
COFATTORE RISCHIO**



**ESEMPIO: TUTTE LE LAVORAZIONI A BORDO
AVVENGONO IN PRESENZA DI VIBRAZIONI...**

LAVORARE IN PRESENZA DI VIBRAZIONI COMPORTA:

- l'assunzione di posture forzate per il mantenimento dell'equilibrio
- un incremento delle forze di compressione sui dischi intervertebrali soprattutto nelle operazioni di movimentazione di carichi, trasporto materiali, spostamenti, che sono frequenti in tutte le operazioni lavorative a bordo delle imbarcazioni



Törner M, Almstrom C, Kadefors R, Karlsson R. Working on a moving surface – a biomechanical analysis of musculoskeletal load due to ship motions in combinations with work. Ergonomics 1994; 37(2): 345-62

Bazrgari B, Shirazi-Adl A, Kasra M. Computation of trunk muscle forces, spinal loads and stability in whole-body vibration. Journal of Sound and Vibration 2008; 318: 1334-47

Vecchia “Direttiva Macchine” 98/37/CE recepita in Italia dal D.P.R. 24 luglio 1996 n. 459

- prescrive al punto 1.5.9. *“Rischi dovuti alle vibrazioni”* che: *“La macchina deve essere progettata e costruita in modo tale che i rischi dovuti alle vibrazioni trasmesse dalla macchina siano ridotti al livello minimo, tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di mezzi atti a ridurre le vibrazioni, in particolare alla fonte*

Macchine portatili tenute o condotte a mano

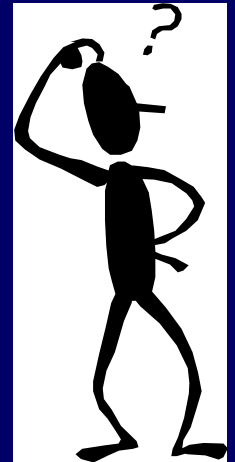
- la “vecchia” Direttiva Macchine imponeva che, tra le altre informazioni incluse nelle istruzioni per l’uso, **sia dichiarato** *“il valore medio quadratico ponderato in frequenza dell’accelerazione cui sono esposte le membra superiori quando superi i*
2.5 m/s².
- Se l’accelerazione non supera i **2.5 m/s²** occorre segnalarlo

“Vecchia Direttiva Macchine” - macchinari mobili: punto 3.6.3

- *le istruzioni per l'uso contengano, oltre alle indicazioni minime di cui al punto 1.7.4, le seguenti indicazioni:*
- *il valore quadratico medio ponderato, in frequenza, dell'accelerazione cui sono esposte le membra superiori quando superiori a $2,5 \text{ m/s}^2$; se tale livello è inferiore o pari a $2,5 \text{ m/s}^2$, occorre indicarlo;*
- *il valore quadratico medio ponderato, in frequenza, dell'accelerazione cui è esposto il corpo (piedi o parte seduta) quando superiori a $0,5 \text{ m/s}^2$;*
- *se tale livello è inferiore o pari a $0,5 \text{ m/s}^2$, occorre indicarlo.*

Come utilizzare i valori dichiarati

CEN/TR 15350:2006



Mechanical vibration –
Guideline for the assessment of exposure
to hand-transmitted vibration using
available information
including that provided by
manufacturers of machinery

CEN/TR 15350:2006

Utensili pneumatici:

Serie :

EN 28862 (ISO 8662)

Utensili elettrici:

Serie:

EN 60745 – EN 50144

Esempio coefficienti moltiplicativi

Dichiarato	Stimato in campo
Motoseghe	X 1
Smerigliatrici	X 1.5 – 2
Martelli perforatori	X 1.5

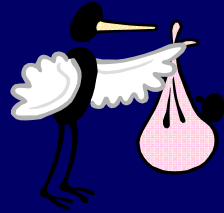
“Nuova” Direttiva Macchine :
importanti novità... Direttiva 2006/42/EC...
(recepita con il DLgs.27/01/2010 n.17)



I costruttori nella produzione di nuovi macchinari hanno l'obbligo di ridurre al minimo il rischio vibrazioni... tenuto conto del progresso tecnico...a tale fine...

...devono fare anche riferimento alla valutazione comparativa dei valori di emissione dichiarati per simili tipologie di macchinario

In ottemperanza della nuova Direttiva 2006/42/EC



Gli Standard esistenti per la
dichiarazione dei valori di emissione sono
adeguati?

NO!

Esigenza di adeguamento entro l'entrata
in vigore della Nuova Direttiva Macchine:
in Europa entro 2009 - in Italia
06/03/2010

Nuovi standard tipo B: EN ISO 20643: 2005
Hand Held and Hand Guided Machinery:
Principles for evaluation of vibration emission

- Valori dichiarati dai produttori misurati in condizioni realistiche di impiego:
- rappresentative delle condizioni espositive a maggior rischio:
- Sui 3 assi e sulle differenti impugnature
- Dichiarazione dell'incertezza estesa K
- Dichiarazione dell'estremo inferiore e superiore nelle differenti condizioni di impiego

CEN/TR 15350:2006

Utensili pneumatici:

Vecchia Serie :

EN 28862 (ISO 8662)

Utensili elettrici:

Vecchia Serie:

EN 60745 – EN 50144

EN ISO 20643: 2005

- Utensili pneumatici:
- Nuova Serie :
- EN ISO 28927 ((dal 2008-09)

Utensili elettrici:

Nuova Serie (dal 2007)

EN 60745 – EN 50144

Nuova direttiva Macchine 2006/42/EC valori dichiarati dal produttore nel libretto

Informazioni sulla rumorosità e sulla vibrazione

Valori misurati conformemente alla norma EN 60745.	3 601 ...	H20 ... H27 ... H21 ...	H22 ... H23 ... H24 ... H25 ... H26 ...	H29 ...
Il livello di rumore stimato A dell'apparecchio ammonta normalmente a				
Livello di pressione acustica	dB(A)	91	91	91
Livello di potenza sonora	dB(A)	102	102	102
Incertezza della misura K=	dB	3	3	3
Usare la protezione acustica!				
Valori complessivi di oscillazioni (somma vettoriale in tre direzioni) misurati conformemente alla norma EN 60745:				
Levigatura della superficie (sgrossatura):				
Valore di emissione oscillazioni a_h	m/s^2	5,5	8,5	7,0
incertezza della misura K=	m/s^2	2,0	2,0	2,0
Levigatura con foglio abrasivo:				
Valore di emissione oscillazioni a_h	m/s^2	3,0	3,0	3,0
incertezza della misura K=	m/s^2	1,5	1,5	1,5

NUOVA EDIZIONE CEN/TR 15350 **(Agosto 2013)**

~~**CEN/TR 15350:2006**~~

**Mechanical vibration - Guideline for the
assessment of exposure to hand-
transmitted vibration using available
information including that provided by
manufacturers of machinery**

Articolo 203

“Misure di Prevenzione e Protezione”

- d) adeguati programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, etc;
- e) la progettazione e l'assetto dei luoghi e dei posti di lavoro;
- f) l'adeguata informazione e formazione per insegnare ai lavoratori ad utilizzare correttamente e in modo sicuro le attrezzature di lavoro, riducendo così al minimo la loro esposizione a vibrazioni meccaniche;

In ottemperanza della nuova Direttiva 2006/42/EC -



Art. 1.7.4.2. Contenuto delle istruzioni

I produttori devono fornire informazioni
**ANCHE AI FINI DELLA RIDUZIONE DEL
RISCHIO RESIDUO:**

- ✓ Istruzioni per uso e addestramento
- ✓ Segnalazione pericoli inerenti scorretto impiego
- ✓ Misure di protezione
- ✓ Utensili che possono essere utilizzati
- ✓ **PROCEDURE DI MANUTENZIONE**
(inclusa preventiva!)

NUOVA EDIZIONE CEN/TR 15350 (2013)

- **Annex A (informative) Guidance on the information which users could expect from machinery manufacturers and suppliers**



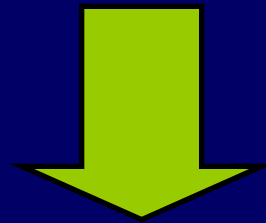
La Riduzione del rischio vibrazioni per il lavoratore

È OBBLIGATORIA PER ESPOSIZIONI SUPERIORI AL
LIVELLO D' AZIONE

OBBLIGO DI RIDUZIONE DELL' ESPOSIZIONE



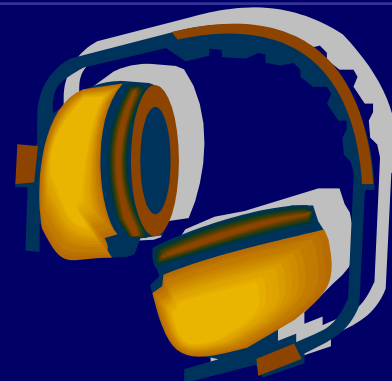
In ogni caso i lavoratori non sono esposti a valori superiori al valore limite di esposizione



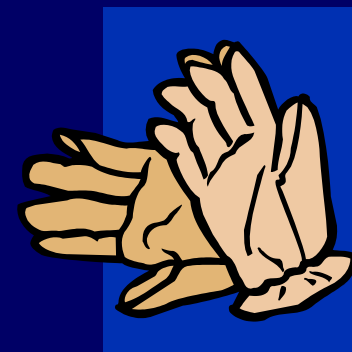
**Azioni immediate per riportare
l'esposizione al di sotto dei valori limite**

**Esiste una analogia con il
rumore?** **NO!!!!**

**Otoprotettori =
eliminazione del rischio**



**Guanti antivibranti =
riduzione del rischio
(da valutare in funzione del
tipo di utensile)**

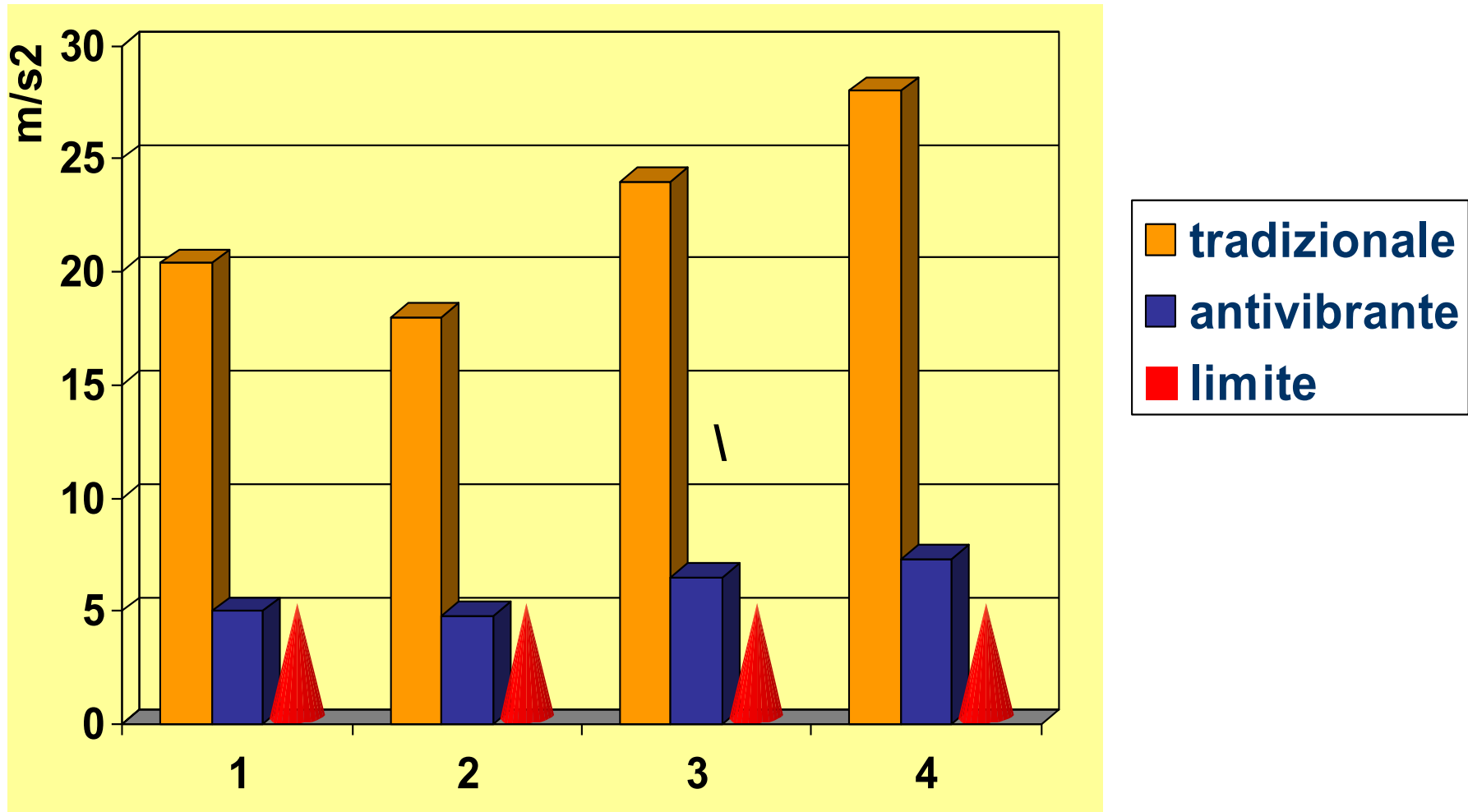


**I normali guanti da lavoro amplificano le
vibrazioni**

Uso banca dati vibrazioni

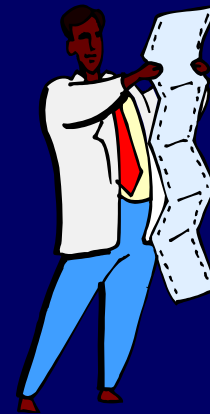
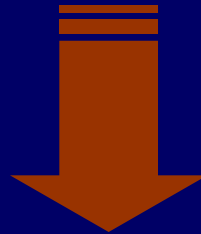
- RIDUZIONE DEL RISCHIO ALLA FONTE!
- AD ESEMPIO...

Esempio: Martelli perforatori pneumatici di comune impiego



GUANTI ANTIVIBBRANTI: DEVONO ESSERE CERTIFICATI?

SI



- Devono essere marcati CE
- Devono avere una scheda tecnica allegata contenente i dati di certificazione
- Devono essere omologati secondo la UNI EN ISO 10819: 1998

TR (medie frequenze) minore di 1

TR (alte frequenze) minore di 0.6

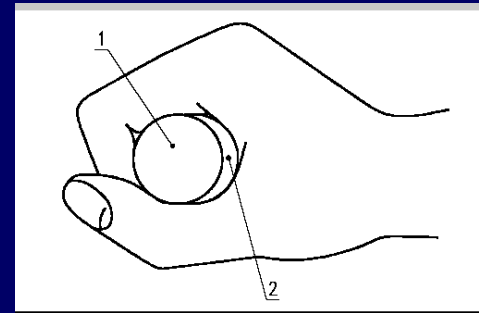
■ Accelerazione $a_{w,h}$ a mano guantata

÷

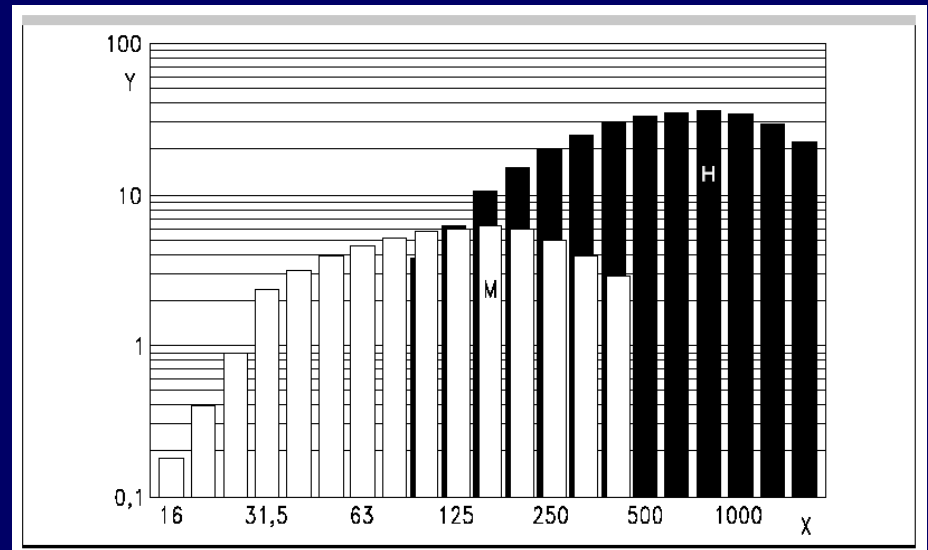
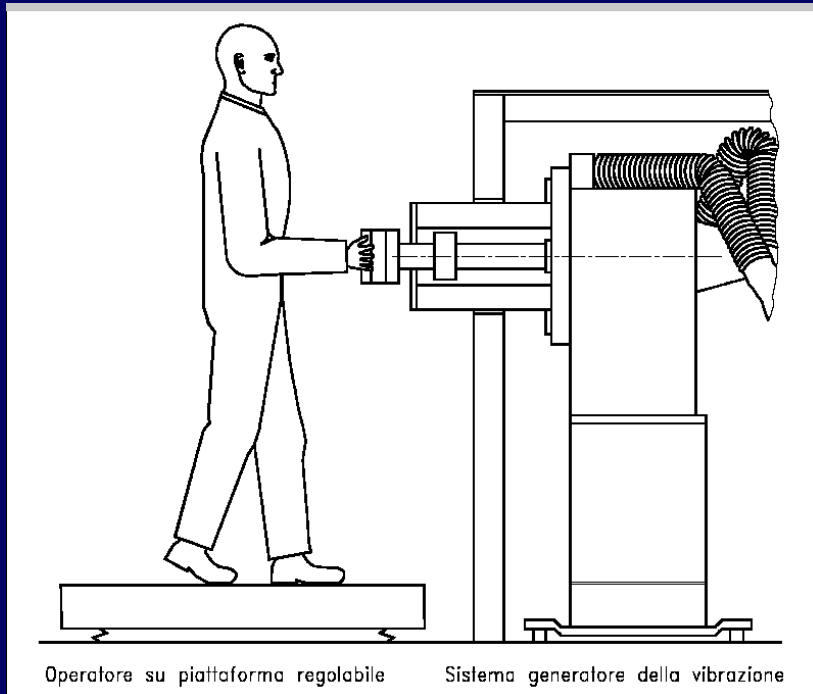
■ Accelerazione $a_{w,h}$ a mano nuda

=

TRASMISSIBILITA'



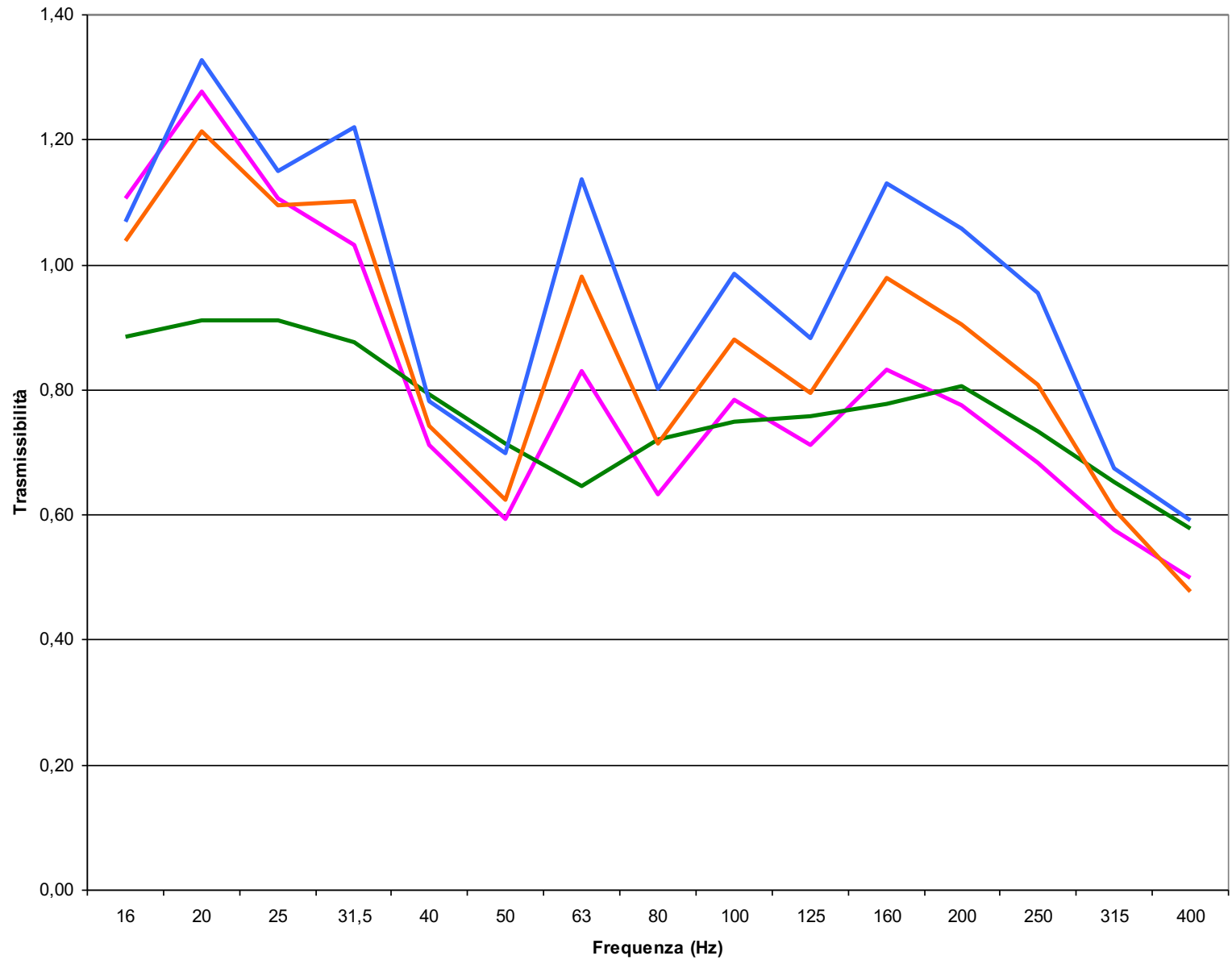
Le prove di certificazione vanno effettuate in laboratorio con uno shaker elettrodinamico dotato di una maniglia in grado di misurare la forza di prensione e di spinta. Le prove per la rilevazione delle trasmissibilità TR_M e TR_H vanno eseguite con due spettri di eccitazione M ed H.







Trasmissibilità dei guanti antivibranti

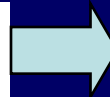


Risultati: Attenuazioni ottenute sul campo



< 10 %

Basse frequenze



10 - 20 %

Medie frequenze



40 - 60 %

Alte frequenze

Riduzione dei rischi sul percorso di propagazione

Per il mano braccio questo significa manici disaccoppiati dallo *chassis* oppure dotati di materiale resiliente sull'impugnatura.



...E ancora la valutazione prende
in considerazione

il livello, il tipo e la durata
dell'esposizione, ivi inclusa
ogni esposizione a
vibrazioni intermittenti o a
urti ripetuti

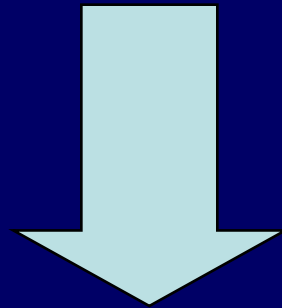


Corpo Intero

Vibrazioni con elevati picchi

VDV

“Parametro basato sul calcolo dell'integrale della quarta potenza dell'accelerazione”.



Tiene conto dei picchi e delle componenti impulsive delle vibrazioni

VDV



Livelli di azione giornalieri e valori limite per l' esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo intero (VDV) non recepito dal D.L.vo n.187 del 19/08/2005

Livello d'azione
giornaliero di esposizione
VDV=9,1 m/s^{1,75}

Valore limite giornaliero
di esposizione
VDV=21,0 m/s^{1,75}

Risultati indagine esposizione WBV addetti recapito postale Regione Toscana



Livorno: Luglio 2011

**Percorso urbano
rappresentativo**

**Asfalto medie condizioni
e dissestato**



Arezzo: Novembre 2011
Percorso urbano su strade lastricate

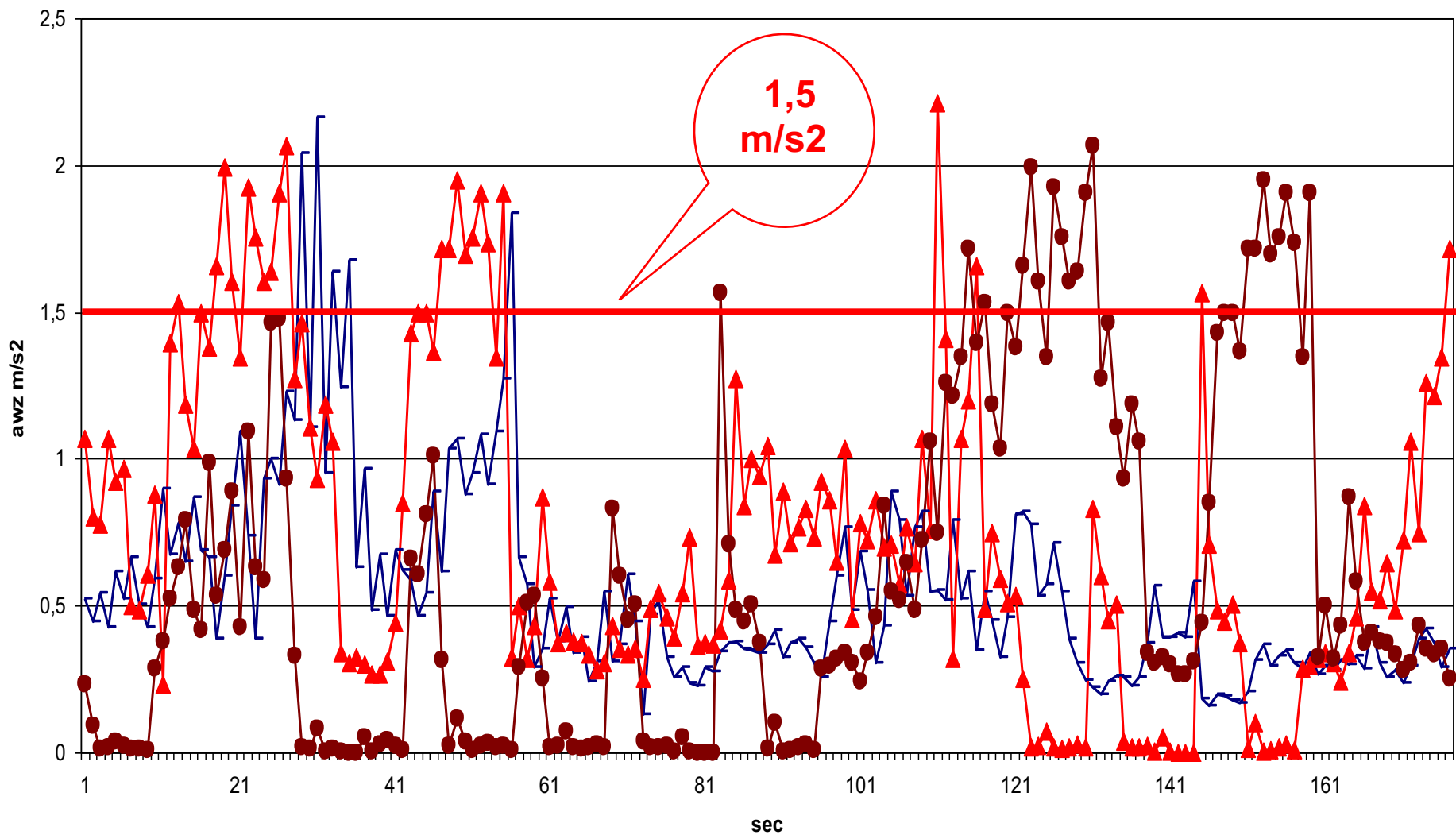


Metodi di misura conformi alla UNI EN ISO 2631-1

- Analizzatore digitale 4 canali SVANTEK mod. 9548
- Misure su 3 assi
- Analisi andamento temporale
- Valutazione picchi



Confronto esposizione a vibrazioni in differenti percorsi



— awz asfalto regolare (LI) —▲ awz asfalto dissestato (LI) —● awz lastricato (AR)

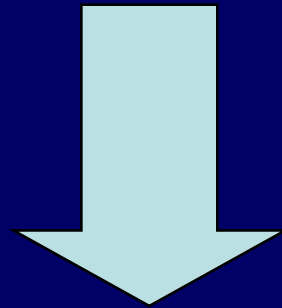


Corpo Intero

Vibrazioni con elevati picchi

VDV

“Parametro basato sul calcolo dell'integrale della quarta potenza dell'accelerazione”.



Tiene conto dei picchi e delle componenti impulsive delle vibrazioni

VDV

DIRETTIVA EUROPEA VIBRAZIONI 2002/44/EC

Livelli di azione giornalieri e valori limite per l'esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo intero (VDV) non recepito dal D.L.vo 81/2008

Livello d'azione giornaliero
di esposizione

VDV=9,1 m/s^{1,75}

Valore limite giornaliero di
esposizione

VDV=21,0 m/s^{1,75}

Sintesi Risultati Misure (..non solo A8..)

SEDE	Te (minuti)	a_{wmax} m/s ²	A8 m/s ²	a_{wsum} m/s ² (3')	VDV m/s ^{1,75}
Arezzo	40	0,9	0,3	1,5	9,5
Livorno	80	1,2	0,5	1,5	9,1

VDV



*Indicatore di esposizione a vibrazioni in presenza di vibrazioni impulsive – urti ripetuti anche quando il livello di esposizione dei lavoratori, valutato in termini di **A(8)**, risulti inferiore al livello d'azione*

GOMMONI RIGIDI E MOTOSCAFI

Marine Accident Investigation Branch
Mountbatten House
Grosvenor Square
Southampton
United Kingdom
SO15 2JU

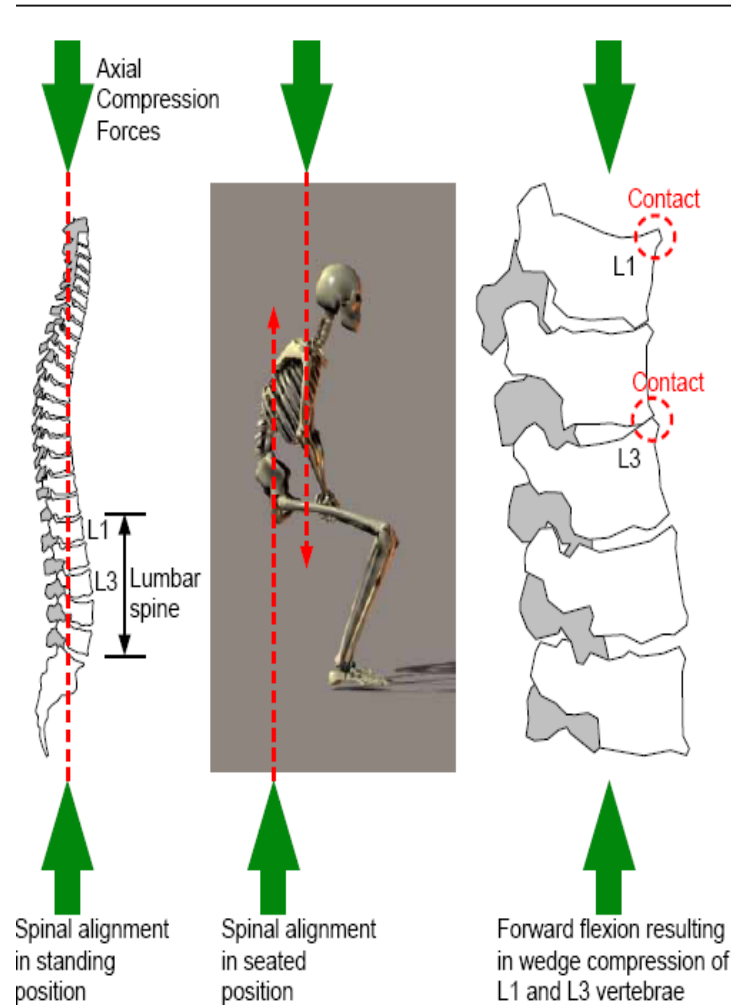
**Report No 1/2011
January 2011**



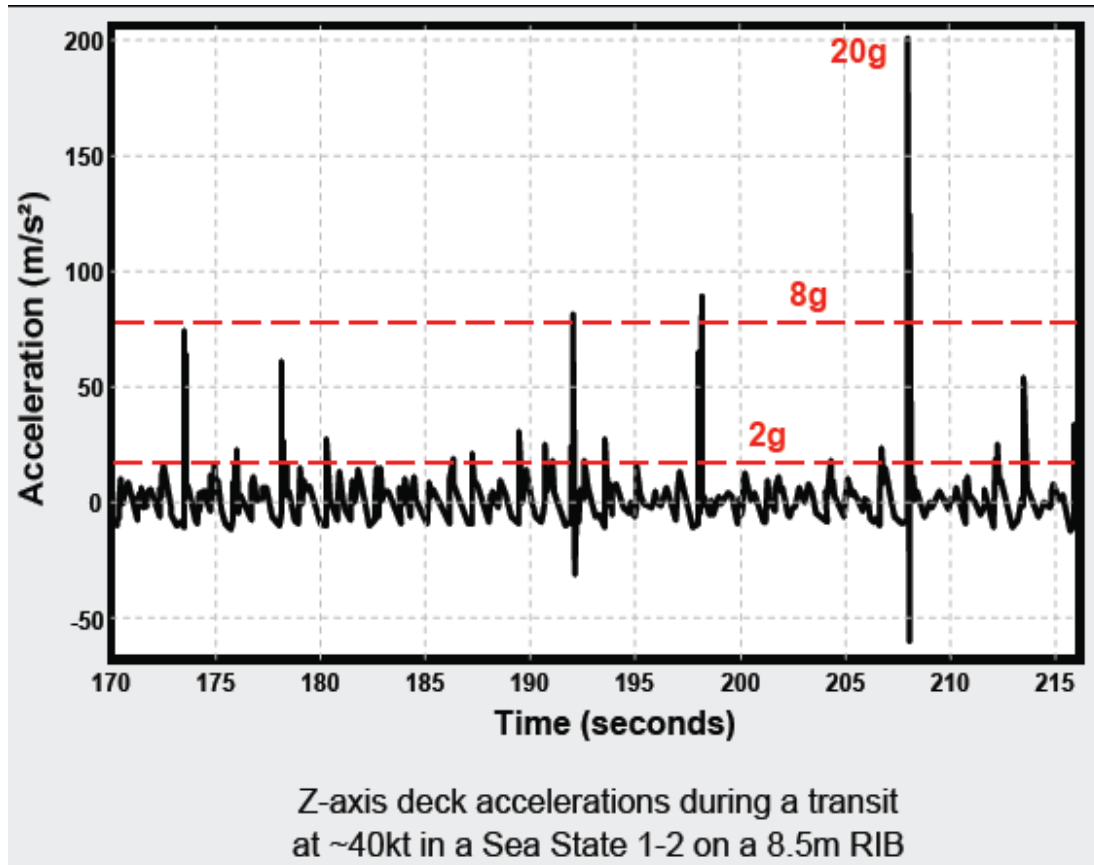
Infortunio a bordo gommone 30 nodi mare calmo Posizione a bordo dell'infortunato



Frattura vertebre L1,L3 da vibrazioni impulsive (impatto)



Vibrazioni Gommone 8,5m



Sintesi Risultati Misure

Vibrazioni gommone 8,5 m 30-40 nodi (..non solo A8...)

	Tmax (minuti)	a _{wmax} m/s ²	Tvdv (min)	VDV m/s ^{1,75}
30 nodi	75	2.5	15	21
40 nodi	50	3	8	21

Disposizioni miranti a escludere o ridurre l'esposizione

c) la fornitura di *attrezzature* *accessorie* per ridurre i rischi di lesioni provocate dalle vibrazioni, per esempio sedili che attenuano efficacemente le vibrazioni trasmesse al corpo intero e maniglie (o guanti) che riducano le vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio;

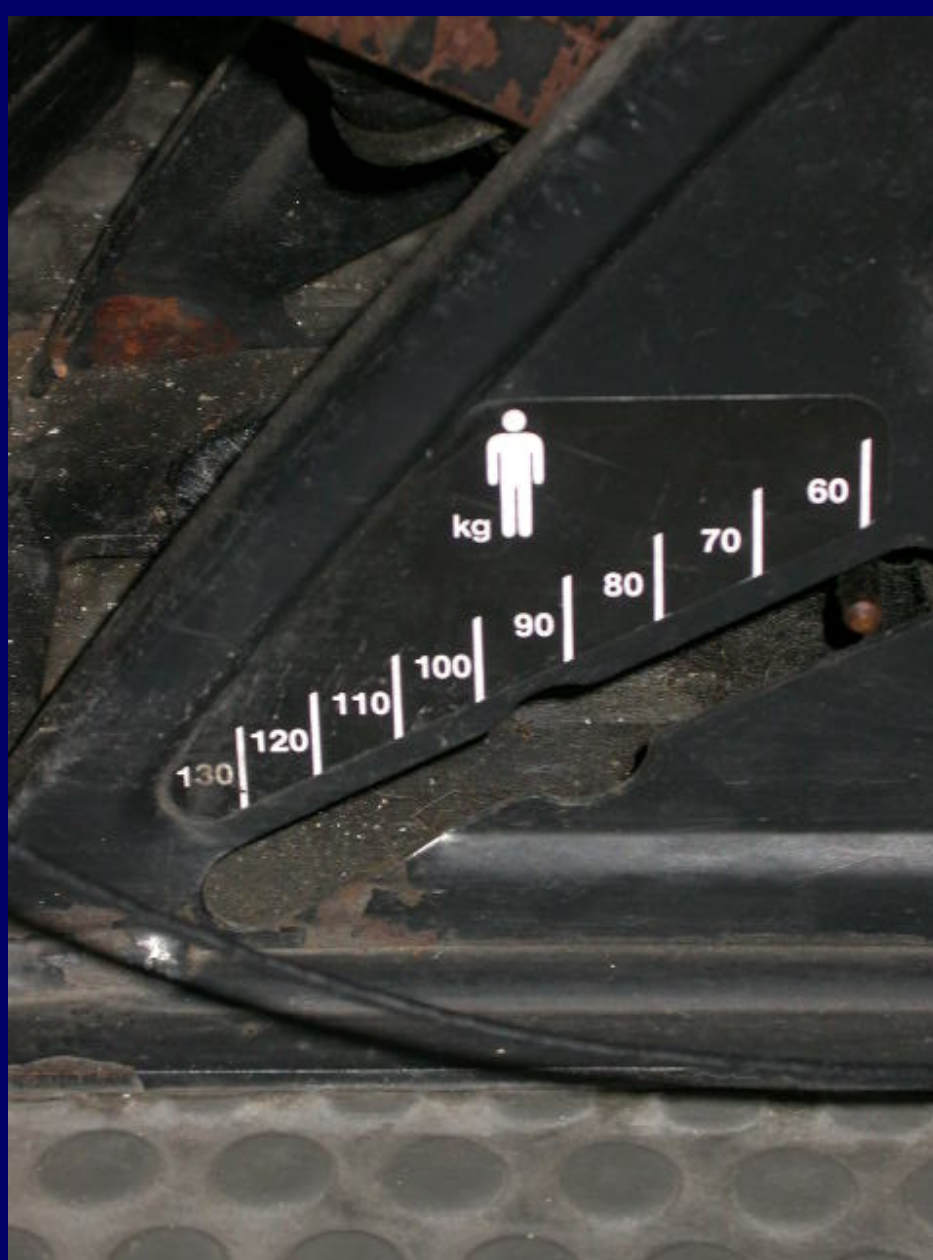
Per i veicoli questo vuole dire per prima cosa una cabina di guida disaccoppiata dal telaio del veicolo stesso.



In seconda istanza vuole dire un sedile idoneamente progettato e realizzato.



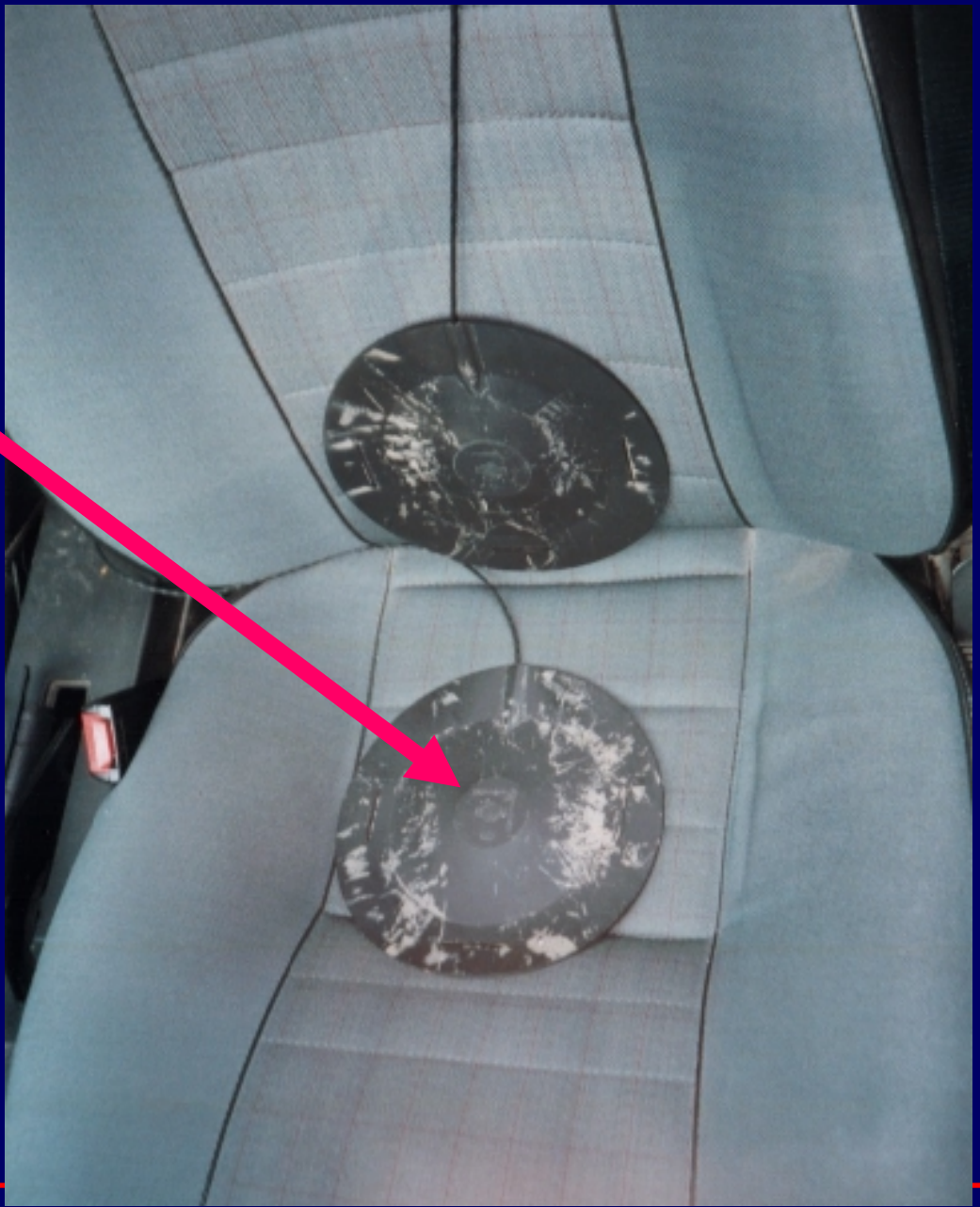






accelerometro pianale

**Accelerometro
sul sedile**



■ Accelerazione
 $a_{w,z}$ sul sedile

÷

■ Accelerazione
 $a_{w,z}$ sul pianale

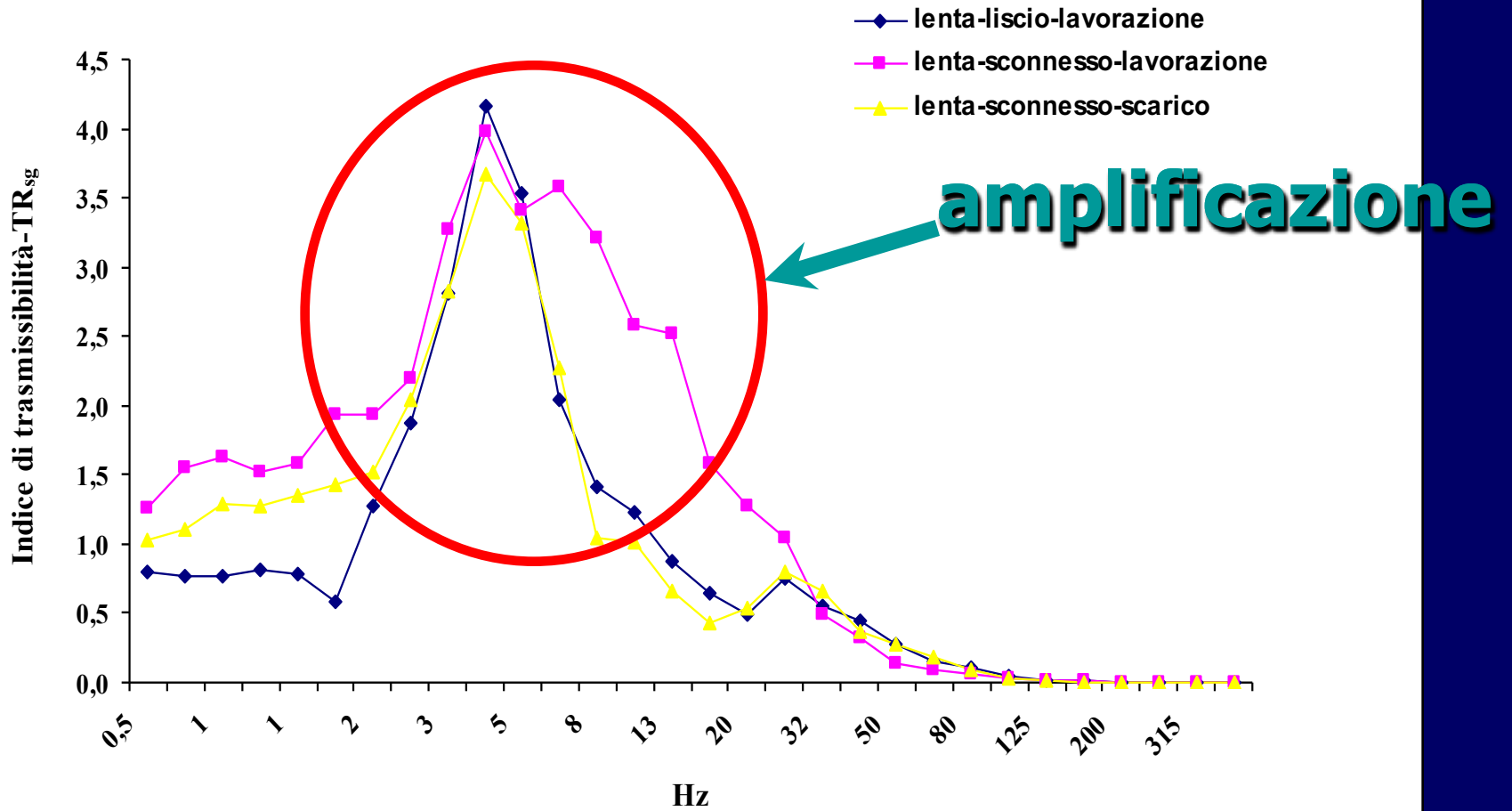
=

TRASMISSIBILITA'

Trasmissibilità dei sedili

Risultati

Sollevatore MANITOU 730 con sedile tipo CDS





www.portaleagentifisici.it

Vibrazioni M/B -WBV

Procedura guidata di valutazione

Uso Dati Banca Dati

Uso Dati costruttore



Grazie per l'attenzione!

Iole Pinto
Fisico Dirigente
AUSL 7 di Siena - Laboratorio
Sanità Pubblica
Area Vasta Toscana SUD

