

# Esposizione alle vibrazioni

Docente: prof. Alessandro Leone

AREA: Normative che regolano i processi della certificazione biologica

UF: Sicurezza sui luoghi di lavoro mod B + sp1 Agricoltura e Pesca



# Definizioni

Le vibrazioni sono **oscillazioni meccaniche generate da onde di pressione** che si trasmettono attraverso corpi solidi elastici

L'**accelerazione** (variazione di velocità, espressa in  $m/sec^2$  ) è il parametro più importante per la valutazione della risposta corporea alle vibrazioni, in quanto ***l'uomo avverte più la variazione di uno stimolo che il suo perdurare.***



# Punto di applicazione

## **sistema mano-braccio:**

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

## **corpo intero:**

vibrazioni meccaniche (scuotimenti) che, se trasmesse al corpo intero, comportano rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori, in particolare lombalgie e traumi del rachide



# Punto di applicazione

**Le attività che espongono a vibrazioni sono riconducibili a tre tipologie:**

- 1) Lavoratore a piedi che opera tenendo sollevata l'attrezzatura mediante le due impugnature (motoseghe, decespugliatori)**
- 2) Lavoratore a piedi che segue ed indirizza la macchina appoggiata a terra e la guida mediante manubri (motocoltivatori, motofalciatrici, troncatrici)**
- 3) Lavoratore che guida un mezzo standovi seduto all'interno (trattrici, macchine movimento terra, ecc.)**

**Nei primi due casi è interessato il sistema mano-braccio mentre nel terzo il sistema corpo intero**



# Patologie da vibrazioni mano-braccia

## Disturbi vascolari

- Angiopatia da vibranti o Fenomeno di Raynaud

## Osteoarticolari

- Pseudocisti delle ossa carpali, artrosi delle articolazioni del polso e gomito, rizoartrosi, dito a scatto, entesopatie del gomito, borsiti

## Neurologici

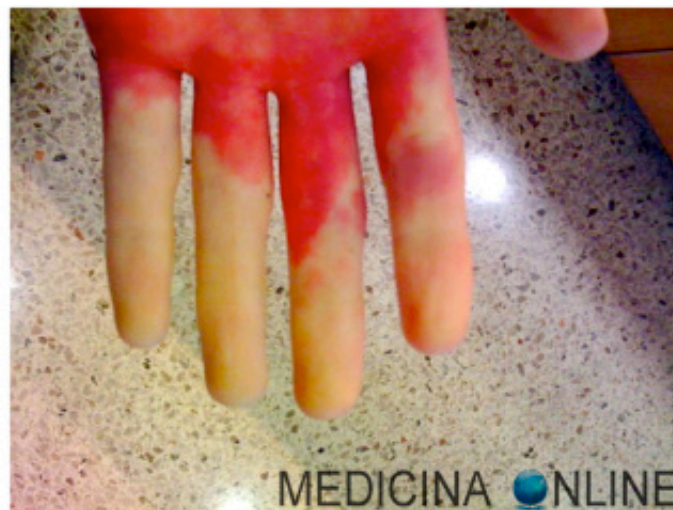
- Neuropatie sensitive dei nervi mediano, ulnare, radiale
- Sindrome da compressione (del tunnel carpale, dello stretto toracico..)

## Muscolari

- Tendinopatie infiammatorie - degenerative



# Fenomeno di Raynaud



# Patologie da vibrazioni su corpo intero

## Patologie del rachide:

- Disturbo lombare aspecifico (Low Back Pain)
- Lombalgia acuta
- Sciatalgia



# La valutazione del rischio

1. Misura delle vibrazioni emesse da macchine e attrezzature:  
**Valutazione con misurazioni** (Standard CEN ISO)  
**Valutazione senza misurazioni** (Banca Dati INAIL-Ispesl, Banche dati CNR, informazioni fornite dal costruttore)
2. Calcolo del livello di esposizione personale giornaliera a vibrazioni (quanto tempo l'operatore trascorre nelle postazione a rischio)





# Valori limite di esposizione giornaliera normalizzato a 8 ore lavorative “A(8)”

	<b>Vib. mano-braccio</b>	<b>Misure di prevenzione</b>
<b>Valore limite di esposizione</b>	5 m/s <sup>2</sup> (8 ore) 20 m/s <sup>2</sup> (brevi periodi)	Dose da non superare
<b>Valore di azione giornaliero</b>	2,5 m/s <sup>2</sup>	Al superamento di questa dose c'è: <ul style="list-style-type: none"> <li>• obbligo di sorveglianza sanitaria</li> <li>• obbligo di misure di prevenzione e protezione</li> </ul>

	<b>Vib. corpo intero</b>	<b>Misure di prevenzione</b>
<b>Valore limite di esposizione</b>	1 m/s <sup>2</sup> (8 ore) 1,5 m/s <sup>2</sup> (brevi periodi)	Dose da non superare
<b>Valore di azione giornaliero</b>	0,5 m/s <sup>2</sup>	Al superamento di questa dose c'è: <ul style="list-style-type: none"> <li>• obbligo di sorveglianza sanitaria</li> <li>• obbligo di misure di prevenzione e protezione</li> </ul>



# Modalità di calcolo del “A(8)” Mano-braccia

La valutazione del livello di esposizione alle vibrazioni meccaniche trasmesse al sistema mano-braccio si basa sul calcolo del valore di esposizione giornaliera (normalizzato ad 8 ore di lavoro) denominato **A(8)** ed espresso in  $m/s^2$ . Tale valore è calcolato sulla base della radice quadrata della somma dei quadrati **A(w)sum** dei valori quadratici medi delle accelerazioni ponderate in frequenza, determinati sui tre assi ortogonali x, y, z, in accordo con quanto prescritto dalla norma standard ISO 5349-1 del 2004.

L'espressione matematica per il calcolo di A(8) è la seguente:

$$A(8) \equiv A_{Wsum} * \sqrt{\frac{T_e}{480}} * F_{corr}$$

dove:

- **Te**: durata complessiva (in min).giornaliera di esposizione a vibrazioni
- **AWsum**:  $(a_{2wx} + a_{2wy} + a_{2wz})^{1/2}$  con  $a_{wi}$  valore r.m.s dell'accelerazione ponderata in frequenza (in  $m/s^2$ ) lungo l'asse  $i = x, y, z$ .
- **Fcorr**: Fattore di correzione (per calcolare l'esposizione stimata in campo a partire dai dati di certificazione).



# Modalità di calcolo del “A(8)” Corpo

La valutazione del livello di esposizione alle vibrazioni trasmesse al corpo intero si basa sul calcolo del valore di esposizione giornaliera (normalizzato ad 8 ore di lavoro) denominato **A(8)** ed espresso in  $m/s^2$ . Tale calcolo si basa sul maggiore dei valori numerici dei valori quadratici medi delle accelerazioni ponderate in frequenza, determinati sui tre assi ortogonali:

- **1.4x awx**
- **1.4x awy**
- **awz.**

L'espressione matematica per il calcolo di A(8) è la seguente:

$$A(8) \equiv a_{w \max} * \sqrt{\frac{T_e}{480}} * F_{corr}$$

dove:

- **Te:** durata complessiva giornaliera di esposizione a vibrazioni (in min.).
- **awmax:** Valore massimo tra awx, awy e awz valori r.m.s. dell'accelerazione ponderata in frequenza (in  $m/s^2$ ) lungo gli assi x, y, z (ISO 2631-1:1997).
- **Fcorri:** Fattore di correzione (per calcolare l'esposizione stimata in campo a partire dai dati di certificazione).



# Esempio di calcolo

Con l'utilizzo di una motosega è stato misurato che:

- **Aw (sum)** tra impugnatura anteriore e posteriore è 8,6 m/s<sup>2</sup>
- **Fattore di correzione** = 1 (in genere è 1 per tutte le macchine agricole)
- Qual è il tempo massimo di esposizione giornaliera (**Te**) considerando che il limite massimo di esposizione per 8 ore lavorative è di 5 m/s<sup>2</sup>?

$$A(8) \equiv A_{Wsum} * \sqrt{\frac{T_e}{480}} * F_{corr} \quad T_e = \left( \frac{A(8) * \sqrt{480}}{A_{Wsum} * F_{corr}} \right)^2 = 165 \text{ min}$$

**DOPO 165 MINUTI DI UTILIZZO HO ESAURITO IL TEMPO MASSIMO GIORNALIERO DI UTILIZZO DELLA MACCHINA**



# Esempio di misure

N.	ATTREZZATURA		IMPUGNIATURA		TEMPI DI ESPOSIZIONE Te (Ore-minuti)
			Anteriore m/s <sup>2</sup>	Posteriore m/s <sup>2</sup>	
1	Motosega	" 50 cm <sup>3</sup>	4,8	7,10	1 - 0
2	Motosega	50 < cm <sup>3</sup> " 80	5,9	8,40	0 - 43
3	Motosega	> 80 cm <sup>3</sup>	7,1	9,40	0 - 34
4	Deceppatrice		9	9,70	0 - 32
5	Decespugliatore forestale		9,8	5,70	1 - 32
6	Decespugliatore a filo		2,7	5,80	1 - 29
7	Tosasepi		8,6	7,40	0 - 55
8	Rasaerba		5,9	6,20	1 - 18
9	Mototrivella		18,1	18,00	0 - 09
10	Motocoltivatore	" 5 CV	4,7	3,80	3 - 28
11	Motocoltivatore	5 < CV " 10	7,6	6,80	1 - 05
12	Motocoltivatore	> 10 CV	9,9	8,50	0 - 42
13	Motozappa	" 5 CV	5,6	4,90	2 - 05
14	Motozappa	5 < CV " 10	9,7	8,90	0 - 38
15	Minitrasportatore		7,9	7,40	0 - 55
16	Atomizzatore		=	3,30	4 - 35
17	Arieggiatore per prati		5,2	5,50	1 - 39
18	Scuotitore per la raccolta della frutta		16,2	20,50	0 - 7



# La prevenzione

- Scelta di altri metodi di lavoro e di attrezzature con una minore esposizione a vibrazioni meccaniche:
  - ✓ isolamento della cabina
  - ✓ pedane assorbenti
  - ✓ sedili ammortizzanti
  - ✓ sospensioni attive
- Fornitura di accessori quali sedili, maniglie
- Manutenzione delle macchine e attrezzature
- Progettazione e l'organizzazione dei luoghi e posti di lavoro
- Informazione e formazione sul rischio e uso corretto delle attrezzature di lavoro, dei DPI
- Limitazione della durata ed intensità dell'esposizione
- Organizzazione di orari di lavoro appropriati
- DPI per attenuare le vibrazioni (guanti)
- Indumenti per la protezione dal freddo e dall'umidità



# Guanti antivibrazioni

Il livello di protezione (attenuazione) offerto dal guanto dipende dai diversi spettri di frequenza delle vibrazioni associate alle differenti tipologie di utensili.

- **basse frequenze** (es. utensili di tipo percussorio): < 10%
- **medie frequenze** (es. motoseghe): 10 – 20%
- **alte frequenze** (es. smerigliatrici): 40 -60 %



**ATTENZIONE**

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



# Sorveglianza sanitaria

## 1. Quando il livello di esposizione supera:

- Sistema mano-braccio  $> 2,5 \text{ m/s}_2$
- Corpo intero  $> 0,5 \text{ m/s}_2$

## 2. Oppure quando insorgono malattie correlate

La sorveglianza sanitaria è obbligatoria e comprende

