



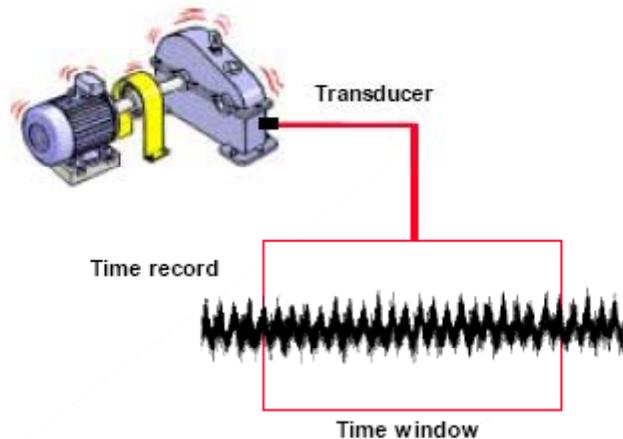
ing. Domenico Mannelli

www.mannelli.info



Le vibrazioni nei cantieri

VIBRAZIONE DELLE MACCHINE



Possiamo chiamare "vibrazione del macchinario" una complessa forma di movimento provocata da molteplici cause. La vibrazione è un fenomeno che esiste in tutte le macchine rotanti che dipendono da: sbilanciamenti, struttura, anomalie di funzionamento.

VIBRAZIONE DELLE LAVORAZIONI

Anche le lavorazioni, alcune tipiche dei cantieri, possono provocare vibrazioni:
Martellatura, imbullonatura, spianatura .

Articolo 200 - Definizioni

a) vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio: 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;

Articolo 200 - Definizioni

b) vibrazioni trasmesse al corpo intero: 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;

Articolo 200 - Definizioni

Sono escluse dal campo di applicazione della normativa esposizioni a vibrazioni al corpo intero di tipologia ed entità tali da non essere in grado di indurre effetti a carico della colonna vertebrale, ma di causare effetti di altra natura, quali ad esempio disagio della persona esposta o mal di trasporti.

E' noto il cosiddetto "*mal dei trasporti*", la cui causa è da ricercarsi nel movimento oscillatorio ellittico del capo per esposizione a vibrazioni di bassa frequenza.

Questi ultimi effetti sono presi in esame nell'ambito dello standard ISO 2631-1: 1997 (appendici C, D) e generalmente possono inquadrarsi nell'ambito della valutazione dei requisiti ergonomici del luogo di lavoro.

Articolo 200 - Definizioni

- c) esposizione giornaliera a vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio $A(8)$: [ms^{-2}]: valore mediato nel tempo, ponderato in frequenza, delle accelerazioni misurate per una giornata lavorativa nominale di otto ore;
- d) esposizione giornaliera a vibrazioni trasmesse al corpo intero $A(8)$: [ms^{-2}]: valore mediato nel tempo, ponderato, delle accelerazioni misurate per una giornata lavorativa nominale di otto ore.

3.c Macchine movimento terra

	Caterpillar 966F	Hannomag Komatsu wa420	Fiat Hitachi FH120
pale gommate ed apripista			
massa Kg	20905	20000	12000
potenza KW	194	168	62
età anni	5	10	13
utensile	Benna carico inerti	Benna carico inerti	Benna dentata
lavorazione o note	Carico tramogge inerti	Crico camion inerti	Scavo fondazione
sedile	ammortizzato	ammortizzato	Ammortizzato
terreno	Cemento industriale	Cemento industriale	Compatto
misure	3/8/04 DM	3/8/04 DM	12/2/03 EB DG DM
x (wd) m/s ²	0,217	0,551	0,386
y (wd) m/s ²	0,238	0,233	Misura non disponibile
z (wk) m/s ²	0,226	0,604	0,442
a _w m/s ²	0,33	0,77	0,54 ^(*)
audio dB(A)	77,5	80,8	87,5

^(*)valori stimati ipotizzando l'accelerazione lungo l'asse x pari a quella lungo l'asse y

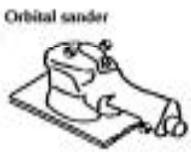
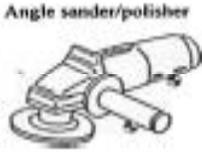
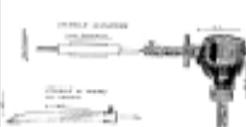
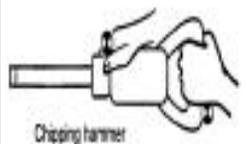
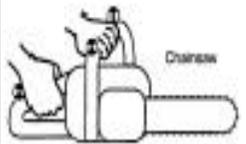
INAIL

Direzione Regionale per la Toscana
Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione

	Komatsu PC15R	Komatsu PC15R	FIAT 60 Hp
escavatori			
massa Kg	1575	1575	~ 7000
potenza KW	11,4	11,4	~ 35
età anni	7	7	~ 35
utensile	Martello pneumatico	Benna 40 cm	terna
lavorazione o note	Taglio asfalto e massicciata	Apertura trincea	transito su strada pietrisco
sedile	ammortizzato	ammortizzato	Rigido: lamiera con cuscino
terreno	asfalto	Massicciata stradale	Strada di montagna
misure	24/5/02 DG DM	24/5/02 DG DM	28/05/04 DG DM
x (wd) m/s ²	0,977	0,881	0,512
y (wd) m/s ²	0,473	0,923	0,600
z (wk) m/s ²	0,944	0,327	0,901
a _w m/s ²	1,37	1,29	0,90
audio dB(A)	92,5	97,6	94,9

ing. Domenico Mannelli

V_A/2 - Vibrazioni al sistema mano-braccio. Valutazioni senza misurazioni (Dosi).

Attrezzature portatili o trasportabili.				< 2,5	tra 2,5 e 5	> 5						
Tipo	Utensile	Figura	A _{w,ant.} Valore medio.	A(1)	A(2)	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)	A(7)	A(8)	
Levigatrici orbitali elettriche	Carta o disco smeriglio		Impugnatura anteriore	4	1	2	2	3	3	3	4	4
			Impugnatura posteriore	6	2	3	4	4	5	5	6	6
Levigatrici roto-orbitali elettriche	Carta o disco smeriglio		Impugnatura anteriore	6	2	3	4	4	5	5	6	6
			Impugnatura posteriore	3	1	2	2	2	2	3	3	3
Levigatrici-pulitrici elettriche	Disco lucidatore		Impugnatura anteriore	3	1	2	2	2	2	3	3	3
			Impugnatura posteriore	4	1	2	2	3	3	3	4	4
Limatrici per sbavature stampi	Punta abrasiva - lima		Impugnatura anteriore	40	14	20	24	28	32	35	37	40
			Impugnatura posteriore	12	4	6	7	8	9	10	11	12
Martelli demolitori elettrici	Scalpelli		Impugnatura anteriore	10	4	5	6	7	8	9	9	10
			Impugnatura posteriore	11	4	6	7	8	9	10	10	11
Martelli demolitori pneumatici	Scalpelli		Impugnatura anteriore	24	8	12	15	17	19	21	22	24
			Impugnatura posteriore	20	7	10	12	14	16	17	19	20
Martelli pneumatici perforatori	Scalpelli		Ergonomici	7	2	4	4	5	6	6	7	7
			Tradizionali	25	9	13	15	18	20	22	23	25
	Punte esagonali		Ergonomici	9	3	5	6	6	7	8	8	9
			Tradizionali	20	7	10	12	14	16	17	19	20
Motoseghe	Lama a catena		Impugnatura anteriore	5	2	3	3	4	4	4	5	5
			Impugnatura posteriore	8	3	4	5	6	6	7	7	8

Articolo 181 - Valutazione dei rischi

1. Nell'ambito della valutazione di cui all'articolo 28, il datore di lavoro valuta tutti i rischi derivanti da esposizione ad agenti fisici 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.

Articolo 181 - Valutazione dei rischi

2. La valutazione dei rischi derivanti da esposizioni ad agenti fisici è programmata ed effettuata, con cadenza almeno quadriennale, da personale qualificato nell'ambito del servizio di prevenzione e protezione in possesso di specifiche conoscenze in materia. La valutazione dei rischi è aggiornata ogni qual volta si verificano mutamenti che potrebbero renderla obsoleta, ovvero, quando i risultati della sorveglianza sanitaria rendano necessaria la sua revisione. I dati ottenuti dalla valutazione, misurazione e calcolo dei livelli di esposizione costituiscono parte integrante del documento di valutazione del rischio.

Articolo 181 - Valutazione dei rischi

3. Il datore di lavoro nella valutazione dei rischi precisa quali misure di prevenzione e protezione devono essere adottate. La valutazione dei rischi è riportata sul documento di valutazione di cui all'articolo 28, essa può includere una giustificazione del datore di lavoro secondo cui la natura e l'entità dei rischi non rendono necessaria una valutazione dei rischi più dettagliata.

Articolo 201 - Valori limite di esposizione e valori d'azione

per le vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio:

- 1) il **valore limite di esposizione** giornaliero, normalizzato a un periodo di riferimento di 8 ore, è fissato a 5 m/s^2 ; mentre su periodi brevi è pari a 20 m/s^2 ;
- 2) il **valore d'azione giornaliero**, normalizzato a un periodo di riferimento di 8 ore, che fa scattare l'azione, è fissato a $2,5 \text{ m/s}^2$.

Articolo 201 - Valori limite di esposizione e valori d'azione

per le vibrazioni trasmesse al corpo intero:

- 1) il **valore limite di esposizione giornaliero**, normalizzato a un periodo di riferimento di 8 ore, è fissato a $1,0 \text{ m/s}^2$; mentre su periodi brevi è pari a $1,5 \text{ m/s}^2$;
 - 2) il **valore d'azione giornaliero**, normalizzato a un periodo di riferimento di 8 ore, è fissato a $0,5 \text{ m/s}^2$.
- 2 Nel caso di variabilità del livello di esposizione giornaliero va considerato il livello giornaliero massimo ricorrente.

Identificazione e valutazione dei rischi

Il livello di esposizione alle vibrazioni meccaniche può essere valutato mediante l'osservazione delle condizioni di lavoro specifiche e il riferimento ad appropriate informazioni sulla probabile entità delle vibrazioni per le attrezzature o i tipi di attrezzature nelle particolari condizioni di uso reperibili presso banche dati dell'ISPESL o delle regioni o, in loro assenza, dalle informazioni fornite in materia dal costruttore delle attrezzature. Questa operazione va distinta dalla misurazione, che richiede l'impiego di attrezzature specifiche e di una metodologia appropriata e che resta comunque il metodo di riferimento.

ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE

- a) il livello, il tipo e la durata dell'esposizione, ivi inclusa ogni esposizione a vibrazioni intermittenti o a urti ripetuti;
- b) i valori limite di esposizione e i valori d'azione specificati nell'articolo 201;
- c) gli eventuali effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio con particolare riferimento alle donne in gravidanza e ai minori;

d) gli eventuali effetti indiretti sulla sicurezza e salute dei lavoratori risultanti da interazioni tra le vibrazioni meccaniche, il rumore e l'ambiente di lavoro o altre attrezzature;

Interferenze.

Casi in cui le vibrazioni meccaniche ostacolano il corretto uso manuale dei comandi o la lettura degli indicatori.

Rischi indiretti.

Casi in cui le vibrazioni meccaniche incidono sulla stabilità delle strutture o sulla buona tenuta delle giunzioni.

ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE

- e) le informazioni fornite dal costruttore dell'attrezzatura di lavoro;
- f) l'esistenza di attrezzature alternative progettate per ridurre i livelli di esposizione alle vibrazioni meccaniche;
- g) il prolungamento del periodo di esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo intero al di là delle ore lavorative, in locali di cui è responsabile;

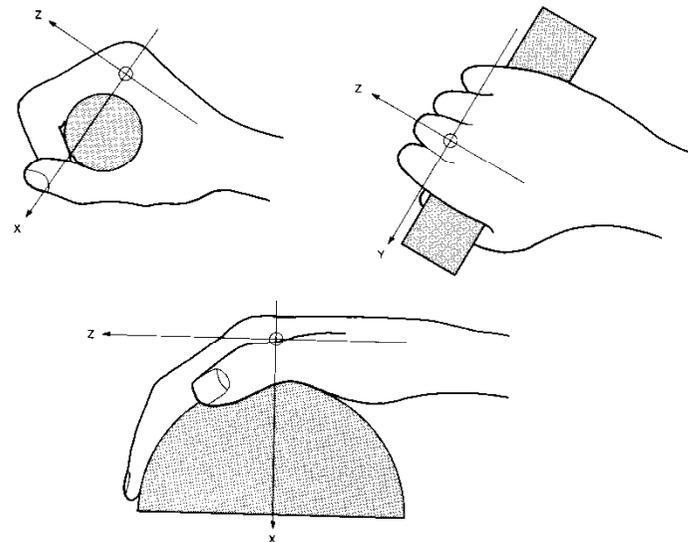
Prolungamento dell'esposizione.

in particolare casi in cui, data la natura dell'attività svolta, un lavoratore utilizza locali di riposo e ricreazione messi a disposizione dal datore di lavoro; tranne nei casi di forza maggiore, l'esposizione del corpo intero alle vibrazioni in tali locali deve essere ridotto a un livello compatibile con le funzioni e condizioni di utilizzazione di tali locali.

- h) condizioni di lavoro particolari, come le basse temperature, il bagnato, l'elevata umidità o il sovraccarico biomeccanico degli arti superiori e del rachide;
- i) informazioni raccolte dalla sorveglianza sanitaria, comprese, per quanto possibile, quelle reperibili nella letteratura scientifica.

Vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio

La valutazione del livello di esposizione alle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio si basa principalmente sulla determinazione del valore di esposizione giornaliera normalizzato ad 8 ore di lavoro, **A(8)** (m/s^2), 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 dallo standard ISO 5349-1: 2001.



ACCELERAZIONE EQUIVALENTE PONDERATA IN FREQUENZA RIFERITA AD 8 ORE DI LAVORO

$$A(8) \approx A_{(w)sum} \sqrt{\frac{T_e}{8}} \quad m/s^2$$

T_e : Durata complessiva giornaliera di esposizione a vibrazioni (ore)

$A_{(w)sum}$: $(a_{wx}^2 + a_{wy}^2 + a_{wz}^2)^{1/2}$

a_{wi} : Valore r.m.s dell'accelerazione ponderata in frequenza (in m/s^2) lungo

l'asse $i = x, y, z$.

ESEMPIO

Un motore usa una smerigliatrice per 2,5 ore al giorno.

Conoscendo marca e caratteristiche della smerigliatrice usata, dalla banca dati ISPESL troviamo un valore $a_w = 5,2 \text{ m/s}^2$.

Nella stessa banca dati troviamo il valore correttivo (1,5) da usare per tenere cautelativamente conto che il valore indicato è un valore di laboratorio.

$$A(8) \approx 1,5 \times 5,2 \sqrt{\frac{2,5}{8}} \text{ m/s}^2 \approx 4,4 \text{ m/s}^2$$

ESPOSIZIONE A VIBRAZIONI PRODOTTE DA DIFFERENTI TIPOLOGIE DI UTENSILI E/O CONDIZIONI OPERATIVE

Nel caso in cui il lavoratore sia esposto a differenti valori di vibrazioni, come nel caso di impiego di più utensili vibranti nella stessa giornata lavorativa, o nel caso dell'impiego di uno stesso utensile in differenti condizioni operative, l'esposizione alle vibrazioni $A(8)$ in m/s^2 sarà ottenuta mediante l'espressione:=

$$A(8) \approx \left[\sum_{i=1}^N A_i^2 \right]^{1/2} \text{ m/s}^2$$

$$A(8)_i \approx A_{(w)sumi} \sqrt{\frac{T_{ei}}{8}} \text{ m/s}^2$$

VIBRAZIONI TRASMESSE AL CORPO INTERO

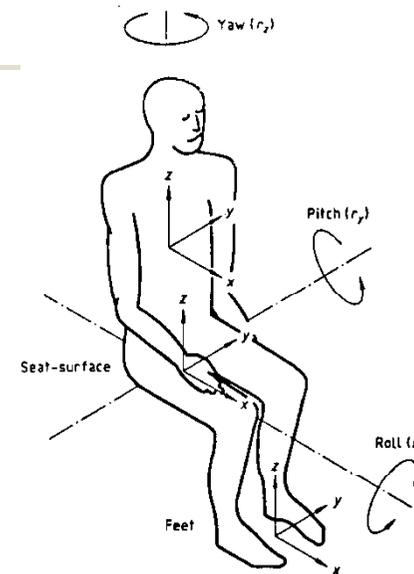
La valutazione del livello di esposizione alle vibrazioni trasmesse al corpo intero si basa sulla determinazione di esposizione giornaliera normalizzata ad 8 ore di lavoro $A(8) \text{ m/s}^2$.

Tale valore è calcolato sulla base del maggiore dei valori quadratici medi delle accelerazioni ponderate in frequenza determinati sui tre assi ortogonali:

$$A(8) \approx A_{(w \max)} \sqrt{\frac{T_e}{8}} \text{ m/s}^2$$

$$A_{(w \max)} \approx \max(1, 4a_{wx}; 1, 4a_{wy}; a_{wz}) \text{ (per una persona seduta)}$$

$a_{wx}, a_{wy}, a_{wz} \approx$ valori r.m.s. dell'accelerazione ponderata in frequenza lungo i tre assi



a) Seated position

ESPOSIZIONE A VIBRAZIONI PRODOTTE DA DIFFERENTI TIPOLOGIE DI MACCHINE E/O CONDIZIONI OPERATIVE

Nel caso in cui il lavoratore sia esposto a differenti valori di vibrazioni, come nel caso di impiego di più macchinari nella stessa giornata lavorativa, o nel caso dell'impiego di uno stesso macchinario in differenti condizioni operative, l'esposizione alle vibrazioni $A(8)$ in m/s^2 sarà ottenuta mediante l'espressione:

$$A(8) \approx \left[\sum_{i \approx 1}^N A(8_i)^2 \right]^{1/2} m/s^2$$

$$A(8)_i \approx A(w)_{\max i} \sqrt{\frac{T_{ei}}{8}} m/s^2$$

CALCOLO DELL'ESPOSIZIONE GIORNALIERA $A(8)$

$$A(8) \approx \left[\frac{1}{8} \sum_{i=1}^N A_{(w)\text{sum},i}^2 T_i \right]^{1/2} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Numero fasi di lavoro = 3

fase 1:

Martello scalpellatore: $A_{\text{sum},1} = 14 \text{ m/s}^2$ $T_1 = 0.5 \text{ h}$

fase 2:

Levigatrice roto-orbitale: $A_{\text{sum},2} = 4 \text{ m/s}^2$ $T_2 = 3 \text{ h}$

fase 3:

Smerigliatrice: taglio: $A_{\text{sum}3} = 6 \text{ m/s}^2$ $T_3 = 1 \text{ h}$

$$T_e = 0.5 + 3 + 1 = 4.5 \text{ h}$$

$$A(T_e) = A(4.5) = \{ [(14^2 \times 0.5) + (4^2 \times 3) + (6^2 \times 1)] / 4.5 \}^{1/2} = 6.35 \text{ m/s}^2$$

$$A(8) = 6.35 \times (4.5/8)^{1/2} = 6.35 \times 0.75 = 4.76 \text{ m/s}^2 \approx 5 \text{ m/s}^2$$

VALUTAZIONE SENZA MISURAZIONI LA BANCA DATI VIBRAZIONI

La Banca Dati Nazionale Vibrazioni è stata sviluppata alla luce dell'esperienza maturata dall' ISPESL e dalla Azienda USL 7 di Siena che hanno contribuito - in qualità di partner italiani - allo sviluppo della prima banca dati Europea, nell'ambito del progetto Europeo VINET (Vibration Injury Network: 1997-2001).

WWW.ISPESL.IT

BANCA DATI

La banca dati fornisce due tipologie di dati:

- i valori di emissione dichiarati dal produttore ai sensi della Direttiva Macchine;
- i valori di vibrazione misurati in campo secondo specifici standard internazionali di misura.

VALORI DICHIARATI DAL PRODUTTORE

Per le macchine portatili tenute o condotte a mano la Direttiva Macchine impone 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 superiori a 2.5 m/s^2 ". Se l'accelerazione non supera i 2.5 m/s^2 occorre segnalarlo.

Per quanto riguarda i macchinari mobili, la Direttiva prescrive che le istruzioni per l'uso contengano 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.

USO BANCA DATI

Generalmente i valori di emissione dichiarati dal produttore sono ottenuti in condizioni di impiego standardizzate, conformemente a specifiche procedure di misura definite per ciascun macchinario dagli standard ISO-CEN. Tali standard prevedono l'effettuazione di misure in condizioni operative non necessariamente corrispondenti a quelle di reale impiego di ciascun macchinario.

Si raccomanda di utilizzare i dati dichiarati dai produttori opportunamente moltiplicati per i fattori indicati alle Tabelle 4-5-6 solo qualora le condizioni di impiego siano effettivamente rispondenti a quelle indicate nelle tabelle e nel caso in cui i macchinari siano in buone condizioni di manutenzione.

MACCHINE ELETTRICHE. COEFFICIENTI MOLTIPLICATIVI (FATTORE DI CORREZIONE) PER CALCOLARE L'ESPOSIZIONE STIMATA IN CAMPO A PARTIRE DAI DATI DI CERTIFICAZIONE

Macchina	Normativa di riferimento	Condizioni di lavoro durante il test	Reali condizioni di uso	Fattore di correzione	Note
Martelli perforatori	EN50144-2-6	Perforazione di cemento	Tutte	2	Solo trapano senza percussione valore inferiore
Demolitori	EN50144-2-6	Assorbitore a sfere di acciaio	Perforazione cemento e/o muratura	1,5	Il fattore di correzione è valido unicamente se il macchinario è impiegato conformemente a quanto prescritto dal costruttore
Trapani tutti eccetto percussione	EN50144-2-1	Misure a vuoto alla velocità massima	Tutte le operazioni di trapanatura e avvitatura (no percussione)	1	Tutte ad eccezione impatto

COSA FARE A SEGUITO DELLA VALUTAZIONE

- sia nel caso dell'esposizione del sistema mano-braccio che nel caso dell'esposizione a vibrazioni del corpo intero, non esistono DPI anti-vibrazioni in grado di proteggere i lavoratori adeguatamente e riportare i livelli di esposizione al di sotto dei valori limite
- . In molti casi la riduzione del rischio alla fonte è l'unica misura da adottare al fine di riportare l'esposizione a valori inferiori ai limiti prescritti.

INFORMAZIONE E FORMAZIONE

— misure adottate volte a eliminare o ridurre al minimo il rischio
— vibrazioni;

livelli d'azione e valori limite;
risultati delle valutazioni;
potenziali lesioni derivanti dalle attrezzature utilizzate;
metodi per l'individuazione e segnalazione di sintomi e lesioni;
circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto alla sorveglianza sanitaria;
procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo l'esposizione a vibrazioni;
programma di sorveglianza sanitaria .

Articolo 203 - Misure di prevenzione e protezione

- 1a) 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;
- 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.

I lavoratori esposti a livelli di vibrazioni superiori ai valori d'azione sono sottoposti alla sorveglianza sanitaria

I lavoratori esposti a vibrazioni sono altresì sottoposti alla sorveglianza sanitaria quando, secondo il medico competente, si verificano una o più delle seguenti condizioni: l'esposizione dei lavoratori alle vibrazioni è tale da rendere possibile l'individuazione di un nesso tra l'esposizione in questione e una malattia identificabile o ad effetti nocivi per la salute ed è probabile che la malattia o gli effetti sopraggiungano nelle particolari condizioni di lavoro del lavoratore ed esistono tecniche sperimentate che consentono di individuare la malattia o gli effetti nocivi per la salute

CARTELLE SANITARIE E DI RISCHIO

Il medico competente provvede ad istituire e aggiornare una cartella sanitaria e di rischio. Nella cartella sono, tra l'altro, riportati i valori di esposizione individuali comunicati dal datore di lavoro per il tramite del servizio di prevenzione e protezione.

