

VALUTAZIONE DEL RISCHIO VIBRAZIONI IN UNA OFFICINA MECCANICA

Francesco Giacobbe ⁽¹⁾, Valeria Mancuso ⁽²⁾

⁽¹⁾ ISPEL Dipartimento di Messina

⁽²⁾ EDIPOWER CTE San Filippo del Mela (ME)

ABSTRACT

Con l'emanazione da parte dell'Unione Europea della Direttiva 2002/44/CE, sono state definite le prescrizioni minime in materia di sicurezza e salute relativamente all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dalle vibrazioni.

Ad oggi sono disponibili diverse banche dati da cui è possibile ricavare i valori di esposizione giornaliera, normalizzati ad 8 ore di lavoro, $A(8)$ (m/s^2). Per il settore delle lavorazioni meccaniche non sono presenti puntuali e sufficienti dati per poter effettuare la valutazione del rischio e dunque si rende necessaria la quantificazione dei valori di esposizione mediante misurazioni con accelerometro.

La campagna di misurazioni ha riguardato tutte le macchine operanti in officina. In particolare trattasi di una decina di macchine per asportazione di truciolo (es. tornio, fresatrice, trapano, ecc.) costruite prima dell'avvento della "direttiva macchine". Le misurazioni hanno riguardato sia il sistema "mano-braccio", che il sistema "corpo intero". Noti i valori di accelerazione, rilevati sperimentalmente, sono stati valutati i valori di esposizione per le diverse tipologie di lavorazioni più comuni, eseguite utilizzando macchine diverse con tempi di esposizione variabili.

Attraverso l'esame dei valori di accelerazione rilevati durante il campionamento è stato possibile determinare anche il valore limite di esposizione su periodi brevi così come richiesto dall'art. 201 comma 1 del D.Lgs. 81/08.

Lo studio ha permesso di individuare le tipologie di macchine che presentano le maggiori criticità e di conseguenza anche le possibili lavorazioni meccaniche.

L'esito della valutazione ha permesso inoltre di finalizzare appositi programmi di informazione/formazione dei lavoratori.

1 - REQUISITI NORMATIVI SULLE VIBRAZIONI

Le vibrazioni meccaniche sono movimenti oscillatori caratterizzati da una frequenza relativamente elevata e da una ampiezza relativamente piccola. Esse vengono prodotte durante il funzionamento di una macchina o di una attrezzatura (per effetto di moti alternati: di motori endotermici o elettrici; di ingranaggi e manovellismi in moto; ecc.) e possono essere amplificati da usura, incuria ed assenza/insufficienza di

manutenzione da parte dell'Utilizzatore. Tali vibrazioni indotte su tutta la struttura dell'attrezzatura, entrando in contatto con il corpo del lavoratore, vengono a diffondersi anche su di esso.

Come gran parte dei rischi lavorativi che non producono una menomazione immediata (quali i tagli, gli schiacciamenti, le cadute dall'alto, ecc.), le vibrazioni meccaniche vengono puntualmente sottovalutate o considerate "inevitabili" non solo dalle Aziende, ma fattore ancor più grave anche dagli stessi lavoratori. L'esposizione prolungata alle vibrazioni meccaniche manifesta i suoi nefasti effetti sulla salute degli operatori, semplicemente dilazionandoli in tempi lunghi e con differenti intensità da soggetto a soggetto.

Dai dati del 3rd European Survey on Working Conditions di Dublino del 2000 emerge come in Europa ben il 24% dei lavoratori sarebbe esposto a vibrazioni meccaniche, mentre in Italia il dato salirebbe addirittura al 26%.

La normativa suddivide le vibrazioni in due tipologie: vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio (hand arm vibration - HAV) e vibrazioni trasmesse al corpo intero (whole-body vibration - WBV). Le prime sono quelle prodotte da utensili portatili, manufatti impugnati e lavorati su macchinario fisso o similari, mentre le seconde sono quelle prodotte da macchinari vibranti, veicoli e mezzi operativi.

In Italia già dal 2005 con il D.Lgs. 187/05, che ha recepito la Direttiva Europea 2002/44/CE, vengono definite le modalità di stima e gestione del rischio da esposizione a vibrazioni meccaniche in ambito lavorativo. Oggi è in vigore quanto previsto dagli articoli dal 199 al 205 del Capo III "Protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a vibrazioni" del D.Lgs. 81/08.

La norma assume come parametri di riferimento il valore d'azione ed il valore limite (entrambi standardizzati al periodo di riferimento della giornata lavorativa di 8 ore) sia per le vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio che per le vibrazioni trasmesse al corpo intero. In particolare l'art. Art. 201 "Valori limite di esposizione e valori d'azione" prevede i seguenti valori:

per le vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio (HAV):

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

Per le vibrazioni trasmesse al corpo intero (WBV):

- il valore limite di esposizione giornaliero, normalizzato a un periodo di riferimento di 8 ore, è fissato a $1,15 \text{ m/s}^2$;
- il valore d'azione giornaliero, normalizzato a un periodo di riferimento di 8 ore, è fissato a $0,5 \text{ m/s}^2$.

2 - VALUTAZIONE DEL RISCHIO VIBRAZIONI

Il presente lavoro è stato elaborato in riferimento ad un'analisi dell'esposizione del personale che opera presso l'officina meccanica della Centrale di San Filippo del Mela (ME), ai rischi derivanti da vibrazioni meccaniche al sistema "mano braccio" ed al "corpo intero" ai sensi del D.Lgs 19 Agosto 2005 n° 187.

Mentre, per quanto attiene la valutazione dei dati raccolti si fa riferimento al D. Lgs n° 81 del 09/04/2008.

Per la valutazione dell'esposizione quotidiana personale si è proceduto nel seguente modo:

- identificazione e localizzazione nel ciclo produttivo delle sorgenti che determinano delle vibrazioni al sistema mano braccio ed al corpo intero
- identificazione, per ogni operatore, delle mansioni lavorative,
- valutazione, per ogni operatore, degli spostamenti all'interno dell' officina e dei relativi tempi di permanenza nelle singole postazioni,
- misura per le apparecchiature utilizzate, delle vibrazioni al sistema mano braccio ed al corpo intero,
- calcolo dell'esposizione quotidiana personale degli operatori che svolgono una determinata mansione, valutando le postazioni occupate nell'arco di una settimana lavorativa ed i valori delle vibrazioni al sistema mano-braccio, ed al corpo intero, relativo a quella mansione.

3 - RISULTATI DELLE MISURE EFFETTUATE

Lo studio è stato focalizzato su tutte le apparecchiature e le postazioni di lavoro della Centrale Termoelettrica, dove il personale può essere sottoposto al rischio vibrazioni per il sistema “mano braccio” e per il “corpo intero”. Di seguito si riportano le considerazioni relative al reparto “Officina Macchine Utensili”.

Sono state effettuate le misure per la determinazione del valore dell'accelerazione al sistema “mano braccio” ed al “corpo intero”, alle apparecchiature e nelle postazioni di lavoro individuate come possibili origine di vibrazioni.

Di seguito si riportano le tabelle con gli esiti delle misurazioni delle accelerazioni effettuate con l'ausilio degli appositi strumenti di misura (accelerometri piezoelettrici).

Tabella 1: Vibrazioni misurate alle apparecchiature nell' officina meccanico civile

Officina Meccanico Civile								
Mis.	Attrezzatura	Modello	Matricola	Accelerazione m/sec ²				
				Mano Braccio		Corpo intero		
				A _(wsum)	A _z	A _y	A _x	A _(max)
N1	Trapano a colonna Sermac	TC040L	23058	0,4				
N2	Cesoia Ficep	ST-Super 13	20789	9,5				
N3	Mola Grande Rupes	disco taglio		7,7				
N4	Mola Piccola Rupes	disco mola		4,8				
N5	Autogru Locatelli 25 Ton.	827-091			0,24	0,21	0,8	0,8
N6	Carrello OM	DI35C	1152310		0,67	0,41	1,06	1,06
N7	Filettrice Rodgid			0,9				
N8	Mola a batteria Bosch	GWS14,4V		1,5				
N9	Trapano a batteria Hitachi	DH24DV		8				
N10	Martello demolitore Bosch	GBH7-45DE		19,1				
N11	Trapano elettrico Atlas Copco	PLH30XE		11,5				
N12	Mola da banco	HPO3		6,8				
N13	Ape Piaggio	50 Car			0,22	0,35	0,79	0,79

Tabella 2; Vibrazioni misurate alle apparecchiature nell'officina macchine utensili

Officina Macchine Utensili								
Mis.	Attrezzatura	Modello	Matricola	Accelerazione m/sec^2				
				ManoBraccio	Corpo intero			
				$A_{(rms)}$	A_x	A_y	A_z	$A_{(rmsz)}$
N14	Tornio Akron (Tappeto AV)	250	42608402		0,16	0,22	0,13	0,31
N15	Tornio Pasquino (Tappeto AV)	250	XMO/17		0,19	0,07	0,12	0,27
N16	Tornio Tovaglieri (Tappeto AV)	160	0418/923		0,15	0,05	0,06	0,21
N17	Fresa Pasquino		XMO/08		0,12	0,06	0,03	0,17
N18	Fresa Rambaudi (Pedana Legno)		MS1 430		0,09	0,22	0,09	0,31
N19	Tornio Akron (Tappeto AV)	180	3392228		0,13	0,04	0,06	0,18
N20	Tornio Tovaglieri (Tappeto AV)	400	0419/923		0,05	0,08	0,05	0,11
N21	Strozziatrice Cabe		ST450		0,01	0,02	0,02	0,03
N22	Seghetto Fendo		XMO/15		0,14	0,02	0,01	0,20
N23	Equilibratrice	ED1000	89621		0,02	0,02	0,01	0,03
N24	Limatrice Zanerini (Pedana Legno)		XMO/11		0,03	0,02	0,02	0,04
N25	Rettifica Tacota (Pedana Legno)		004/84		0,05	0,08	0,03	0,11
N26	Rettifica Fravetto (Pedana Legno)		478		0,06	0,04	0,02	0,08
N27	Tornio Pontiggia (Tappeto AV)	700	431070		0,02	0,00	0,01	0,03
N28	Tornio Pasquino (Tappeto AV)	400	21291		0,05	0,01	0,02	0,07
N29	Trapano SASS		XMO/21		0,02	0,01	0,02	0,03
N30	Mola da banco Odorici		XMO/12	10,4				
N31	Mola da banco Metabo		XMO/13	6,3				
N32	Trapano Condor		XMO/18	0,4				
N33	Trapano Ermac		XMO/19	0,6				

Foto 1 Tornio Tovaglieri 160

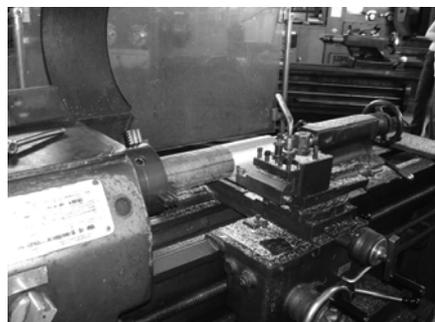


Foto 2 Tornio Akron 250

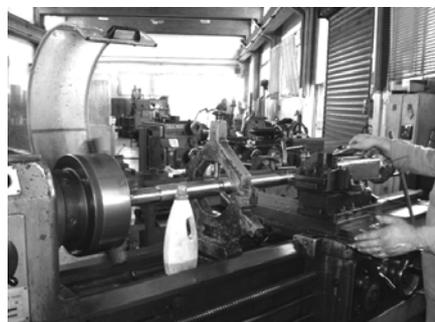


Tabella 3: Vibrazioni misurate alle apparecchiature nell'officina meccanici

Officina Meccanici								
Mis.	Attrezzatura	Modello	Matricola	Accelerazione m/sec ²				
				ManoBraccio	Corpo intero			
					A _{(w)sum}	A _x	A _y	A _z
N34	Trapano a Colonna Longo	IM40/45	29628	0,4				
N35	Mola da banco per utensili	ABC		5,3				
N36	Trapano Super Condor	25L	239	0,3				
N37	Chiave pneumatica Air Martin	1339-MW 22		4,0				
N38	Mola a mano Rupes	GL6	4.10.48	3,9				
N39	Idropulitrice Lavor Wash	FXX1123GA		1,2				
N40	Carrello OM	DI-25C			0,21	0,27	0,62	0,62

Tabella 4: Vibrazioni misurate alle apparecchiature nel reparto regolazione e manutenzione

Reparto Regolazione e Manutenzione								
Mis.	Attrezzatura	Modello	Matricola	Accelerazione m/sec ²				
				ManoBraccio	Corpo intero			
					A _{(w)sum}	A _x	A _y	A _z
N41	Trapano a colonna Sermac	R1G20-22	972262	1,0				
N42	Trapano a batteria Metabo	BSZ		1,1				
N43	Mola a mano Metabo	W6-115	5091223046	3,9				
N44	Seghetto Einhell	PSG710E		4,5				
N45	Mola da banco Nebes	S/200T	700.20.25	4,7				
N46	Trapano a mano Einhell	BM-G1100E		3,4				

4 - ANALISI DEL RISCHIO VIBRAZIONI NELL'AMBIENTE DI LAVORO

La valutazione delle vibrazioni per il personale che opera nella centrale di San Filippo del Mela è stata effettuata nel 2007 ai sensi del D.Lgs 187 del 19/08/2005, utilizzando le misure sperimentali riportate nel capitolo precedente. In fig. 3 le formule utilizzate.

Figura 3: Formule previste dall'allegato XXXV del D.Lgs 81/08

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

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

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

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

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

HAV

ISO 5349

HBV

ISO 2361-1

Tabella 5: Mansioni del personale sottoposto al rischio vibrazioni trasmesse al sistema “mano braccio” ed al “corpo intero”, che opera all’interno dell’Officina Meccanica.

Reparto	Personale sottoposto a vibrazione	
	Numero Persone	Mansione
Officina Meccanici Civili	10	Specialista di officina meccanica e civile
	1	Autista di officina meccanica e civile
Officina Macchine Utensili	3	Specialista di officina macchine utensili
Officina Meccanica	9	Specialista montaggi meccanici
	2	Specialista interventi meccanici ai gruppi

Nelle tabelle seguenti sono indicate le mansioni operative, il valore della vibrazione misurata per ogni apparecchiatura utilizzata, il tempo di utilizzo di ogni apparecchiatura, ed il livello del rischio vibrazioni trasmesse al sistema “mano braccio” ed al “corpo intero”, calcolata per un tempo di 5 giornate lavorative su 38 ore settimanali pari a 2280 minuti a settimana.

Le mansioni in cui i lavoratori non sono sottoposti a vibrazioni sono state indicate come “Altre Attività”.

Tabella 5a: Valori delle vibrazioni per il personale che svolge la mansione di specialista dell’officina meccanica civile

Officina Meccanica Civile								
(1) Specialista dell’officina meccanica civile								
	Apparecchiatura	Tempo min/set	Mano braccio (m/sec ²)			Corpo intero (m/sec ²)		
			A _(rms)	A(β) _i	A(β) _T	A _(rmat)	A(β) _i	A(β) _T
N1	Trapano a colonna Sermac	480	0,4	0,18				
N2	Cesoia Ficep	30	9,5	1,09				
N3	Mola Grande Rupes	120	7,7	1,77				
N4	Mola Piccola Rupes	240	4,8	1,56				
N5	Filettatrice Rodgid	30	0,9	0,10				
N6	Mola a batteria Bosch	30	1,5	0,17				
N7	Trapano a batteria Hitachi	30	8,0	0,92				
N8	Martello demolitore Bosch	20	19,1	1,79				
N9	Trapano elettrico Atlas Copco	20	11,5	1,08				
N10	Mola da banco	60	6,8	1,10				
N11	Ape Piaggio	60				0,79	0,13	
N12	Altre attività	1.160	0,0	0,00				
	Totale	2.280			3,64			0,13

Tabella 6: Valori delle vibrazioni per il personale che svolge la mansione di specialista dell'officina macchine utensili

Officina Macchine Utensili								
(3) Specialista di officina macchine utensili								
	Apparecchiatura	Tempo min/set	Mano braccio (m/sec ²)			Corpo intero (m/sec ²)		
			A _{max}	A(8)	A(8)T	A _{max}	A(8)	A(8)T
N1	Tomio Akron (Tappeto AV)	350				0,31	0,121	
N2	Tomio Pasquino (Tappeto AV)	170				0,27	0,073	
N3	Tomio Tovagliari (Tappeto AV)	25				0,21	0,022	
N4	Fresa Pasquino	170				0,17	0,046	
N5	Fresa Rambaudi (Pedana Legno)	90				0,31	0,061	
N6	Tomio Akron (Tappeto AV)	290				0,18	0,065	
N7	Tomio Tovagliari (Tappeto AV)	290				0,11	0,040	
N8	Strozziatrice Cabe	50				0,03	0,004	
N9	Seghetto Fendo	140				0,20	0,049	
N10	Equilibratrice	25				0,03	0,003	
N11	Limatrice Zanerini (Pedana Legno)	25				0,04	0,004	
N12	Rettifica Tacota (Pedana Legno)	70				0,11	0,020	
N13	Rettifica Fravetto (Pedana Legno)	25				0,08	0,009	
N14	Tomio Pontiggia (Tappeto AV)	10				0,03	0,002	
N15	Tomio Pasquino (Tappeto AV)	70				0,07	0,012	
N16	Trapano SASS	40				0,03	0,004	
N17	Mola da banco Odorici	140	10,4	2,58				
N18	Mola da banco Metabo	140	6,3	1,56				
N19	Trapano Condor	70	0,4	0,07				
N20	Trapano Emmac	30	0,6	0,07				
N21	Altre attività	60	0	0,00		0,0	0,000	
	Totale	2280			3,01			0,19

Tabella 7: Valori delle vibrazioni per il personale che svolge la mansione di specialista di montaggi meccanici

Officina Meccanica								
(4) Specialista montaggi meccanici								
	Apparecchiatura	Tempo min/set	Mano braccio (m/sec ²)			Corpo intero (m/sec ²)		
			A _(1/1000)	A(8)l	A(8)T	A _(1/1000)	A(8)l	A(8)T
N1	Trapano a Colonna Longo	60	0,4	0,06				
N2	Mola da banco per utensili	60	5,3	0,86				
N3	Trapano Super Condor	120	0,3	0,07				
N4	Chiave pneumatica Air Martin	120	4,0	0,92				
N5	Mola a mano Rupes	30	3,9	0,45				
N6	Idropulitrice Lavor Wash	60	1,2	0,19				
N7	Carrello sollevatore OM	60				0,62	0,10	
N8	Altre Attività	1770	0,0	0,00				
	Totale	2280			1,35			0,10

5 - MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Nessuna mansione determina un valore per le vibrazioni al sistema mano braccio, superiore al valore di esposizione pari a 5 m/s^2 . Le sole mansioni che determinano un valore superiore al livello di azione pari a $2,5 \text{ m/s}^2$, sono quella relativa allo specialista di officina meccanica civile e quella relativa allo specialista di officina macchine utensili.

Le vibrazioni al corpo intero variano da un valore minimo di $0,01 \text{ m/s}^2$ relativo all'operatore della sala controllo dei gruppi generatori di vapore 5 e 6, fino ad un valore massimo di $0,77 \text{ m/s}^2$ relativo all'autista dell'officina meccanica civile.

Nessuna mansione determina un valore per le vibrazioni al corpo intero, superiore al valore di esposizione pari a $1,15 \text{ m/s}^2$. La sola mansione che determina un valore superiore al livello di azione pari a $0,5 \text{ m/s}^2$, è quella relativa all'autista dell'officina meccanica civile.

Per le mansioni che per il sistema "mano braccio" e per il "corpo intero" superano il livello di azione, sarà elaborato un programma di misure tecniche ed organizzative di seguito indicate, atte a ridurre al minimo l'esposizione ed i rischi connessi:

1. scelta di attrezzature che, tenuto conto del lavoro da svolgere determinano il livello minore possibile di vibrazioni,
2. 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,

3. messa a punto di adeguati programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, del luogo di lavoro e dei sistemi sul luogo di lavoro,
4. esecuzione di un'adeguata formazione ed informazione dei lavoratori sull'uso corretto e sicuro delle attrezzature di lavoro, in modo da ridurre al minimo la loro esposizione a vibrazioni meccaniche,
5. organizzazione di orari di lavoro appropriati, in modo da ridurre la durata dell'esposizione alle vibrazioni.

6 - CONCLUSIONI

La campagna sperimentale di misurazione delle vibrazioni effettuate sia per il sistema "corpo intero" che per il sistema "mano-braccio" ha evidenziato valori in linea con i limiti previsti dalla normativa. Per singola attrezzatura è stato individuato il tempo massimo di ore di lavoro. È stata effettuata anche una valutazione per operatore in funzione dei tempi di impiego delle diverse tipologie di attrezzature nell'arco di una settimana lavorativa ed anche in questo caso non si sono riscontrate condizioni al di sopra dei limiti consentiti.

7 - BIBLIOGRAFIA

1. European Committee for Standardization (1996) «Mechanical vibration - Guide to the health effects of vibration on the human body». CEN Report 12349. CEN, Brussels
2. «Linee Guida in materia di rischi da vibrazioni e da movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori», Assessorato alla sanità della Regione Piemonte, 1997
3. Norma ISO 2631-1 (1997) "Mechanical Vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole-body vibration". Part 1: General requirements.
4. Norma UNI EN 28662-1 (1993) "Macchine utensili portatili. Misura delle vibrazioni sull'impugnatura". Generalità
5. Norma UNI EN ISO 5349-1 (2004) "Vibrazioni meccaniche - Misurazione e valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse alla mano" - Parte 1: Requisiti generali
6. Norma UNI EN ISO 5349-2 (2004) "Vibrazioni meccaniche - Misurazione e valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse alla mano" - Parte 2: Guida pratica per la misurazione al posto di lavoro
7. National Institute of Occupational Safety and Health (1989) «Criteria for a recommended standard: occupational exposure to hand-arm vibration». US DHHW (NIOSH) Report 89-106, Cincinnati, OH
8. I. Pinto, N. Stacchini, F. Santini "La Riduzione del rischio da esposizione a vibrazioni mano-braccio nel comparto dei materiali lapidei". (1994).
9. O. Nicolini, M. Minerva "L'esposizione a vibrazioni nei luoghi di lavoro: gli adempimenti aziendali nel nuovo quadro legislativo. dBA 06. (2006).
10. ISPESL Linee Guida per la Prevenzione del Rischio Vibrazioni (2008) scaricabile dal sito <http://www.ispesl.it>