

CARATTERIZZAZIONE DELLE VIBRAZIONI TRASMESSE AL SISTEMA MANO-BRACCIO NELLE OPERAZIONI DI MANUTENZIONE STRADALE CONDOTTE DAI CANTONIERI CON USO DI DECESPUGLIATORI

Maurizio Diano, Marco Valentini, Pasquale Samele, Ignazio Di Gesu, Roberto Trovato

ISPESL, Centro Ricerche di Lamezia Terme (CZ)

1 – RIASSUNTO

Nel lavoro si è concentrata l'attenzione sullo studio particolareggiato dell'esposizione a vibrazioni di una categoria professionale, quella dei cantonieri, ritenuta particolarmente soggetta a condizioni di lavoro gravoso. Nel lavoro si è presa in considerazione la fase che maggiormente è responsabile dell'esposizione a vibrazioni mano-braccio: quella di mantenimento dei cigli e delle scarpate stradali mediante utilizzo di decespugliatori.

E' stato possibile effettuare le determinazioni analitiche su un certo numero di attrezzature omogenee per funzionalità ma non per marca, condizioni di mantenimento e vetustà dell'attrezzo. E' stato possibile, inoltre, studiare le variazioni dell'esposizione agli agenti di rischio fisico al variare dell'utensile montato sull'attrezzatura.

Le misure sono state condotte con una catena strumentale in grado di misurare contemporaneamente le vibrazioni trasmesse al mano-braccio sui tre assi caratteristici e su ambedue le mani dell'operatore. Si è acquisita la time history in modo da rilevare sia la presenza di eventi singolari durante le operazioni di lavoro sia le componenti assiali sia in termini energetici che di prevalenze spettrali, che maggiormente influiscono sull'esposizione dell'operatore.

Per le fasi lavorative sottoposte ad indagine l'esposizione alle vibrazioni è localizzata al distretto mano-braccio, essendo condotti a mano la maggior parte degli utensili utilizzate per le operazioni lavorative di manutenzione stradale. L'esposizione a vibrazioni è causata, in tal caso, dal contatto delle mani con l'impugnatura degli utensili stessi in particolare durante le attività di sfalcio dell'erba.

2 – PREMESSA

Tra le molteplici forme di rischio che interessano la mansione di cantoniere, senz'altro quelle inerenti il rischio fisico da vibrazione sono da tenersi in debita considerazione sia per il peso relativo che assumono in seno alla categoria dei rischi per la salute, sia ancora per il peso assoluto rispetto all'intera valutazione del rischio,

in quanto concausa dell'aggravarsi di altre tipologie di rischio legate alla specificità del lavoro condotto.

Il lavoro del cantoniere è complesso ed articolato e meriterebbe uno studio approfondito durante tutte le fasi della sua realizzazione; pur tuttavia è lecito ritenere che la maggiore esposizione ai rischi contemplati nel presente lavoro riguarda la fasi lavorative di manutenzione dei cigli delle strade e delle scarpate. In tali fasi, infatti, si ha un cospicuo intervento di attrezzature di ausilio al lavoro che per le caratteristiche intrinseche delle stesse espongono l'operatore a consistenti livelli sia di rumore che di vibrazioni in fase di utilizzo di decespugliatori.

Le caratteristiche delle macchine sottoposte ad indagine, nel presente lavoro, sono le seguenti:

- il decespugliatore è un macchinario soggetto a marcatura CE (DPR 459/96), costituito essenzialmente da un motore, da un sistema di trasmissione e da un utensile rotante in metallo o nylon; il suo peso è compreso tra 8 e 12 kg;

E' da considerare che il rumore, nelle fasi specifiche di lavorazione, è spesso influenzato dal traffico veicolare potendo quindi essere significativamente differente in relazione alle diverse zone di lavoro ed alle fasi di attività.

Per le fasi lavorative sottoposte ad indagine l'esposizione alle vibrazioni è localizzata al distretto mano-braccio, essendo condotti a mano la maggior parte degli utensili utilizzate per le operazioni lavorative di manutenzione stradale. L'esposizione a vibrazioni è causata, in tal caso, dal contatto delle mani con l'impugnatura degli utensili stessi in particolare durante le attività di sfalcio dell'erba.

3 - METODOLOGIA DI INDAGINE E RISULTATI DELLE MISURE

La valutazione del rischio vibrazioni è stata effettuata secondo le indicazioni fornite delle linee guida dall'ISPESL. Per la valutazione delle vibrazioni, considerando i valori ponderati in frequenza delle accelerazioni (r.m.s.) rilevate sulle impugnature degli utensili.

I valori rilevati di vibrazioni tengono conto della:

- Individuazione dei lavoratori esposti al rischio.
- Individuazione, per ogni lavoratore, del tempo di esposizione.
- Individuazione (marca e tipo) delle singole macchine o attrezzature utilizzate.
- Individuazione, in relazione alle macchine ed attrezzature utilizzate, del livello di esposizione durante l'utilizzo delle stesse.
- Determinazione del livello di esposizione giornaliero normalizzato al periodo di riferimento di 8 ore.

La catena strumentale utilizzata per la misura delle vibrazioni è costituita da due unità di elaborazione del segnale accelerometrico a quattro ingressi corredate da accelerometri triassiali per le misure in contemporanea sulla mano destra e sulla mano sinistra.

L'incertezza nella valutazione dell'esposizione giornaliera ai fattori di rischio esaminati è determinata dalle seguenti condizioni:

- incertezza nella determinazione dei tempi di esposizione associata all'errore nella stima del tempo di impiego dell'utensile vibrante da parte del lavoratore;
- incertezza nella misura delle vibrazioni causata principalmente dai seguenti fattori:
 - o errori dovuti alle fluttuazioni casuali dei parametri fisici in gioco;
 - o variazioni nelle modalità di impiego da parte di differenti operatori;
 - o variazioni delle condizioni di manutenzione dell'utensile.

L'individuazione dei lavoratori esposti al rischio delle vibrazioni, discende dalla conoscenza delle mansioni espletate dal singolo lavoratore, dal tipo di attrezzatura impiegata durante la giornata lavorativa e dal tempo di utilizzo delle medesime.

Le macchine sottoposte ad indagine sono indicate nella seguente Tabella 1, mentre nella Tabella 2 sono riportati i risultati delle misure di vibrazioni, su entrambe le mani, rilevati durante le fasi di operatività.

Tabella 1 – descrizione del campione di attrezzature sottoposto ad indagine

Tipo/Marca	Modo d'uso	Utensile/tipo lavorazione	# campioni
Decespugliatore Honda Umx	2 mani	Lama / taglio erba	4
		Filo / taglio erba	3
Decespugliatore Efco Ergo	2 mani	Lama / taglio erba	4
Falciatrice Bertolini 140L	2 mani	Lama / taglio erba	4

Tabella 2 – risultati delle misure di vibrazioni sul campione di utensili

#	Note	Anni	Vibrazioni Mano Sx				Vibrazioni Mano Dx			
			Asse X	Asse Y	Asse Z	Aw-Sx	Asse X	Asse Y	Asse Z	Aw-Dx
<i>Sorgente decespugliatore Honda</i>										
1	Lama	2	2,45	2,84	1,21	3,94	2,87	3,33	2,17	4,91
3	Lama	4	3,88	3,35	2,26	6,07	4,95	2,60	2,29	6,04
5	Lama	3	3,54	2,12	1,88	4,53	3,12	3,65	2,22	5,19
6	Lama	1	1,68	1,23	0,58	2,26	1,98	2,13	1,34	3,20
2	Filo	4	4,32	3,12	1,78	5,62	5,02	3,67	2,28	6,64
4	Filo	3	4,05	3,56	1,98	5,72	4,86	3,88	2,32	6,59
7	Filo	2	2,28	2,66	3,07	4,66	5,37	4,12	2,29	7,15
<i>Sorgente decespugliatore Efco</i>										
1	Lama	3	2,22	3,53	2,02	4,63	2,75	3,78	2,38	5,25
2	Lama	1	2,32	1,12	1,82	3,15	2,45	1,34	2,56	3,79
3	Lama	3	2,77	2,72	3,45	5,19	2,62	2,98	3,14	5,06
4	Lama	3	2,42	4,72	2,84	6,02	4,79	2,14	2,59	5,85

Tabella 3 – statistica dei risultati: valori medi e deviazioni standard delle misure

Descrizione		Vibrazioni Mano Sx				Vibrazioni Mano Dx			
		Asse X	Asse Y	Asse Z	Aw-Sx	Asse X	Asse Y	Asse Z	Aw-Dx
Honda lama	media	2,89	2,39	1,48	4,20	3,23	2,93	1,47	4,84
	d.s.	1,01	0,92	0,74	1,57	1,25	0,69	1,01	1,19
Honda filo	media	3,55	3,11	2,28	5,33	5,08	3,89	2,30	6,79
	d.s.	1,11	0,45	0,69	0,59	0,26	0,23	0,02	0,31
Honda	media	3,17	2,70	1,82	4,69	4,02	3,34	1,83	5,67
	d.s.	1,02	0,80	0,78	1,31	1,33	0,72	0,84	1,36
Efco lama	media	2,43	3,02	2,53	4,75	3,15	2,56	2,67	4,99
	d.s.	0,24	1,51	0,75	1,21	1,10	1,05	0,33	0,87

4 - LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA RUMORE E VIBRAZIONI: ANALISI DEI RISULTATI

I risultati ottenuti dalla campagna di misure manifestano alcuni aspetti da evidenziare. In primo luogo si constata che si è ottenuta una distribuzione sensibile dei valori di vibrazione registrati. La varietà di valori riscontrati è imputabile almeno a due fattori: il primo al diverso livello di vetustà delle attrezzature, non a caso le misure che, in assoluto, hanno dato i valori minori sono risultate sulle attrezzature più nuove tra quelle esaminate; in secondo luogo la diversità dei valori rilevati è determinata dalla non omogeneità delle condizioni lavorative, che espongono l'operatore a valori di vibrazioni più o meno elevate a seconda della varietà e della quantità erbacea presente e della tipologia di intervento richiesto: differente è la forza prensile necessaria a condurre le attrezzature su ciglia stradali in piano piuttosto che quella indispensabile per operare su scarpate o dirupi. In generale si è riscontrato che i valori trasmessi alla mano destra sono leggermente superiori rispetto a quelli registrati sull'altro arto e ciò è dovuto al fatto che i conduttori sui quali sono state effettuate le valutazioni sono tutti destri e pertanto maggiore è, con il relativo arto, la forza prensile esercitata sull'attrezzatura. La mano destra è inoltre utilizzata per direzionare l'utensile mentre quella sinistra è utilizzata soprattutto come bilanciamento. E' inoltre da rilevarsi che nel caso di utilizzo dell'utensile di taglio a filo vi è una maggiore esposizione media rispetto all'utilizzo dell'utensile di taglio a lama. Il confronto tra le due tipologie di decespugliatori esprime una condizione di riconoscibile uniformità sia in termini di valori medi che di distribuzione dei campioni registrati.

In generale si può stabilire che le misure rendono evidenti dei valori significativi da un punto di vista protezionistico, che meritano una attenta analisi in merito alla classificazione di rischio, tenendo presenti le considerazioni espresse nel precedente paragrafo e le indeterminatezze che da esse ne conseguono.

L'analisi della mansione lavorativa ha permesso di stimare un uso complessivo nell'arco della giornata di lavoro pari ad almeno 150 minuti di reale attività operativa nell'uso del decespugliatore. Tale tempistica è determinata dalla presenza di intervalli di tempo dedicati all'organizzazione dell'area di lavoro (esecuzione di

lavori tipicamente manuali, predisposizione degli apprestamenti di sicurezza stradale come cartellonistica, segnaletica, ecc.) o alla messa a punto delle attrezzature stesse. Stante le associazioni temporali ipotizzate, da verificare caso per caso in base alla reale organizzazione del lavoro, ne risulta un valore di esposizione giornaliero, considerando i valori medi riportati in tabella 3, che nel migliore dei casi è pari a $A(8)=2,34 \text{ m/s}^2$ per la mano sinistra, $2,70 \text{ m/s}^2$ per la mano destra e $Lex(8)=83,6 \text{ dB(A)}$; condizione che si riscontra nell'uso per 180 minuti nell'arco della giornata del decespugliatore Honda con taglio a lama. Nel peggiore dei casi, riscontrabile con l'uso dello stesso tipo di decespugliatore ma con utensile di taglio a filo, si calcola che $A(8)= 2,98 \text{ m/s}^2$ per la mano sinistra, $3,79 \text{ m/s}^2$ per la mano destra. Tali ultimi valori meritano senz'altro interventi mirati per ridurre il rischio da vibrazioni e far rientrare nel consentito l'esposizione a rumore.

5 - CONCLUSIONI

L'indagine ha preso in considerazione una categoria di lavoratori sulla quale raramente si conducono attività sistematiche di studio ma che viceversa presenta molti aspetti da tenere sotto controllo. Come visto nei risultati ottenuti si evidenziano delle condizioni di rischio definibili in talune condizioni di livello alto. Pertanto opportune valutazioni di carattere protezionistico riguardanti il lavoro svolto per la manutenzione delle strade, devono considerare oltre che i rischi per la sicurezza generalmente ben presentati, anche i rischi di natura igienica capaci di danni non trascurabili a lungo termine. L'indagine condotta, sebbene non esaustiva, permette comunque di delineare un quadro di rischio sul quale occorre effettuare operazioni di rifinitura tenendo conto dei dati realmente riscontrabili nella specifica condizione lavorativa.

6 - BIBLIOGRAFIA

- ISO 5349 - 1:2001. Mechanical Vibration - Measurement and Evaluation of Human Exposure to Hand - Transmitted Vibration - Part 1: general requirements.
- ISO 5349 - 2:2001. Mechanical Vibration - Measurement and Evaluation of Human Exposure to Hand - Transmitted Vibration - Part 2: practical guidance for measurement at the workplace.
- Lindsell C.J., Griffin M.J., 1998. Standardised diagnostic methods for assessing components of the hand - arm vibration syndrome.
- Linee Guida ISPESL sull'esposizione professionale a rumore e vibrazioni, 2002, ISPESL.
- McDowell T.W., Dong R.G., Welcome D.E., 2004. Biodynamic response at the palm of the human hand subjected to a random vibration.

UNI ISO 7916 (1994) “Macchine forestali – Decespugliatori portatili. Misura delle vibrazioni trasmesse alle mani”.

- UNI EN 28662-1(1993) “Macchine utensili portatili – Misura delle vibrazioni sull’impugnatura. Generalità”