

**VIBRAZIONI PRODOTTE DA DECESPUGLIATORI
IMPIEGATI NELLA PROVINCIA DI BOLOGNA
PER LA MANUTENZIONE DEL VERDE**

A. Peretti^{1,2}, S. Bernardelli³, G. Barbieri³, L. Acquafresca³, M. Aquila³, G. Biagi³, S. Cavada³, S. Malaguti³, I. Bernardini⁴, C. Gaddoni⁵, G. Passeri⁶, M. Baiamonte²

- 1) Scuola di Specializzazione in Medicina del Lavoro, Università di Padova
- 2) Peretti e Associati sas, Padova
- 3) SPSAL, Azienda USL Bologna Nord
- 4) SPSAL, Azienda USL Bologna Città
- 5) SPSAL, Azienda USL Imola
- 6) SPSAL, Azienda USL Bologna Sud

1. Introduzione

Come è noto, i decespugliatori sono attrezzi portatili che vengono impiegati per il taglio dell'erba e degli arbusti, nel giardinaggio, nella manutenzione stradale, in agricoltura e in silvicoltura. Introdotti sul mercato italiano negli anni 1970-1980, i decespugliatori sono oggi estremamente diffusi avendo quasi del tutto soppiantato i dispositivi manuali di taglio (falce, falcetto, roncola, ecc.). Generalmente il loro uso si limita al periodo marzo-ottobre, con durate di impiego che giungono sino a 6 ore al giorno nel caso degli operatori professionali.

Le vibrazioni prodotte da questi attrezzi sono notoriamente elevate. Motivo per cui i decespugliatori sono stati da noi studiati in passato, sia per quanto riguarda il rischio a cui sono esposti gli addetti [1-3], sia per quanto riguarda la metodologia di misura delle accelerazioni [4].

La presente indagine, finalizzata ancora alla valutazione del rischio, ha cercato inoltre di individuare le cause delle vibrazioni e di suggerire possibili soluzioni.

2. Caratteristiche dei decespugliatori

Essenzialmente i decespugliatori sono costituiti dal motore, da un'asta tubolare metallica entro la quale ruota l'albero di trasmissione e dall'utensile rotante.

Generalmente l'asta è rigidamente solidale al motore (decespugliatori monoblocco). Nel caso di motori di cilindrata elevata (superiore a 40 cc), l'asta può essere collegata al motore mediante un tubo flessibile; in questi casi il motore viene portato come fosse uno zaino (decespugliatori spalleggiati).

Generalmente sull'asta sono presenti due impugnature: una longitudinale, coassiale all'asta stessa, prossima al motore e munita dei dispositivi di guida (acceleratore, ecc.); l'altra trasversale (ad anello, a U inclinata di 90°, ecc.). In alcuni modelli di decespugliatori, le due impugnature sono poste all'estremità di un tubo a forma di "corna di bue", fissato trasversalmente all'asta.

Il motore, in genere monocilindrico a due tempi (i motori bicilindrici o a 4 tempi sono meno diffusi), presenta una cilindrata compresa tra 20 e 50 cc (raramente si giunge a 70 cc). La potenza ed il regime di rotazione massimi variano, rispettivamente, tra 0.6 e 1.8 kW e tra 5000 e 12000 giri/minuto.

L'utensile rotante è rappresentato da una testina cilindrica in materiale plastico da cui fuoriescono due fili di *nylon*. Nel caso di impegni gravosi, al posto della testina può essere applicato un disco metallico seghettato o a 4 denti taglienti.

La massa dei decespugliatori è compresa tra 4 e 11 kg. In genere questi attrezzi sono dotati di cinghie per il sostegno.

3. Materiali e metodi

Sono stati esaminati 22 decespugliatori, con testina a due fili e cilindrata compresa tra 22 e 50 cc, impiegati da 1-9 anni presso servizi comunali o aziende professionali della provincia di Bologna. I modelli e le marche degli attrezzi considerati (Shindaiwa, Stihl, Efco, Honda, Kaaz, Tanaka, Komatsu, Kawasaki, Robin) sono, localmente, tra i più diffusi. Sono stati inoltre esaminati 2 decespugliatori nuovi di fabbrica (Robin) con dispositivi antivibranti nominalmente ottimali.

I rilievi sono stati effettuati in tre condizioni:

- a vuoto, al minimo regime di giri;
- a vuoto, al massimo regime di giri;
- durante il taglio dell'erba ad un numero di giri pari a circa 2/3 di quello massimo (condizione operativa usuale).

Le vibrazioni presenti sulle due impugnature lungo i tre assi sono state rilevate contemporaneamente mediante due accelerometri triassiali Bruel Kjaer 4321 connessi a sei amplificatori di carica Bruel Kjaer 2635 a loro volta collegati a due analizzatori digitali di frequenza in tempo reale, uno bicanale (Larson Davis 2900 B), l'altro quadricanale (Larson Davis 3200). Gli accelerometri, avvitati su supporti in alluminio, sono stati fissati sulle impugnature mediante fascette metalliche; nei pochi casi in cui le impugnature si presentavano rivestite con materiale resiliente, gli accelerometri sono stati fissati sul tubo metallico dell'impugnatura, vicino alla manopola. Il sistema di assi coordinati è stato univocamente definito facendo riferimento all'attrezzo. Considerando il decespugliatore deposto a terra: asse *y*, parallelo all'asta; asse *x*, orizzontale e trasversale rispetto all'asta; asse *z*, verticale.

Gli amplificatori di carica e gli analizzatori di frequenza sono stati predisposti per rilevare i valori quadratici medi delle componenti delle accelerazioni in bande di 1/3 di ottava tra 6.3 e 1250 Hz. Le componenti sono state successivamente ponderate in frequenza e sommate tra loro in termini quadratici secondo le indicazioni della norma EN ISO 5349-1 del 2001 [5]. Sulla base dei valori dell'accelerazione equivalente ponderata in frequenza, rilevati sui tre assi, è stato determinato il valore complessivo (somma vettoriale).

Nell'ambito dell'indagine è stato inoltre rilevato il rumore dei decespugliatori a circa 10 cm dall'orecchio degli operatori mediante un fonometro Bruel Kjaer 2230.

4. Risultati

Gli spettri delle accelerazioni relativi ai tre assi, rilevati sulla stessa impugnatura nelle medesime condizioni, presentano sostanzialmente un analogo andamento in frequenza (fig. 1). La stessa cosa dicasi per gli spettri relativi alle due impugnature nelle medesime condizioni.

L'andamento dipende dalle condizioni operative. Gli spettri sono caratterizzati da pic-

chi:

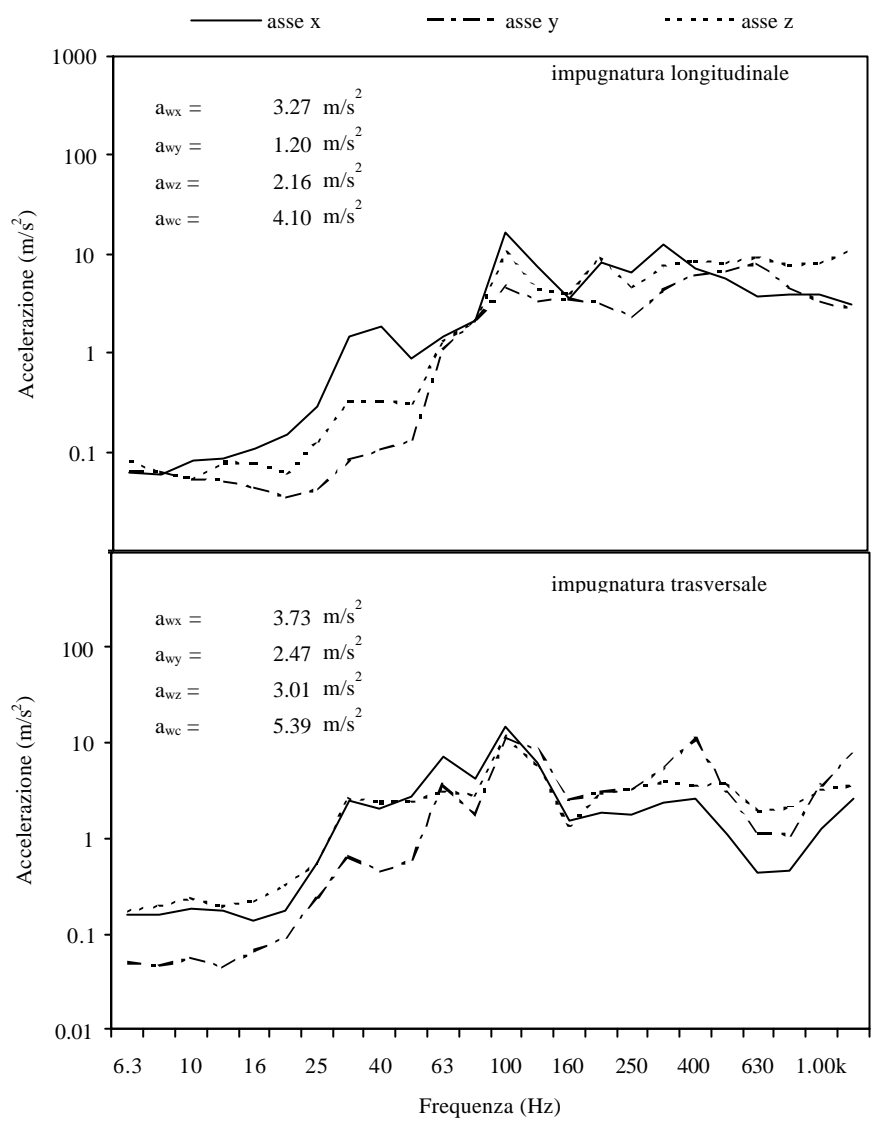


Figura 1 - Spettri delle accelerazioni riscontrate sul decespugliatore Robin NB 391

- a 50 Hz (in un numero inferiore di casi a 63 Hz, in un numero ancora inferiore a 40 Hz) a vuoto al minimo regime di giri;
- a 125 Hz (in un numero inferiore di casi a 160 Hz, in un numero ancora inferiore a 100 Hz) a vuoto al massimo regime di giri;
- a 100 Hz (in un numero inferiore di casi a 160 e a 125 Hz, in un numero ancora inferiore a 80 Hz) durante il taglio dell'erba ad un numero di giri pari a circa 2/3 di quello massimo.

Si osservi che 50, 125 e 100 Hz corrispondono ad un regime di rotazione, rispettivamente, di 3000, 7500 e 6000 giri/min.

Considerando le operazioni di taglio dell'erba, i valori dell'accelerazione equivalente ponderata in frequenza più elevati si riscontrano:

- sull'asse x (73 % dei casi) e sull'asse z (18 % dei casi), se si fa riferimento all'impugnatura longitudinale;
- sull'asse z (46 % dei casi) e sull'asse y (36 % dei casi), se si fa riferimento all'impugnatura trasversale.

Sempre considerando le operazioni di taglio dell'erba, i valori complessivi più elevati si riscontrano nel 91 % dei casi sull'impugnatura trasversale.

I valori complessivi più elevati sono determinati:

- dal funzionamento a vuoto al massimo regime di giri (72 % dei casi) e dalle operazioni di taglio dell'erba (23 % dei casi), se si fa riferimento all'impugnatura longitudinale;
- dal funzionamento a vuoto al massimo regime di giri (50 % dei casi) e dalle operazioni di taglio dell'erba (41 % dei casi), se si fa riferimento all'impugnatura trasversale.

Nella tabella 1 è riportata una sintesi dei dati rilevati sui 22 decespugliatori usati da 1-9 anni. I due decespugliatori nuovi, esaminati durante il taglio dell'erba, sono caratterizzati da valori complessivi delle accelerazioni di $4-5 \text{ m/s}^2$ (impugnatura longitudinale) e 6 m/s^2 (impugnatura trasversale), nonché da livelli sonori equivalenti di 85-86 dB(A). Le vibrazioni dei due decespugliatori nuovi sono quindi coincidenti con quelle mediane riscontrate sui 22 decespugliatori usati, mentre i livelli di rumore sono sostanzialmente pari a quelli minimi.

Tabella 1 - Valori complessivi (somme vettoriali relative ai tre assi) dell'accelerazione equivalente ponderata in frequenza rilevati sulle due impugnature e livelli sonori equivalenti rilevati in prossimità dell'orecchio dell'operatore, relativi ai 22 decespugliatori usati da 1-9 anni

	A vuoto al minimo	A vuoto al massimo	Taglio dell'erba
Vibrazioni sull'impugnatura longitudinale (m/s^2)	mediana 2.32 dev.std. 1.04 min.-max. 0.35-3.74	mediana 5.11 dev.std. 3.86 min.-max. 1.44-15.57	mediana 4.37 dev.std. 1.71 min.-max. 2.32-8.31
Vibrazioni sull'impugnatura trasversale (m/s^2)	mediana 3.36 dev.std. 2.66 min.-max. 0.24-9.83	mediana 5.57 dev.std. 5.38 min.-max. 1.43-23.25	mediana 5.71 dev.std. 4.35 min.-max. 2.48-21.73

Rumore (dB(A))	mediana 77.3 dev.std. 3.5 min.-max. 67.0-82.5	mediana 97.5 dev.std. 3.6 min.-max. 89.9-103.9	mediana 94.8 dev.std. 3.1 min.-max. 86.2-98.4
----------------	---	--	---

Dalla tabella 1 emerge che la variabilità dei valori delle vibrazioni è notevole: ciò dipende da diversi fattori legati al modello dell'attrezzo e al suo stato di manutenzione. Ad uguali osservazioni e a valori mediani sostanzialmente analoghi si era giunti in passato [3].

In termini igienistici, tra le due impugnature si considera quella che presenta le vibrazioni maggiori [6]; in questo caso i 22 decespugliatori durante il taglio dell'erba sono contraddistinti da un valore mediano di 5.85 m/s^2 . Se si considera una durata di impiego dei decespugliatori pari a 2, 4 e 6 ore al giorno, le accelerazioni riferite alle 8 ore standard risultano pari, rispettivamente, a 2.92, 4.14, 5.07 m/s^2 . Questi valori mediani sono elevati in termini igienistici. Infatti:

- facendo riferimento alla norma EN ISO 5349-1 [5], il tempo necessario per la comparsa del fenomeno di Raynaud nel 10 % dei soggetti esposti (i più sensibili) è, rispettivamente, di 10.2, 7.1, 5.7 anni (la norma si riferisce però ad un impiego continuo degli attrezzi, mentre i decespugliatori non vengono utilizzati nei mesi invernali);
- facendo riferimento alla Direttiva 2002/44/CE [6], i valori mediani sopra indicati superano tutti il "valore giornaliero di esposizione che fa scattare l'azione" di 2.5 m/s^2 (valore oltre il quale il lavoratore va considerato esposto a rischi significativi e va sottoposto a sorveglianza sanitaria; oltre tale valore il datore di lavoro deve attuare specifiche misure di contenimento del rischio); nel caso di impiego degli attrezzi per 6 ore al giorno, viene superato dal valore mediano anche il "valore limite giornaliero di esposizione" di 5 m/s^2 (valore oltre il quale i rischi per i lavoratori sono inaccettabili e oltre il quale il datore di lavoro deve immediatamente attuare misure in grado di ridurre l'esposizione).

Per quanto riguarda il rumore, dalla tabella 1 emerge che anch'esso varia notevolmente. Se consideriamo il livello equivalente mediano rilevato durante il taglio dell'erba e una durata di impiego dei decespugliatori pari a 2, 4 e 6 ore al giorno, i livelli di esposizione riferiti a 8 ore risultano pari, rispettivamente, a 88.8, 91.8, 93.6 dB(A), livelli questi certamente molto elevati.

5. Cause delle vibrazioni e possibili soluzioni

Si è visto che le vibrazioni si diversificano notevolmente a seconda del modello di attrezzo e delle sue condizioni di manutenzione. In riferimento a quest'ultimo aspetto, le cause responsabili dell'incremento delle vibrazioni sono molteplici:

- 1) la testina è sottoposta a forte usura per i frequenti urti con il terreno su cui spesso sono presenti sassi o pietre; le fessure della testina si possono inoltre riempire di terra; tutto ciò produce uno sbilanciamento della testina stessa che trasmette forti vibrazioni all'attrezzo;
- 2) gli ingranaggi elicoidali della coppia conica (che trasmette il movimento rotatorio dall'albero alla testina) e il relativo cuscinetto a sfere si possono usurare a causa delle vibrazioni prodotte dalla testina; gli ingranaggi si possono usurare anche a causa della degradazione o della scarsità del grasso di lubrificazione; l'usura degli

- ingranaggi e del cuscinetto a sfere incrementa le vibrazioni;
- 3) l'albero può essere inciso dalle bronzine; il "gioco" tra le bronzine e l'albero aumenta le vibrazioni dell'attrezzo;
 - 4) le guarnizioni in gomma tra l'asta ed il motore si possono deteriorare; vengono così meno le loro proprietà antivibranti;
 - 5) i ferodi della frizione e la campana metallica sui cui aderiscono i ferodi stessi si possono usurare a causa dello slittamento della frizione (che si verifica quando l'attrezzo è sottoposto a sforzi eccessivi); l'usura non omogenea dei ferodi e della campana crea uno sbilanciamento che genera vibrazioni;
 - 6) l'albero del motore ed il suo cuscinetto a sfere si possono deteriorare nel tempo, incrementando le vibrazioni.

Per contenere alcuni di questi problemi (che oltre a produrre vibrazioni, riducono l'efficienza e la vita degli attrezzi), l'utente dovrebbe ingrassare la coppia conica ogni 20-25 ore di impiego, dovrebbe lavorare in modo corretto senza usurare troppo la testina (limitando al massimo il contatto della testina con il terreno) e dovrebbe sostituire la testina deteriorata. Inoltre l'utente non dovrebbe impiegare fili troppo lunghi che sottopongono il decespugliatore a sforzi eccessivi e possono far slittare la frizione. In genere tutte queste precauzioni non vengono messe in atto.

A termine di ogni stagione lavorativa occorrerebbe far effettuare il controllo e la manutenzione dei decespugliatori da parte di officine specializzate. Generalmente ciò viene effettuato da parte delle ditte che utilizzano professionalmente ed in modo continuativo questi attrezzi. Invece gli operatori privati o coloro che utilizzano i decespugliatori solo saltuariamente nella quasi totalità dei casi non sottopongono a manutenzione i propri attrezzi (che vengono portati a riparare soltanto quando la loro funzionalità è totalmente compromessa).

6. Conclusioni

Le vibrazioni prodotte dai decespugliatori variano molto a seconda del modello di attrezzo e delle sue condizioni di manutenzione; per tale motivo vanno strumentalmente rilevate durante le normali lavorazioni.

Dato che generalmente le vibrazioni sono elevate e costituiscono un rischio per gli operatori, è necessario che i decespugliatori siano scelti con attenzione, siano assoggettati a controlli e interventi di manutenzione regolari e siano impiegati in modo corretto.

Bibliografia

- 1] Peretti A., Betta A. *Valutazione del rischio da vibrazioni da motocoltivatori e decespugliatori*. Atti del Convegno Nazionale della Associazione Italiana di Acustica, Bologna 4-6 marzo 1985
- 2] Peretti A., Guarnieri A., Betta A. *Vibrazioni prodotte da motocoltivatori, motofalciatrici, decespugliatori e trasmesse al sistema mano-braccio degli operatori agricoli: risultati dell'indagine condotta nella Provincia Autonoma di Trento*. Atti del Seminario su "Aspetti igienistici e di prevenzione del rischio da vibrazioni da macchine agricole", S. Michele all'Adige (Trento) 3 maggio 1985. Il lavoro è stato

pubblicato anche in *Macchine & Motori Agricoli*, 5, 25-29, 1986

- 3] Peretti A., Bovenzi M., Betta A., Deboli R. *Vibrazioni prodotte da decespugliatori*. Atti del Convegno Nazionale "Lavoro e salute in agricoltura", Punta Ala, 5-8 ottobre 1993, 157-166
- 4] Peretti A., Deboli R., Desideri E. *Metodi standardizzati di misura delle vibrazioni prodotte da decespugliatori e motoseghe*. Atti del Convegno Nazionale "Lavoro e salute in agricoltura", Punta Ala, 5-8 ottobre 1993, 235-248. Il lavoro è stato pubblicato anche nel volume "Rumore e vibrazioni: certificazione delle macchine" edito dall'Associazione Italiana di Acustica, 1993, 243-255
- 5] Norma EN ISO 5349-1. *Mechanical vibration - Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration - Part 1: General requirements*. Agosto 2001
- 6] Direttiva 2002/44/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (vibrazioni) (sedicesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE)