

# Filiera Cerealicola: Principali fattori di rischio

## 1. Introduzione

Negli ultimi anni il panorama del mondo rurale ha subito notevoli cambiamenti dovuti principalmente all'aumento ed alla spinta evolutiva della meccanizzazione. Tutto ciò si è concretizzato in un generale abbandono delle operazioni colturali eseguite a mano, eccetto per alcuni comparti come quello orticolo, con un conseguente miglioramento dell'organizzazione della produttività del lavoro.

Accanto a questi indubbi vantaggi, derivati da tale trasformazione, col tempo sono comparsi alcuni fenomeni in passato sconosciuti in questo settore. Infatti le moderne e più complesse tecnologie hanno portato all'utilizzo di operatrici sempre più potenti, ma in molti casi obsolete; vista l'inerzia del rinnovo del parco macchine aziendale, ciò ha comportato l'aumento del rischio infortunistico, soprattutto per quanto riguarda casi mortali e la comparsa di tipologie di infortuni tipiche dell'utilizzo di mezzi meccanici. Altro fattore da non sottovalutare è stato l'insorgenza di nuove patologie dovute a danni provocati da prolungati periodi di esposizione ad elevati livelli di rumore e vibrazioni.

Per quanto riguarda le malattie professionali nel settore agricolo, negli ultimi 5 anni si è verificata una diminuzione, passando da 1068 casi denunciati nel 1995 agli 850 del 1999 (dati INAIL – Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro). La maggior parte delle malattie professionali denunciate, dal 38% al 27% del totale a seconda degli anni presi in considerazione, è costituita da patologie a carico dell'apparato respiratorio (asma bronchiale ed alveoliti allergiche) e da patologie a carico dell'apparato uditivo e dello scheletro dell'addetto (ipoacusia e sordità, malattie osteoarticolari). Nel primo caso le cause sono imputabili all'utilizzo di sostanze tossiche e all'elevata polverosità degli ambienti di lavoro, nel secondo a prolungati periodi di esposizione ad elevati livelli di rumore e vibrazioni. Le malattie che hanno una relazione diretta con l'utilizzo delle macchine in agricoltura (ipoacusia e sordità, malattie osteoarticolari) rappresentano quindi la seconda causa principale di insorgenza di malattie professionali in agricoltura.

La ricerca è pertanto indirizzata alla salvaguardia della salute e della sicurezza del lavoro dell'operatore nella filiera cerealicola, che è la più diffusa nell'area di interesse dell'unità operativa di Milano, per individuare e formulare ipotesi volte alla tutela del benessere psico-fisico dei lavoratori per particolari mansioni e aspetti critici delle diverse fasi previste. Questa può essere attuata attraverso l'emanazione ed il rispetto di normative, che devono essere rivolte da un lato agli utilizzatori per educarli alla prevenzione, e dall'altro ai costruttori, per il miglioramento dell'ergonomia e sicurezza delle macchine agricole.

Le operazioni che riguardano la filiera comprendono l'aratura, l'erpatura, la semina, le concimazioni, i trattamenti fitosanitari, l'irrigazione, la raccolta e l'immagazzinamento, nonché il successivo utilizzo del prodotto nell'alimentazione animale.

Gli aspetti maggiormente critici che sono stati individuati ed analizzati sono:

1. il rumore a bordo dei trattori (in special modo quelli usati), dato che tale mezzo è utilizzato per svolgere la maggior parte delle operazioni colturali;
2. le vibrazioni sulle GMAOS (grandi macchine agricole operatrici semoventi, quali mietitrebbiatrici, falciatrici e carri miscelatori);
3. i pericoli derivanti dall'uso delle irroratrici, a causa dell'elevata tossicità dei prodotti impiegati nei trattamenti.

In particolare è stato analizzato il livello d'esposizione al rumore degli addetti su 60 trattori usati di diverse tipologie, superiori a cinque anni di età. Si è deciso di procedere a questo tipo di analisi solo sui trattori, perché generalmente le GMAOS sono di recente concezione e dotate di adeguate cabine insonorizzate, che risolvono in modo soddisfacente il problema rumore. Tra i trattori poi sono stati

presi in considerazione solo quelli con più di cinque anni di età perché quelli nuovi generalmente non danno luogo a livelli di rumore preoccupanti, almeno in prima analisi.

Sono state poi analizzate diverse soluzioni di dispositivi di protezione individuali (d.p.i.) quali cuffie, tamponi e archetti presenti sul mercato, di possibile utilizzo in funzione dei livelli sonori riscontrati, al fine di evitare l'insorgenza di malattie professionali.

Sulle GMAOS si sono invece registrati i livelli vibrazionali al sedile e al volante, analizzando 6 mietitrebbiatrici, 3 carri trinciamiscelatori e 1 falciatrinciacaricatrice, che rappresentano, se si eccettua qualche rarissimo caso di irroratrice semovente, la totalità delle GMAOS impiegate nella filiera.

L'opportunità di approfondire tale argomento deriva dal fatto che la percezione delle vibrazioni nell'uomo è notoriamente molto complessa e soggettiva e soprattutto non è ancora stato individuato un criterio soddisfacente per la loro valutazione, al fine di definire dei limiti univoci di esposizione del corpo umano alle vibrazioni. Il lavoro è stato finalizzato alla formulazione di indicazioni utili per stilare procedure di prova poiché tali specifiche sono tuttora assenti nel panorama normativo.

Il problema degli inquinanti di natura fitosanitaria è stato trattato indirettamente, dal punto di vista del funzionamento delle macchine, mentre il microclima è da tempo già brillantemente ottimizzato attraverso l'adozione di adeguate cabine climatizzate, sia sui trattori che sulle GMAOS.

Il primo passo compiuto è stato quello relativo al reperimento dei dati infortunistici nelle aziende del settore specifico. Date le notevoli difficoltà nel raccogliere i dati da ogni singola azienda (registri infortuni assenti od incompleti, difficoltà a contattare le singole aziende, scetticismo e/o rifiuto nel fornire i registri stessi, ecc.) sono stati considerati i dati già elaborati e gentilmente forniti dalla ASL di Lodi, che ha rilevato gli infortuni delle aziende contoterziste che operano nella propria zona di pertinenza (l'area di competenza della ASL di Lodi corrisponde alla medesima provincia). Si ritiene che tale dato ben rappresenti la situazione reale della zona, in quanto le aziende contoterziste operano prevalentemente nella filiera, concentrandosi quasi esclusivamente sulle operazioni che riguardano il presente lavoro, per cui è verosimile pensare che l'eventuale infortunio individuato a carico di un operatore sia effettivamente da imputare ad una particolare operazione della filiera cerealicola. Inoltre, trattando i dati di tali aziende si ha la ragionevole certezza di avere un resoconto completo degli infortuni, in quanto i lavoratori hanno un rapporto regolare di dipendenza e di conseguenza ogni tipo di infortunio viene segnalato, anche nell'interesse del sottoposto, a differenza di quanto accade nelle aziende agricole tradizionali, in cui i lavoratori sono rappresentati dagli imprenditori stessi o tutt'al più dai loro familiari e di conseguenza, per ragioni meramente economico-finanziarie, i loro infortuni non sempre vengono segnalati in modo completo ed adeguato.

## **2. Rumore**

Il rumore è diventato ormai uno dei problemi più sentiti anche nel comparto agricolo. La sempre più estesa meccanizzazione della produzione, per lo più con l'introduzione di processi di meccanizzazione integrata, ha portato le macchine agricole ad occupare un ruolo centrale ed insostituibile nell'attività aziendale, con la logica conseguenza di un forte aumento dei livelli di rumore, di una moltiplicazione delle sue fonti, dell'aumento dell'esposizione e dei rischi derivanti per gli operatori. Ad aggravare la situazione, le macchine agricole e le attrezzature ad elevata rumorosità utilizzate nelle aziende spesso sono obsolete, con livelli ulteriormente aumentati. Nel settore agricolo vi è infatti una certa inerzia nella sostituzione delle macchine tecnicamente sorpassate, soprattutto dal punto di vista dell'ergonomia e della sicurezza. Tale fatto è da imputare alla mancanza di conoscenza e di attenzione verso la sicurezza e la prevenzione degli infortuni.

Gli effetti ed i danni da rumore si presentano in varie forme e gravità, in funzione di variabili soggettive e oggettive. Tra le prime rientrano tutti quei fattori di variabilità che dipendono da caratteristiche intrinseche alla persona, quali taglia fisica, età, stato emotivo, condizioni psico-

fisiche e di stress esistenti al momento della sollecitazione, ecc. Si può desumere quindi, che la sensibilità dell'uomo sia molto variabile nello stesso individuo a seconda delle sue condizioni.

Tra le variabili oggettive sono compresi fattori molto importanti quali:

- durata dell'esposizione;
- livello di pressione sonora;
- frequenza.

La durata dell'esposizione al rumore, nell'ambito di una giornata lavorativa, varia molto, in funzione della tipologia di lavoro. Per poter classificare l'esposizione individuale e, quindi, il rischio conseguente si è stabilito un criterio standardizzato per cui il  $L_{eq, Te}$  è sempre riferito a 8 ore di esposizione quotidiana, ottenendo così l'esposizione quotidiana personale di un lavoratore al rumore:

$$L_{EP,d} = L_{eq,Te} + 10 \log \frac{T_e}{T_0}$$

dove:

$L_{eq, Te}$  = livello equivalente della pressione acustica, ponderato o no, relativo alla reale durata di esposizione giornaliera al rumore (dB);

$T_e$  = reale durata d'esposizione giornaliera al rumore (s, min, h);

$T_0$  = 8 ore di esposizione quotidiana.

Il valore di  $L_{EP,d}$  in funzione del tempo di esposizione diminuisce di 3 dB(A) per ogni dimezzamento del tempo di esposizione.

In alcune situazioni, come quella del comparto agricolo, la durata ed il livello d'esposizione variano notevolmente da un giorno all'altro. In questo caso è prevista la possibilità di mediare questo livello per ottenere l'esposizione settimanale di un lavoratore al rumore che è uguale a:

$$L_{EP,w} = 10 \log \left[ \frac{1}{5} \sum_{k=1}^m 10^{0,1(L_{EP,d})^k} \right]$$

dove:

$(L_{EP,d})_k$  = valori di  $L_{EP,d}$  per ciascuno degli  $m$  giorni di esposizione della settimana considerata

$m$  = numero dei giorni di esposizione a rumore.

In riferimento al livello di pressione sonora il limite di sicurezza comunemente riconosciuto per l'insorgenza di danni all'apparato uditivo è di 80 dB(A), per 8 ore giornaliere e 5 giornate settimanali di esposizione. Tuttavia, negli individui più sensibili, livelli compresi tra 70 ed 80 dB(A), possono già provocare un certo disturbo dell'apparato uditivo, che potrebbe renderlo più vulnerabile nei riguardi delle stimolazioni a rumori di livello superiore. Valori compresi fra 85 e 90 dB(A) possono comportare un rischio da rumore relativamente contenuto, mentre molto dannose e quindi assolutamente da evitare sono esposizioni a livelli superiori ai 90 dB(A). Lesioni acustiche, anche molto gravi, possono essere causate da rumori transitori, ma comunque con livelli di pressione molto elevati. Il valore di soglia della pressione acustica istantanea non ponderata, internazionalmente accettato, al di sopra del quale si è in presenza di un rischio di rottura del timpano, è di 140 dB(A).

Nel corso degli ultimi anni la legislazione in materia ha subito una notevole evoluzione, in quanto sono state emesse molte normative riguardanti la valutazione del rumore, in riferimento sia alle macchine, sia all'ambiente di lavoro in generale, e quindi valide anche nel settore agricolo. Gli obiettivi di tali normative sono differenti, ma in tutte viene evidenziata la pericolosità del rumore per gli addetti e la conseguente necessità di controllare i livelli e la durata dell'esposizione e l'opportunità di intervenire per migliorare le situazioni maggiormente a rischio.

Le normative sul rumore in agricoltura possono essere distinte in funzione delle componenti coinvolte, e cioè:

- l'ambiente di lavoro;
- le macchine e gli impianti, in generale e nello specifico;
- l'operatore.

La legislazione si è riferita a tali componenti con diverse modalità, pertanto si è proceduto all'analisi delle varie leggi riguardanti le singole componenti:

- *ambiente di lavoro:*
  - Decreto Legislativo 19 Settembre 1994 n. 626 e successive modificazioni ed integrazioni;
- *macchine agricole in genere:*
  - Direttiva 89/392/EEC e successive modificazioni ed integrazioni (Direttiva Macchine), sostituite dalla 98/37/EC;
  - EN 1553: 1999 relativa alle macchine agricole e forestali;
  - ISO 3743: 1988 relativa alla determinazione della potenza acustica delle sorgenti di rumore;
  - ISO 5131: 1996 relativa ai trattori ed a tutte le macchine agricole dotate di motore;
- *macchine agricole in specifico:*
  - Direttiva 74/151/EEC relativa ai trattori agricoli e forestali a ruote;
  - Direttiva 77/311/EEC relativa ai trattori agricoli e forestali a ruote;
  - Codici OCSE relativi ai trattori agricoli e forestali a ruote;
- *operatore:*
  - Decreto Legislativo 15 Agosto 1991 n. 277.

Durante alcune operazioni colturali l'operatore può trovarsi esposto a livelli di rumore tali da comportare dei danni, subitanei o permanenti, all'apparato uditivo, rientrando quindi nel campo d'applicazione delle norme citate.

Tra le numerose macchine agricole tipicamente presenti in azienda, quelle che danno luogo ai livelli più elevati di rumore all'orecchio dell'operatore sono i trattori, in particolare quelli privi di cabina. In questi casi i livelli registrati nel corso delle prove cui si riferisce la presente relazione hanno raggiunto valori compresi fra 90 e 95 dB(A), con punte fino a 100 dB(A). Tali valori sono determinati anche dal tipo di operatrice accoppiata e dal modo con cui quest'ultima viene impiegata dall'operatore. Ancora più critica appare la situazione riguardante i trattori cingolati, (sempre privi di cabina), che in più casi hanno superato la soglia dei 100 dB(A). La situazione che si è registrata per i moderni trattori dotati di cabina appare invece nettamente migliore, risultando i livelli di circa 75-80 dB(A), anche se aprendo i finestrini si verifica un aumento di 10-15 dB(A). Bisogna inoltre tener conto che la presenza di determinate operatrici accoppiate al trattore possono provocare un netto peggioramento della situazione.

Per quanto riguarda il valore massimo di picco della pressione acustica istantanea non ponderata, le macchine e le attrezzature agricole in genere non comportano un superamento della soglia di pericolo, fissata a 140 dB lin.

Un altro aspetto su cui è necessario porre l'attenzione è la particolarità della filiera cerealicola, che obbliga l'operatore ad essere esposto a livelli di rumore molto variabili nel corso dell'anno, soprattutto per i trattoristi, che in alcuni periodi arrivano a periodi di esposizione anche di 12 ore al giorno. In questo ambito, con gli strumenti legislativi a disposizione, risulta tutt'altro che facile definire situazioni di causa-effetto tra otopatie ed ambiente di lavoro.

Un ruolo fondamentale in tal senso lo gioca il trattore. Peraltro, tale macchina è anche quella che, negli anni, ha beneficiato in maniera più significativa delle innovazioni e degli interventi volti alla diminuzione dei livelli di rumore emessi al punto che oggi su un trattore, se è presente una cabina insonorizzata, si registrano all'orecchio del conducente livelli molto inferiori a quelli previsti dalla legislazione, il che permette un'agevole omologazione delle macchine.

In un trattore le principali fonti di rumore risultano essere:

- il motore;
- il cambio e la trasmissione;
- le pompe idrauliche (sollevatore, sterzo, ecc);
- i pneumatici, nel loro impatto con il terreno, specie ad alta velocità.

Quelle elencate sono anche fonti di vibrazione che, collegate rigidamente al corpo del trattore (ad eccezione dei pneumatici), trasmettono direttamente le sollecitazioni meccaniche che sono all'origine del rumore. L'eventuale presenza della cabina inoltre, essendo caratterizzata da ampie superfici vetrate e lamierate rende difficoltoso il contenimento del rumore, a causa di effetti di risonanza.

La protezione dei conducenti da elevati livelli di rumore può avvenire tramite interventi di tipo attivo e/o passivo. Gli interventi di tipo attivo comprendono tutte le azioni, svolte di solito in fase di progetto della macchina, che tendono ad ottenere una riduzione della produzione di rumore e di vibrazioni nelle parti e nei componenti che rappresentano le fonti primarie. Proprio per le loro caratteristiche intrinseche questi interventi richiedono investimenti economici molto elevati sia in termini di capitale che di tempo. Al contrario gli interventi passivi sono rappresentati da tutte quelle azioni volte a contenere la trasmissione del rumore e la sua percezione da parte dell'apparato uditivo e possono essere riassunti in:

- montaggio di cabina insonorizzata;
- applicazione di materiale fonoisolante e fonoassorbente in varie parti del mezzo;
- utilizzo di tamponi antivibranti (silent-blocks);
- applicazione di un silenziatore a trappola sull'entrata dell'aria comburente;
- adozione di sistemi di sospensione degli assi;
- impiego di mezzi di protezione individuale (cuffie, tamponi, ecc.).

La maggior parte di questi interventi viene effettuata in fase di costruzione delle macchine (per ovvi motivi di costo) e quindi, per quanto riguarda i mezzi usati, gli unici interventi economicamente validi restano l'utilizzo dei DPI e una puntuale ed accurata manutenzione.

Sicuramente l'adozione di una cabina insonorizzata, che isola il posto di guida dal rumore esterno, è l'intervento principale che spesso da solo permette rientrare nei limiti previsti dalle varie normative per quanto riguarda la rumorosità all'orecchio del conducente.

Gli elementi interni della cabina non dovrebbero essere in grado di riflettere le onde sonore: per ottenere ciò i vetri vengono fissati il più elasticamente possibile e le parti in lamiera vengono rivestite al loro interno con materiale fonoassorbente, quale il poliuretano espanso, per poter aumentare la loro capacità dissipativa.

Per ridurre al minimo le vibrazioni degli elementi della cabina sono ormai universalmente adottati dei "tasselli elastici", detti anche silent blocks. Anche con l'utilizzo di questi tasselli una parte delle vibrazioni è comunque in grado di agire sulla cabina, generando rumore. E' necessario pertanto applicare sistematicamente su tutte le superfici rigide (tetto, parafanghi ecc.) del materiale fonoassorbente, che avrà spessore e caratteristiche diverse dovendo dissipare la maggior parte dell'energia posseduta dalle onde sonore incidenti.

Per diminuire ulteriormente l'emissione di vibrazioni e quindi di rumore del trattore, si possono montare delle sospensioni sugli assi del trattore. Questa tecnica, che è abbastanza recente, fornisce buoni risultati, perché evita buona parte delle fastidiose vibrazioni che si formano per il contatto tra ruote e terreno e che si trasmettono poi al corpo del trattore generando così rumore. L'unico inconveniente è il suo alto costo: è quindi adottata solo su gamme di trattori di potenza medio-elevata in cui il comfort e l'ergonomia della macchina sono più curati.

L'efficace insonorizzazione delle cabine raggiunta recentemente ha comportato la comparsa di un problema di natura opposta, rappresentato da un eccessivo isolamento acustico degli operatori, che impedisce loro di fatto di percepire informazioni sonore riguardanti il funzionamento della macchina operatrice collegata al trattore. Tuttavia tale problematica si riscontra anche sui trattori senza cabina ed è dovuto principalmente ad un fenomeno di mascheramento che il rumore del trattore, in particolare alle basse frequenze, ha su quello prodotto dall'operatrice. Per migliorare la situazione si dovrebbe quindi diminuire la quantità totale di vibrazioni, in modo tale da consentire all'operatore di percepirlo in tutte le sue caratteristiche. Le soluzioni possibili sono quindi due: l'eliminazione della parte di rumore disturbante (si generano onde sonore in opposizione di fase rispetto a quelle della parte di rumore su cui si deve intervenire in modo da annullare l'effetto) e/o

l'adozione di misure atte a far pervenire all'orecchio dell'operatore solamente il rumore di funzionamento dell'operatrice (si portano all'orecchio dell'operatore solo i rumori dell'operatrice, filtrandoli opportunamente in modo da depurarli della parte non significativa).

Per i trattori la situazione è decisamente peggiore poiché, anche sulle macchine dotate di cabina insonorizzata, l'usura deteriora i materiali in modo tale che il livello sonoro all'orecchio del conducente supera, a volte di molto, il limite di 85 dB(A).

A tale proposito è molto importante il controllo e la manutenzione delle seguenti parti della macchina:

- bulloni accessibili dall'esterno della struttura: se allentati possono essere fonte di rumore secondario;
- finiture delle cabine insonorizzate: le guarnizioni logore possono presentare una via di accesso privilegiata per l'ingresso delle onde sonore;
- silenziatore di scarico e filtro di aspirazione dell'aria;
- parti meccaniche in movimento e cinghie di trasmissione.

Quando comunque la macchina, dotata o meno di cabina, è molto vecchia, e quindi porta ad avere livelli sonori all'orecchio del conducente molto elevati, l'unica soluzione economicamente attuabile per ridurre la percezione del rumore è l'adozione dei DPI.

Si pone quindi il problema di proteggere il conducente dagli elevati livelli sonori che si registrano sui trattori usati. Considerando come l'agricoltore sia difficilmente disposto ad investimenti costosi su mezzi comunque considerati obsoleti, l'unica alternativa ragionevolmente possibile, in quanto di facile, immediata ed economica attuazione è quella dell'utilizzo dei d.p.i. (cuffie, tamponi e inserti auricolari con archetto). E' stata pertanto valutata l'efficacia di questi d.p.i., prendendo in considerazione anche i vari aspetti critici circa il loro impiego.

Il livello di rumore all'orecchio di un individuo può essere efficacemente attenuato isolando l'apparato uditivo dall'ambiente esterno tramite degli appositi dispositivi che prendono il nome di dispositivi di protezione individuali (d.p.i.). Questi possono essere classificati in:

- cuffie;
- inserti auricolari o tamponi (con e senza archetto).

**Cuffie.** Risultano attualmente i sistemi più diffusi di riduzione del livello sonoro all'orecchio dell'operatore; sono generalmente costituite da due coppe di materiale plastico rigido, rivestite all'interno da materiale acusticamente isolante e/o assorbente come aria, schiuma espansa, silicone ecc.. La parte della coppa che aderisce al capo è formata da materiale plastico deformabile e soffice per essere il più confortevole possibile e nello stesso tempo aderire al cranio dell'operatore, per isolarlo dal rumore. Le coppe ricoprono completamente le orecchie e sono tenute in sede da un arco di materiale plastico con caratteristiche di elasticità elevate. In alcuni casi le cuffie possono essere posizionate direttamente su caschi di vario utilizzo, come quelli antinfortunistici.

**Inserti auricolari.** In commercio ve ne sono di differenti tipologie, che possono essere classificate in base a:

- materiale utilizzato: gomma, resina, silicone, cotone, fibra di vetro, gommapiuma ecc.;
- forma: sagomati, deformabili;
- modalità di utilizzo: monouso, multiuso;
- struttura: legati tra di loro tramite un archetto di materiale plastico rigido oppure da un cavetto di materiale plastico, ecc..

Gli inserti sagomati hanno forma anatomica, per favorirne l'inserimento nel condotto uditivo; sono sempre riutilizzabili essendo costituiti da materiale resistente e lavabile. Il loro uso richiede un certo livello di esperienza e conoscenza da parte dell'utilizzatore.

Questo tipo di inserti possono essere collegati fra di loro tramite un archetto in plastica rigida, ed in questo caso prendono il nome di "archetti", oppure con un cavetto di materiale vario. Questa opzione fa sì che l'operatore possa indossarli, più confortevolmente, in diverse posizioni, aumentando così l'ergonomia e nello stesso tempo rendendo meno facile lo smarrimento. Questa

soluzione risulta anche più igienica, soprattutto nei casi in cui l'inserimento ed il disinserimento dei DPI avviene frequentemente, perché l'operazione può essere svolta senza che l'addetto debba toccare, magari con mani sudice, direttamente la parte dell'insero destinata ad entrare nel canale uditivo.

Quelli deformabili invece sono costituiti da materiale che si comprime: possono essere così facilmente introdotti nel condotto uditivo al quale successivamente aderiscono espandendosi. Questa capacità di adattarsi molto bene al condotto uditivo permette loro di avere un ottimo potere d'attenuazione; questo tipo d'insero è però generalmente monouso.

Le cuffie e gli inserti presentano vantaggi e svantaggi sia di tipo soggettivo che di tipo oggettivo. Quelli di tipo soggettivo si riferiscono sia alle caratteristiche fisiche dell'utilizzatore che alle sue abitudini personali, e quindi hanno una variabilità estrema, pur essendo molto importanti al momento della scelta, perché a parità di protezione è l'utilizzatore che deve scegliere il DPI che più lo aggrada affinché l'utilizzo sia scrupoloso e continuativo.

Oggettivamente, invece, le **cuffie** presentano i seguenti:

#### Vantaggi

- più facili da indossare;
- lunga durata nel tempo;
- proteggono anche dal freddo;
- non danno problemi d'igiene ed irritazione dell'apparato uditivo.

#### Svantaggi

- costo iniziale non del tutto trascurabile;
- maggiore ingombro e minore comfort in ambienti caldi;
- isolamento acustico del soggetto a volte eccessivo.

Per gli **inserti**, invece:

#### Vantaggi

- più facili da portare e sicuramente più tollerati delle cuffie nei casi di esposizioni prolungate al rumore e per lavori in ambiente caldo;
- facile pulizia (tipi multiuso);
- costo inferiore rispetto alle cuffie.

#### Svantaggi

- sono più difficili da indossare correttamente;
- è necessario togliere i guanti per poterli inserire o rimuovere (eccetto per i modelli dotati di archetto);
- si sporcano facilmente e quindi possono irritare il condotto uditivo;
- si possono facilmente smarrire;
- devono essere sostituiti più frequentemente delle cuffie.

Anche in questo caso, come in quello delle cabine insonorizzate sui trattori, un elemento da valutare attentamente è quello di evitare un'iperprotezione, in questo caso stabilita per legge e fissata in un'attenuazione massima di 15 dB(A). Tale iperprotezione non è un problema trascurabile, in quanto rappresenta una delle cause principali dell'uso non continuativo e frammentario dei d.p.i., il che comporta una notevole riduzione dell'effettiva protezione.

Il livello protettivo di un DPI è funzione della sua attenuazione e del tempo di utilizzo e quindi una riduzione dell'uso, causata da interruzioni più o meno prolungate, comporta una riduzione della protezione effettiva. Risulta quindi evidente come sia sconveniente, se non dannoso, scegliere un otoprotettore con un elevato indice di protezione se, per motivi di iperprotezione, non verrà utilizzato continuativamente per tutta la durata dell'esposizione al rumore.

Per ovviare alla sensazione di isolamento dovuta all'iperprotezione ed alla difficoltà di comunicare, negli ultimi anni sono comparse sul mercato delle cuffie particolari in cui vengono posti dei diffusori, comandati da un microchip, in grado di leggere le frequenze entranti e produrre

istantaneamente le necessarie onde sonore in opposizione di fase per neutralizzare il rumore indesiderato, affinché l'operatore sia in grado di udire il parlato. Questa tipologia di DPI è però molto costosa e, quindi, difficilmente adottabile nel settore agricolo; una soluzione più economica è quella di utilizzare delle cuffie con filtri di tipo meccanico, che sono in grado di lasciar passare solo le frequenze del parlato e permettere quindi una conversazione accettabile.

Altra causa che porta all'interruzione dell'utilizzo degli otoprotettori, è la mancanza di confortevolezza; quanto più il DPI è comodo, tanto più l'utilizzatore è invogliato ad utilizzarlo con continuità. La confortevolezza di un DPI dipende dal peso, dalla possibilità di disporre di più taglie o di regolare in qualche modo l'indossabilità del dispositivo (cuffie), dalla pressione esercitata durante l'indossamento (cuffie) e dalla qualità dei materiali.

L'ambiente agricolo è un ambiente generalmente molto polveroso, che in alcuni periodi dell'anno raggiunge temperature ed umidità elevate e soprattutto è caratterizzato dall'avere un'esposizione ripetuta a rumori di breve durata. Tenendo conto di tutte queste caratteristiche si può probabilmente indicare a priori che la soluzione migliore è utilizzare inserti auricolari con archetto che sono facili da mettere e togliere e non danno problemi con le elevate temperature ed umidità, oppure utilizzare cuffie pieghevoli, dotate di copricuscini in materiale assorbente il sudore, che possono facilmente essere riposte in tasca e danno meno problemi durante i periodi primaverile ed estivo, caratterizzati da temperatura ed umidità elevate.

Il livello di rumore all'orecchio del conducente di trattori agricoli usati è funzione di numerosissimi fattori, tra i quali:

- presenza o meno di cabina insonorizzata, e sue condizioni di efficienza;
- tipologia costruttiva del trattore: a ruote o a cingoli;
- potenza impegnata per effettuare le varie operazioni agricole e conseguentemente il regime di rotazione del motore impiegato;
- anzianità di servizio del mezzo;
- tipologia di operatrice collegata al trattore.

Per alcune categorie di trattori, come quelli nuovi senza cabina insonorizzata, ma soprattutto per quelli usati (con e senza cabina insonorizzata) si pone il serio problema di come proteggere il conducente dagli elevati livelli sonori emessi, poiché è evidente che qualsiasi normativa oggi vigente venga considerata, sia che prescriva condizioni di tutela della salute del lavoratore, sia che si occupi di salvaguardia dell'ambiente (limitando l'inquinamento acustico), sia che fornisca direttive ai costruttori per realizzare prodotti sempre più consoni ad un adeguato livello di progresso tecnico, prevede limiti inferiori a quelli misurati.

In Italia il parco dei trattori agricoli comprende, purtroppo, un numero notevole di macchine tecnicamente obsolete ma che, per varie ragioni, sono ancora attivamente in uso. Non è raro, infatti, incontrare trattori con più di 25-30 anni e 10.000-15.000 ore di servizio, utilizzati per svariate operazioni, sicuramente non marginali, nell'ambito dell'azienda agricola. La manutenzione di queste macchine lascia quasi sempre a desiderare, per cui il livello ergonomico è scadente. Tali trattori sono stati immessi sul mercato quando ancora non erano in vigore gli attuali standard di sicurezza, per quanto riguarda il rumore, e pertanto quasi sempre risultano sprovvisti di una cabina insonorizzata. In alcuni casi, quando quest'ultima è presente, non è dotata di opportuni pannelli fonoisolanti e fonoassorbenti, tale che, a causa di fenomeni di risonanza, il livello sonoro misurabile all'interno dell'abitacolo è spesso superiore a quello riscontrabile se il posto di guida fosse scoperto. In altri casi il trattore e la cabina sono talmente usurati che i livelli di rumore emessi devono in qualche modo essere controllati per evitare danni all'udito del conducente.

L'agricoltore con difficoltà è disposto a fare investimenti per costose riparazioni e miglioramenti dai dubbi effetti per veicoli sui quali fa poco affidamento. Risulta quindi praticamente impossibile contenere la rumorosità di tali trattori con sistemi di riduzione attiva o passiva molto costosi. Infatti non è ragionevolmente, né tecnicamente, possibile imporre il montaggio di una cabina insonorizzata, né tantomeno si può pretendere che i proprietari si attivino in costose, difficoltose e aleatorie revisioni di mezzi che loro stessi considerano residuali. L'unica alternativa ragionevole,

perché di facile, immediata ed economica attuazione è spingere, convincere e, se necessario, imporre l'uso dei dispositivi di protezione individuale.

### 3. Vibrazioni

Nell'uomo la sensibilità alle vibrazioni è molto variabile a seconda del soggetto e delle sue condizioni fisiche e di lavoro. La sensibilità varia infatti a seconda di diversi elementi quali possono essere la postura, l'età, lo stato emotivo, le condizioni psico-fisiche e di stress esistenti al momento della sollecitazione, ecc. Oltre a ciò esistono altre variabili oggettive, quali ad esempio le parti del corpo interessate (vibrazioni mano-braccio o corpo intero), l'asse, la frequenza, l'intensità di vibrazione e il tempo di esposizione alla sollecitazione. In particolare il tempo di esposizione e l'intensità del fenomeno sono i parametri più rilevanti, e per questo sono alla base della definizione del concetto di "limite massimo ammissibile di esposizione giornaliera".

Le vibrazioni "corpo intero" si registrano nei casi in cui una parte significativa del corpo è a contatto con una superficie vibrante che trasmette le vibrazioni a tutto il corpo (soggetto seduto su un sedile che vibra o in piedi su un pavimento vibrante), mentre in altri casi l'effetto della vibrazione rimane localizzato in quanto smorzato completamente dalla parte del corpo interessata, come si verifica ad esempio nel sistema mano-braccio. In quest'ultimo caso le parti del corpo maggiormente interessate sono le dita, il palmo della mano e l'avambraccio. L'intervallo di frequenza che crea i maggiori problemi è differente nei due casi, in quanto nel primo (corpo intero) è compreso fra 1 e 80 Hz (e all'interno di questo intervallo le frequenze tra 4 e 8 Hz sono le più pericolose), mentre nel secondo l'intervallo di frequenza che può creare i maggiori danni è quello fra 8 e 1.000 Hz.

Tra i fattori di variabilità oggettiva che definiscono la gravità del danno, il tempo di esposizione e l'intensità del fenomeno vibratorio sono sicuramente i più rilevanti. Molte lesioni infatti si manifestano soltanto dopo un'esposizione prolungata ad elevati livelli di vibrazioni.

I criteri per la valutazione dei danni provocati dalle vibrazioni non sono univoci, per la diversa sensibilità di ogni singola persona; in sintesi i danni possono essere suddivisi in acuti e cronici. I primi sono rappresentati da quelli che manifestano il loro massimo effetto durante o immediatamente dopo l'esposizione alle vibrazioni, in un tempo comunque breve. Cronici invece sono quei danni che si manifestano solo dopo un medio-lungo periodo d'esposizione. Sono spesso causati da un'azione cumulativa dello stesso agente per lungo tempo, sempre comunque qualche anno o qualche decina d'anni.

I principali effetti a cui è soggetto un individuo in funzione delle frequenza vibrazionale:

- vibrazioni a bassissima frequenza: interessano solamente il corpo intero, con frequenze inferiori a 2 Hz. I sintomi principali, riassunti nel cosiddetto "mal dei trasporti", comprendono i vari mal di mare, mal d'auto ecc.; derivano dalla così detta "sindrome chinetosica", consistente nel movimento oscillatorio ellittico del capo che porta a disturbi quali vertigini, sonnolenza, sudorazione fredda e, soprattutto, nausea. Si tratta solamente di effetti di tipo acuto che scompaiono entro breve tempo dalla fine del moto vibratorio;
- vibrazioni di bassa frequenza: sono comprese tra i 2 e 20 Hz e, anche in questo caso, riguardano solamente il corpo intero. Di solito sono trasmesse al corpo da superfici vibranti di macchine e sono tra le più diffuse e dannose nel settore delle macchine agricole. Gli effetti, in funzione dell'entità (livello e durata) dell'esposizione, possono essere cronici e manifestarsi con danni osteo-articolari, affezioni all'apparato digerente, turbe neuropsichiche e danni cardiocircolatori;
- vibrazioni di frequenza medio alta (20-1000 Hz). La maggior parte di queste agisce sull'insieme mano braccio, essendo di solito prodotte da utensili o da parti di macchine che, avendo movimento percussorio o rotatorio, vengono utilizzate tramite le mani. I danni, che possono essere sia di tipo acuto che cronico, sono costituiti da lesioni osteoarticolari, oppure turbe angioneurotiche, consistenti in formicolii, torpore delle dita e, nei casi più gravi, dalla sindrome

di Reynaud (conosciuta anche con il nome di sindrome della “mano morta” o “dito bianco”) specie per esposizioni a vibrazioni tra 40 e 1000 Hz.

Nell’ambito della filiera cerealicola i lavoratori più a rischio sono quelli che, per molte ore giornaliere, conducono veicoli, e fra questi in particolare veicoli semoventi.

Per quanto riguarda la legislazione in ambito internazionale è stato emanato negli anni un discreto numero di normative riguardanti il rilievo delle vibrazioni ed il loro controllo, sia in riferimento alle macchine in genere che agli utilizzatori, applicabili anche in ambito agricolo.

Nelle norme viene dato giustamente risalto alla pericolosità delle vibrazioni per gli operatori, e di conseguenza alla necessità di misurare i livelli per definire l’esposizione giornaliera. Le principali normative in materia possono essere classificate in funzione dei soggetti ai quali il legislatore si riferisce, nel seguente modo:

- *macchine agricole in generale:*
  - Direttiva CEE 89/392 e successive modificazioni ed integrazioni (Direttiva Macchine), sostituita dalla 98/37/EC;
  - EN 1553: 1999 relativa alle macchine agricole e forestali;
  - EN 292-2: 1991 safety of machinery - Basic concepts, general principles for design – Part 2: Technical principles and specifications;
- *operatore:*

Vibrazioni trasmesse al corpo intero:

- ISO 2631: 1985 – “Evaluation of human exposure to whole body vibration - Part 1: general requirements”;
- proposta di Direttiva del Consiglio sulle norme minime di sicurezza e di salute relative all’esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (vibrazioni) 12153/99. Proposta di Direttiva particolare ai sensi dell’art. 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE;

Vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio:

- ISO 5349: 1986 – “Mechanical vibration - Guidelines for the measurement and the assessment of human exposure to hand-transmitted vibration”;
- proposta di Direttiva 12153/99 (v. sopra).

Le superfici di trasmissione delle vibrazioni sono differenti, così come lo sono le posture degli addetti: l’entità del rischio risulta pertanto differente. Nel caso dei mezzi semoventi le vibrazioni si trasmettono principalmente attraverso i sedili di guida agli addetti, che si trovano in posizione assisa, oppure attraverso i pavimenti o le piattaforme di lavoro agli eventuali addetti in posizione eretta (assenti sulle macchine della filiera cerealicola).

L’operatore agricolo è sottoposto a due tipi di vibrazioni:

- oscillazioni a bassa frequenza (1-20 Hz), dovute essenzialmente al contatto tra organi di propulsione e terreno;
- oscillazioni ad alta frequenza (20 - 100 Hz), causate principalmente dal motore e dagli organi di trasmissione dei veicoli.

Per la riduzione delle vibrazioni rivestono un’importanza fondamentale il sistema di sospensione del sedile e la struttura della cabina, oltre alla pressione di gonfiaggio dei pneumatici.

Il sedile riveste dunque un’importanza fondamentale per la riduzione delle vibrazioni; per ottenere un buon isolamento, il sedile deve avere la sua frequenza propria inferiore o superiore di almeno 1,4 -1,5 volte a quella caratteristica del veicolo sul quale è montato. I sedili moderni, con dispositivi a pantografo dotati di sospensioni idrauliche o pneumatiche, riescono a ridurre la trasmissione delle vibrazioni del 50–60%, per velocità di avanzamento del veicolo fino a 10 km/h (Febo e Pessina, 1989).

L’attenuazione del sedile è influenzata in maniera sensibile non tanto dalla diversa postura assunta, quanto dalla massa dell’operatore; il dispositivo di sospensione deve, perciò, essere tarato con attenzione, anche se spesso la regolazione risulta problematica, a causa dell’approssimazione

costruttiva e di indicazione del comando relativo e della mancanza di informazione da parte degli operatori.

L'altra possibilità per migliorare il comfort vibrazionale è quella di intervenire sulla struttura della cabina, in particolare sulla piattaforma e sui suoi attacchi al trattore (tramite silent-blocks). In quest'ultimo caso è importante la conformazione delle mensole e ancor di più lo sono le caratteristiche fisiche della gomma con la quale è costituito il cuore del tassello elastico. Per il pavimento, invece, è fondamentale evitare la creazione di ampie superfici piane, a causa della possibilità di movimenti di vibrazione sincroni, ad elevato contenuto energetico e generanti, tra l'altro, anche alti livelli di potenza acustica.

Per un effettivo comfort in situazioni estreme si possono utilizzare diverse ed avanzate soluzioni quali:

- sospensione parziale o totale della cabina di guida;
- sospensione dell'asse anteriore;
- combinazione delle due soluzioni precedentemente viste;
- sospensione completa del corpo della macchina rispetto agli organi di propulsione.

La sospensione parziale o totale della cabina di guida consiste nel sostituire, solo posteriormente o in tutti i punti di attacco, i silent-blocks tradizionali con sospensioni di tipo meccanico/idraulico o pneumatico. Un ulteriore vantaggio di tale tipologia di cabina, oltre alla riduzione delle vibrazioni che arrivano al sedile, è quello di poter avere la possibilità di essere basculante in senso trasversale e quindi di poter mantenere una posizione orizzontale, entro determinati limiti, anche per operazioni con macchina inclinata (arature in solco, lavorazioni collinari, ecc.).

Una soluzione ancora più avanzata prevede la possibilità di montare una sospensione sull'asse anteriore (del tipo a molla con ammortizzatore idraulico). Questa soluzione tecnica viene di solito utilizzata sui trattori per risolvere il problema del beccheggio, fastidiosa e pericolosa oscillazione "avanti-indietro" che insorge durante le operazioni di traino, che si innesca sempre ad una certa velocità e che aumenta progressivamente di intensità fino a creare grosse difficoltà di controllo del mezzo. Questa, probabilmente, è stata la principale ragione che ha spinto i costruttori a progettare e costruire assi anteriori sospesi. A tale proposito si possono utilizzare anche dispositivi idraulici ammortizzatori, da collegare in serie o in sostituzione del braccio superiore del sollevatore, che riducono drasticamente alla fonte le oscillazioni dell'operatrice e il relativo beccheggio del trattore.

La sospensione completa del corpo della macchina rispetto agli organi di propulsione è ovviamente la soluzione ottimale da adottare per diminuire la quantità di vibrazioni che il conducente è costretto ad assorbire; la tecnologia utilizzata per la sospensione dell'asse posteriore è simile a quella per l'asse anteriore.

Come prevedibile, le 4 combinazioni prospettate sono significativamente differenti dal punto di vista tecnico, delle prestazioni e, non ultimo, del costo, per cui alcune di esse sono spesso montate solamente su macchine molto costose.

In generale, per fornire buone prestazioni, la sospensione dell'asse anteriore deve essere adeguatamente caricata. In alcune macchine come il trattore, ciò può essere un problema quando vengono accoppiate operatrici all'attacco a tre punti (es: un aratro), sia in fase di lavoro che in fase di trasporto. In questo caso la ripartizione dei pesi si modifica notevolmente rispetto a quella del solo trattore e, spesso, sull'asse anteriore grava una quota minima del peso totale (al limite, solo il 20 %). In tale situazione, il molleggio e l'ammortizzatore risultano troppo rigidi e non riescono a sviluppare completamente le loro potenzialità. Occorre quindi ripristinare una corretta distribuzione dei pesi, zavorrando adeguatamente la parte anteriore del trattore.

In generale, comunque, quando l'abitacolo della macchina si trova in prossimità dell'asse posteriore o anteriore, il conducente trae poco profitto dalla sospensione dell'asse più lontano, mentre apprezza molto di più la cabina sospesa; questo perché il conducente riceve e percepisce direttamente soprattutto le scosse e gli urti trasmessi dalle ruote dell'asse vicino al posto di guida. Per questo motivo quindi la sospensione della cabina risulta molto più efficace.

Riducendo inoltre la pressione di gonfiaggio dei pneumatici si ottiene un'ottima, e per certi versi sorprendente, riduzione del disturbo vibrazionale, indipendentemente dai dispositivi di sospensione montati. Ciò è dovuto all'elevata elasticità dei fianchi delle moderne coperture che rendono possibile un utilizzo continuo del pneumatico a basse pressioni, anche inferiori ad 1 bar.

Per una corretta valutazione dei rischi bisogna inoltre tener conto, come del resto per i rischi derivanti dal rumore, delle particolarità dell'attività agricola, che spesso portano all'utilizzo concentrato di alcune macchine in brevi periodi dell'anno per parecchie ore al giorno (mietitrebbiatrici, falciatrinciacaricatrici) e, al contrario, all'utilizzo di altre nell'arco di tutto l'anno, ma per un numero relativamente limitato di ore (es: carro trinciamiscelatore).

Nelle GMAOS, oltre alle vibrazioni prodotte dal motore, vi sono quelle dei vari attrezzi operatori od organi presenti, che influiscono, spesso in maniera significativa, sul livello globale. Per quanto riguarda l'avanzamento, le vibrazioni dipendono dalle sollecitazioni a cui il mezzo è sottoposto, in relazione alla velocità di avanzamento e al tipo di terreno. Di solito queste macchine sono prive di sospensioni: questo fa sì che le caratteristiche del terreno diventino fattori fondamentali sul livello di vibrazioni emesso. L'avanzamento delle GMAS di solito avviene su terreni duri e dissestati; ciò è in grado di produrre vibrazioni di livello più alto rispetto a terreni soffici (ad esempio, appena arati) od uniformi.

Per i rilevamenti sui livelli vibrazionali mano-braccio e corpo intero a cui sono sottoposti i conducenti è stato fatto riferimento a quanto indicato nella Direttiva Macchine, in quanto attualmente non esistono normative specifiche per le GMAOS in questione. La Direttiva Macchine indica inoltre che, se non sono in vigore e quindi non possono essere applicate specifiche norme armonizzate, bisogna impiegare il codice di misurazione più appropriato; inoltre il fabbricante deve indicare le condizioni di funzionamento della macchina durante la misurazione e i metodi usati per l'effettuazione delle prove.

Sono quindi stati registrati i livelli vibrazionali sia al posto di guida (sedile), sia agli organi di direzionamento del mezzo (volante). Per la definizione dei codici da adottare e delle condizioni di prova invece si è fatto riferimento alla norma EN 1553 che ha, come scopi principali, quelli di stabilire misure di prevenzione da attivare già in fase di progettazione della macchina e di definire le linee guida del contenuto del libretto di istruzione.

Si è deciso di provare le macchine con tutti gli organi lavoranti in moto, a regime nominale del motore, senza carico, con veicolo fermo. Pur essendo poco realistica in quanto non si tiene conto delle vibrazioni a bassa frequenza prodotte dall'impatto dei pneumatici sul terreno, si può affermare che tali parametri riproducano abbastanza fedelmente le reali condizioni operative, in quanto tale fatto è compensato dal naturale smorzamento delle vibrazioni che il prodotto, che assorbe parte dell'energia prodotta, causerebbe. I due effetti tendono pertanto a compensarsi. Inoltre presenta l'indubbio vantaggio di essere facilmente ottenibile e riproducibile e permette pertanto di rendere omogenee le differenti situazioni di prova, anche al fine di renderle comparabili.

Per le rilevazioni sono stati utilizzati due accelerometri triassiali modello Brüel & Kjaer 4322 a cuscino per il sedile e Brüel & Kjaer 4321 a blocchetto per il volante. Il segnale di ogni asse vibrazionale è stato inviato ad un analizzatore di spettro monocanale Brüel & Kjaer 2143 che, opportunamente programmato, ha provveduto ad una prima analisi e alla memorizzazione.

Le rilevazioni sono state eseguite in immediata successione ma non in simultaneità: tale particolarità avrebbe potuto pertanto dare origine ad un non corretto rilevamento dei livelli. Tuttavia, date le condizioni di funzionamento a macchina stazionaria e, posta puntuale e precisa attenzione nella verifica per ogni prova della raggiunta stabilità di funzionamento degli organi operatori, si può ragionevolmente affermare che i risultati ottenuti per ogni singolo asse vibrazionale su una data macchina sono correttamente cumulabili, secondo le specifiche delle norme applicate.

L'accelerometro B&K 4322 era posto sopra il cuscino del sedile, nella posizione indicata dalla raccomandazione ISO 5008; la corsa longitudinale e la sospensione del sedile erano regolate ogni volta per l'altezza (1,80 m) e per la massa del conducente (circa 80 kg). Per quanto riguarda il

volante, l'accelerometro a blocchetto è stato fissato rigidamente con un collare d'acciaio al bordo esterno, in un punto il più possibile lontano dalle razze, così da riprodurre le condizioni operative più severe. Un'incertezza procedurale è sorta quando si è trattato di decidere, nel corso delle varie prove, se il conducente dovesse avere le mani sul volante. Le differenze di prensione, sia come posizione delle mani che come forza della presa, dovrebbero causare significative variazioni dei livelli; è stato deciso pertanto di effettuare alcuni rilievi comparativi in tal senso.

Le misurazioni sono state eseguite in conformità alle raccomandazioni ISO 5008 (per il sedile) e ISO 5349 (per il volante), in particolare in termini di modalità di prima elaborazione del segnale (Root Mean Square), come campi caratteristici di frequenza (1-80 Hz e 8-1000 Hz rispettivamente) e come singoli spettri di indagine (terzi d'ottava). Ogni singola misurazione ha avuto una durata di 30 s, dopo che le condizioni di funzionamento della macchina si erano stabilizzate: è stata calcolata una media temporale lineare dei valori istantanei.

Ad ogni rilevazione è stata applicata la specifica pesatura, riferita alla posizione e all'asse di misura, per ottenere singoli spettri e valori globali ponderati, questi ultimi da confrontare con i limiti previsti dalla Direttiva Macchine.

#### **4. Le barre irroratrici**

Generalmente la manutenzione cui vengono sottoposte queste macchine è scarsa anche se, pur effettuando un numero non eccessivo di ore di lavoro (ad eccezione di quelle impiegate dai contoterzisti), necessiterebbero comunque di alcuni interventi periodici (di solito piuttosto semplici), da eseguire specialmente nel periodo invernale, per non pregiudicare l'efficienza dei trattamenti nella stagione d'utilizzo.

Appare pertanto utile fornire qualche indicazione circa l'utilizzo in piena sicurezza delle operatrici in oggetto. A tal fine si elencano una serie di **istruzioni** che andrebbero seguite ogniqualvolta ci si appresta ad usare una barra irroratrice:

- usare la macchina solo se si è in possesso di idonea preparazione (patentino), soprattutto nel caso in cui si effettuino irrorazioni con sostanze classificate come "molto tossiche", "tossiche" o "nocive";
- scegliere un albero cardanico adeguato per il collegamento macchina-attrezzo;
- le cabine dei trattori devono essere pressurizzate e l'aria deve penetrarvi attraverso filtri a tre strati (pre-filtro antipolvere, filtro meccanico, filtro a carboni attivi); il filtro deve essere rimosso quando il trattore è impiegato per altre lavorazioni;
- mantenere i finestrini e le porte chiusi durante l'irrorazione;
- nel caso in cui il trattore utilizzato per i trattamenti sia sprovvisto di idonea cabina pressurizzata utilizzare i DPI (Dispositivi di Protezione Individuale) previsti per la protezione delle vie respiratorie e della cute degli operatori;
- assicurarsi sempre, prima di iniziare ogni operazione, che tutti i dispositivi di protezione siano collocati correttamente al loro posto ed in buono stato d'uso;
- controllare la tenuta e la funzionalità del circuito idraulico in pressione;
- evitare di riempire il serbatoio oltre il livello massimo indicato e verificare l'ermeticità del coperchio;
- accertarsi che le sostanze impiegate nei trattamenti siano compatibili con il materiale di costruzione della macchina;
- miscelare tra loro solo prodotti compatibili;
- indossare gli indumenti ed i DPI indicati nelle etichette e nelle "schede di sicurezza" dei preparati durante la preparazione delle miscele e l'effettuazione dei trattamenti;
- quando possibile evitare trasferimenti delle irroratrici con serbatoi pieni;
- preparare le miscele all'aperto, possibilmente in prossimità delle colture da trattare;

- prima di intervenire sulle parti in movimento della macchina arrestare il motore del trattore e disinserire la p.d.p.;
- durante il trattamento non contaminare altre colture o bacini idrici superficiali, rispettare le distanze di sicurezza da centri abitati, corsi d'acqua, strade o sentieri di uso pubblico, aree di svago, ecc. e verificare che non vi siano persone nelle immediate vicinanze;
- mantenere la pressione d'esercizio entro i limiti stabiliti dal costruttore;
- utilizzare solo prodotti fitosanitari autorizzati all'impiego e registrati presso il Ministero della Sanità;
- prima dell'utilizzo verificare la funzionalità degli ugelli impiegando solamente acqua pulita;
- rispettare quanto indicato nel decreto di registrazione e riportato in etichetta;
- non effettuare i trattamenti durante le ore più calde e secche della giornata, preferire le prime ore del mattino o le ultime ore del pomeriggio; non trattare in caso di pioggia o di vento;
- a fine lavoro lavare accuratamente la macchina ed i materiali impiegati per la preparazione e la distribuzione delle miscele;
- staccare la macchina dal trattore solo in terreno pianeggiante verificando che sia appoggiata a terra in modo stabile;
- eventuali residui di miscela non utilizzabili sulle colture e le acque utilizzate per il lavaggio, vanno raccolti, conservati e consegnati a ditte autorizzate per il trasporto e lo smaltimento;
- leggere il manuale di uso e manutenzione della macchina prima di effettuare qualsiasi intervento.

Dal punto di vista meccanico, il pericolo maggiore è rappresentato sicuramente dall'**albero cardanico**, a causa dell'elevata velocità di rotazione cui è soggetto. Nel comparto agricolo infatti gli infortuni causati dalla scarsa o inadeguata protezione del cardano si collocano al secondo posto nella classifica degli infortuni gravi e mortali. E' fondamentale per la sicurezza che gli alberi risultino protetti integralmente, a livello della presa di potenza, dell'albero e dei giunti cardanici, per evitare l'aggancio di parti del corpo o del vestiario.

La legislazione europea considera gli alberi cardanici talmente pericolosi al punto da includerli nell'allegato IV della Direttiva Macchine, che prevede una specifica procedura per l'omologazione, con prove ai sensi della normativa EN 1152, mentre per la sicurezza generale della macchina si fa riferimento alla EN 12965.

Per la sicurezza dell'operatore appare fondamentale la scelta dell'albero in funzione dell'utilizzo che se ne deve fare e quindi delle sollecitazioni cui viene sottoposto (lunghezza, potenza, angolo di lavoro, giunti speciali, ecc.). La scelta di una lunghezza adeguata in particolare appare prioritaria, in quanto una lunghezza insufficiente potrebbe causare lo sfilamento degli elementi telescopici, mentre al contrario una lunghezza eccessivamente contenuta potrebbe causare una sollecitazione ad un carico assiale. Sempre per ragioni di sicurezza inoltre, nonostante i giunti cardanici consentano compensazioni angolari anche superiori, è preferibile, durante l'uso, mantenersi al di sotto dei 15-20° e, qualora si superino i 35° è consigliabile il disinserimento della presa di potenza.

L'albero e i giunti risultano entrambi protetti da un elemento tubolare telescopico in materiale plastico con alle estremità due parti di forma tronco-conica che hanno lo scopo di proteggere i giunti. Sono presenti anche delle catenelle che servono per il fissaggio dello stesso, che altrimenti ruoterebbe. Poiché le estremità tronco-coniche non coprono integralmente i giunti (per evitarne la rottura in caso di angoli di lavoro particolarmente elevati) è necessario che protezioni specifiche (cuffie, controcuffie, carter) siano presenti da entrambi i lati del cardano. Nonostante le protezioni siano obbligatorie queste tendono a deteriorarsi, spesso nell'arco di pochi anni, e andrebbero pertanto sostituite o quanto meno controllate periodicamente. Bisogna sottolineare come, in base alla normativa vigente, la protezione di sicurezza sia considerata come parte integrante del cardano, per cui solo il costruttore dell'albero può sottoporre a prova la relativa protezione di origine. Le protezioni degli alberi cardanici sono sottoposte a prove di omologazione obbligatorie, che devono essere effettuate presso istituzioni o enti accreditati allo scopo.

Una costante e corretta manutenzione e pulizia appare poi fondamentale per il mantenimento in efficienza e quindi in sicurezza dell'albero cardanico.

E' inoltre importante evitare abiti con cinghie o altre parti che potrebbero costituire un possibile aggancio, al fine di eliminare qualsiasi rischio di trascinamento e/o avvolgimento.

A riprova della scarsa attenzione che gli operatori dedicano al problema, nel corso delle verifiche effettuate si è rivelata una grave situazione dal punto di vista della sicurezza degli alberi cardanici per l'azionamento della pompa: moltissimi avevano la protezione in plastica seriamente danneggiata, mancante di alcuni pezzi o addirittura del tutto assente, e la struttura in acciaio dell'albero stesso è risultata spesso ammaccata, arrugginita, criccata, fessurata.

La pericolosità dei **prodotti fitosanitari** impiegati in agricoltura riguarda, oltre i consumatori e le problematiche di impatto ambientale, anche gli operatori agricoli che effettuano i trattamenti in prima persona e che pertanto sono esposti all'azione tossica dei prodotti. Troppo spesso gli operatori non si preoccupano di ridurre al minimo il pericolo di contaminazione durante i trattamenti. Tale pericolosità deriva dal rischio di inalazione e/o assorbimento, anche e soprattutto attraverso la cute, dei principi attivi. I problemi che si possono manifestare sono diversi, ricordiamo in particolare per l'operatore il rischio di:

- intossicazioni acute, sub-acute e croniche;
- irritazioni oculari, cutanee e respiratorie;
- sensibilizzazione per inalazione o per contatto con la pelle;
- effetti irreversibili sulla salute.

Per ridurre al minimo i rischi a carico degli addetti è necessario che le operatrici siano ben funzionanti, soprattutto dal punto di vista dell'efficienza di distribuzione, in modo da ottenere una miglior efficacia dei trattamenti di difesa effettuati e limitare il più possibile l'eventuale deriva che andrebbe a danneggiare, oltre all'ambiente, il personale di servizio.