

VII

Convegno Nazionale di  
**INGEGNERIA AGRARIA**

con il Patrocinio dell' Eur.Ag.Eng.

**INGEGNERIA AGRARIA  
PER LO SVILUPPO DEI PAESI  
MEDITERRANEI**



Università degli Studi di Bari  
Dipartimento PRO.GE.SA



Università degli Studi di Foggia  
Istituto di Produzioni e Preparazioni Alimentari



Università degli Studi del Molise  
Dipartimento S.A.V.A.



Università degli Studi di Padova  
Dipartimento Te.S.A.F.

11-14  
settembre 2001

PIZZOMUNNO PALACE HOTEL  
Vieste del Gargano (FG)

## ***IL PROBLEMA DELLE VIBRAZIONI INDOTTE DA MACCHINE AGRICOLE: STATO NORMATIVO E SVILUPPI DI RICERCA***

Di Candia E.\*, Santoro F.\*

\* Dip. Pro.Ge.S.A. – Facoltà di Agraria - Università degli Studi di Bari

### **Riassunto**

Il presente lavoro si prefigge lo scopo di rammentare le principali normative vigenti sia nel nostro Paese sia in campo internazionale, nonché lo stato della ricerca nei riguardi del problema delle vibrazioni trasmesse da macchine agricole sugli operatori. Vengono indicati i principali approcci al problema essenzialmente allo scopo di delineare i possibili sviluppi soprattutto nel campo della ricerca scientifica.

### *Summary*

The aim of this paper is to summarize the main regulation existing in Italy and in other Countries in the field of the vibrations transmitted by mean of agricultural machines on the workers. The progresses in research involving this field are also indicated. The principal approaches to the problem are examined in order to point out the possible development in the scientific research.

## **1. INTRODUZIONE**

### **1.1 ASPETTI GENERALI**

Il significativo sviluppo della meccanizzazione, registrato nell'ultimo cinquantennio in campo agricolo, ha comportato profondi mutamenti delle tecniche di coltivazione e notevoli incrementi dei rendimenti delle macchine impiegate, cui, tuttavia, non ha fatto sempre riscontro un adeguato miglioramento delle condizioni di lavoro.

In tema di vibrazioni trasmesse agli operatori, ad esempio, non si manifesta, se non in tempi recentissimi, anche a livello di ricerca scientifica, tutta l'attenzione che il problema meriterebbe tanto è vero che dopo gli studi di Reicher, Meister (1931-1935) e di Jacklin (1936) sulla risposta dell'organismo alle vibrazioni sono dovuti trascorrere oltre vent'anni prima che l'indagine venisse ripresa e sviluppata, con rigore sistematico da Dieckmann (1958), Coermann e Rosegger (1960), Tatthews (1964) Wisner et al. (1965).

Le esperienze condotte negli ultimi tempi hanno fornito numerose indicazioni, in campo meccanico, sull'entità delle vibrazioni, rilevate in differenti circostanze operative, trasmesse dai mezzi al conducente portato, così come anche da attrezzature tenute con le mani.

Parallelamente, studi effettuati nell'ambito della medicina del lavoro, hanno fatto emergere come le sollecitazioni vibratorie possano avere influenza sul livello di confort, di affaticamento fisico e sull'insorgenza di stati patologici prevalentemente a carico della colonna vertebrale e su disturbi di natura neuro-vascolare in particolare a livello del sistema mano-braccio.

Lo studio combinato meccanico-fisiologico ha condotto alla formulazione di modelli biodinamici per la previsione dei tempi di insorgenza dei sintomi di disagio ed affaticamento, delle patologie articolari o neurocircolatorie, in funzione dell'entità e delle caratteristiche proprie delle vibrazioni trasmesse.

Tali modelli sono stati recepiti, a livello nazionale ed internazionale, dalle organizzazioni per la standardizzazione e l'omologazione (ISO, NF).

## **2.   NORMATIVA VIGENTE**

Attualmente, nel nostro Paese, la Normativa vigente in tema di salute dei lavoratori, con particolare riferimento agli effetti delle vibrazioni può essenzialmente riassumersi nella seguente:

-Decreto del Presidente della Repubblica n. 303 del 19/03/1956 – Norme generali per l'Igiene del lavoro;

-Decreto Legislativo del Governo n. 626 del 19/09/1994 – Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro;

-Decreto legislativo del Governo n. 242 del 19/03/1996 – Modifiche ed integrazioni al

-Decreto Legislativo del 19/09/1994 n. 626, recante attuazione di direttive comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro;

-Norma ISO 2631 (1978);

-Norma ISO-DIS 5349 (1979);

-Norme UNI.

## **3.   LA NORMATIVA ISO E NF IN TEMA DI VIBRAZIONI**

La norma ISO 5349 (67) e la NF E 90-402 (che pure fa riferimento a quella internazionale) suggeriscono, per generici strumenti vibranti, prassi e metodologie di stima ed analisi delle vibrazioni trasmesse attraverso le mani. Per quanto riguarda la salvaguardia della salute degli utilizzatori, esse definiscono, orientativamente, relazioni utili alla determinazione, attraverso il livello di vibrazione opportunamente espresso, dei tempi massimi di esposizione giornaliera tollerata (NF), nonché dei periodi di latenza necessaria alla comparsa di disturbi vascolari alle mani (fenomeno di Raynaud) per vari segmenti di popolazione esposta (ISO e NF).

La ISO, la NF ed i relativi annessi costituiscono, a tutt'oggi i più validi strumenti di guida allo studio delle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio; ma non pretendono di definire tempi d'esposizione garantenti l'incolumità per gli operatori, né specificano il livello di rischio per i differenti processi produttivi e per le diverse macchine e/o utensili. Tali determinazioni sono lasciate alla considerazione delle autorità nazionali.

Il principale punto d'incertezza nell'applicabilità dei modelli suggeriti dalle norme è legato al fatto che l'utilizzo dei mezzi agricoli in generale non è uniforme nel corso dell'anno, ma concentrato in particolari periodi. Sotto tale aspetto, le norme, facendo riferimento a mezzi e strumenti utilizzati con regolarità, per un determinato numero di ore giornaliere e per più anni consecutivi (si pensi agli strumenti di utilizzo industriale), risultano, cos' come sono, difficilmente applicabili alle macchine impiegate in agricoltura.

Per queste ultime è soltanto possibile prevedere, in linea di massima, un tempo medio di utilizzo, calcolato su base annua, oscillante tra 0.5 e 2.0 ore giornaliere.

In vista di una auspicabile e specifica futura normativa riguardante espressamente le macchine utilizzate in agricoltura, per la complessità del problema e per la tutt'altro che numerosa letteratura disponibile, è difficile stabilire, tenuto conto dell'impiego saltuario di queste macchine, limiti di tollerabilità e di rischio, scegliere ed adottare un metodo appropriato di valutazione degli effetti delle vibrazioni, soprattutto nel lungo periodo.

Allo stato attuale delle conoscenze, infatti, si è ancora lontani dal poter definire modelli che tengano conto della variabilità delle condizioni temporali d'impiego.

#### 4. LIMITI DI ESPOSIZIONE GIORNALIERA

In relazione alla definizione di un limite di esposizione giornaliera alle vibrazioni, v'è da ricordare che essi sono stati proposti per analizzare, da un punto di vista ergonomico, una determinata situazione di lavoro, sulla base di un modello che viene sinteticamente riportato in figura 1.

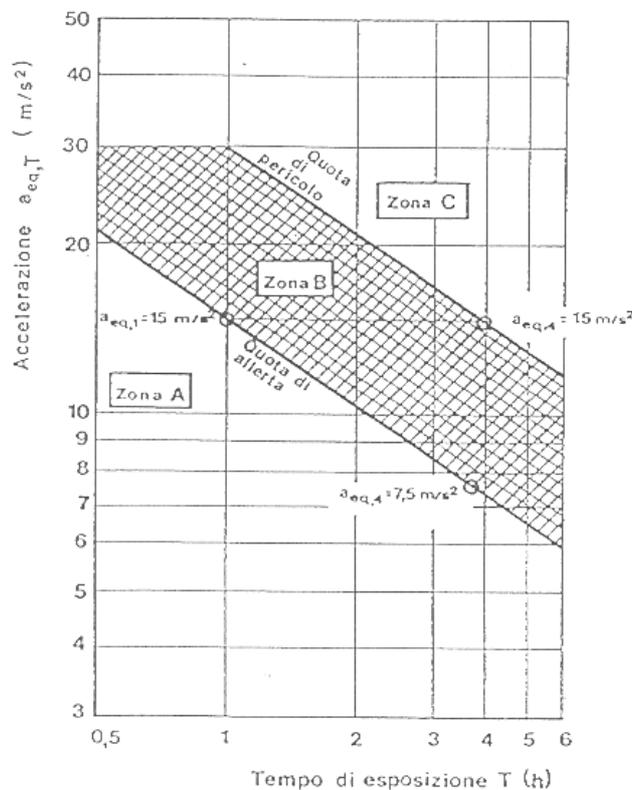


Fig.1 Relazione tra accelerazione,  $a_{eq, T}$  e tempo d'esposizione giornaliera alle vibrazioni,  $T$  (quota d'allerta e di pericolo)

In Figura 1 sono individuabili:

- quota di pericolo: non dovrebbe essere mai superata senza precauzioni o motivazioni particolari anche se l'operatore non ha alcun lavoro gravoso da compiere;
- quota di allerta: è la condizione a partire dalla quale dovranno essere prese disposizioni sistematiche (sorveglianza medica, controllo del posto di lavoro, riduzione dei tempi d'esposizione, ecc.), allo scopo di evitare la comparsa di disagi o di ritardarli il più possibile nelle persone esposte a vibrazioni in maniera regolare ed abituale, per più anni di lavoro consecutivi. Tali disposizioni dovranno essere rigorosamente osservate in caso d'eccitazioni continue comportanti chocs ripetuti.

La zona ricadente entro le quote d'allerta e di pericolo (Zona B in Fig. 1) corrisponde a ciò che può essere tollerato per un'esposizione occasionale ed irregolare, breve o prolungata, nel corso di una giornata di lavoro.

## 5. CONCLUSIONI

Quanto brevemente riportato, frutto di una analisi della attuale normativa vigente, rappresenta ad oggi la migliore raccomandazione disponibile per la prevenzione delle sindromi dovute a vibrazioni trasmesse al corpo ed, in particolare, agli arti superiori. La ricerca condotta e gli sviluppi conseguenti, hanno il compito di analizzare e perfezionare i limiti di tollerabilità e di rischio già, peraltro, quantificati dalla letteratura del settore relativamente agli effetti delle vibrazioni su coloro i quali sono costantemente sollecitati a seguito dell'utilizzo delle macchine agricole anche laddove saltuario. Tuttavia appare evidente che i limiti indicati in normativa, non possono essere considerati come garanzia di una esposizione senza danni, bensì semplicemente come indice di ciò che, per la maggior parte degli individui è compatibile con la loro salute.

Ulteriori studi e ricerche sono necessari allo scopo di definire con maggiore precisione i livelli di vibrazioni di allerta e pericolo sia in termini di accelerazione che di durata, allo scopo, prevalentemente, di meglio orientare il Legislatore e di definire i migliori approcci per tutelare la salute dei lavoratori, anche mediante opportune modifiche alle macchine o, laddove altrimenti impossibile, per mezzo di idonei Dispositivi di Protezione Individuale anch'essi potenziali oggetti di studio.

Gli Autori ringraziano, per la collaborazione prestata, Cinquepalmi G. (Dipartimento PRO.GE.SA. – Facoltà di Agraria – Università di Bari)

### Bibliografia

Bentini N., Guarnirei A., Analisi delle vibrazioni su motocoltivatori: aspetti tecnici e normative, Atti del IV Convegno Nazionale "Ingegneria per lo sviluppo dell'agricoltura" Porto Conte-Alghero, 4-6 Maggio 1988, 635-642.

Deeckmann D., A study of the influence of vibration on man, Ergonomics (1958) 4, 347-353.

Guarnieri A. Lazzari M., Pellizzi G., Valutazione delle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio su macchine motrici di piccola potenza, *Rivista di Ingegneria Agraria* (1990) 4, 219-224.

Matthews J., Ride confort for tractors operators. II: Analysis of ride vibrations on pneumatic-tired tractor, *Journal of Agricultural Engineering Research* (1964) 9, 147-158.

Pykko I., Clinical aspects of hand-arm vibration syndrome. A review, *Scandinavian Journal of work Environment health* (1986) 12, 438-447.

Rosseger R., Rosseger S., Health effects of tractor driving, *Journal of Agricultural Engineering Research* (1960) 5, 241-273.

Wisner A., Donnadiou A., Berthoz A., Etude biomécanique de l'homme soumis a des vibrations del basses fréquences, *Le travail humain* (1965) 28, 17-56.

ISO 5349 (Norme Internationale), Vibration mécaniques – Principes directteurs pour le jesurage et l'évalutation de l'exposition des individus aux vibrations trasmises par la main (1986).

NF E 90-402 (Norme Frangaise) Vibration et chocs mécanique. Guide pour l'évalutation de l'exposition des individua aux vibrations trasmises aux memres superieus (1986).