

4. RISCHIO DA AGENTI FISICI

4.1 Rischio da RUMORE

L'esposizione al rumore in ambito lavorativo può comportare una diminuzione della capacità uditiva, diminuzione che può divenire permanente quando l'intensità è elevata e la durata è protratta negli anni. Il danno uditivo aumenta progressivamente con il periodo di esposizione e, nelle fasi iniziali, la diminuzione interessa principalmente i suoni aventi frequenze più alte (ad esempio il suono del campanello e del telefono), a seguire, la perdita si estende anche alle medie frequenze con ripercussioni anche gravi sulla comprensione del linguaggio parlato.

La figura seguente mostra il risultato della misura dell'udito (audiogramma) la curva rettilinea (in blu) è relativa ad un orecchio sano, mentre quella discendente (in rosso) con parte terminale a "V" mostra la presenza del danno acustico localizzato prevalentemente in corrispondenza delle alte frequenze (4000 Herz), e parzialmente esteso sino alle frequenze inferiori (2000 - 3000 Hz).

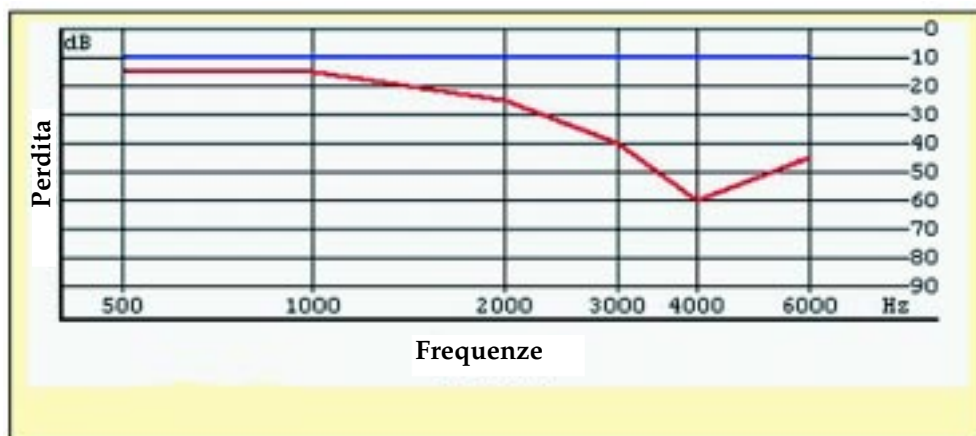


Figura 4.1: Audiogrammi a confronto

4.1.1 Alcuni dati statistici

Da uno studio basato sui dati statistici INAIL (VERDEL *et.al.*,2000), risulta che i casi di sordità da rumore indennizzati dall'Ente assicuratore nel decennio 1989-1999, ammontano complessivamente a 34.961 unità, fortunatamente con un marcato trend discendente.

Tra questi, 3474 casi, ovvero il 9,9% del totale, riguardano i lavoratori im-

piegati nel settore del legno. La maggioranza degli addetti di questo settore è di sesso maschile, comunque 56 casi hanno interessato delle lavoratrici.

4.1.2 Le aziende oggetto dello studio

Le aziende coinvolte nello studio hanno le seguenti specializzazioni produttive.

Tabella 4.1 - Aziende, produzioni ed addetti.

Aziende	Tipo di produzione	Addetti alla produzione
1	Prima lavorazione del legno	10
2	Produzione di serramenti ed infissi	7 + 11
2	Mobili in massello	8 + 8
1	Mobili per ufficio	32
1	Cucine	7
1	Arredi per bar	6
2	Pavimenti in legno (parquet)	45 + 50
10	Totale	184

Le aziende osservate, nonostante una variegata produzione, adottano un flusso di lavoro simile: la lavorazione inizia prelevando la materia prima che deve essere lavorata con le macchine utensili.

Segue una prima carteggiatura e la stuccatura. Al termine si passa ad un primo assemblaggio delle parti a cui segue una prima verniciatura, una ulteriore carteggiatura.

Dopo la carteggiatura è necessaria la verniciatura definitiva del manufatto ed in ultimo il montaggio conclusivo della ferramenta.

In tutte le falegnamerie esaminate, le lavorazioni sono svolte in maniera prettamente artigianale: la produzione si svolge in piccoli lotti e frequentemente realizzando il manufatto su misura del cliente.

L'organizzazione del lavoro è strutturata in modo che ogni addetto può svolgere una o più fasi del ciclo produttivo e se necessario l'intero ciclo. Pochi sono gli addetti che svolgono esclusivamente una specifica lavorazione.

Le ditte che producono pavimenti in legno, per dimensioni e per tipologia produttiva, hanno caratteristiche completamente diverse dalle altre e quindi sono state esaminate a sé stante.

La lavorazione del parquet è svolta in serie, le aziende contano più di 40 addetti, le linee di produzione sono specifiche e fortemente automatizzate (stazioni di lavoro alimentate tramite convogliamento meccanizzato), ogni addetto occupa una postazione di lavoro fissa.

Le postazioni di lavoro si trovano all'inizio delle linee, per il caricamento della materia prima, a fine linea per la raccolta del prodotto lavorato ed in posizioni intermedie per i controlli di qualità. Altri operatori asservono a tempo pieno macchine utensili tradizionali (es. seghe multilama utilizzate per ridurre i masselli in listelli), altri ancora utilizzano varie macchine utensili per produrre gli espositori destinati ai punti vendita.

4.1.3 Valutazione del rischio da rumore

Il Decreto Legislativo 277 del 1991 è la base per la prevenzione del rischio da rumore nelle attività lavorative. Tale norma impone al datore di lavoro la valutazione del rumore cui sono esposti i lavoratori durante l'attività lavorativa e, in base ai risultati, dovranno essere intraprese misure di prevenzione e protezione proporzionali ai livelli di esposizione riscontrati.

Il parametro che indica il grado di esposizione al rumore dei lavoratori è il $L_{ep,d}$ ovvero il Livello di Esposizione Giornaliero (daily). Tale valore numerico espresso in decibel "A" (dB(A)) si determina con la seguente espressione matematica:

$$L_{ep,d} = L_{aeq,Te} + 10 \log \frac{T_e}{T_0}$$

Dove:

$L_{aeq,Te}$ è il livello sonoro emesso dalla macchina/lavorazione e misurato tramite lo strumento di misura (fonometro di classe 1) a 10 cm dall'orecchio del lavoratore (dB(A)).

T_e è la durata reale dell'esposizione alla sorgente di rumore.

T_0 è la durata della giornata lavorativa standard (8h ovvero 480 minuti).

Se come spesso accade, il lavoratore è esposto a molteplici livelli sonori di

intensità e durata variabile nel corso della giornata, l'equazione da impiegare per il calcolo del Lep,d è la seguente:

$$Lep,d = 10 \log \left(\sum_{i=1}^n \left(\frac{Ti}{To} * 10^{(0,1 * Laeq, Ti)} \right) \right)$$

Dove: $Laeq, Ti$ è il livello sonoro emesso dalla macchina/lavorazione i-esima e misurato tramite lo strumento di misura (fonometro di classe 1) a 10 cm dall'orecchio del lavoratore.

Ti è la durata reale dell'esposizione alla sorgente i-esima di rumore.

To è la durata della giornata lavorativa standard (8h ovvero 480 minuti).

In base ai risultati del calcolo, occorrerà intraprendere le seguenti **misure correttive**.

Se il valore del Lep,d risultante è **inferiore ad 80 dB(A)**, il rischio da rumore si può ritenere trascurabile, comunque, la valutazione dovrà essere ripetuta periodicamente ed in particolare al variare delle condizioni di lavoro.

Al momento dell'acquisto di nuovi macchinari, ad ogni modo, dovranno essere privilegiati quelli a più basso livello di emissione sonora.

Se il valore del Lep,d calcolato è **maggiore o uguale di 80 dB(A) ma minore di 85 dB(A)**, il rischio è presente e pertanto occorre determinare i livelli di esposizione Lep,d per ogni singola mansione o per classi omogenee di lavoratori, attraverso misurazioni fonometriche specifiche.

Dette misurazioni devono essere ripetute ad opportuni intervalli.

Conseguenzialmente alla valutazione, deve essere redatto un rapporto in cui siano indicate le misure per la riduzione della esposizione al rumore ai livelli più bassi.

Il datore di lavoro ha l'obbligo di informare i lavoratori, sui rischi conseguenti l'esposizione al rumore, sulle misure da mettere in essere a seguito della valutazione, sulla funzione dei mezzi di protezione individuale, sul significato della sorveglianza sanitaria.

I lavoratori possono volontariamente, oppure su indicazione del Medico Competente, sottoporsi al controllo sanitario.

Se il valore *del* Lep,d calcolato è **maggiore o uguale di 85 dB(A) ma minore di 90 dB(A)**, il rischio da rumore diventa elevato e pertanto, in aggiunta ai precedenti obblighi, il datore di lavoro deve attuare un piano di formazione

in merito all'uso corretto dei mezzi di protezione individuali ed all'uso corretto di macchinari e attrezzature, ai fini della riduzione del rischio.

Inoltre, ai lavoratori devono essere forniti mezzi individuali di protezione dell'udito (DPI) cuffie e/o tappi auricolari. Detti presidi dovranno essere scelti concordemente con i lavoratori.

La sorveglianza sanitaria deve essere istituita tramite il medico competente. La frequenza delle visite dovrà essere non superiore a due anni.

Quando il valore del $L_{ep,d}$ calcolato è **maggiore di 90 dB(A)**, il rischio da rumore diviene molto elevato e altri obblighi si aggiungono.

La valutazione del rumore deve essere ripetuta con cadenza annuale.

I lavoratori devono obbligatoriamente indossare i DPI.

La sorveglianza sanitaria deve essere ripetuta con frequenza annuale o inferiore a discrezione del Medico Competente.

Il superamento del valore limite di esposizione deve essere comunicato all'organo vigilanza unitamente alle le misure di prevenzione e protezione supplementari adottate per la riduzione ed il controllo del rischio.

Le aree ove si ha il superamento dei 90 dB(A), devono essere segnalate e delimitate al fine di limitare l'accesso ai soli autorizzati.






Infine, deve essere redatto ed aggiornato il registro nominativo degli esposti.






4.1.4 Risultati delle misure di rumore






Nelle Tabelle seguenti sono riportati valori di L_{aeq} ottenuti dalle misure sulle sorgenti.






Si osserva che le macchine che lavorano il legno per asportazione di truciolo mediante utensili, dischi o coltelli ruotanti ad alta velocità, emettono livelli sonori molto elevati, da 90 a 100 dB(A).

Tabella 4.2 - *Laeq*, Livello di rumore equivalente continuo delle principali sorgenti.

n.	Sorgenti e valori <i>Laeq</i> [dB(A)]	Foto	Misure	Media
1	Anubatrice foratrice		77.8 78.0	77.9
2	Foratrice		92.1 88.3 87.7 85.6	88.8
3	Pialla a filo		96.7 90.7 88.4 88.5 90.3	91.5
4	Pialla a spessore		90.8 85.3 91.4 98.0 93.6	92.8
5	Rumore di fondo area macchine utensili		82.0 81.6 83.2 81.9 82.9	82.3

n.	Sorgenti e valori <i>L_{aeq}</i> [dB(A)]	Foto	Misure	Media
6	Scorniciatrice		85.9 89.9 90.4 100.5	93.5
7	Sega a nastro		91.9 86.9 93.1 89.0 92.9	91.1
8	Sega circolare radiale		92.0 90.4 91.5 99.4 87.7	93,2
9	Sega multilame		89.4 91.3 91.8	90.9
10	Sega squadratrice a bandiera		85.0 91.2 83.4 95.0 86.7	89.4

n.	Sorgenti e valori <i>L_{aeq}</i> [dB(A)]	Foto	Misure	Media
11	Toupie		90.3 89.4 87.8 81.0 87.5	87.8
12	Toupie a Controllo Numerico Computerizzato		92.0 87.8 90.1	90.1
13	Troncatrice a disco		78.4 85.8 89.1 87.5 86.9	86.2
14	Troncatrice a due teste		89.1 83.1 90.9 82.5	87.2
15	Calibratrice a nastro		76.5 78.2 83.4 78.4 83.6	80.5

n.	Sorgenti e valori <i>L_{aeq}</i> [dB(A)]	Foto	Misure	Media
16	Carteggiatrice orizzontale a nastro		79.2 81.0 82.2 69.8 84.9	80.7
17	Avvitatore elettrico		79.6 68.9 81.1	7.9
18	Avvitatore pneumatico		84.6 80.7	79.3
19	Levigatrice orbitale elettrica		79.5 84.5 86.2	83.8
20	Levigatrice orbitale pneumatica		80.8 88.2	85.3





n.	Sorgenti e valori <i>L_{aeq}</i> [dB(A)]	Foto	Misure	Media
21	Pistola chiodatrice leggera		82.5 92.3 82.2	87.0
22	Pistola chiodatrice pesante		93.7 95.2 91.9 89.4	92.8
23	Trapano elettrico		85.8 85.5	85.7
24	Trapano pneumatico		85.8 91.2	88.9
25	Verniciatura a spruzzo	n.d.	77.2 75.5 75.2 88.0 81.5	81.0

Tabella 4.3. *Laeq, Livello di rumore equivalente continuo di alcuni centri di lavoro a CNC.*

n.	Sorgenti e valori <i>Laeq</i> [dB(A)]	Lavorazione	<i>Laeq</i>
26	Sezionatrice a Controllo Numerico	Taglio truciolare	82.4
27	Bordatrice squadratrice IDM (dotata di carter fonoassorbenti)	Taglio e bordatura pannelli in truciolare	83.8
28	Centro di lavoro HOMAG (dotata di carter fonoassorbenti)	Lavorazione di pannelli di truciolare	81.1
29	Pantografo MORBIDELLI	Fresatura di pannelli in truciolare	81.2
30	Centro di lavoro EJAN	Lavorazione di pannelli di truciolare	85.7

La maggioranza delle macchine presenti nelle aziende è ancora a comando manuale e con età superiore ai 10 anni, l'unico sistema per la riduzione del rumore, talvolta impiegato, è uso di utensili progettati a "rumorosità contenuta". Anche le macchine più recenti, come le Toupie a controllo numerico computerizzato o alcuni centri di lavoro multifunzione possono fornire livelli elevati (circa 90 dB(A)), se gli organi di lavoro non sono opportunamente confinati entro cabine fonoassorbenti.




Le lavorazioni di carteggiatura, svolte con macchine fisse oppure eseguite con le levigatrici manuali, solitamente non hanno livelli elevati di rumore, mediamente prossimi ad 80 dB(A).

Nella verniciatura, la rumorosità risulta solitamente inferiore agli 80 dB(A) e pressoché costante dato che il rumore di fondo delle cabine a lama d'acqua sovrasta il rumore della pistola a spruzzo. Il superamento di tale valore si registra quando viene utilizzata l'aria compressa per pulire le superfici.

Nelle fasi di montaggio dei manufatti, il massimo contributo all'esposizione degli addetti è dato dall'impiego delle pistole chiodatrici, le quali forniscono un L_{eq} prossimo a 90 dB(A).

Nella prima lavorazione del legno (Tabella 4.4), sia l'operazione di sezionatura dei tronchi, sia il depezzamento degli sfridi, forniscono livelli superiori a 90 dB(A).

Tabella 4.4. L_{aeq} delle sorgenti, e $L_{ep,d}$ degli addetti nella prima lavorazione del legno.

n.	Sorgenti e valori L_{aeq} [dB(A)]	Foto	L_{aeq}	$L_{ep,d}$ addetti
1	Impianto taglia tronchi		90.7	89.0
2	Rumore di fondo area taglia tronchi		83.3	
3	Taglio sfridi con motosega a catena		99.5	85.8

4.1.5 Il livello di esposizione personale dei lavoratori ($L_{ep,d}$)

Le falegnamerie monitorate hanno caratteristiche artigianali e dimensioni molto piccole (meno di 15 addetti), ad eccezione dell'azienda che produce mobili per ufficio (con oltre 30 operai).

Gli addetti svolgono una molteplicità di operazioni a seconda delle esigenze e, se necessario, sono perfettamente intercambiabili gli uni con gli altri.

La Tabella 4.5, mostra il livello di esposizione medio personale Lep,d dei lavoratori nelle falegnamerie, suddiviso per mansioni svolte in maniera prevalente.

I lavoratori addetti prevalentemente alle macchine utensili, sono esposti ad un Lep,d compreso fra 86 ed 88 dB(A), fanno eccezione l'azienda 4 che acquista pannelli semilavorati da aziende terze e di conseguenza l'uso delle proprie macchine utensili è ridotto al minimo ed anche l'azienda 6 che, producendo in serie, utilizza centri di lavoro a controllo numerico computerizzato molto moderni e racchiusi entro cabine fonoassorbenti.

Tabella 4.5. Lep,d medio dei lavoratori in falegnameria.

Mansione prevalente	Az.1	Az.2	Az.3	Az.4	Az.5	Az.6	Media
Addetti alle macchine utensili	86.4	86.3	87.6	78.1	86.7	84.1	85.4
Addetti al montaggio	84.8	82.2	84.8	83.3	84.4		84.0
Addetti alla carteggiatura	80.7	75.8	83.2	85.5			82.0
Addetti alla verniciatura	76.4	75.5	86.2				80.8

Gli addetti al montaggio rientrano nella fascia 82 - 85 dB(A) in tutte le aziende visitate.

Gli addetti alla verniciatura hanno un Lep,d solitamente inferiore ad 80 dB(A), in una delle aziende il valore supera gli 85 dB(A) in quanto i particolari vengono preventivamente soffiati con aria compressa.

Nella **prima lavorazione del legno** (Tabella 4.4) l'addetto al taglio dei tronchi ha un Lep,d di poco inferiore a 90 dB(A), invece, l'addetto al taglio degli sfridi con la motosega, attività più discontinua, è esposto ad un Lep,d poco superiore ad 85 dB(A).

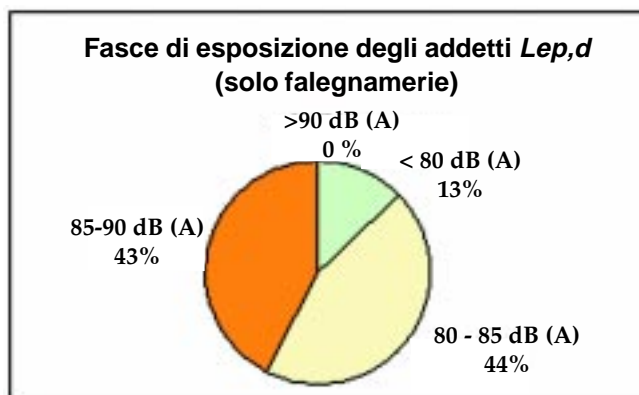
Nella **produzione di parquet**, gli addetti generalmente occupano postazioni di lavoro fisse. Dalla Tabella 4.6, vediamo che sono molteplici le mansioni soggette a livelli di rumorosità molto elevati, in particolare, si registra un Lep,d , prossimo a 90 dB(A), per gli addetti che effettuano il controllo di qualità lungo le linee di lavorazione a causa della rumorosità degli impianti di convogliamento dei listelli ed agli urti fra i listelli e fra i listelli e le parti in metallo del macchinario.

Tabella 4.6. *Lep,d* degli addetti nella produzione di parquet.

Mansione	<i>Lep,d</i> dei gruppi omogenei di addetti								<i>Lep,d</i> medio
Addetto alimentazione linea	86.6	85.3	85.8	89.2	92.6				88.4
Addetto prelievo pezzi lavorati	85.6	90	86.6	86.9					87.4
Addetto al controllo di qualità fuori linea	84.8	85.9							85.4
Addetto al controllo di qualità in linea	85.6	86.8	89.2	90.9	90.5	90.6	90.2	89.2	89.3
Responsabile della linea	86.0	88.5	90.4	92.1	90.2				89.7
Addetto alle macchine utensili	96.8	91.6	96.8	90.9	86.5				93.4
Conducente di carrello	71.5	85.3	89.6	69.1					82.8

Altra mansione ad elevata esposizione è quella degli addetti alle macchine utensili, in questo caso la causa è dovuta principalmente alla durata dell'esposizione che si protrae praticamente per tutto l'orario di lavoro.

Osservando la ripartizione degli esposti secondo le quattro fasce individuate dal D.Lgs.277, vediamo che il 43 % dei lavoratori delle falegnamerie (inclusi gli addetti della prima lavorazione del legno) rientra nella fascia 85-90 dB(A), mentre nessuno supera i 90 dB(A) (Figura 4.2).

**Figura 4.2:** Distribuzione del *Lep,d* degli operatori delle falegnamerie

Nella produzione di parquet, il 41% degli addetti cade nella fascia 85-90 dB(A), però occorre sottolineare che ben il 16% degli addetti ha un Lep,d che supera i 90 dB(A) (Figura 4.3).

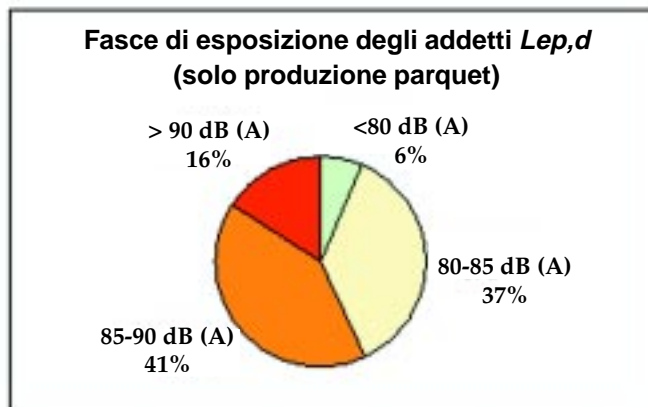


Figura 4.3: Distribuzione del Lep,d degli operatori settore produzione parquet

Valutando nel complesso il settore della lavorazione del legno, vediamo (Figura 4.4) che il 9 % degli addetti si colloca nella fascia a maggior rischio (Lep,d maggiore di 90 dB(A)) ed il 43% nella fascia subito sottostante (Lep,d da 85 a 90 dB(A)). Solo per il 9 % degli addetti si può escludere il rischio rumore essendo il Lep,d è inferiore a 80 dB(A).

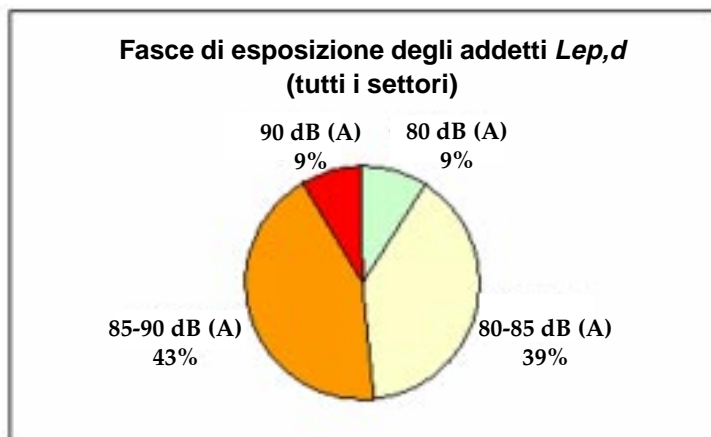


Figura 4.4: Distribuzione del Lep,d degli operatori di tutti i settori

4.1.6 Gli aspetti prevenzionali

Indipendentemente dall'esito della valutazione del rumore, il datore di lavoro ha sempre l'obbligo di ridurre al minimo i rischi intraprendendo misure tecniche, organizzative e procedurali, anche in relazione all'evoluzione della tecnica.

Gli interventi principalmente dovranno interessare la protezione collettiva dei lavoratori e, solo per il rischio residuo, le protezioni aggiuntive potranno essere individuali (DPI).

A livello esemplificativo, alcuni degli interventi attuabili possono essere.....

Impiego di lavorazioni meno rumorose in sostituzione di quelle a più elevata emissione sonora.

Impiego di utensili a bassa rumorosità in sostituzione di quelli analoghi tradizionali.

Sostituzione delle macchine obsolete con macchine nuove a bassa rumorosità.

Dotare le macchine di supporti in gomma di carter fonoassorbenti per confinare gli organi rumorosi.

Impiego di pareti, schermi e controsoffitti fonoassorbenti, al fine di limitare la propagazione del rumore nell'ambiente circostante.

Migliorare il lay-out aziendale distanziando le sorgenti di rumore (per minimizzare l'effetto "somma") e le sorgenti dai lavoratori non direttamente impiegati alle macchine.

Confinare le sorgenti di rumore entro appositi locali isolati.

Predisporre turni di lavoro con tempi ridotti nell'utilizzo delle macchine più rumorose.

Incentivare l'utilizzo dei DPI anche per i livelli di esposizione esentati dall'obbligo.

Cambiare mansione al lavoratore alle prime avvisaglie di danno acustico.

4.1.7 Tipologie di DPI e prestazioni

I DPI che possono essere forniti ai lavoratori per abbattere il rischio residuo devono avere le seguenti caratteristiche: marcatura CE, comfort nell'impiego anche in relazione alle condizioni ambientali (temperatura, presenza di polveri, necessità di interazione con i colleghi di lavoro), ed adeguato abbattimento del livello sonoro.

I più diffusi DPI sono (vedi Figura 4.5): cuffie, archetti e tappi, tutti pro-

dotti in un numero elevatissimo di varianti, forme e materiali, così da incontrare il favore degli utilizzatori.



Figura 4.5 Alcune tipologie di DPI otoprotezioni

I produttori di DPI, sono tenuti a fornire anche i dati tecnici che dimostrano l'attenuazione sonora fornita dal dispositivo. Tale performance può essere misurata con vari standard, per semplicità, in questo contesto si esamina solo il metodo denominato "SNR" (Simplified Noise Reduction).

Questo parametro numerico, esprime con un solo valore in dB (decibel), l'attenuazione sonora che il dispositivo fornisce (se correttamente indossato). La maggioranza dei DPI ha un SNR compreso fra 20 e 30 dB.

Per determinare il livello sonoro che l'operatore percepisce indossando il DPI si utilizza il calcolo denominato "SNR_{corretto}" basato sulla seguente espressione:

$$L_{AeqconDPI} = L_{aeq} - SNR + 7$$

Esempio: un lavoratore utilizzando la pialla a filo è esposto ad un L_{aeq} pari a 91.5 dB(A), indossando un DPI con SNR pari a 23, percepirà un livello sonoro ($L_{AeqconDPI}$) di soli 75.5 dB(A).

Il livello di protezione raggiunto attraverso l'uso del DPI si ritiene buono se il valore di $L_{AeqconDPI}$ è inferiore a 80 dB(A). Allo stesso tempo, occorre verificare che la protezione non raggiunga valori eccessivamente elevati ($L_{AeqconDPI} < 70$ dB(A)) perché potrebbe generare un rifiuto da parte del lavoratore sentendosi eccessivamente estraniato dall'ambiente circostante.

4.2 Rischio da VIBRAZIONI

Alcune delle attività lavorative del settore del legno possono esporre gli addetti alle vibrazioni, sia dirette al segmento mano-braccio (Hand Arm Vibration), sia trasmesse al corpo intero (Whole Body Vibration); in particolare si parla di quelle attività che comportano l'impiego frequente di attrezzi portatili vibranti e, per le vibrazioni al corpo intero, la conduzione di mezzi semoventi come ad esempio i carrelli elevatori.

4.2.1 *Gli effetti delle vibrazioni*

L'epidemiologia ha dimostrato la correlazione positiva fra l'esposizione alle vibrazioni, protratta nel lungo periodo, e l'insorgenza di disturbi e di patologie croniche.

In particolare, per l'esposizione al sistema mano-braccio, si registrano disturbi di tipo osteo-articolare, neurologico, muscolare e vascolare localizzati proprio a livello degli arti superiori.

Invece, l'esposizione alle vibrazioni al corpo intero, può causare disturbi muscolo-scheletrici come lombalgie e lombosciatalgie, o anche patologie degenerative a carico del rachide lombare come discopatie, ernie e spondiloartrosi.

4.2.2 *Alcuni dati statistici sulle patologie da vibrazioni*

Dallo studio dei dati statistici INAIL relativi al decennio 1989-1999 (VERDEL *et.al.*, 2000), è possibile verificare l'esistenza del problema osservando il numero dei casi indennizzati.

Ad esempio, se si prendono in esame i casi di angioneurosi causati dall'utilizzo di strumenti vibranti portatili, si osserva che nel periodo indicato sono stati indennizzati oltre 2100 lavoratori.

Fortunatamente, grazie ad una maggiore attenzione al problema, agli interventi del legislatore in tema di sicurezza nei luoghi di lavoro con i Decreti degli anni '90 ed al miglioramento tecnologico degli strumenti, il numero dei casi che si registrano oggi è di circa dieci volte inferiore rispetto al passato ma ancora è ben lungi dall'essere trascurabile.

Sempre dallo stesso studio, risulta che i lavoratori sono più esposti a tale rischio, ma anche le lavoratrici hanno accusato nel 3% dei casi totali l'insorgenza di patologie o disturbi conseguenti l'esposizione alle vibrazioni.

L'insorgenza della patologia, nel 56% dei casi si è manifestata nella fascia di età compresa fra i 50 ed i 64 anni di età del lavoratore e nel 43% dei casi, ha comportato un'invalidità permanente compresa fra l'11 ed il 20%. Nel 14% dei casi, il grado di invalidità ha addirittura superato il 40%.

Nel caso specifico del settore del legno, il numero dei casi rilevati è complessivamente modesto: circa il 2% sul totale, mentre il maggior numero di casi si rileva tipicamente in edilizia con il 33%, in metallurgia 27% e nelle attività estrattive con il 21%.

4.2.3 Valutazione del rischio da vibrazioni

Il Parlamento europeo ha da tempo affrontato il problema dell'esposizione dei lavoratori alle vibrazioni e nel 2002 ha emanato la Direttiva 2002/44/CE, "prescrizioni minime di sicurezza per i lavoratori esposti alle vibrazioni".

La Direttiva nell'allegato B specifica che il rischio può essere valutato alternativamente tramite il metodo di calcolo denominato "valore giornaliero di esposizione" $A(8)$ oppure attraverso il "valore della dose di vibrazioni" VDV .

Il recepimento della Direttiva nel nostro paese, è avvenuto recentemente con il Decreto Legislativo n.187 del 19/8/2005, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale del 21/9/2005.

In sintesi il Decreto ricalca fedelmente la Direttiva scegliendo però, come unico metodo di valutazione, il valore giornaliero di esposizione $A(8)$.

Si riassumono di seguito i contenuti dei principali articoli.

- L'art. 1 delimita il campo di applicazione ai lavoratori esposti alle vibrazioni.
- L'art. 3 fornisce i valori di esposizione, ovvero: il valore limite che fa scattare l'azione ed il limite giornaliero da non superare.
- L'art. 4 prescrive che il datore di lavoro valuti e se del caso, misuri i livelli di vibrazione a cui sono esposti i lavoratori e quindi ne valuti il rischio.

- L'art.5 dispone di attuare la riduzione del rischio in base alle possibilità messe a disposizione dal progresso tecnico.
- L'art.6 obbliga il datore di lavoro a formare ed informare i lavoratori esposti alle vibrazioni.
- L'art.7 obbliga il datore di lavoro all'istituzione della sorveglianza sanitaria per i lavoratori esposti alle vibrazioni con valori superiori al limite di azione.

4.2.4 Calcolo dell'esposizione giornaliera alle vibrazioni

Per la valutazione dell'esposizione alle vibrazioni si adotta la procedura prevista dalla Direttiva Comunitaria e fatta propria dal Decreto italiano di recepimento.

I livelli di vibrazione emessi dalle sorgenti sono stati misurati con uno strumento dotato di accelerometro triassiale e conforme alle specifiche indicate dalle Norme ISO 5349-1 e ISO 2631-1.

Le misure sono state condotte durante il normale ciclo di lavoro e nelle reali condizioni d'uso delle attrezzature. Il tempo di esposizione T dei lavoratori alle varie sorgenti di vibrazioni è stato determinato tramite interviste e mediante misure dirette.

A conclusione dell'indagine, per ogni lavoratore o per i gruppi omogenei di lavoratori, si è calcolato il valore dell'accelerazione equivalente normalizzato su otto ore lavorative $A(8)$ attraverso la seguente espressione matematica.

$$A(8) = a_w \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

Dove: a_w è il valore di accelerazione misurato che l'attrezzo (o veicolo) trasmette al lavoratore.

T è il tempo netto effettivo di esposizione alla vibrazione espresso in ore, T_0 è il tempo di riferimento, ovvero la durata della giornata lavorativa standard pari ad otto ore.

È fondamentale ribadire che il valore di a_w si determina in maniera differente per le vibrazioni al sistema mano braccio e per le vibrazioni trasmesse al corpo intero. In particolare si avrà:

a) per il sistema mano braccio

$$a_w = \sqrt{(a_{wx}^2 + a_{wy}^2 + a_{wz}^2)}$$

dove: a_{wx} , a_{wy} , a_{wz} sono i valori quadratici medi ponderati in frequenza dell'accelerazione misurati sui tre assi ortogonali (in accordo con la ISO 5349 del 2001), a_w è pertanto il valore risultante dell'accelerazione triassiale.

b) per il corpo intero

$$a_w = \text{massimo valore di } (1.4 a_{wx}; 1.4 a_{wy}; 1.0 a_{wz})$$

dove: a_{wx} , a_{wy} , a_{wz} sono i valori quadratici medi ponderati in frequenza dell'accelerazione misurati sui tre assi ortogonali (secondo la ISO 2631 del 1997), a_w è pertanto il più alto dei valori quadratici medi moltiplicati per i rispettivi coefficienti.

La Direttiva e parimenti il Decreto, propongono due distinti limiti A(8) di esposizione alle vibrazioni, esaminiamoli con attenzione.

Il valore giornaliero che fa scattare l'azione, ovvero quel valore di esposizione che se superato, obbliga il datore di lavoro ad intraprendere misure tecniche ed organizzative necessarie per ridurre al minimo l'esposizione alle vibrazioni e ad attivare una sorveglianza sanitaria adeguata.

Il valore limite di esposizione giornaliero, cioè quel limite che in ogni caso non deve essere superato dai lavoratori ed in caso di superamento, il datore di lavoro deve immediatamente adottare misure per riportare l'esposizione a valori inferiori.

Tali valori differiscono per l'esposizione mano-braccio rispetto all'esposizione al corpo intero. La tabella seguente riassume i valori.

Tabella 4.7. Valori limite di esposizione alle vibrazioni.

Limiti	A(8) per il corpo intero [m/s²]	A(8) per il sistema mano-braccio [m/s²]
Valore giornaliero che fa scattare l' azione	0,50	2,50
Valore limite di esposizione giornaliero	1,15	5,00

Per l'esposizione al corpo intero, il valore limite di 1,15 m/s², è considerato eccessivamente elevato da molti studiosi e la comunità scientifica sembra convergere verso un valore "ufficioso" maggiormente cautelativo pari a **0,90** m/s².

Per i risultati delle misure, si useranno i seguenti colori per caratterizzare le fasce di rischio.

Tabella 4.8. Fasce di rischio in funzione dell'esposizione equivalente A(8).

Metodo	A(8) per il corpo intero [m/s²]	A(8) per il sistema mano-braccio [m/s²]
Livello di rischio		
Basso	≤ 0,5	≤ 2,50
Medio	> 0,5 e ≤ 0,9	≥ 2,50 e = 5,00
Alto	> 0,9 e ≤ 1,15	
Molto alto	> 1,15	> 5,00

Calcolo dell'esposizione giornaliera dovuta a più contributi

Nel caso abbastanza frequente in cui l'esposizione complessiva è dovuta a varie sorgenti, l'esposizione giornaliera complessiva è determinata dal contributo energetico di ogni esposizione parziale. Per determinare il valo-

re dell'accelerazione equivalente giornaliera $A(8)$ si ricorre alla seguente espressione:

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n (a_w)_i^2 \cdot T_i}$$

dove, T_0 è la durata di riferimento della giornata lavorativa pari a otto ore, T_i è il tempo netto giornaliero di esposizione alla sorgente i -esima (in ore) ed infine $(a_w)_i$ è l'accelerazione ponderata relativa all'asse maggiormente sollecitato dovuta alla sorgente i -esima.

Esempio 1.

Un conduttore di carrelli elevatori, nella sua giornata lavorativa "tipo" utilizza tre carrelli elevatori differenti, in base alle esigenze lavorative, per un totale di 5 ore/giorno con la ripartizione riportata nella tabella sottostante.

Tabella 4.9. Calcolo di $A(8)$ per vari esposizioni giornalieri o settimanali.

Mezzo	Dati	a_w [m/s ²]	T(giorno) [ore]	T(settimana) [ore]
Carrello elevatore 1 elettrico su cemento		0,45	3	9
Carrello elevatore 2 diesel su asfalto		0,79	2	6
Carrello elevatore 3 diesel su cemento ed asfalto		0,80	1	3

Sostituendo i valori numerici nella precedente espressione, si determina l'accelerazione equivalente normalizzata sulle otto ore $A(8)$ che sarà:

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{8} (0,45^2 \cdot 3 + 0,79^2 \cdot 2 + 0,80^2 \cdot 1)} = 0,56 \quad m/s^2$$

Valore che è superiore al limite di azione.

Calcolo dell'esposizione settimanale per esposizioni giornaliere variabili

Nei casi in cui l'esposizione giornaliera vari notevolmente da giorno a giorno, il Decreto, in deroga, consente di determinare il valore medio dell'accelerazione equivalente sull'intera settimana lavorativa: in altre parole, normalizzata su 40 ore. Pertanto, in sostituzione di $A(8)$ avremo:

$$A(40) = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n (a_w)_i^2 \cdot T_i}$$

dove, T_0 è la durata di riferimento pari a 40 ore, T_i è il tempo netto settimanale di esposizione alla sorgente i -esima (in ore) ed infine $(a_w)_i$ è l'accelerazione misurata.

Esempio 2.

Con i dati dell'esempio precedente, se il lavoratore usa i mezzi citati solo per tre giorni sui cinque della settimana lavorativa, l'accelerazione equivalente $A(40)$ sarà:

$$A(40) = \sqrt{\frac{1}{40} (0,45^2 \cdot 9 + 0,79^2 \cdot 6 + 0,80^2 \cdot 3)} = 0,43 \quad m/s^2$$






Valore che essendo più diluito nel tempo, scende al disotto del livello di azione.

4.2.5 Vibrazioni trasmesse al corpo intero (WBV)

Alcune delle aziende osservate, in particolare quelle di dimensioni maggiori, occupano alcuni lavoratori con la mansione specifica di "conduttore di carrelli elevatori". L'utilizzo di tali mezzi per la movimentazione delle merci e per il carico e scarico degli autocarri, espone il conducente ad una dose di vibrazioni al corpo intero.

Nella Tabella seguente si riportano i risultati delle misure, riferiti ai tre assi ortogonali e quindi anche il valore dell'accelerazione a_w relativa all'asse più sollecitato, determinata con la formula già vista. Nella colonna successiva, si riportano i tempi di esposizione T e quindi, nell'ultima colonna, il valore calcolato dell'accelerazione equivalente normalizzata su otto ore lavorative $A(8)$.

Tabella 4.10. Misure di vibrazioni sui carrelli elevatori ed esposizione $A(8)$ degli addetti.

Mezzo	Foto	Misura	a_{wx} m/s ²	a_{wy} m/s ²	a_{wz} m/s ²	a_{wmax} m/s ²	T min/g	A(8) m/s ²
Caterpillar 20 elettrico		Carico, scarico e spostamento (su pavimento in cemento)	0.19	0.17	0.48	0.48	420	0.45
Linde E 18 elettrico		Carico, scarico e spostamento (su pavimento in cemento e su piazzale asfaltato)	0.28	0.28	0.42	0.42	420	0.39
Caterpillar 35 diesel		Carico, scarico e spostamento (su piazzale asfaltato)	0.29	0.35	0.79	0.79	360	0.68
Caterpillar 40 diesel		Carico, scarico e spostamento (su piazzale asfaltato)	0.26	0.32	0.92	0.92	360	0.80
OM 50 diesel		Carico, scarico e spostamento (su piazzale asfaltato)	0.36	0.32	0.76	0.76	390	0.69

Mediamente, gli operatori, utilizzano i carrelli elevatori per 6 - 7 ore giorno, e quindi l'accelerazione equivalente $A(8)$ calcolata è compresa nel range 0,39 - 0,80 m/s².

Si osservi che i carrelli diesel operanti su asfalto all'esterno delle aziende (e con velocità maggiori), forniscono un livello di vibrazione $A(8)$ più eleva-

to: fra 0,68 e 0,80 m/s^2 e pertanto superiore al limite di azione previsto dalla direttiva 2002/44/CE (0.5 m/s^2), quindi per gli addetti vi è la presenza di un rischio da vibrazioni avente grado di intensità medio.



I carrelli elettrici, per la minor portata e velocità, ed anche perché usati prevalentemente all'interno dei capannoni (su pavimento in cemento) raggiungono un valore di $A(8)$ inferiore ai precedenti e compreso fra 0,39 e 0,45 m/s^2 pertanto mediamente inferiore al limite di azione. In queste condizioni, il corrispondente livello di rischio, per i conduttori, è da ritenersi basso.







4.2.6 Vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio (HAV)




Nelle falegnamerie studiate, alcuni degli addetti sono esposti alle vibrazioni al sistema mano-braccio a causa dell'impiego di attrezzi portatili. Gli operatori che usano con una certa continuità tali attrezzi sono coloro che effettuano l'assemblaggio finale dei manufatti (infissi, mobili, cucine, ecc.) e coloro che effettuano la carteggiatura delle superfici prima della verniciatura.

Nella tabella seguente si riassumono i risultati delle misure condotte sui più diffusi attrezzi portatili. Nell'ultima colonna si riporta il valore medio delle misure.

Tabella 4.11. Livelli di vibrazione a_w degli attrezzi portatili.

n.	Sorgenti e valori di a_w [m/s^2]	Foto	a_w misurato	Media
1	Avviatore a batteria		0,8 1,5	1,2
2	Avviatore elettrico (trapano reversibile usato come avvitatore)		3,9	3,9

n.	Sorgenti e valori di a_w [m/s ²]	Foto	a_w misurato	Media
3	Avvitatore pneumatico		2,6 2,7	2,7
4	Fresatrice portatile a candela		2,0	2,0
5	Levigatrice portatile a nastro		3,0	3,0
6	Levigatrice rotorbitale elettrica		5,2 3,5 4,1 3,9	4,2
7	Levigatrice rotorbitale pneumatica		3,4 3,1 3,9	3,5
8	Pistola chiodatrice pesante		2,7 5,2 2,6 2,3	3,2

n.	Sorgenti e valori di a_w [m/s ²]	Foto	a_w misurato	Media
9	Pistola chiodatrice leggera		2,0 3,2 1,2	2,1
10	Trapano elettrico		3,1 3,9	3,5
11	Trapano pneumatico		2,4 3,4	

La Tabella 4.12 mostra il valore accelerazione equivalente normalizzata su otto ore lavorative $A(8)$ calcolata per gli operatori che svolgono in prevalenza le mansioni di addetto al montaggio e di addetto alla carteggiatura.

Tabella 4.12. Livello di esposizione $A(8)$ degli addetti.

Mansione prevalente	Az.1	Az.2	Az.3	Az.4	Az.5	Az.6	Media
Addetto al montaggio	1.53	0.57	1.46	2.21	0,80	n.d.	1,31
Addetto alla carteggiatura	3.66	0.89	0.87	1.72	2,52	2,49	3,02

Per gli addetti al montaggio, il valore dell'accelerazione equivalente è risultato sempre inferiore al limite di azione (2.5 m/s²) previsto dal Decreto. Questo dato è comprensibile perché, a causa dell'organizzazione produttiva

essenzialmente artigianale, ogni addetto compie una molteplicità di operazioni ed il tempo reale di impiego degli strumenti vibranti è estremamente limitato.

Diversamente, per alcuni degli addetti alla carteggiatura, si verifica il superamento del limite di azione anche se in nessuno dei casi esaminati si è verificato il superamento del valore massimo giornaliero di $5,0 \text{ m/s}^2$. Questo risultato è dovuto al fatto che il tempo di uso delle levigatrici viene protratto anche per 5-6 ore nella giornata lavorativa e pertanto il valore di $A(\delta)$ tende al valore a_w misurato.

4.2.7 Aspetti prevenzionali ed obblighi del datore di lavoro

Quando i lavoratori sono esposti alle vibrazioni, indipendentemente dal valore di esposizione, il datore di lavoro ha i seguenti obblighi:

Provvede alla formazione ed informazione sul rischio di vibrazioni, con particolare attenzione.....

- a) alle misure volte a eliminare o a ridurre al minimo i rischi derivanti dalle vibrazioni;
- b) ai valori limite di esposizione e ai valori di esposizione che fanno scattare l'azione;
- c) ai risultati delle valutazioni e misurazioni delle vibrazioni meccaniche effettuate;
- d) alle potenziali lesioni derivanti dalle attrezzature di lavoro utilizzate;
- e) all'utilità e ai mezzi impiegati per individuare e segnalare sintomi di lesioni;
- f) alle circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto ad una sorveglianza sanitaria;
- g) alle procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo l'esposizione a vibrazioni meccaniche.

Inoltre, se l'accelerazione equivalente $A(\delta)$ calcolata è compresa fra:

$$0,5 \leq A(\delta) \leq 1,15 \text{ m/s}^2 \quad (\text{per il corpo intero}) \text{ o}$$

$$2,5 \leq A(\delta) \leq 5,0 \text{ m/s}^2 \quad (\text{per il distretto mano-braccio})$$

Allora il datore di lavoro deve elaborare ed applicare un programma di misure tecniche - organizzative considerando in particolare.....

- a) altri metodi di lavoro che richiedono una minore esposizione a vibrazioni meccaniche;

- b) la scelta di attrezzature di lavoro adeguate concepite nel rispetto dei principi ergonomici e che producano, tenuto conto del lavoro da svolgere, il minor livello possibile di vibrazioni;
- c) la fornitura di attrezzature accessorie per ridurre i rischi di lesioni provocate dalle vibrazioni, per esempio sedili che attenuano efficacemente le vibrazioni trasmesse al corpo intero o guanti antivibranti per il sistema mano-braccio;
- d) adeguati programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro e del luogo di lavoro;
- e) la progettazione e l'assetto dei luoghi e dei posti di lavoro;
- f) l'adeguata informazione e formazione ai lavoratori sull'uso corretto e sicuro delle attrezzature;
- g) la limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione;
- h) orari di lavoro appropriati, con adeguati periodi di riposo;
- i) la fornitura, ai lavoratori esposti, di indumenti per la protezione dal freddo e dall'umidità.

Ed inoltre, deve sottoporre i lavoratori a sorveglianza sanitaria.

Se invece, l'accelerazione equivalente $A(8)$ calcolata supera il limite giornaliero ovvero:

$$\begin{array}{ll} A(8) \geq 1,15 \text{ m/s}^2 & \text{(per il corpo intero) o} \\ A(8) \geq 5,0 \text{ m/s}^2 & \text{(per il distretto mano-braccio)} \end{array}$$

I lavoratori non devono mai essere esposti a valori superiori a questo valore limite di esposizione, se nonostante tutti i provvedimenti presi, il valore limite di esposizione è stato superato, il datore di lavoro adotta misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto del valore limite di esposizione.

Il datore di lavoro individua le cause del superamento del valore limite di esposizione e adatta di conseguenza, le misure di protezione e prevenzione per evitare un nuovo superamento.

4.3 Conclusioni sui rischi da agenti fisici

L'elevata esposizione al rumore nelle falegnamerie è un dato storicamente noto e, ad oltre 10 anni di applicazione del D.Lgs.277/'91 si riscontra che, oltre il 40% dei lavoratori, ha ancora un'esposizione superiore ad 85 dB(A) a cui corrisponde un reale rischio di danno uditivo.

Il parco macchine presente nelle aziende visitate risulta sensibilmente datato ed i pochi interventi migliorativi si basano sull'impiego utensili "a bassa rumorosità" che diminuiscono l'entità del problema senza però risolverlo completamente.

Anche alcune delle macchine nuove, inaspettatamente, non danno risultati pienamente soddisfacenti in merito al contenimento del rumore.

Nella produzione di parquet, la maggioranza degli operatori si colloca nella fascia 85-90 dB(A) ed il 16% supera addirittura i 90 dB(A), pertanto il rischio da rumore è presente e di livello molto alto.

La bonifica delle postazioni di lavoro, appare concretamente attuabile intervenendo sulle linee produttive automatiche confinandole entro cabine e tunnel fonoassorbenti e rivestendo con materiale elastico le lamiere esposte agli urti dei materiali in lavorazione.

I locali di lavoro confinati massimizzano l'effetto del campo sonoro presente che è dato dalla somma delle onde sonore dirette e di quelle riflesse dalle pareti stesse.

Per abbattere efficacemente le onde sonore riflesse, è opportuno posizionare dei pannelli fonoassorbenti sospesi al soffitto ed applicati alle pareti dello stesso opificio.

In generale, la maggioranza delle aziende visitate, attua la protezione dal rumore tramite fornitura di varie tipologie di DPI otoprotettori presenti in commercio.

L'esposizione alle vibrazioni al corpo intero (WBV), si riscontra solo per gli addetti che conducono i carrelli elevatori. L'accelerazione $A(8)$ è compresa fra 0,39 e 0,80 m/s^2 . Per i lavoratori che superano il livello di azione (0,50 m/s^2), il corrispondente rischio ha livello medio-alto così da richiedere la progettazione di interventi preventivi.

L'esposizione alle vibrazioni al sistema mano-braccio (HAV) è possibile per gli operatori che svolgono le fasi di montaggio e per gli addetti alla carteggiatura. Per i primi il valore di $A(8)$ è risultato essere sempre inferiore al livello di azione, quindi il rischio è basso.

Per gli addetti alla carteggiatura, invece, in alcuni casi si è registrato il superamento del livello di azione, e, per ridurre il rischio è opportuno diluire i tempi di esposizione ed impiegare attrezzi più moderni aventi livelli di vibrazione inferiori.

4.4 Bibliografia

Decreto Legislativo 15/8/1991, n.277: PROTEZIONE DEI LAVORATORI CONTRO I RISCHI DERIVANTI DA ESPOSIZIONE AD AGENTI CHIMICI, FISICI E BIOLOGICI DURANTE IL LAVORO, in G.U. supplemento ordinario del 27/8/1991.

Decreto Legislativo 19/08/2005 n.187: ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 2002/44/CE SULLE PRESCRIZIONI MINIME DI SICUREZZA E DI SALUTE RELATIVE ALL'ESPOSIZIONE DEI LAVORATORI AI RISCHI DERIVANTI DA VIBRAZIONI MECCANICHE.

Direttiva Europea 2002/44/CE: PRESCRIZIONI MINIME DI SICUREZZA E DI SALUTE RELATIVE ALL'ESPOSIZIONE DEI LAVORATORI AI RISCHI DERIVANTI DAGLI AGENTI FISICI (VIBRAZIONI), in G.U. Comunità europee n. L177 del 06/07/2002.

ISPESL: LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA VIBRAZIONI NEGLI AMBIENTI DI LAVORO, www.ispesl.it.

VERDEL U., IOTTI A., PICCIONI R.: I DATI SUI DANNI PROFESSIONALI DA RUMORE E VIBRAZIONI NELL'ESPERIENZA DELL'INAIL, dBA incontri Modena 20 settembre 2000, pag. 7.

NORMA ISO 8041/A1-98: RISPOSTA DEGLI INDIVIDUI ALLE VIBRAZIONI, STRUMENTI DI MISURA.

NORMA ISO 5349-86: VIBRAZIONI MECCANICHE. LINEE GUIDA PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE A VIBRAZIONI TRASMESSE AL SISTEMA MANO-BRACCIO.

NORMA ISO 5349-99: VIBRAZIONI MECCANICHE. LINEE GUIDA PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE A VIBRAZIONI TRASMESSE AL SISTEMA MANO-BRACCIO.

NORMA ISO 2631-97: VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE DELL'UOMO ALLE VIBRAZIONI AL CORPO INTERO.

5. RISCHIO DA MOVIMENTAZIONE MANUALE DEI CARICHI

Numerosi studi epidemiologici condotti in tutto il mondo (Haldorsen *et al.*, 1996, Duquesnoy *et al.*, 1998, Joshi *et al.*, 2001; Smith *et al.*, 2002, Fransen *et al.*, 2002) hanno esaminato le possibili correlazioni tra i disordini muscoloscheletrici e condizioni lavorative. Il termine "disordini muscoloscheletrici" si riferisce a condizioni che coinvolgono i nervi, i tendini, i muscoli e le strutture di sostegno del corpo. Tali malattie, ad eziopatogenesi plurifattoriale, sono riscontrabili non solo tra i lavoratori, ma anche nella popolazione "non esposta" per cause locali o cause generali, legate all'invecchiamento e a patologie dismetaboliche/reumatiche ecc. Il NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health), ha analizzato circa 2000 indagini epidemiologiche (NIOSH, 1997), evidenziando una correlazione tra disturbi dorso-lombari e movimentazione manuale dei carichi, e una minore correlazione, tra questo tipo di malattie e un lavoro fisico pesante o posture incongrue; questo studio non è riuscito tuttavia a rendere evidente un'eventuale azione sinergica tra fattori esterni e rischio lavorativo. I disturbi dorso-lombari, denominati nella maggior parte delle indagini epidemiologiche internazionali come "LOW BACK PAIN"(LBP), possono manifestarsi in tutti i settori e in tutte le occupazioni lavorative; gruppi lavorativi particolarmente a rischio sono considerati gli agricoltori (Kirkhorn *et al.*, 2003), gli operatori del settore delle costruzioni, (Glodsheyder *et al.*, 2004), gli infermieri (Smith, 2004) e i falegnami (Christensen *et al.*, 1995, Lazta *et al.*, 2000, Friedrich *et al.*, 2000).



Figura 5.1 Fasi di movimentazione manuale dei carichi in una delle falegnamerie monitorate

In particolare nelle falegnamerie sono diffusi i disturbi a carico della regione lombare e della regione del collo e delle spalle (Christensen *et al.*, 1995).

I disordini muscoloscheletrici, anche se spesso sottovalutati nella valutazione dei rischi lavorativi, costituiscono uno dei principali problemi nell'industria del legno e nei mobilifici, (Figura 5.1).

In Italia il problema collegato alla movimentazione manuale dei carichi, è stato affrontato a livello legislativo in modo organico dal titolo V e dall'allegato VI del Decreto legislativo 626/94.

Le linee guida per l'applicazione del D.lgs 626/94, elaborate dal Coordinamento Tecnico per la Prevenzione, degli assessorati alla sanità delle regioni e province autonome di Trento e Bolzano, (1998) propongono come indici per la valutazione del rischio, l'equazione revisionata NIOSH (NIOSH,1994) e le tavole di Snook (Snook & Ciriello, 1991). L'uso dell'equazione revisionata NIOSH, è consigliata dalle linee guida, in quanto questa equazione considera i principali elementi di rischio lavorativo citati nell'allegato VI, ed è alla base di norme tecniche e standard europei

L'equazione revisionata NIOSH è stata proposta nel 1981 e revisionata con criteri maggiormente cautelativi, nel 1991. Esistono due procedure: una per sollevamenti in condizioni costanti, l'altra per sollevamenti in cui le condizioni variano.

In entrambe le procedure, a partire da un massimo peso ideale sollevabile (23 Kg per entrambi i sessi) vengono considerati eventuali elementi sfavorevoli (fattori demoltiplicativi compresi tra 0 e 1) in modo da calcolare il peso limite raccomandato e il conseguente indice di rischio (peso limite raccomandato/peso massimo ideale sollevabile).

In Italia, l'equazione è stata modificata parzialmente: il peso massimo ideale sollevabile è stato fissato a 30 Kg per i maschi sopra ai 18 anni, a 20 Kg per le femmine sopra i 18 anni e per i maschi di età compresa tra i 15 e i 18 anni, 15 Kg per le femmine di 15- 18 anni (tabella 5.1).

Se l'indice di rischio è inferiore a 0,75 la situazione è accettabile e non è richiesto alcun intervento specifico. Se l'indice di rischio è compreso tra 0,75 e 1,25 la situazione è attorno al limite, se l'indice di rischio è superiore a 3 è necessario un immediato intervento di prevenzione.

Tabella 5.1 - Esempio di calcolo dell'indice di rischio dell'equazione revisionata NIOSH

ETÀ	MASCHI	FEMMINE							20	
>18 ANNI	30	20							X	CP
15-18 ANNI	20	15								
ALTEZZA DELLE MANI DA TERRA ALL'INIZIO DEL SOLLEVAMENTO										
ALTEZZA (CM)	0	25	50	75	100	125	150	>175	0,93	
FATTORE	0,78	0,85	0,93	1,00	0,93	0,85	0,78	0,00	X	VM
DISLOCAZIONE VERTICALE DEL PESO FRA INIZIO E FINE DEL SOLLEVAMENTO										
DISLOCAZIONE (CM)	25	30	40	50	70	100	170	>175	0,88	DM
FATTORE	1,00	0,97	0,93	0,91	0,88	0,87	0,86	0,00	X	
DISTANZA ORIZZONTALE TRA LE MANI E IL PUNTO DI MEZZO DELLE CAVIGLIE										
DISTANZA (CM)	25	30	40	50	55	60	>63		1	HM
FATTORE	1,00	0,83	0,63	0,50	0,45	0,42	0,00		X	
ANGOLO DI SIMMETRIA (°)										
DISLOCAZIONE ANGOLARE	0	30	60	90	120	135	>135		1	AM
FATTORE	1,00	0,90	0,81	0,71	0,62	0,57	0,00		X	
GIUDIZIO SULLA PRESA DEL CARICO					BUONO		SCARSO			
FATTORE					1,00		0,90			1
FREQUENZA DEI GESTI (N° ATTI AL MINUTO)										
FREQUENZA	0,2	1	4	6	9	12	15			
CONTINUO <1 ORA	1,00	0,94	0,84	0,75	0,52	0,37	0,00		1	F
CONTINUO DA 1 A 2 ORE	0,95	0,88	0,72	0,50	0,30	0,21	0,00			
CONTINUO DA 2 A 8 ORE	0,85	0,75	0,45	0,27	0,15	0,00	0,00			
PESO LIMITE RACCOMANDATO									16,4	

Le tavole di Snook sono divise per azioni di sollevamento, abbassamento, traino, spinta, trasporto e riportano il massimo peso movimentabile o la massima forza applicabile, per i diversi tipi di azione, da lavoratori e da lavoratrici.

In base a quanto affermato da Snook "un lavoratore è tre volte più suscettibile a malattie del rachide quando movimentata manualmente carichi superiori al massimo peso trasportabile", un peso cioè accettabile per un percentuale della popolazione di lavoratori inferiore al 75%". In base a questa affermazione è stato fissato un TLV al 75^{mo} percentile, il quale tuttavia non ha nessuna giustificazione biomeccanica, fisiologica o anatomica.

In Italia le linee guida per l'applicazione del 626/94, hanno fissato il valore soglia al 90^{mo} percentile ed hanno introdotto un indice di rischio pari al rapporto tra peso movimentato e peso massimo movimentabile.

Nel nostro studio, a causa dell'eterogeneità dei pesi trasportati e delle procedure di movimentazione osservate, non è possibile estrapolare i dati ottenuti, a tutto il settore. Tuttavia, in base all'analisi dei cicli di lavoro, del tipo di materiale movimentato manualmente, delle posture assunte e della rotazione delle mansioni svolte, è possibile individuare situazioni di rischio comuni.

Il rischio legato alla movimentazione delle tavole grezze varia a seconda del peso delle tavole (dipendente dalle dimensioni, dal tipo di essenza, dal grado di stagionatura), al quantitativo di materiali movimentati e alla frequenza dell'operazione. Normalmente le tavole vengono sollevate dai uno o due operatori. Le azioni di sollevamento possono avvenire con una distanza delle mani dell'operatore da terra, estremamente variabile, a seconda della posizione della tavola sollevata sulla catasta del legname.

Oltre al rischio collegabile con l'azione di sollevamento, in questa fase sussiste anche il rischio da trasporto variabile a seconda della distanza percorsa e del peso trasportato. In falegnameria, le tavole vengono posizionate nelle vicinanze delle macchine di prima lavorazione, solitamente accatastate in orizzontale sul pavimento.

Durante l'alimentazione delle macchine può sussistere un rischio da movimentazione manuale dei carichi con conseguente possibile sviluppo di LBP, dovuto al sollevamento delle tavole o a movimenti di torsione e piegamento del busto. Problemi alle spalle e al collo possono essere maggiormente presenti nel reparto verniciatura e durante la lavorazione del legno.

Nel reparto carteggiatura, oltre ai rischi da movimentazione dei carichi, la necessità di lavorare seguendo la forma del manufatto, implica l'assunzione di posture incongrue. Nei reparti assemblaggio, gli operatori possono essere esposti a rischi di movimentazione manuale dei carichi soprattutto se si tratta di operai specializzati, addetti con notevole frequenza alla mansione.

A livello preventivo è necessario effettuare innanzitutto una accurata valutazione del rischio da movimentazione manuale dei carichi, utilizzando adeguati indici tecnici. Nei reparti a maggior rischio bisognerà modificare l'organizzazione del lavoro, introdurre, dove è possibile, ausili meccanici (paranchi, carrelli etc) e provvedere alla formazione e informazione dei lavoratori.

5.1 Bibliografia

- COORDINAMENTO TECNICO PER LA PREVENZIONE DEGLI ASSESSORATI ALLA SANITÀ DELLE REGIONI E PROVINCE AUTONOME DI TRENTO E BOLZANO. DECRETO LEGISLATIVO N. 626/94. DOCUMENTO 14. *La Movimentazione Manuale dei carichi. LINEE GUIDA SU TITOLO V*. 1998 www.ispesl.it/linee_guida/generali/linee_su_626/doc14.htm
- CHRISTENSEN H., PEDERSEN M.B., SJOGAARD G.: A national cross-sectional study in the Danish wood and furniture industry on working postures and manual materials handling. *ERGONOMICS*, 1995, 38(4): 793-805.
- DUQUESNOY B., ALLAERT F.A., VERDONCQ B.: *Psychosocial and occupational impact of chronic low back pain*. REV. RHUM. ENG. ED., 1998, 65(1): 33-40.
- FRANSEN M., WOODWARD M., NORTON R., COGGAN C., DAWE M., SHERIDAN D.: *Risk factor associated with the transition from acute to chronic occupational back pain*. SPINE J., 2002, 1; 27(1): 92-8.
- FRIEDRICH M., CERMAK T., HEILLER I.: *Spinal troubles in sewage workers: epidemiological data and work disability due to low back pain*. INT. ARCH. OCCUP. ENVIRON. HEALTH, 2000, 73(4): 245-54.
- GOLDSHEYDER D., WEINER S.S., NORDIN M., HIEBERT R.: *Musculoskeletal symptom survey among cement and concrete workers*. WORK, 2004, 23 (2): 111-21.
- HALDORSEN E., BRAGE S., JOHANNESSEN T.S., TELLNES G., URSIN H.: *Musculoskeletal pain: concepts of disease, illness and sickness certification in health professionals in Norway*. SCAND. J RHEUMATOL, 1996, 25(4) : 224-32.
- JOSHI T.K., MENON K.K., KISHORE J. : *Musculoskeletal disorders in industrial workers of Delhi*. INTER J. OCCUP. ENVIRON. HEALTH, 2001,7(3): 217-21.
- KIRKHORN S., GREENLEE R.T., REESER J.C.: *The epidemiology of agriculture-related osteoarthritis and its impact on occupational disability*. W.M.J., 2003, 102(7): 38-44.

- LATZA U., KARMAUS W., STURMER T., STEINER M., NETH A., REHDER U.: *Cohort study of occupational risk factors of low back pain in construction workers*. OCCUP. ENVIRON. MED., 2000, 57: 28-34.
- NIOSH: *Applications manual for the revised NIOSH Lifting equation*. 1994, Cincinnati, Ohio: 776.
- NIOSH: *Musculoskeletal disorders (MSD) and workplace factors.*, Ed. Bruce B., Bernard MD, MPH., Cincinnati OHIO, 1997 www.cdc.gov./niosh/ergosci1.html .
- SMITH J.: *Prevention and management of back pain in nurses*. NURSE TIMES, 2004: 12-18.
- SMITH D.R., TAKEDA Y., MIZUTANI T., YAMAGATA Z.: *Musculoskeletal disorders and skin disease among workers in Japanese CD manufacturing plant*. J.UOEH, 2002, 24(4): 397-404.
- SNOOK SH. & CIRIELLO VM.: *The design of manual handling tasks: revised tables of maximum acceptable weights and forces*. ERGONOMICS, 2001, 34(9): 1197-1213.

6. DATI STATISTICI RELATIVI AD INFORTUNI E MALATTIE PROFESSIONALI

Una corretta attività di prevenzione finalizzata alla riduzione degli infortuni e malattie professionali prevede una specifica e mirata conoscenza dei trend di detti eventi per evidenziare le maggiori criticità e, quindi, intervenire prima con l'abbattimento delle punte negative e successivamente ridurre ulteriormente i rischi residui.

6.1 Infortuni

Il presente capitolo, prende in esame il numero degli infortuni denunciati presso la Regione Umbria nel quadriennio 2000-2003, suddividendo le realtà produttive tra aziende con dipendenti ed aziende costituite da titolare o soci (tabella 6.1); la successiva tabella 6.2 indica la natura della definizione medico legale degli eventi occorsi.

In tabella 6.3, sono dettagliati il numero degli infortuni totali definiti nel quadriennio, al netto degli infortuni in itinere, suddivisi in base alle principali tipologie di attività produttiva.

Tabella 6.1. Infortuni denunciati nel quadriennio 2000 - 2003.

	Anno 2000	%	Anno 2001	%	Anno 2002	%	Anno 2003	%
Numero di infortuni	555		577		484		474	
Aziende con dipendenti	364	65,6%	359	62,2%	315	65,1%	301	63,5%
Titolari/Soci/ Collaboratori familiari	191	34,4%	218	37,8%	169	34,9%	173	36,5%

Tabella 6.2. Definizione degli infortuni occorsi.

	Anno 2000	Anno 2001	Anno 2002	Anno 2003	%
Infortuni mortali	1	0	0	1	
Infortuni con invalidità permanente	35	32	21	12	63,5%
Infortuni con inabilità temporanea al lavoro	486	508	422	353	36,5%

Dall'esame delle prime due tabelle, si evidenzia un andamento tendente ad una diminuzione nel corso degli anni degli infortuni, con una sperequazione, in considerazione del ridotto numero di dipendenti, per quanto riguarda le aziende artigiane senza dipendenti o con soci e collaboratori familiari. Ciò dimostra che la maggior criticità è da individuare in questo settore dove probabilmente viene posta minore attenzione, sia agli interventi di natura prevenzionale sia all'organizzazione del lavoro.

Tabella 6.3. Numero di infortuni definiti nel quadriennio 2000 - 2003, al netto degli infortuni in itinere, suddivisi in base alle principali tipologie di attività.

Settore produttivo	Numero	%
Costruzione di mobili, arredamenti, seggiolame in genere	826	45,4%
Costruzione di infissi e affini, imballaggi	341	18,7%
Laboratori di falegnameria	409	22,5%
Lavori speciali in legno: tavole per pavimenti, perline per rivestimenti, cornici aste e simili.	137	7,5%
Lavori speciali in legno: calzature, strumenti musicali, modelli attrezzature, oggettistica varia.	39	2,1%
Totale	1752	96,2%

Dai dati si evidenzia una prevalenza del numero degli infortuni nel settore della costruzione dei mobili ed arredamenti in genere, seguiti dagli eventi che si sono manifestati rispettivamente nei laboratori di falegnameria e nelle attività produttive di infissi ed imballaggi.

Tale graduatoria infortunistica coincide, in ordine decrescente, con il numero di aziende che operano rispettivamente in questi comparti.

Di seguito si è provveduto a esaminare gli agenti materiali e le cause principali degli infortuni definiti nel quadriennio al netto degli infortuni in itinere (tabella 6.4); per dare significatività al dato statistico sono stati presi globalmente in considerazione in numero totale degli eventi del quadriennio.

Tabella 6.4. Numero di infortuni definiti nel quadriennio 2000 - 2003, al netto degli infortuni in itinere, suddivisi in base alle più frequenti forme di accadimento ed agenti materiali della lesione.

Forma di accadimento ed agente materiale della lesione	Numero	%
Si è colpito con.... oppure, Colpito da...: Macchine utensili; Utensili o attrezzi; Materiali solidi; Materiali liquidi; Arredi.	552	30,3%
Caduto in piano ... oppure, Caduto dall'alto ... oppure, Caduto da scale.	128	7,0%
Ha urtato.....: Macchine utensili; Utensili; Parti meccaniche; Impianti fissi; Materiali solidi; Arredi	116	6,4%
Colpito da.....: Frammenti o schegge.	70	3,8%
Sollevando, spostando...: Arredi; Impianti; Materiali solidi.	61	3,3%
Investito da..., oppure, Incidente con ...: Mezzi semoventi.	26	1,4%
Totale	953	52,2%

Come si evidenzia, le maggiori problematiche sono dovute all'interazione fra l'operatore e i macchinari e materie prime o materiali finiti, ciò starebbe ad indicare da un lato, una mancanza di protezione dei macchinari, e dall'altro, una confusa organizzazione del lavoro che non razionalizza adeguatamente le fasi produttive.

Sempre con gli stessi criteri precedentemente descritti, sono state considerate le tipologie del danno e la sede della lesione (tabella 6.5).

Tabella 6.5. Numero di infortuni definiti nel quadriennio 2000 - 2003, al netto degli infortuni in itinere, suddivisi in base alle più frequenti tipologie e sedi della lesione.

Tipologia e sede della lesione	Numero	%
Ferita, contusione, lussazione, frattura..... agli arti superiori	693	38,1%
Ferita, contusione, lussazione, frattura..... agli arti inferiori	206	11,3%
Lesione, ferita agli occhi e al volto	173	9,5%
Lesione da sforzo, lussazione..... Distorsione, lussazione..... colonna lombare cervicale	82	4,5%
Ferita, contusione..... cranio	36	2,0%
Contusione..... torace	29	1,6%
Perdita anatomica..... arto superiore	22	1,2%
Totale	1241	68,2%

Esaminando i dati, come era da attendersi, il principale problema è legato alle lesioni degli arti superiori. Ciò indica che anche in questo caso è verosimile ipotizzare nella mancanza di protezione delle attrezzature, la causa principale degli eventi.

Non è altresì da trascurare l'elevato dato percentuale che riguarda le lesioni e le ferite agli occhi ed al volto la cui tipologia degli eventi potrebbe essere ricondotta ad una mancanza di protezione dei macchinari ed ad un carente utilizzo dei dispositivi di protezione individuali.

6.2 Malattie professionali

La tabella 6.6, illustra il numero di malattie professionali globalmente definite nel quadriennio 2000-2003, suddivise per patologia.

Tabella 6.6. Malattie professionali definite nel quadriennio 2000 - 2003, suddivise per tipologia.

Patologia	Numero	%
Sordità	77	60,2%
Bronchite cronica, asma, infezioni alle vie respiratorie	8	6,3%
Malattie muscolo-tendinee	7	5,5%
Artropatie	6	4,7%
Tumore maligno cavità nasale, trachea, bronchi, polmone	3	2,3%
Neuropatie periferiche	3	2,3%
Dermatosi, dermatite	3	2,3%
Altre	21	16,4%
Totale	128	100%

Come, ovviamente, era da attendersi le otopatie rappresentano il problema maggiore indotto dalle lavorazioni, d'altro canto (vedi il dettaglio relativo ai rischi fisici) ben raramente si è riscontrata una insonorizzazione delle macchine. La prevenzione di questo particolare rischio viene affrontata quasi esclusivamente con la fornitura dei DPI, che notoriamente, non sempre vengono utilizzati dagli addetti.

Un'altra considerazione da fare è rappresentata dalle affezioni al sistema respiratorio; ciò coincide anche con il giudizio di merito riferito ai tassi di impolveramento da particelle di legno (nella loro frazione inalabile) che, soprattutto nel settore artigiano, raggiungono valori significativi. Molto contenuto risulta il dato dei tumori delle prime vie aeree, anche se per la particolare gravità del danno indotto, è un fenomeno da seguire con molta attenzione.

Ringraziamenti

Si ringraziano i colleghi dott.ssa Bruna Felici, dott.ssa Gabriella Ferro, dott.ssa Maria Teresa Martiri, ed il dott. Gabriele Giampaoli degli uffici Amministrativi della Direzione Regionale Inail, per la fattiva collaborazione nell'ambito dell'elaborazione dei dati statistici.

Finito di stampare nel mese di novembre 2005
da Guerra guru s.r.l. - Via A. Manna, 25 - 06132 Perugia
Tel. +39 075 5289090 - Fax +39 075 5288244
E-mail geinfo@guerra-edizioni.com