



La seconda lavorazione del legno



*a cura di Alessandro BIANCONI, Elena GUERRERA,
Federico RUSPOLINI, Luca TAGLIERI*

© Copyright 2005

INAIL

Inail - Direzione Regionale Umbria

Via G.B. Pontani 12 - 06128 Perugia

tel. 075.5015.315 - fax 075.5015.201

e-mail: umbria@inail.it

INDICE

1. PREMESSA	pag. 7
2. RISCHIO ESPOSITIVO DOVUTO A POLVERE DI LEGNO INALABILE	» 9
2.1 INTRODUZIONE	» 9
2.2 CICLI PRODUTTIVI E MATERIE PRIME	» 10
2.3 FATTORI DI RISCHIO INDIVIDUATI E STUDIATI	» 14
2.3.1 Polvere di legno	» 14
2.3.2 Solventi organici	» 15
2.4 MATERIALI E METODI DI ANALISI	» 15
2.4.1 Materiale usato per il campionamento e l'analisi	» 15
2.4.2 Metodo di analisi	» 16
2.5 RISULTATI DELLE RILEVAZIONI E LORO DISCUSSIONE	» 19
2.6 ASPETTI PREVENZIONALI	» 23
2.7 RINGRAZIAMENTI	» 27
2.8 BIBLIOGRAFIA	» 27
3. RISCHIO MICROBIOLOGICO	» 29
3.1 INTRODUZIONE	» 29
3.2 MATERIALI E METODI	» 30
3.2.1 Monitoraggio microbiologico attivo	» 31
3.2.1.1 Indici di contaminazione microbiologica	» 32
3.2.2 Monitoraggio microbiologico passivo (metodo IMA)	» 33
3.3 RISULTATI	» 35
3.3.1. Campionamento attivo.	» 35
3.3.1.1 Carica mesofila	» 36
3.3.1.2 Carica psicrofila	» 38
3.3.1.3 Carica fungina	» 41
3.3.1.4 Indici di valutazione microbiologica (IGCM/m ³ , ICM/m ³ , IA/m ³)	» 44
3.3.2 Campionamenti passivi	» 45
3.3.3 Identificazione specie fungine	» 47
3.4 DISCUSSIONE E CONCLUSIONI	» 50
3.5 RINGRAZIAMENTI	» 53
3.6 BIBLIOGRAFIA	» 53

4. RISCHIO DA AGENTI FISICI	pag. 57
4.1 Rischio da RUMORE	» 57
4.1.1 Alcuni dati statistici	» 57
4.1.2 Le aziende oggetto dello studio	» 57
4.1.3 Valutazione del rischio da rumore	» 59
4.1.4 Risultati delle misure di rumore	» 61
4.1.5 Il livello di esposizione personale dei lavoratori (Lep,d)	» 68
4.1.6 Gli aspetti prevenzionali	» 72
4.1.7 Tipologie di DPI e prestazioni	» 72
4.2 Rischio da VIBRAZIONI	» 74
4.2.1 Gli effetti delle vibrazioni	» 74
4.2.2 Alcuni dati statistici sulle patologie da vibrazioni	» 74
4.2.3 Valutazione del rischio da vibrazioni	» 75
4.2.4 Calcolo dell'esposizione giornaliera alle vibrazioni	» 76
4.2.5 Vibrazioni trasmesse al corpo intero (WBV)	» 80
4.2.6 Vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio (HAV)	» 82
4.2.7 Aspetti prevenzionali ed obblighi del datore di lavoro	» 85
4.3 Conclusioni sui rischi da agenti fisici	» 86
4.4 BIBLIOGRAFIA	» 88
5. RISCHIO DA MOVIMENTAZIONE MANUALE DEI CARICHI	» 89
5.1 BIBLIOGRAFIA	» 93
6. DATI STATISTICI RELATIVI AD INFORTUNI E MALATTIE PROFESSIONALI	» 95
6.1 Infortuni	» 95
6.2 Malattie professionali	» 99

1. PREMESSA

Uno degli aspetti fondamentali nell'ambito delle iniziative di natura prevenzionale è senza dubbio la conoscenza dei fattori di rischio di tecnopatia indotti da attività lavorative. In considerazione di tale esigenza e delle linee strategiche dell'Istituto che tendono a promuovere azioni di studio, assistenza e consulenza in detto ambito destinate alle piccole e medie imprese e al settore artigianato dei vari comparti produttivi, la Direzione Regionale Umbria ha attuato una serie di iniziative di mappatura dei rischi individuando specifiche attività che in maniera peculiare caratterizzano il tessuto produttivo della nostra Regione.

Uno di questi settori è senza dubbio il comparto della seconda lavorazione del legno che vede una distribuzione territoriale di 1608 aziende di cui 151 nel settore industria e 1457 nel settore artigianato (dati aggiornati al 2005).

Tabella 1.1. Distribuzione numerica delle aziende suddivise per tipologia produttiva e settore.

Tipologia di attività	Settore Industria	Settore Artigianato
Costruzione di mobili, arredamenti, seggiolame seggiolame in genere	78	547
Costruzione di infissi e affini, imballaggi	40	299
Laboratori di falegnameria	16	448
Produzione di tranciati	1	=
Produzione di sfogliati, compensati o paniforti, elementi in legno lamellare	3	=
Produzione di truciolo, farina di legno, punte di legno	1	=
Lavori speciali in legno: tavole per pavimenti, perline per rivestimenti, cornici, aste e simili	8	92
Lavori speciali in legno: calzature strumenti musicali, modelli attrezzature, oggettistica varia.	4	71

Tale progetto ha avuto origine e si è mutuato implementando una serie di iniziative simili previste dal Piano Sanitario Regionale che ha individuato tra i vari settori suscettibili di monitoraggio anche quello legato al rischio indotto da polveri di legno aerodisperse (in particolare quelle dovute alla lavorazione dei "legni duri") che in base alla recente normativa (D.L.vo 66\2000) sono considerate potenzialmente cancerogene avendo soprattutto come organo bersaglio il setto nasale.

In attuazione dello specifico protocollo d'intesa intercorso tra Assessorato Regionale della Sanità e Direzione Regionale Umbria dell'INAIL, la nostra attività di ricerca e valutazione è stata effettuata in sinergia con alcune ASL del territorio regionale individuando un numero significativo di aziende campione da monitorare ed effettuando, in alcuni casi, insieme o in maniera autonoma i necessari sopralluoghi concordando preliminarmente le procedure di campionamento e misura degli inquinanti.

La valutazione non si è limitata alla determinazione del rischio indotto dalle polveri inalabili di legno ma è stata anche estesa al dosaggio degli inquinanti di natura microbiologica (spore e miceti), alla valutazione dei rischi di natura fisica (rumore e vibrazioni) nonché alla movimentazione manuale dei carichi.

I risultati delle rilevazioni sono stati successivamente trasmessi alla competente ASL e parallelamente illustrati anche alle Aziende presso le quali è stata svolta la ricerca con lo scopo di evidenziare le criticità riscontrate e quindi orientare in maniera mirata gli interventi migliorativi.

La successiva ricaduta in termini di informazione è la seguente monografia. In essa sono focalizzati i risultati delle rilevazioni svolte presso il gruppo di "aziende campione", sono evidenziate le possibili soluzioni alle problematiche che più frequentemente sono state riscontrate e ciò allo scopo di trarre orientamenti di carattere generale per ridurre i rischi di tecnopatie che potenzialmente sussistono nel comparto.

A completamento dei dati informativi è stato inserito anche un capitolo riguardante gli andamenti infortunistici e delle malattie professionali del settore produttivo in questione, definiti nel quadriennio 2000-2003, allo scopo di esaminare i trend, le principali problematiche che si riscontrano nella interazione operatore-macchina-ambiente nonché i principali organi coinvolti dal fenomeno infortunistico allo scopo di orientare in maniera più mirata la valutazione e gli interventi di natura prevenzionale.

2. RISCHIO ESPOSITIVO DOVUTO A POLVERE DI LEGNO INALABILE

2.1 Introduzione

Nella regione Umbria il settore produttivo della seconda lavorazione del legno riveste un'importanza primaria dato l'elevato numero d'aziende coinvolte. Le lavorazioni sono quelle afferenti al codice di tariffa INAIL 5200 corrispondente a lavori di "falegnameria e restauro". A tutto il 2003, considerando l'insieme di aziende artigiane e non, risultavano essere presenti circa 5100 addetti a livello regionale, con oltre 4300 addetti nella provincia di Perugia e circa 800 addetti nella provincia di Terni. Purtroppo, considerando l'andamento infortunistico dello specifico comparto produttivo nel triennio 2000 - 2002, proprio l'Umbria detiene il poco edificante primato nazionale di regione con la più alta rischiosità, sia in termini di frequenze relative d'infortunio (probabilità d'accadimento dell'evento infortunistico) che in termini di rapporti di gravità (conseguenze dovute al verificarsi dell'evento infortunistico) (Banca dati INAIL, 2005). Era chiaro come, partendo da tale livello di rischio, fosse necessario orientare la lente d'ingrandimento proprio verso le aziende del comparto al fine di intraprendere idonee misure di prevenzione atte a minimizzare il livello di rischiosità. In realtà la lente è stata orientata verso gli aspetti igienistici, con l'individuazione di fattori di rischio aventi una rilevanza eziologica con l'insorgenza di determinate patologie.

Nelle pagine seguenti saranno presentati i dati ottenuti da campionamenti di polvere di legno condotti in un pool di aziende afferenti allo specifico settore produttivo. Prioritariamente alle indagini igienistiche è stato selezionato un gruppo d'aziende in base a criteri che prendevano in considerazione la gestione tariffaria, Industria o Artigianato, la sperequazione del tasso specifico aziendale rispetto al tasso medio di tariffa e le dimensioni aziendali, in termini di masse salariali. L'insieme campionario era costituito in totale da 12 aziende afferenti alla gestione Industria e 15 aziende afferenti alla gestione Artigianato. In un'azienda, che si occupa della produzione di porte, la lavorazione del legno rappresenta una porzione dell'intera attività; in tutte le altre la lavorazione del legno costituisce l'attività esclusiva. Le attività produttive delle aziende selezionate e sottoposte a monitoraggio, sono collocabili all'interno dei seguenti settori tariffari:

- Costruzione d'infissi ed affini (voce di tariffa 5213);
- Costruzione di mobili per l'arredamento (voce di tariffa 5211);
- Laboratori di falegnameria (voce di tariffa 5214);
- Produzione di tavolette per pavimenti (parquet) (voce di tariffa 5221);

Tre delle ditte prese in considerazione, afferenti alla gestione Industria, hanno implementato e mantenuto attivo il sistema di gestione della qualità secondo le specifiche della norma ISO 9000:2000. Due delle precedenti aziende hanno implementato anche il sistema di gestione ambientale secondo le specifiche normative della serie ISO 14000; in nessuna delle aziende considerate è stato implementato un qualche sistema di gestione della sicurezza (BSI 8800, OHSAS 18000, linee guida UNI/INAIL).

Con la monografia si vuole evidenziare la situazione espositiva agli inquinanti sopra detti nell'ambito dell'attività produttiva nella Regione Umbria ma, soprattutto, fornire una serie d'indicazioni di natura prevenzionale finalizzate a minimizzare la diffusione degli inquinanti e, quindi, a migliorare le condizioni igienico-ambientali dei posti di lavoro.

2.2 Cicli produttivi e materie prime

Dal punto di vista formale, i cicli di produzione delle aziende del comparto possono essere schematizzati con:

- acquisizione e stoccaggio materie prime
- lavorazioni di falegnameria: lavorazioni alle macchine; lavorazioni manuali di rifinitura, cernita e controllo qualità; assemblaggio.
- magazzinaggio prodotti finiti
- spedizione, consegna ai clienti

Tabella 2.1: Classificazione delle essenze di legno.

Genere e Specie	Nome comune Italiano
Essenze legni dolci	
<i>Abies</i>	Abete
<i>Chamaecyparis</i>	Cipresso-Cedro
<i>Cupressus</i>	Cipresso
<i>Larix</i>	Larice
<i>Picea</i>	Peccio-Abete
<i>Pinus</i>	Pino
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Abete di Douglas
<i>Sequoia sempervirens</i>	Sequoia gigante

Tabella 2.1: *Classificazione delle essenze di legno (continua).*

<i>Thuja</i>	Tuia-Cipresacea
<i>Tsuga</i>	Tsuga-Pinacea

Essenze legni duri

<i>Acer</i>	Acero
<i>Alnus</i>	Olmo
<i>Betulla</i>	Betulla
<i>Carya</i>	Noce americano o Noce Hickory
<i>Carpinus</i>	Carpino o Faggio bianco
<i>Castanea</i>	Castagno
<i>Fagus</i>	Faggio
<i>Fraxinus</i>	Frassino
<i>Juglans</i>	Noce
<i>Platanus</i>	Platano americano
<i>Populus</i>	Pioppo
<i>Prunus</i>	Ciliegio
<i>Salix</i>	Salice
<i>Quercus</i>	Quercia
<i>Tilia</i>	Tiglio
<i>Ulmus</i>	Olmo

Essenze legni duri tropicali

<i>Agathis australis</i>	Pino kauri
<i>Chlorophora excelsa</i>	Iroko
<i>Dacrydium cupressinum</i>	Pino rosso
<i>Dalbergia</i>	Palissandro
<i>Dalbergia nigra</i>	Palissandro brasiliano
<i>Diospyros</i>	Ebano
<i>Khaya</i>	Mogano Africano
<i>Mansonia</i>	Mansonia
<i>Ochroma</i>	Balsa
<i>Palaquium hexandrum</i>	Nyatoh
<i>Pericopsis elata</i>	Afrormosia
<i>Shorea</i>	Meranti
<i>Tectona grandis</i>	Teak

Le varie fasi possono risultare più o meno complesse a seconda della dimensione del business aziendale. L'acquisizione delle materie prime avviene acquistando il legname generalmente di provenienza estera. Alcune produzioni di nicchia prevedono l'utilizzo di legnami nazionali quali noce e castagno riservate alla produzione di mobili di particolare pregio. I legnami provengono dall'Europa Centrale (Francia), dall'Europa Orientale (Ucraina, Romania) da zone tropicali (Asia, Africa).

Notevoli quantitativi di legname d'origine tropicale (teak, mansonia, mogano, iroko) sono utilizzati dalle aziende che producono parquet, mentre la produzione d'infissi vede in prevalenza l'utilizzo di legnami di conifere provenienti dal Nord Europa e dal Nord America. Discreto l'utilizzo del faggio nella produzione di mobili.



Figura 2.1: Esempi di tipiche macchine utensili in uso nelle falegnamerie. A destra si ha una sega a nastro verticale; a sinistra una carteggiatrice orizzontale provvista delle aspirazioni per la polvere prodotta.



Figura 2.2: Lavorazioni manuali di stuccatura.

Le lavorazioni meccaniche sono incentrate in lavori di sezionatura, squadratura, bordatura, carteggiatura.

Le macchine più comunemente usate sono seghe circolari, seghe a nastro verticali, piallatrici, bordatrici, toupies, carteggiatrici a nastro. In altra sezione della presente monografia sono presi in considerazione i rischi d'origine fisica (rumore e vibrazioni) dovuti all'uso professionale di tali apparecchiature, che nella presente sezione sono state prese in considerazione per la notevole produzione di polvere di legno correlata con il loro utilizzo.

La possibilità di confinamento delle macchine rappresenta uno dei più efficaci mezzi di protezione collettiva contro agenti pericolosi sia di origine fisica, quali il rumore che chimico fisica quali polvere di legno. La diffusione ambientale di polvere di legno può essere opportunamente contenuta ricorrendo a sistemi d'aspirazione localizzata nelle immediate vicinanze delle sorgenti emmissive.



Figura 2.3: Macchina utensile polivalente

Le macchine di costruzione più recente sono polivalenti cioè annoverano le funzioni di più macchine utensili e permettono il c.d. controllo numerico delle varie operazioni. Queste macchine sono, generalmente, dotate dal costruttore dei sistemi di captazione della polvere prodotta.

2.3 Fattori a rischio individuati e studiati

2.3.1 *Polvere di legno*

La polvere di legno rappresenta il maggior inquinante presente negli ambienti di lavoro del comparto indagato. La diffusione della polvere è funzione dell'organizzazione del lavoro, della presenza e dell'efficienza di funzionamento di sistemi di captazione, delle abilità personali dei lavoratori, della tipologia d'essenze lavorate. Alla polvere di legno è attribuito un effetto sensibilizzante a carico della pelle e del sistema respiratorio. La polvere di legni duri è classificata come cancerogeno per l'uomo dallo IARC (gruppo 1). L'emanazione del D.Lgs. 66/2000 recante specifiche norme per la "*protezione da agenti cancerogeni mutageni*" e la pubblicazione nell'allegato VIII-bis del valore limite di esposizione per le polveri di legno a seguito dell'inserimento delle stesse tra gli agenti cancerogeni (IARC 1995), ha imposto, in un'ottica di tipo prevenzionale, la mappatura dello specifico rischio nel comparto produttivo regionale. Si va inoltre delineando una discrepanza tra i valori limite d'esposizione imposti dalla normativa nazionale e valori limite d'esposizione proposti da autorevoli agenzie internazionali (ACGIH 2004), come riportato in Tabella 2.2. Un rapido confronto fa emergere come a livello internazionale, ad esempio negli U.S.A., ci sia un orientamento maggiormente cautelativo con l'adozione di TLV più bassi rispetto ai nostri. Da notare che tale differenza sussiste anche nel caso d'esposizione a polvere di legno non cancerogena e non allergenica presupponendo, comunque, una probabile azione morbigena della polvere di legno a carico della funzionalità polmonare.

Tabella 2.2: Valori limite d'esposizione.

Polvere di legno (fraz inalabile)	mg/m³
TLV/TWA D.Lgs. 66/2000	5
TLV/TWA _{ACGIH2004} avviso proposta di modifica (Polvere di legno non cancerogena e non allergenica)	1
TLV/TWA _{ACGIH 2004} avviso proposta di modifica (Polvere di legni duri con notazione A1 o A2)	–
TLV/TWA _{ACGIH 2004} avviso proposta di modifica (altra polvere di legno allergenica per inalazione)	0,5

2.3.2 Solventi organici

Nella stesura del presente lavoro, non sono stati presi in considerazione i rischi connessi con le attività di verniciatura in quanto la situazione nello specifico comparto produttivo risulta essere alquanto disomogenea. Poche aziende, infatti, presentavano un ciclo produttivo completo comprensivo anche delle attività di finitura e verniciatura. Inoltre, nel presente studio, ci si è concentrati essenzialmente sui rischi connessi all'esposizione degli addetti alla polvere di legno, anche alla luce del D.Lgs. 66/2000 che vede la stessa polvere di legno inserita nell'allegato VIII-bis quale cancerogeno professionale, assoggettata, quindi, a precise disposizioni e per la quale è stato definito un valore limite di esposizione.

2.4 Materiali e metodi di analisi

2.4.1 Materiale usato per il campionamento e l'analisi

Per il campionamento delle polveri di legno si utilizza un sistema di captazione costituito da:

- campionatore personale SKC mod. Aircheck 52;
- selettore IOM per polveri inalabili con efficienza di campionamento pari al 50% per particelle con diametro aerodinamico di 100 μm , da utilizzare con flusso di campionamento pari a 2,0 l/min;
- calibratore digitale di flussi BIOS mod. DryCal DC-Lite.

Il selettore IOM è caricato con membrane in PVC GLA - 5000 della Gelman Laboratory.

Per l'analisi dei reperti si utilizza la seguente attrezzatura:

- stufa a convezione naturale ISCO mod. Micra 18
- microbilancia SARTORIUS mod.MC5 (sensibilità = 0,001 mg)
- stereomicroscopio OLYMPUS mod. C011

2.4.2 Metodo di analisi

La quantificazione delle polveri di legno è stata effettuata per via gravimetrica in accordo con il metodo OSHA-CSI (OSHA, 2001). Le membrane sono state sottoposte a condizionamento scaldandole nella stufa per 2 ore a 50°C e lasciandole raffreddare in essiccatore per 30 minuti. Prima di eseguire la pesata le membrane sono state ulteriormente condizionate, per 30 minuti, nelle immediate vicinanze della bilancia analitica al fine di ottenere una pesata stabile. Dalla differenza del valore di pesata prima e dopo il campionamento si è risaliti, per semplice differenza, alla quantità di polvere depositata. L'insieme delle operazioni di condizionamento eseguite prima e dopo il campionamento, sono state ritenute necessarie per evitare la sovrastima del carico inquinante dovuta all'adsorbimento d'umidità ambientale. Le operazioni di condizionamento hanno riguardato l'intero sistema membrana-cestello. Dopo la pesata finale, il sistema membrana-cestello dei campionatori IOM, è stato osservato allo stereomicroscopio al fine di caratterizzare la dimensionalità delle particelle depositate ed escludere i valori relativi a campioni che presentavano particelle grossolane. Tale procedura è consigliata per evitare di considerare deposizioni anomale di particolato dovuto alla proiezione di materiale da parte delle macchine operatrici.



Figura 2.4: Apparecchiatura per il campionamento della polvere di legno.

Per aumentare precisione ed accuratezza delle determinazioni analitiche, è stato utilizzato il c.d. "metodo del bianco campione": un numero significativo (almeno tre) di selettori IOM sono caricati, prepesati e manipolati allo stesso modo di quelli utilizzati per il campionamento reale.

Questi selettori che fungono da "bianco campione" sono portati sul luogo del campionamento ed esposti alle condizioni ambientali (non vanno collegati alle pompe campionatrici). Se il peso del "bianco campione" dopo campionamento è maggiore del suo peso prima del campionamento, va sottratta la differenza da tutti i risultati; se il peso del "bianco campione" dopo campionamento è minore del suo peso prima del campionamento, la differenza va addizionata a tutti i risultati. Il valore da sottrarre o sommare, è ottenuto dalla media delle differenze che si hanno per almeno tre selettori IOM utilizzati come "bianco campione".



Figura 2.5: Immagini allo stereomicroscopio dell'insieme cestello-membrana di un campionatore IOM. È chiaramente visibile la polvere di legno depositata.

Alcuni campionamenti sono stati eseguiti in parallelo utilizzando contemporaneamente il selettore IOM e il selettore c.d. "a conetto" consentendo il confronto tra i differenti dati ottenuti. È stata eseguita un'analisi di correlazione tra i dati di concentrazione ottenuti campionando la polvere di legno aerodispersa con selettore IOM e con selettore c.d. "a conetto".



Figura 2.6: Postazione di campionamento ambientale simultaneo IOM e selettore c.d. "a conetto". Nell'immagine è mostrata la strumentazione per la registrazione dei parametri microclimatici.

Di seguito, nella Figura 2.7 è mostrata la migliore retta di regressione per la correlazione di tutti i dati disponibili per campionamenti effettuati in doppio (IOM - Conetto).

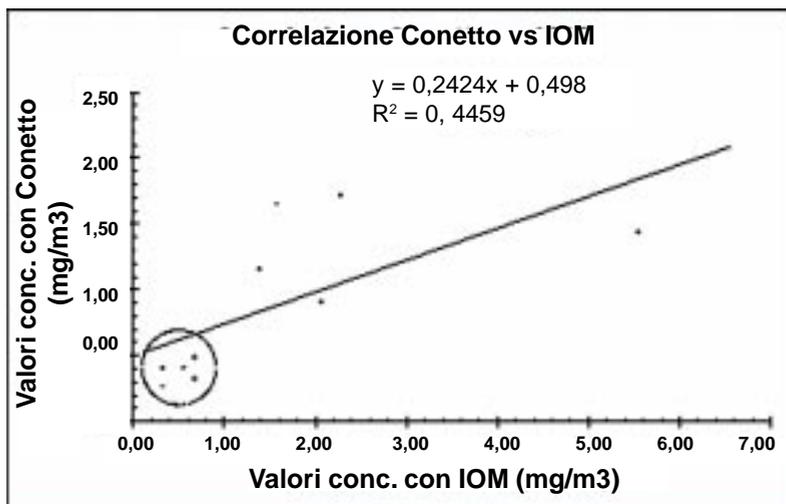


Figura 2.7: Grafico di correlazione dei valori Conetto vs valori IOM.

In Figura 2.8, è mostrata la migliore retta di regressione ristretta al cluster di dati a bassa concentrazione. In realtà non sembrano emergere correlazioni particolarmente significative né considerando il totale dei dati a disposizione né restringendo l'analisi ai dati di bassa concentrazione.

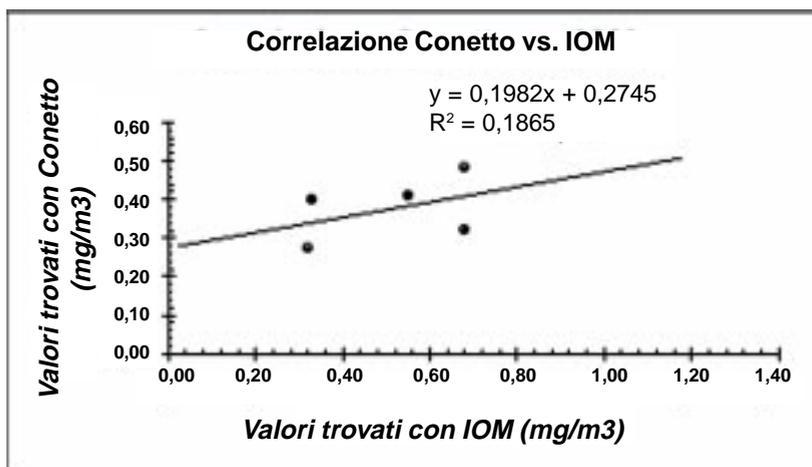


Figura 2.8: Grafico di correlazione dei valori Conetto vs valori IOM, ristretto ai punti a bassa concentrazione.

2.5 Risultati delle rilevazioni e loro discussione

I dati ottenuti dai campionamenti sono stati analizzati e processati in accordo con quanto previsto dalla normativa tecnica in vigore (D.Lgs. 25/2002; norma UNI EN 689:1997). La Figura 2.9 presenta la distribuzione dei dati d'esposizione a polvere di legno per addetti (falegnami) di aziende afferenti alla gestione Industria. Come si evince da una rapida valutazione occhiometrica, la distribuzione è bimodale, che una prima serie di dati che sembrerebbero distribuirsi secondo una curva log-normale e una seconda serie di dati che si distribuiscono secondo una curva normale (gaussiana). L'analisi separata dei dati ricollocabili nell'una o nell'altra distribuzione non evidenzia nessuna specificità, quindi appare lecito supporre che il particolare andamento abbia carattere puramente casuale.

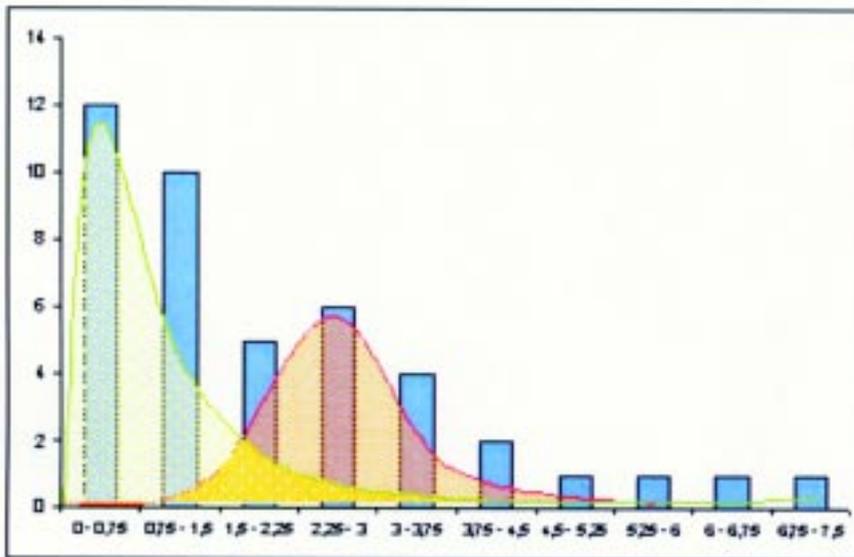


Figura 2.9: Distribuzione dei dati delle aziende afferenti alla gestione Industria.

In Figura 2.10 è riportata la distribuzione dei dati di esposizione di addetti (falegnami) delle aziende afferenti alla gestione Artigianato. Qui la distribuzione dei dati sembra seguire un andamento log-normale.

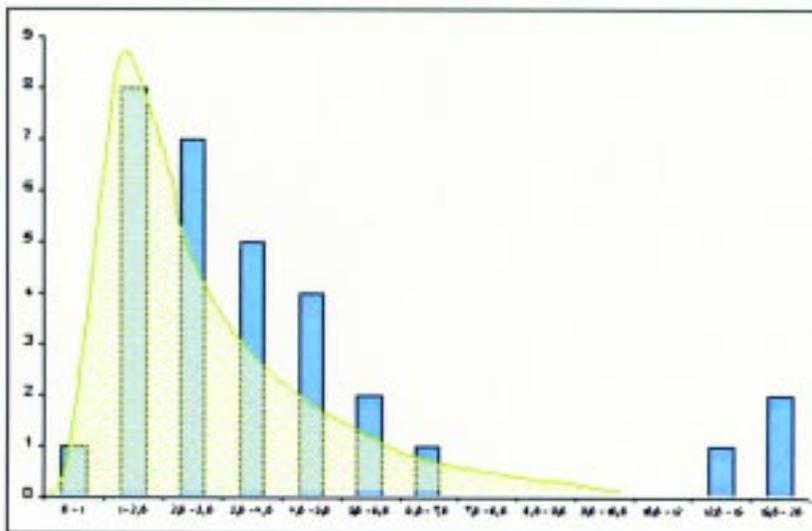


Figura 2.10: Distribuzione dei dati delle aziende afferenti alla gestione Artigianato.

In Tabella 2.3 sono presentati i risultati analitici ottenuti dai campionamenti condotti presso un pool d'aziende inquadrato nella gestione Industria e nella gestione Artigianato.

Tabella 2.3: Risultati dei campionamenti personali di polvere di legno.

Falegnami – settore Industria			
Esposizione media in 8 ore (mg/m³ di polvere di legno)			
Media = 1,94		Media Geom.= 1,23	
Dev. Std. = 1,75		GSD = 2,89	
Val. max = 7,25		n. obs. = 43	
Val.min. = 0,10			
Falegnami - settore Artigianato			
Esposizione media in 8 ore (mg/m³ di polvere di legno)			
Media = 4,34		Media Geom.= 2,96	
Dev. Std. = 4,56		GSD = 2,45	
Val. max = 19,34		n. obs. = 31	
Val.min. = 0,22			

Con la dicitura falegnami si sono voluti indicare gli addetti (operai) dello specifico settore produttivo, che svolgevano mansioni manuali, alle macchine utensili e/o di controllo lungo le linee produttive (cernita).

Nel presente studio non sono stati presi in considerazione gli artigiani falegnami titolari d'impresе individuali e/o collettive che operano nel campo del restauro o dell'artigianato artistico. In Figura 2.11 è rappresentato l'andamento della variazione delle concentrazioni d'esposizione per i c.d. falegnami così come sono state rilevate dai nostri campionamenti. La trattazione

indica una maggiore variabilità nella distribuzione dei valori d'esposizione a polvere di legno per gli addetti d'aziende artigiane. Si evidenziano, inoltre, consistenti differenze tra le mediane delle due distribuzioni, con un valore nettamente superiore per il settore Artigianato.

Nel settore Industria, il 90° percentile della distribuzione cade ben al di sotto del valore limite di riferimento (5 mg/m^3) imposto dalla normativa nazionale (D.Lgs. 66/2000), mentre nel settore Artigianato il 90° percentile della distribuzione risulta essere ben oltre tale valore di riferimento. Ambedue le distribuzioni risultano essere asimmetriche con una coda positiva, cioè in direzione dei valori crescenti.

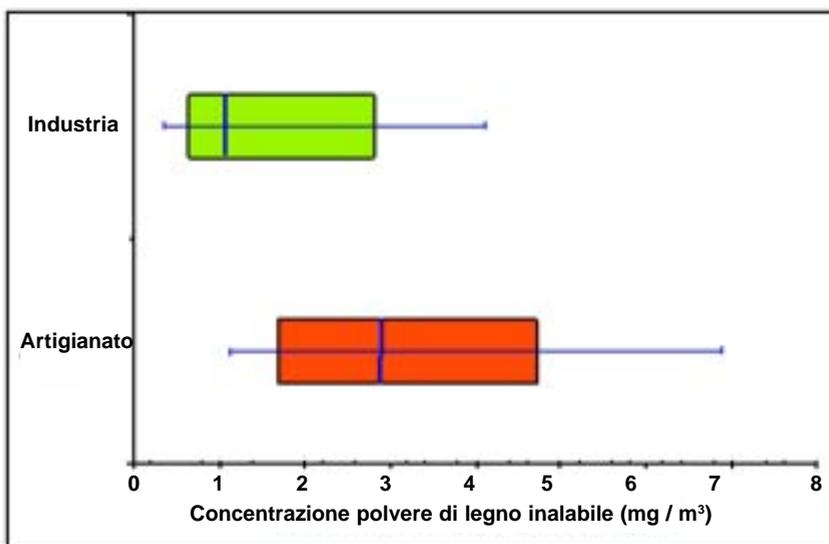


Figura 2.11: Box-plot della variazione delle concentrazioni di esposizione a polvere di legno.

Le linee corrispondenti al lato destro e sinistro delle scatole (box) corrispondono ai valori del 75° percentile e del 25° percentile.

La linea in grassetto che attraversa la scatola rappresenta la mediana della distribuzione dei dati sperimentali. Le barre di variazione si estendono dal 10° percentile a sinistra, fino al 90° percentile a destra.

Un'analisi più puntuale dei risultati ottenuti, mostra, Figura 2.12, differenze statisticamente significative (t-test ad una coda, $P < 0,05$, $\alpha = 0,05$) tra i valori medi d'esposizione per gli addetti (falegnami) delle aziende afferenti alle due differenti gestioni tariffarie.

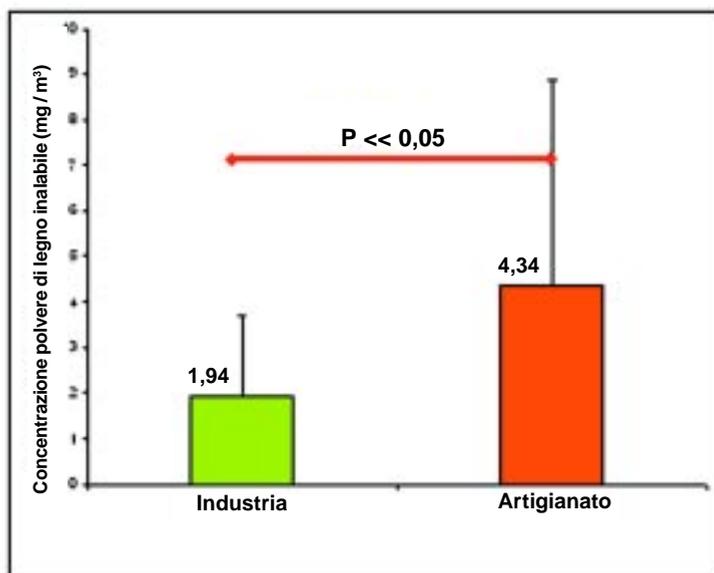


Figura 2.12: Valori medi d'esposizione a polveri di legno per gli addetti ad aziende industriali e artigianali. Le barre verticali indicano la variabilità dei dati sperimentali in termini di deviazione standard.

2.6 Aspetti prevenzionali

Dallo studio condotto nel settore produttivo regionale della seconda lavorazione del legno emergono delle situazioni estremamente critiche riguardo la diffusione di polvere di legno negli ambienti di lavoro. Come visto dall'analisi dei dati dei campionamenti, le maggiori criticità si hanno per le aziende di piccole dimensioni afferenti alla gestione tariffaria Artigianato. Nel corso dei sopralluoghi si sono evidenziate grosse carenze nell'intero campo della politica prevenzionale: mancanza di obiettivi in materia di sicurezza ed igiene del lavoro, precaria organizzazione del lavoro, promiscuità delle mansioni, assenza di procedure di lavoro, di manutenzione e pulizia, e, mancanza di una seria valutazione del rischio indotto dall'esposizione a polvere di legno con la conseguente carenza di qualsiasi attività di informazione e formazione comportante una perdurante situazione di ignoranza delle maestranze circa i rischi sanitari indotti dall'esposizione a polvere di legno.

In primo luogo, è, quindi, indispensabile adottare delle specifiche strategie per minimizzare l'entità delle esposizioni degli addetti.

L'esperienza e le regole di buona tecnica suggeriscono di intervenire secondo una sequenza d'interventi a cascata:

- Primariamente con captazioni nelle immediate vicinanze delle fonti d'inquinamento (aspirazione localizzata) per impedire il più possibile la dispersione della polvere di legno; la realizzazione degli impianti di ventilazione localizzata consente, inoltre, un dimensionamento più contenuto degli impianti di ventilazione generale e, soprattutto, una protezione adeguata dell'operatore.
- L'inquinamento residuo o inquinamento di fondo va ulteriormente abbattuto prevedendo delle idonee procedure di pulizia degli ambienti di lavoro da attuarsi al termine del turno lavorativo, della giornata lavorativa o della settimana lavorativa a seconda delle necessità e del risultato ottenuto. Tali procedure dovrebbero essere viste non come "un di più" rispetto alla normale attività lavorativa, ma come attività fondamentale a completamento della consueta attività lavorativa.
- Situazioni operative particolarmente critiche o difficoltose che non possono essere affrontate con soluzioni impiantistiche, dovranno prevedere l'adozione di specifici dispositivi di protezione individuale dell'apparato respiratorio. Tali dispositivi sono indicati nelle fasi operative caratterizzate, in termini temporali, da durate piuttosto contenute.



Figura 2.13: Macchine utensili dotate d'aspirazione localizzata della polvere di legno.

Per quanto riguarda i sistemi di captazione localizzata della polvere, la reale efficacia è vincolata al soddisfacimento di una serie di criteri e parametri progettuali. Un impianto di ventilazione è caratterizzato da parametri quali:

- La velocità di condotto, definita come la velocità dell'aria nella sezione trasversale del condotto e il suo valore a priori può essere qualsiasi valore di velocità dell'aria ragionevole. È chiaro che se nel flusso d'aria captata sono presenti particelle solide la velocità nel condotto deve essere almeno uguale alla velocità minima dell'aria necessaria per spostare le particelle.
- La velocità di cattura, definita come la velocità dell'aria in ogni punto davanti alla cappa, necessaria a sovrastare le correnti d'aria opposte e a catturare il contaminante in quel punto portandolo a confluire nella cappa.
- La velocità frontale, definita come la velocità dell'aria all'apertura della cappa.

Il giusto dimensionamento di un impianto di ventilazione, deve tener conto del n° di derivazioni che si diramano dal condotto principale. Allora individuato questo si procede partendo dalle caratteristiche dell'inquinante per stabilire la necessaria velocità di cattura (V_c) da assicurare al punto d'emissione. Per la polvere di legno tale parametro va fissato ad un valore $\geq 2,5$ m/s (ACGIH, 1995). Occorre, comunque, tenere in considerazione l'eventuale direzione e velocità di proiezione delle particelle impressa dal lavoro delle macchine utensili.

Per garantire la necessaria velocità di cattura (V_c) al punto d'emissione posto ad una distanza x dalla cappa non flangiata avente sezione pari ad A , occorre considerare una velocità frontale (V_f) all'apertura della cappa pari a:

$$V_f = (10x^2/A + 1) * V_c.$$

In termini pratici questo significa che se la sorgente emissiva dista dalla bocchetta d'aspirazione uno spazio pari al diametro della bocchetta stessa, ad esempio sorgente emissiva a 30 cm da una bocchetta con diametro pari a 30 cm, la velocità frontale dovrà essere circa 11 volte la velocità di cattura per garantire il necessario valore della stessa nel punto emissivo. Per una distanza del punto emissivo pari a 0,5 volte il diametro della bocchetta, ad esempio sorgente emissiva a 15 cm da una bocchetta d'aspirazione avente diametro di 30 cm, la velocità frontale all'apertura della bocchetta dovrà essere 3,5 volte la velocità di cattura desiderata al punto emissivo.

Considerando che la portata d'aria nella bocchetta d'aspirazione è:

$$Q_b = V_b * A_b \quad \text{dove } Q_b = \text{portata d'aria, in m}^3/\text{s};$$

$$V_b = \text{velocità dell'aria, in m/s};$$

$$A_b = \text{sezione della cappa (bocchetta), in m}^2$$

se si suppone che saranno installate n bocchette d'uguale sezione, la portata totale minima del condotto principale dovrà essere $n \cdot Q_b$. Data A_c la sezione del condotto principale si avrà che la velocità minima dell'aria nel condotto principale sarà $V_c = n \cdot Q_b / A_c$. Il valore così ottenuto dovrebbe essere incrementato di una ulteriore quantità, per compensare le perdite di carico che si hanno lungo l'impianto. Nella normale pratica una reale efficacia d'aspirazione degli impianti è ottenuta ponendo, nella progettazione degli stessi, una velocità di condotto pari almeno a 20 m/s (ACGIH, 1995). Tale velocità garantisce la necessaria velocità di cattura della polvere di legno nei punti d'emissione ed evita il formarsi di depositi all'interno dei condotti; contemporaneamente permette un relativamente contenuto consumo energetico e una limitata usura delle parti che costituiscono l'impianto.

Il secondo passo da compiere, in termini prevenzionali, è la stesura e la diffusione tra le maestranze di procedure operative inerenti la pulizia degli ambienti di lavoro. Tali procedure sono necessarie per formalizzare un'attività che forse appare banale ma che se condotta con metodo porta ad un notevole abbattimento del carico inquinante negli ambienti di lavoro. La cadenza temporale della pulizia deve essere quotidiana. La pulizia deve essere condotta evitando di spolverare le postazioni di lavoro soffiando aria compressa, ma utilizzando degli aspirapolvere industriali capaci di catturare la polvere depositata. Dovrà essere prevista, da parte del datore di lavoro, anche un'attività d'auditing (verifica) della corretta applicazione delle procedure anche al fine di accertare l'effettiva diffusione delle stesse tra le maestranze. L'efficacia di tali azioni preventive dovrebbe essere sottoposta a valutazione anche con l'ausilio di campionamenti ambientali.

Per quanto riguarda i dispositivi di protezione individuale, il cui utilizzo segue a cascata la realizzazione di interventi preventivi e protettivi tesi alla minimizzazione del rischio espositivo, in questa sezione saranno presi in esame i DPI atti alla protezione dei lavoro dal rischio di esposizione a polvere di legno. Si rammenta che il ricorso ai DPI ha la funzione di contenere ulteriormente il rischio residuo ancora presente dopo l'adozione delle idonee misure di prevenzione e protezione collettiva. In generale è auspicabile la fornitura alle maestranze di almeno due tute da lavoro per stagione in modo da permettere una loro rotazione per la pulizia e di due paia di scarpe antinfortunistiche, invernali ed estive. La protezione dall'esposizione all'inquinamento residuo deve essere effettuata con la consegna di maschere e/o facciali filtranti di classe P2, aventi fattore di protezione operativo, FPO = 10. L'FPO rappresenta il rapporto tra le concentrazioni di inquinante al-

l'esterno ed all'interno del dispositivo. L'utilizzo di tali dispositivi di protezione delle vie respiratorie è sempre raccomandabile anche in quelle situazioni in cui la misura della polvere di legno aerodispersa risulta inferiore al TLV, ciò per prevenire e minimizzare qualunque effetto morbigeno della polvere di legno.

Accanto alla protezione dell'apparato respiratorio è auspicabile la fornitura di dispositivi di protezione delle mani anche di tipologia standard realizzati in materiale tessile. Tali dispositivi pur non garantendo una protezione totale contro l'insieme dei rischi meccanici, offrono la possibilità di limitare le sensibilizzazioni allergiche determinate dal contatto dermico con la polvere di legno nonché una prima protezione contro rischi infortunistici.

In tutte quelle operazioni condotte con l'uso d'utensili non barrierati è necessaria la fornitura e l'uso di dispositivi di protezione degli occhi tipo occhiali di protezione con o senza schermi laterali.

2.7 Ringraziamenti

Si ringrazia la dott.sa Comodi e lo staff tecnico dell'ASL Umbria 1 e la dott.sa Canalicchi e lo staff tecnico dell'ASL Umbria 3 per la collaborazione offerta in sede di pianificazione del lavoro e d'accesso presso le aziende.

2.8 Bibliografia

ACGIH: *Industrial Ventilation*. 22th Edition. 1995, ACGIH, Cincinnati (OHIO).

ACGIH: *Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices*, 2004, PIME Editrice, Pavia.

CONFERENZA DELLE REGIONI: Linee guida sull'applicazione del titolo VII D.Lgs. 626/94 relative alle lavorazioni che espongono a polveri di legno duro. Dicembre 2002.

DECRETO LEGISLATIVO 25 febbraio 2000, n° 66: Attuazione delle direttive 97/42/CE e 99/38/CE, che modificano la direttiva 90/394/CE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti cancerogeni o mutageni durante il lavoro, in G.U. n° 70 del 24/03/2000.

DECRETO LEGISLATIVO 2 febbraio 2002, n° 25: *Attuazione della direttiva 98/24/CE sulla protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori contro i rischi derivanti da agenti chimici durante il lavoro*, in G.U. n° 57 del 08/03/2002.

Florio: *Guida alla scelta dei DPI*. 1999, EPC Libri, Roma.

IARC MONOGRAPHS ON THE EVALUATION OF CARCINOGENIC RISKS TO HUMANS: *Wood dust and Formaldehyde*, 1995, IARC, Lyon (France), pagg. 9 - 215.

INAIL, *Banca dati*: <http://bancadati.inail.it/prevenzionale> (01/08/2005).

NIOSH: NIOSH Manual of analytical methods - 4th Ed., 1994, NIOSH .

OSHA: www.osha-slc.gov/dts/chemicalsampling/toc/toc_chemsamp.html (08/02/2001).

SARTORETTI: *Trattato di Medicina del Lavoro*, 1981, Piccin Editore, Padova, pag. 728.

3. RISCHIO MICROBIOLOGICO

3.1 Introduzione

La polvere di legno oltre ad essere riconosciuta come agente chimico responsabile di gravi patologie, quali ad esempio l'adenocarcinoma delle cavità nasali (Abdel Hameed *et al.*, 2000, National Toxicology Program, 2002), dal punto di vista allergologico, è una delle principali cause di asma professionale (Talini *et al.*, 1998; Milanowski *et al.*, 2002; Schlunssen *et al.*, 2002; Ameille *et al.*, 2003; Karjalainen *et al.*, 2003; Ricciardi *et al.*, 2003; Schlunssen *et al.*, 2004a; Quirce *et al.*, 2004).

Oltre all'asma, il contatto con polveri di legno può causare dermatiti (Saary *et al.*, 2001; Athavale *et al.*, 2003; Guanche & Prawer, 2003), irritazioni agli occhi e alle vie nasali (Douwes *et al.*, 2003; Schlunssen *et al.*, 2004b). Una elevata presenza di dermatiti allergiche è stata evidenziata, dall'Istituto di Igiene del Lavoro finlandese in uno studio condotto dal 1976 al 1999 (Estlander *et al.*, 2001), tra falegnami esposti a polvere di legni esotici duri, cedro rosso, pino finlandese, abete rosso e pioppo. Tali dermatiti spesso si presentavano unitamente ad altri sintomi allergici, quali rinite, asma e congiuntivite. Un aumento della frequenza delle riniti nei lavoratori del settore legno è stato osservato anche in un altro studio effettuato dal Dipartimento di Igiene del Lavoro svedese (Ahman & Holmstrom, 2000).

Queste patologie potrebbero essere collegate all'esposizione ad agenti chimici (Correale & Marks, 2002) o ad agenti biologici allergizzanti (Rippon, 1988; Mandryk *et al.*, 2000).

Nelle falegnamerie, l'azione allergizzante di origine biologica può essere sostenuta da numerosi generi di funghi microscopici, in particolare *Aspergillus*, *Penicillium* e *Cladosporium*, funghi attivi produttori di spore e tossine allergizzanti o cancerogene. Alcune specie di *Aspergillus* (*A. flavus*, *A. parasiticus*, *A. versicolor*, *A. sydowii*, *A. ochraceus*) e di altri miceti (ad es. *Stachbotrys atra*, *Fusarium sp.*, *Trichoderma sp.*) possono produrre composti tossici conosciuti come micotossine (Haury, 1998). Tali tossine, anche in modeste concentrazioni, possono causare lesioni gastrointestinali, depressione dell'emopoiesi e delle funzioni riproduttive o possono svolgere un'azione tossica sul sistema nervoso centrale causando anoressia, astenia e nausea (Maroni, 1998). L'aflatossina prodotta dall'*Aspergillus flavus* può infine causare tumori epatici.

I funghi microscopici proliferano soprattutto in presenza di un microclima caldo-umido, utilizzando principalmente substrati nutritivi organici (legno, cellulosa, strutture vegetali etc). Nelle falegnamerie, gli agenti biologici (batteri, spore fungine, lieviti) possono diffondersi nell'ambiente di lavoro me-

scolati alla polvere di legno tramite bioaerosol, (Abdel Hameed *et al.*, 2000, Wilkins *et al.*, 2003) e dopo essere stati inalati possono esercitare un'azione tossica, irritante e/o allergizzante su cute e mucose degli operatori.

In Umbria, tra il 1995 e il 2000, il 19% delle denunce di malattie professionali con sintomatologia allergica (asma, riniti, dermatiti), sono state presentate all'INAIL da lavoratori operanti nel Settore delle falegnamerie o della produzione di parquet (Guerrera *et al.*, 2004). La rilevanza delle patologie allergiche in questo settore operativo e la potenziale pericolosità di molti agenti biologici, hanno indotto questa Consulenza ad effettuare una approfondita campagna di campionamenti, con lo scopo di acquisire dati relativi alla contaminazione microbica, ed in particolare fungina, delle falegnamerie umbre.

In mancanza di una metodologia standardizzata, di linee guida per il controllo di tali ambienti lavorativi e di valori soglia di contaminazione microbica dell'aria, si è voluto inoltre valutare due metodologie di monitoraggio microbico ambientale (metodologia attiva e passiva), effettuando campionamenti in doppio in ogni sito. Questa carenza metodologica ha comportato fino ad oggi l'uso di procedure di campionamento microbiologico molto diverse tra loro. Alcuni ricercatori utilizzano metodi attivi, basati sul convogliamento, su piastre di terreno nutritivo, dei microrganismi presenti nell'aria, tramite flusso di aria forzato (Reponen *et al.*, 1999; Montacutelli *et al.*, 2000; Brunetti *et al.*, 2002; Wust *et al.*, 2003), altri invece preferiscono adottare tecniche basate sulla sedimentazione passiva dei microrganismi. Sempre in questo ottica, si è voluto inoltre sperimentare l'applicazione di indici microbiologici, proposti per la valutazione di ambienti indoor (Dacarro *et al.*, 2000), ai valori di carica batterica e fungina, ottenuti con la metodologia attiva.

3.2 Materiali e metodi

Sono stati eseguiti monitoraggi della carica microbica in 7 opifici distribuiti nella Provincia di Perugia. Nelle 7 falegnamerie (identificate con le sigle F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7) sono state eseguite campionamenti nel: A) reparto macchine, B) reparto carteggiatura, C) reparto assemblaggio e D) nell'ambiente esterno (Figura 3.1, a, b, c, d). In una falegnameria, (scelta in base all'elevate cariche microbiche riscontrate), il campionamento è stato ripetuto in due diverse stagioni (primavera e inverno). I campionamenti effettuati nella falegnameria F3 sono stati denominati F3 (campionamento primaverile) e F3.1 (campionamento invernale).



Figura 3.1: Siti di campionamento: a) reparto macchine, b) reparto carteggiatura, c) reparto assemblaggio e d) ambiente esterno

L'umidità e la temperatura in ciascun sito sono state rilevate mediante centralina microclimatica Quest.

3.2.1 Monitoraggio microbiologico attivo.

I prelievi di aria sono stati realizzati con campionatore attivo ad impatto ortogonale SAS 180 (PBI International) (Figura 3.2a) posizionando lo strumento su di uno stativo ad 1,5 m di altezza. Sono state determinate la carica batterica per i batteri mesofili, la carica batterica per i batteri psicrofili e la carica fungina. I batteri psicrofili hanno come temperatura ottimale di sviluppo, 20°C e sono costituiti da specie che possono moltiplicarsi nell'ambiente utilizzando sostanze organiche in decomposizione. I batteri mesofili invece si sviluppano a 37°C e appartengono soprattutto alla flora batterica umana. Le due popolazioni individuate in funzione della temperatura di incubazione, possono essere comunque parzialmente sovrapponibili (Dacarro *et*

al., 2000). I campionamenti batterici sono stati eseguiti usando terreno Trypticase Soya Agar (Biomerieux). Per la determinazione dei batteri psicrofili, le piastre (90 mm d.i.) sono state incubate a 20°C per 5 giorni. Per la determinazione dei batteri mesofili, le piastre (60 mm d.i.) sono state incubate a 37° per 48 ore. I campionamenti fungini sono stati eseguiti con terreno Sabouraud Agar con Gentamicina e Cloram-fenicolo (Biomerieux); le piastre (90 mm d.i.) sono state incubate a 25 °C per 5 giorni. I valori di carica microbica sono stati espressi come unità formanti colonie/m³ (UFC/m³). Le specie fungine sono state identificate secondo metodica tradizionale (Malloch, 1981). I dati sono stati analizzati statisticamente mediante t di Student (Swinscow, 1997).



Figura 3.2: a) campionatore ad impatto ortogonale SAS;
b) piastre per il campionamento passivo IMA.

3.2.1.1 Indici di contaminazione microbiologica.

I valori di carica mesofila, psicrofila e fungina ottenuti con campionamenti attivi nei reparti prima e dopo l'inizio delle lavorazioni del legno, sono stati confrontati anche mediante il calcolo degli indici microbiologici proposti da Dacarro e i suoi collaboratori (Dacarro et al., 2000) per gli ambienti indoor. Tali indici:

- *Indice Globale di Contaminazione Microbica/m³* (IGCM/m³= UFC/m³ mesofili + UFC/m³ psicrofili + UFC/m³ funghi);
- *Indice di Contaminazione dei Batteri Mesofili/m³* (ICM= UFC/m³ mesofili: UFC/m³ psicrofili);
- *Indice di Amplificazione Microbica/m³* (IA/m³= IGCM/m³ interno edificio: IGCM/m³ esterno edificio);

sono stati proposti per la valutazione della contaminazione dell'aria per ambienti di lavoro destinati ad attività di ufficio, è pertanto problematico utilizzarli per la valutazione di ambienti produttivi, come le falegnamerie. In particolare, i valori di UFC/m³ che individuano le classi di contaminazione degli ambienti indoor (Tabella 3.1) potrebbero non essere estrapolabili ad altri ambienti di lavoro. Al di là di queste considerazioni, nel nostro studio si è voluto applicare tali indici per confrontarli con la valutazione della qualità dell'aria ottenibile con i metodi attivo e passivo.

Tabella 3.1 - Proposta di categorie e classi di contaminazione microbiologica dell'aria per ambienti di lavoro confinati destinati all'attività di ufficio.

Categoria	IGCM/m ³	Classe
Molto bassa	< 500	
Bassa	<1000	
Intermedia	>1000	A: ICM<3, IA<3 B: ICM>3 o IA>3 C: ICM>3, IA>3
Alta	>5000	A: ICM<3, IA<3 B: ICM>3 o IA>3 C: ICM>3, IA>3
Molto alta	>10.000	A: ICM<3, IA<3 B: ICM>3 o IA>3 C: ICM>3, IA>3

3.2.2 Monitoraggio microbiologico passivo (metodo IMA).

I prelievi dell'aria sono stati eseguiti in collaborazione con il Dipartimento di Microbiologia dell'Università di Perugia, utilizzando una procedura per sedimentazione denominata metodo IMA (Pasquarella *et al*, 2000). In ogni sito di campionamento piastre Petri di 90 mm di diametro contenenti 20 ml di terreno Nutrient Agar (per la conta microbica totale) o di Rosa Bengala (per la conta fungina selettiva) sono state lasciate aperte per 1 ora, ad 1 metro da terra e a 1 metro da ogni ostacolo (Fig. 2B).

Dopo 3 e 5 giorni di incubazione a 30°C, sono state contate le colonie microbiche sviluppatesi. I valori di unità formanti colonie (UFC) risultanti

sono stati interpretati facendo riferimento alle 4 classi di rischio definiti dallo standard dell'indice microbiologico dell'aria, IMA (Tabella 3.2).

Secondo tale standard l'operatore deve individuare, in base al presunto rischio di infezione dell'ambiente da monitorare, il limite massimo da adottare come riferimento per valutare la contaminazione microbica dell'aria.

Le falegnamerie sono state considerate ad medio rischio di contaminazione e, di conseguenza, il limite IMA non superabile è stato individuato in 50 UFC.

Tabella 3.2 - *Classi di rischio e valori dell'indice microbiologico aria (IMA)*

Valore IMA (UFC)	Giudizio qualità dell'aria	Valore limite per ambienti a rischio
0-5	Ottimo	Altissimo
6-25	Buono	Alto
26-50	Mediocre	Medio
>50	Cattivo	Basso

3.3 Risultati

3.3.1. Campionamento attivo.

Nella Tabella 3.3 sono riportati i valori medi delle cariche batteriche e fungine determinate mediante campionamento attivo nelle falegnamerie analizzate.

Tabella 3.3 - Valori medi delle cariche batteriche e fungine determinate mediante campionamento attivo nelle falegnamerie F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7. Il campionamento primaverile nella falegnameria F3 è indicato con la sigla F3, il campionamento invernale con la sigla F3.1.

O P I F I C I	zona macchine senza persone			zona macchine con persone			carteggiatura senza persone			carteggiatura con persone		
	carica	carica	carica									
	psicrofila UFC/m ³	mesofila UFC/m ³	fungina UFC/m ³	psicrofila UFC/m ³	mesofila UFC/m ³	fungina UFC/m ³	psicrofila UFC/m ³	mesofila UFC/m ³	fungina UFC/m ³	psicrofila UFC/m ³	mesofila UFC/m ³	fungina UFC/m ³
F1	300 ± 91	523 ± 130	33 ± 13	174 ± 70	397 ± 120	20 ± 7	43 ± 11	140 ± 65	16 ± 6	151 ± 40	347 ± 51	27 ± 6
F2	1 ± 1	9 ± 3	1 ± 1	37 ± 23	53 ± 26	9 ± 3	5 ± 2	7 ± 3	0	3 ± 2	85 ± 46	21 ± 10
F3	188 ± 55	80 ± 55	71 ± 25	375 ± 36	423 ± 101	113 ± 16	160 ± 31	73 ± 5	17 ± 5	1040 ± 201	120 ± 51	119 ± 37
F3.1	60 ± 22	63 ± 13	49 ± 2	313 ± 73	277 ± 70	113 ± 40	48 ± 12	90 ± 4	64 ± 26	95 ± 15	220 ± 74	16 ± 4
F4	27 ± 13	169 ± 37	15 ± 2	44 ± 10	129 ± 55	172 ± 28	30 ± 10	191 ± 38	63 ± 12	11 ± 3	84 ± 30	31 ± 8
F5	126 ± 13	42 ± 14	35 ± 16	127 ± 36	39 ± 15	95 ± 14	49 ± 16	7 ± 1	52 ± 22	376 ± 85	84 ± 23	42 ± 12
F6	267 ± 88	158 ± 60	12 ± 4	498 ± 97	234 ± 11	132 ± 45	269 ± 80	164 ± 34	41 ± 18	231 ± 90	209 ± 63	57 ± 20
F7	26 ± 14	70 ± 26	16 ± 6	65 ± 21	84 ± 7	20 ± 6	16 ± 5	70 ± 2	21 ± 6	65 ± 24	58 ± 17	38 ± 11

O P I F I C I	assemblaggio senza persone			assemblaggio con persone			esterno		
	carica	carica	carica	carica	carica	carica	carica	carica	carica
	psicrofila UFC/m ³	mesofila UFC/m ³	fungina UFC/m ³	psicrofila UFC/m ³	mesofila UFC/m ³	fungina UFC/m ³	psicrofila UFC/m ³	mesofila UFC/m ³	fungina UFC/m ³
F1	16 ± 5	93 ± 35	9 ± 3	125 ± 22	230 ± 92	16 ± 10	51 ± 21	200 ± 21	19 ± 8
F2	10 ± 4	26 ± 11	0	4 ± 0	14 ± 8	4 ± 3	11 ± 4	31 ± 8	7 ± 4
F3	421 ± 42	260 ± 45	37 ± 18	423 ± 106	387 ± 130	381 ± 52	147 ± 31	63 ± 5	89 ± 20
F3.1	60 ± 23	86 ± 12	23 ± 9	251 ± 56	283 ± 28	224 ± 57	10 ± 2	67 ± 15	26 ± 19
F4	20 ± 7	213 ± 6	111 ± 21	42 ± 15	253 ± 93	54 ± 18	49 ± 10	89 ± 33	44 ± 3
F5	109 ± 23	18 ± 5	24 ± 4	274 ± 85	40 ± 17	76 ± 12	84 ± 15	7 ± 2	72 ± 20
F6	118 ± 27	91 ± 26	37 ± 14	347 ± 24	229 ± 69	79 ± 22	198 ± 34	69 ± 20	17 ± 4
F7	18 ± 6	81 ± 22	9 ± 2	32 ± 14	126 ± 21	51 ± 15	12 ± 3	32 ± 10	7 ± 2

3.3.1.1 Carica mesofila

I valori di carica mesofila rilevata nei siti di campionamento sono riportati nella Figura 3.3. L'analisi con il t di Student relativa alle cariche batteriche sviluppatesi a 37 °C, evidenzia come nel 63% dei casi l'inquinamento batterico all'interno dei reparti delle falegnamerie, nel corso delle lavorazioni del legno, sia significativamente superiore a quello esterno ($p \leq 0,05$) (Figura 3.3). In presenza di lavorazioni, nel 56% dei casi, la concentrazione batterica interna è inoltre significativamente maggiore ($p \leq 0,05$) rispetto alla concentrazione rilevabile negli stessi reparti in assenza di lavorazioni (Figure. 3.4 e 3.5). In particolare, nel reparto carteggiatura, durante il normale turno lavorativo, si riscontra nel 75% dei casi, un aumento significativo della carica batterica mesofila.

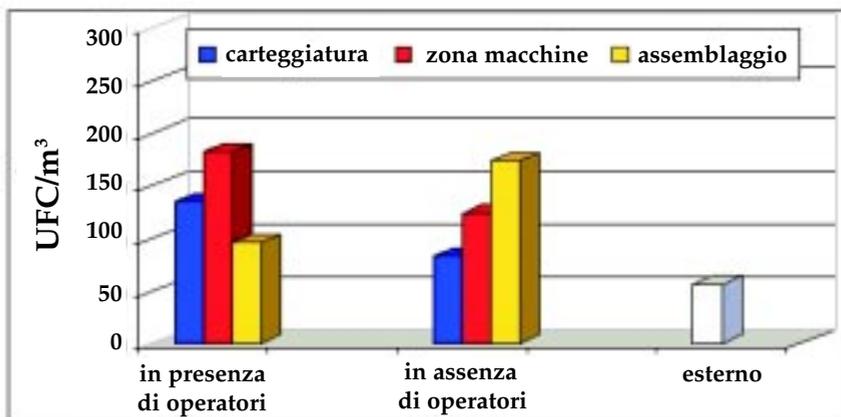


Figura 3.3: Carica batterica mesofila: valori medi registrati nelle 7 falegnamerie.

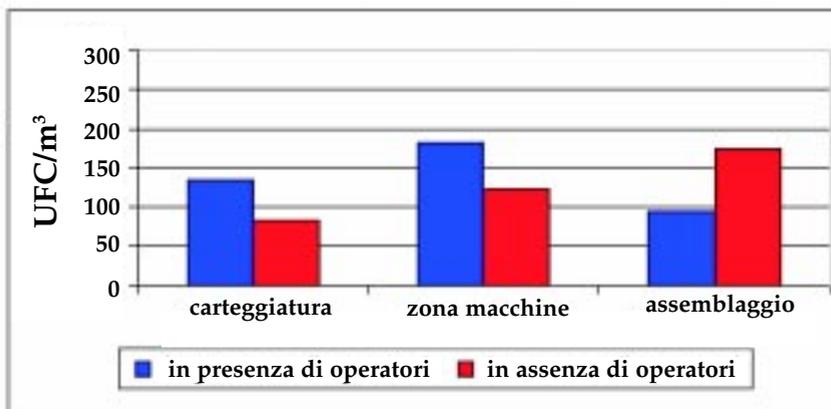


Figura 3.4: Confronto tra i valori medi di carica batterica mesofila riscontrati prima e dopo l'inizio delle lavorazioni del legno.

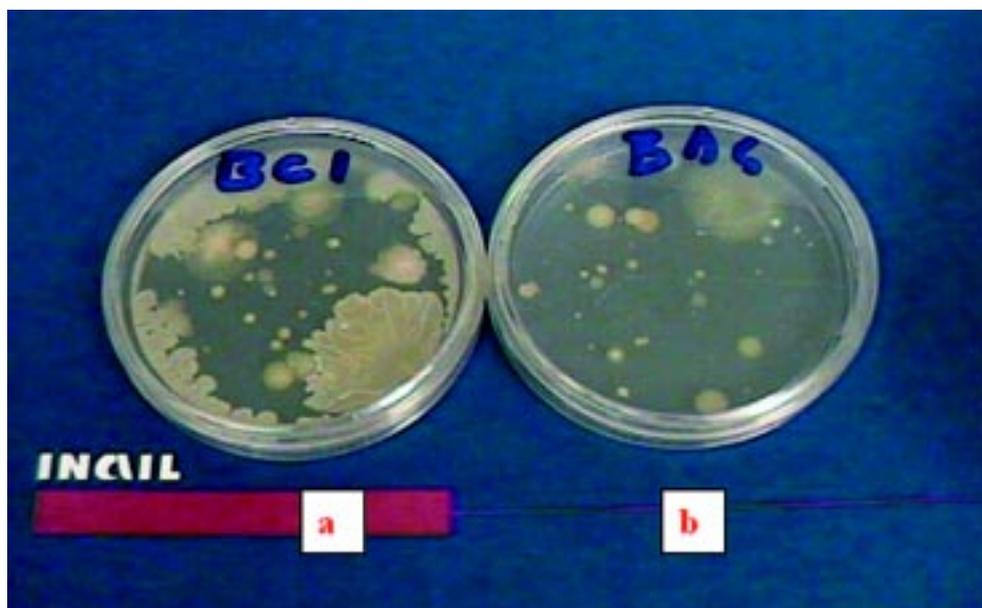


Figura 3.5: Differenze di crescita microbica di batteri mesofili in presenza (a) e in assenza (b) di operatori e lavorazione del legno.

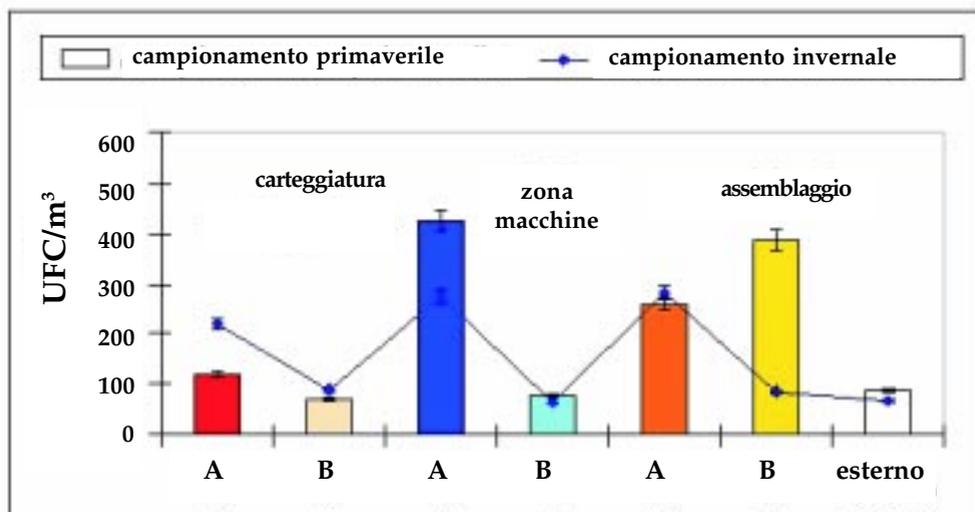


Figura 3.6: Carica batterica mesofila: confronto tra i valori medi ottenuti in due campionamenti nella falegnameria F3, (a) con operatori, (b) senza operatori.

Nella falegnameria F3 i valori di carica mesofila ottenuti nel campionamento invernale sono generalmente più bassi, rispetto a quelli del campionamento primaverile (Figura 3.6), in particolare nella zona macchine e nel reparto assemblaggio. Nel campionamento invernale, in tutti i reparti analizzati, con l'inizio delle lavorazioni del legno, la carica mesofila è raddoppiata o triplicata.

3.3.1.2 Carica psicrofila

I valori di carica batterica psicrofila sono riportate in Figura 3.7.

L'analisi con il t di Student evidenzia come nel 59% dei casi la carica batterica psicrofila esterna sia significativamente inferiore a quella rilevata durante le lavorazioni all'interno degli opifici.

In assenza di lavorazioni, le concentrazioni interne di psicrofili sono significativamente maggiori rispetto alle concentrazioni riscontrate all'esterno solo nel 37% dei casi. Nel 70% dei confronti la carica batterica psicrofila durante le lavorazioni del legno è significativamente maggiore alla carica batterica riscontrata all'interno degli opifici in assenza di lavorazioni (Figure 3.8, 3.9, 3.10).

Questa differenza è particolarmente evidente nella zona macchine, in cui nel 75% dei casi esiste una differenza significativa tra carica batterica in assenza di lavorazioni e carica batterica in presenza di lavorazioni.

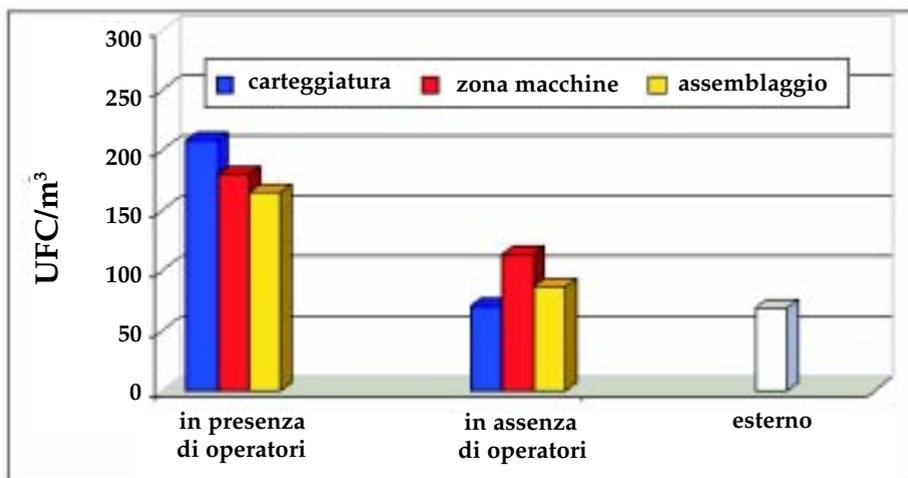


Figura 3.7: Carica batterica psicrofila: valori medi registrati nelle 7 falegnamerie.

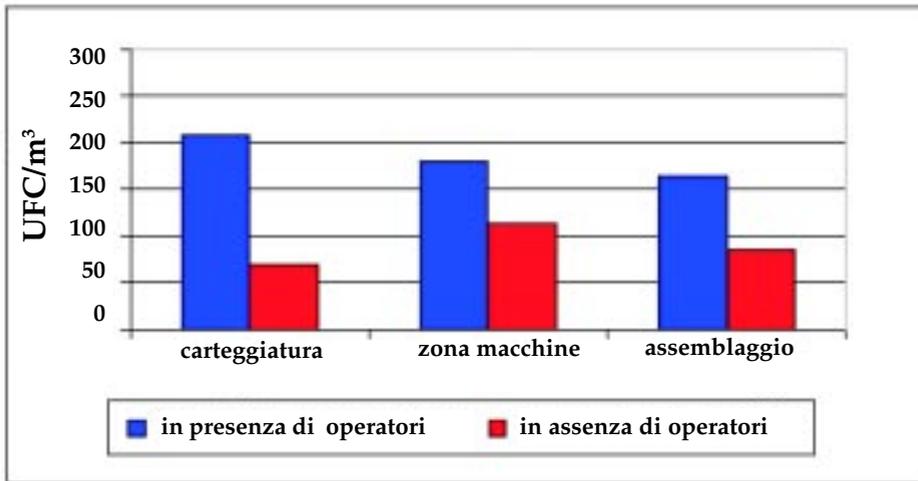


Figura 3.8: Confronto tra i valori medi di carica batterica psicofila riscontrate prima e dopo l'inizio delle lavorazioni del legno.

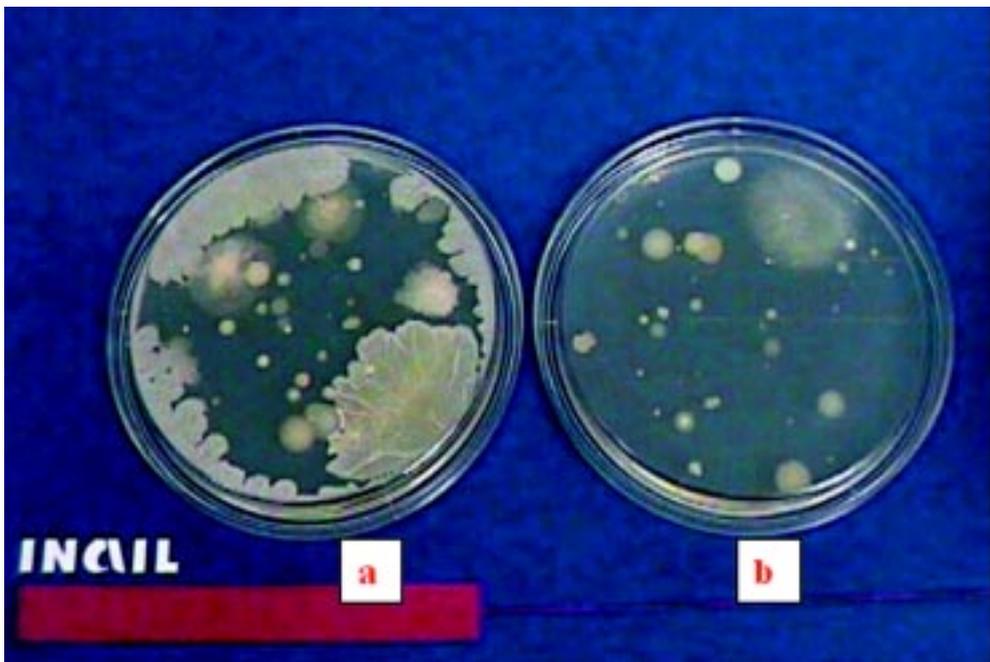


Figura 3.9: Differenze di crescita microbica di batteri psicofili in presenza (a) e in assenza (b) di operatori e lavorazione del legno.

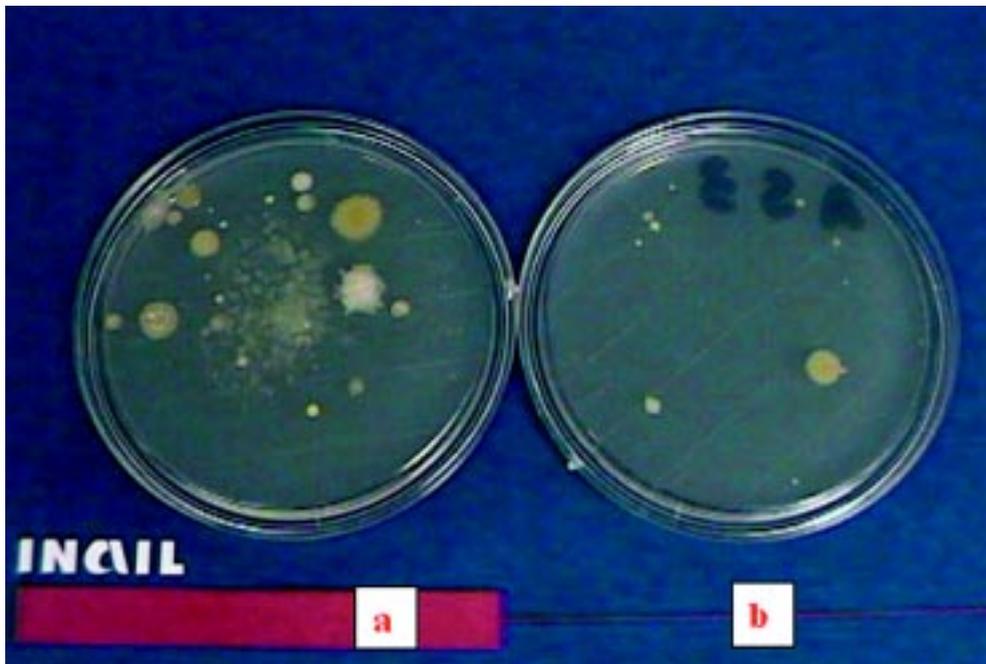


Figura 3.10: Differenze di crescita microbica di batteri psicrofili in presenza (a) e in assenza (b) di operatori e lavorazione del legno.

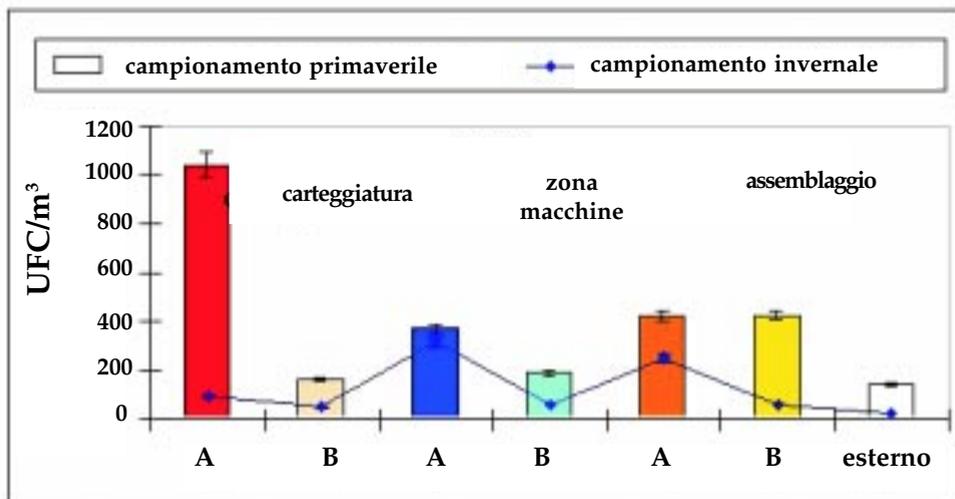


Figura 3.11: Carica batterica psicrofila: confronto tra i valori medi ottenuti nei due campionamenti nella falegnameria F3, (a) con operatori, (b) senza operatori.

Nella falegnameria F3, i valori di carica psicrofila registrati in inverno sono nettamente inferiori a quelli rilevati in primavera, in particolar modo nel reparto carteggiatura, (campionamento primaverile = 1040 UFC/m³, campionamento invernale = 95 UFC/m³) (Figura 3.11).

3.3.1.3 Carica fungina

I valori di cariche fungine sono riportati in Figura 3.12. Il t di Student ($p \leq 0,05$) evidenzia nel 37% dei confronti, una concentrazione fungina esterna significativamente inferiore alla concentrazione all'interno dei reparti durante le lavorazioni. I confronti tra l'esterno e i reparti prima dell'inizio del normale turno lavorativo mostrano differenze significative solo nel 7% dei casi. Nel 41% dei casi la concentrazione fungina interna è significativamente maggiore durante la lavorazione del legno rispetto alla situazione analizzata prima dell'inizio del lavoro ($p \leq 0,05$) (Figure 3.13, 3.14, 3.15).

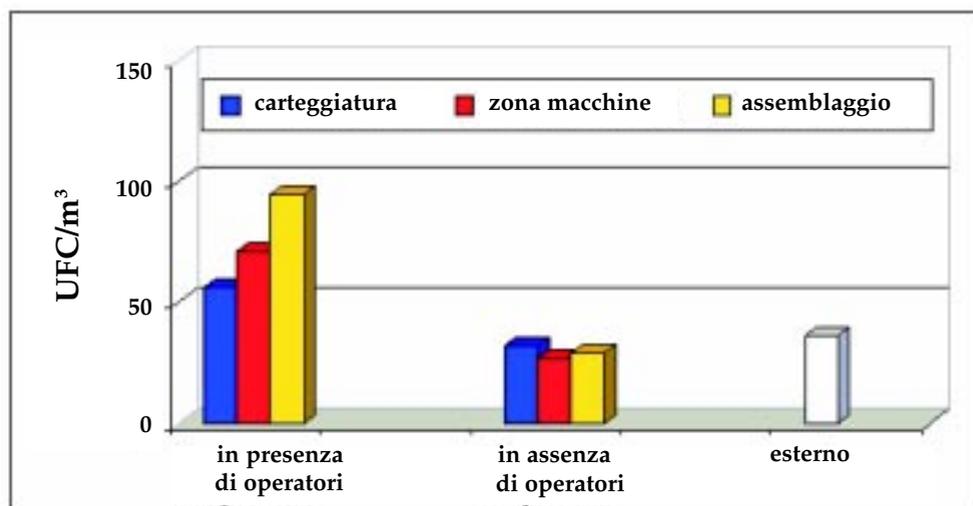


Figura 3.12: Carica fungina: valori medi registrati nelle 7 falegnamerie.

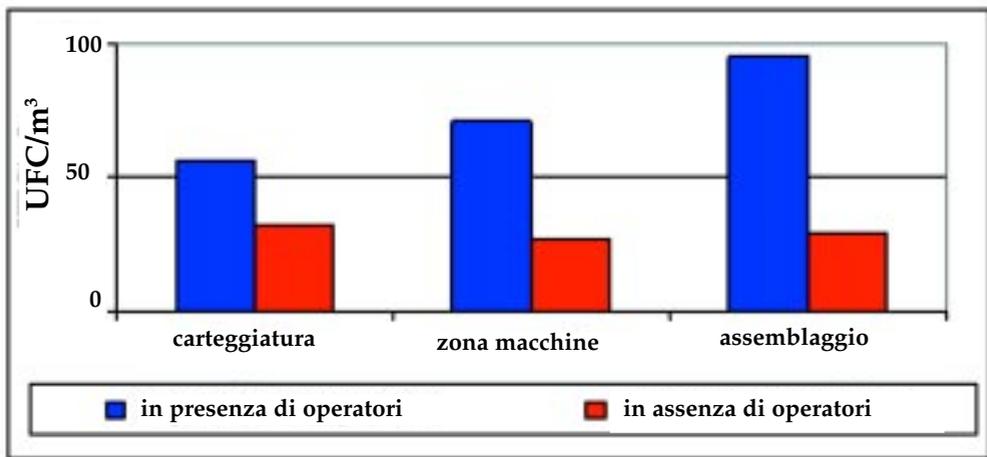


Figura 3.13: Confronto tra i valori medi di carica micetica riscontrate prima e dopo l'inizio delle lavorazioni del legno.



Figura 3.14: Differenze di crescita fungina in presenza (a) e in assenza (b) di operatori e lavorazione del legno.

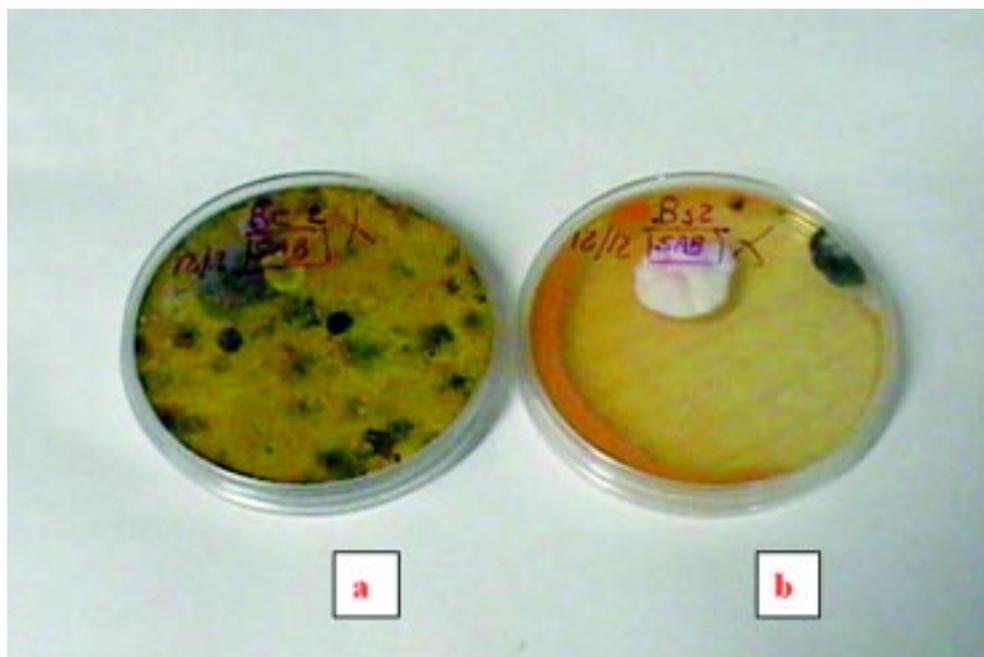


Figura 3.15: Differenze di crescita fungina in presenza (a) e in assenza (b) di operatori e lavorazione del legno.

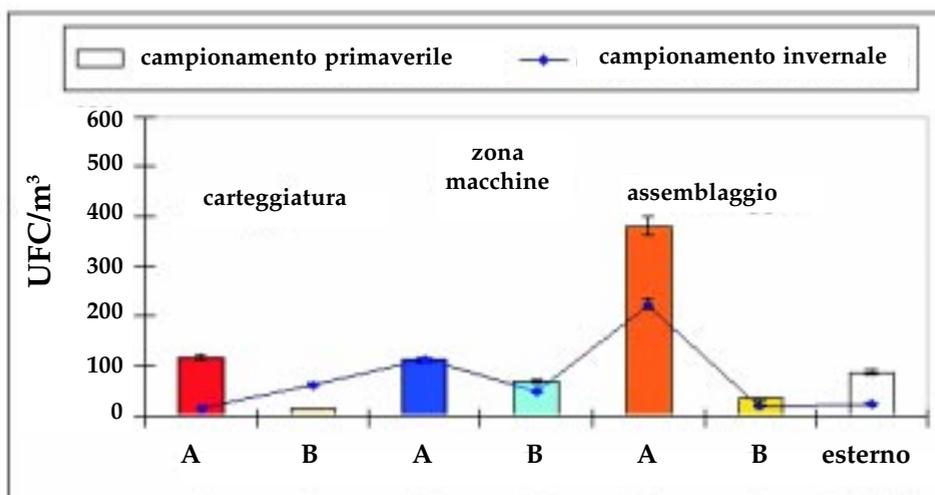


Figura 3.16: Valori medi di cariche fungine relative alla falegnameria F3: confronto tra campionamento primaverile e invernale, (a) con operatori (b) senza operatori.

Nella falegnameria F3, i valori di carica fungina, in presenza di lavorazioni del legno, monitorati in inverno sono più bassi di quelli primaverili solo nei reparti assemblaggio e carteggiatura (Figura 3.16).

3.3.1.4 Indici di valutazione microbiologica (IGCM/m³, ICM/m³, IA/m³)

Anche l'applicazione del calcolo dell'IGCM/m³ (Figura 3.17) ai valori di carica microbica riscontrata nel 3 reparti analizzati (zona macchine, carteggiatura, assemblaggio), conferma l'incremento della contaminazione microbiologica durante la lavorazione del legno.

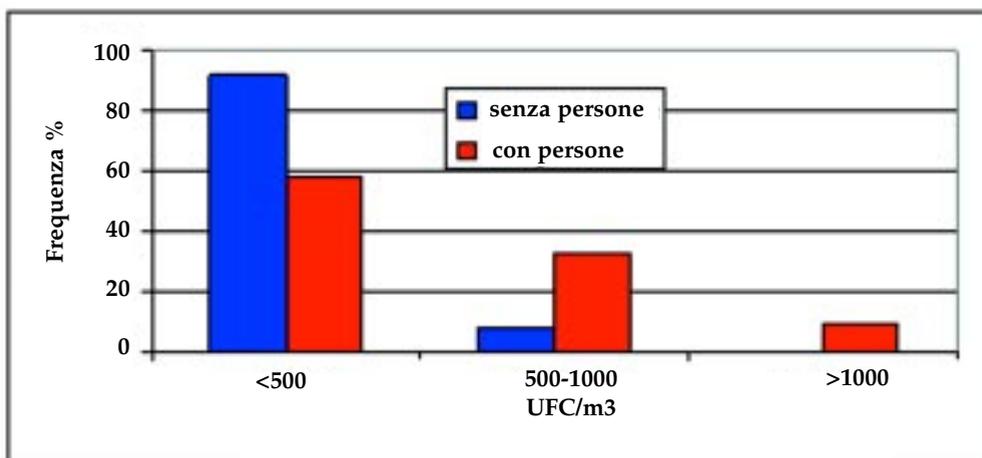


Figura 3.17: Frequenza percentuale dei valori di IGCM/m³, calcolati in base ai risultati ottenuti in assenza e in presenza di lavoratori e di lavorazione del legno.

Il 92% dei reparti monitorati in assenza di persone e di lavorazioni, presenta infatti valori di IGCM/m³ inferiori a 500 UFC/m³, mentre, durante le normali lavorazioni del legno, quasi la metà (43%) dei reparti analizzati mostra valori di IGCM/m³ superiori a 500 UFC/m³, e il 9% presenta valori di contaminazione superiore a 1000 UFC/m³.

Secondo quanto proposto da Dacarro e collaboratori, il superamento del valore soglia di 1000 UFC/m³ per l'IGCM/m³, non comporterebbe automaticamente una situazione di pericolo per la salute dei lavoratori, ma renderebbe necessario un esame maggiormente approfondito tramite il calcolo degli indici ICM e IA.

L'indice di Contaminazione da batteri mesofili (ICM/m³), rappresenta un indice della contaminazione antropica e mette in evidenza nelle due popolazioni batteriche la quota di batteri mesofili obbligati.

L'indice di amplificazione (IA/m^3) calcolato sulla base di IGCM determinati all'interno e all'esterno dell'edificio, permette di rilevare eventuali proliferazioni microbiche all'interno degli opifici. Il valore soglia per gli indici ICM e IA è pari a 3.

In assenza di persone e di lavorazioni del legno i valori di $IA/m^3 < 3$ sono calcolabili nel 96% dei casi, mentre con l'inizio delle lavorazioni del legno solo nel 56% dei casi l'indice IA è inferiore a 3 (Figura 3.18).

Nel 44% dei casi quindi, all'interno delle falegnamerie, durante le lavorazioni del legno è presente un inquinamento microbico superiore di almeno 3 volte rispetto all'inquinamento presente all'esterno delle falegnamerie.

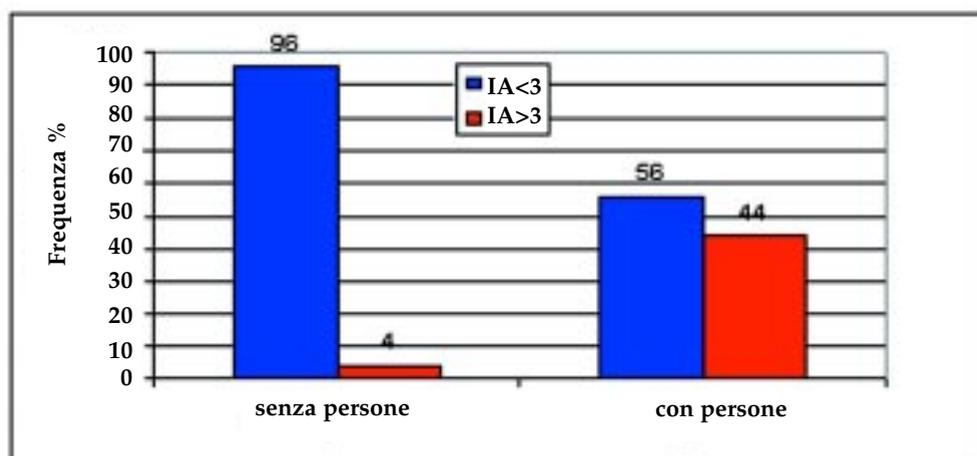


Figura 3.18: Frequenza percentuale dei valori di IA/m^3 , calcolati in base ai risultati ottenuti in assenza e in presenza di lavoratori e di lavorazione del legno.

3.3.2 Campionamenti passivi.

Prima dell'inizio delle lavorazioni, nella maggior parte dei siti monitorati, l'indice IMA relativo alla carica microbica totale interna, assume valori inferiori o di poco superiori al limite considerato (Indice IMA=50). Durante le lavorazioni in tutte le falegnamerie controllate sono stati registrati valori dell'indice IMA nettamente superiori a 50 (Figura 3.19). In assenza di operatori l'indice IMA riferito alla contaminazione fungina totale risulta essere inferiore al limite di 50, mentre in presenza delle lavorazioni del legno tale indice è sempre prossimo o superiore al valore massimo (Figura 3.20).

In particolare nei reparti carteggiatura e assemblaggio il valore dell'indice IMA quasi raddoppia durante il normale ciclo lavorativo.

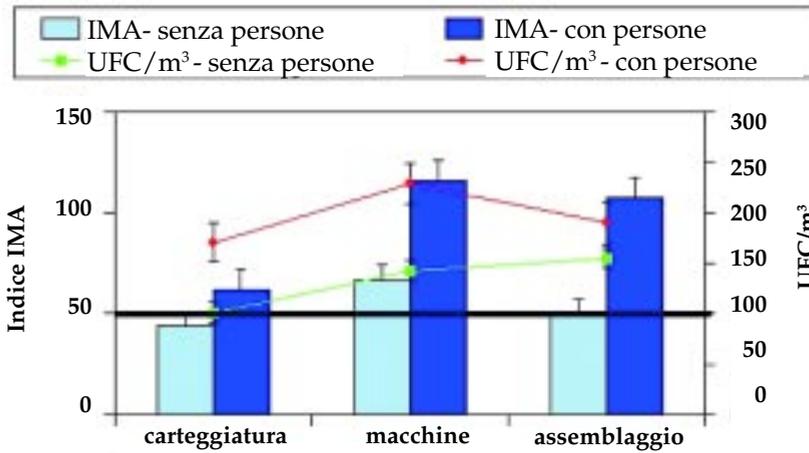


Figura 3.19: Confronto tra dati cariche microbiche totali ottenute con campionamenti attivi e passivi, (Guerrera & Pitzurra, 2005).

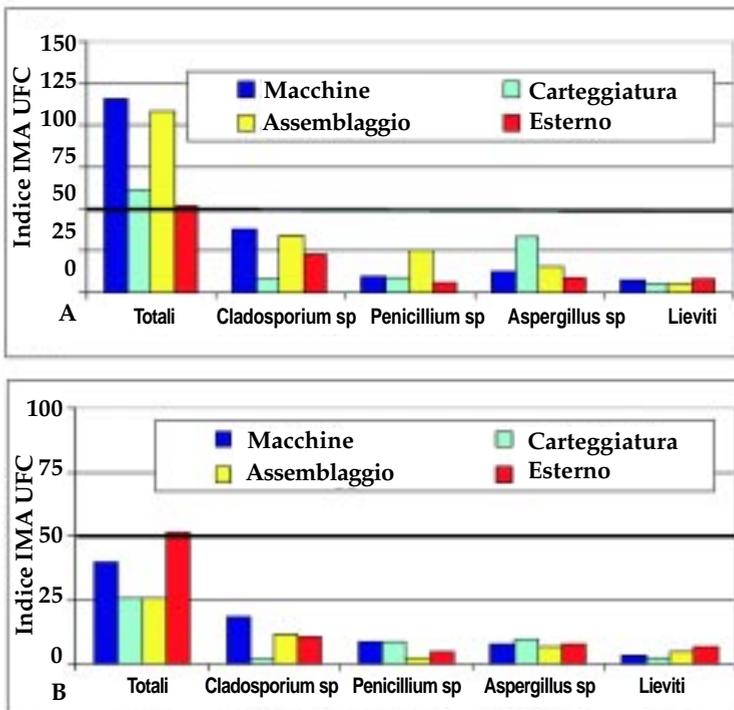


Figura 3.20: Valori dell'indice IMA nei diversi siti campionati in presenza (a) e in assenza di operatori (b), (Guerrera & Pitzurra, 2005).

3.3.3 Identificazione specie fungine

Le specie fungine identificate dai campioni ottenuti con campionamenti attivi e passivi sono riportate nella Tabella 3.4.

Tabella 3.4 - Specie fungine identificate nei campioni d'aria ottenuti con campionamenti attivi e passivi.

Specie fungine identificate con	
Campionamenti attivi	Campionamenti passivi
<i>Alternaria sp.</i>	<i>Alternaria sp.</i>
<i>Aspergillus sp.</i>	<i>Aspergillus sp.</i>
<i>Chrisonia sp.</i>	<i>Cladosporium sp.</i>
<i>Chrisosporium sp.</i>	<i>Exophala sp.</i>
<i>Cladosporium sp.</i>	<i>Geothricum sp.</i>
<i>Epicoccum sp.</i>	<i>Gliocladium sp.</i>
<i>Micromucor sp.</i>	<i>Penicillium sp.</i>
<i>Mucor sp.</i>	<i>Rhizopus sp.</i>
<i>Oedocephalum sp.</i>	
<i>Penicillium sp.</i>	
<i>Ulocladium sp.</i>	

La contaminazione fungina è principalmente determinata da specie appartenenti ai generi *Cladosporium*, *Penicillium* (Figura 3.21), *Aspergillus* (Figure 3.22, 3.23, 3.24), e *Alternaria* (Figura 3.25).

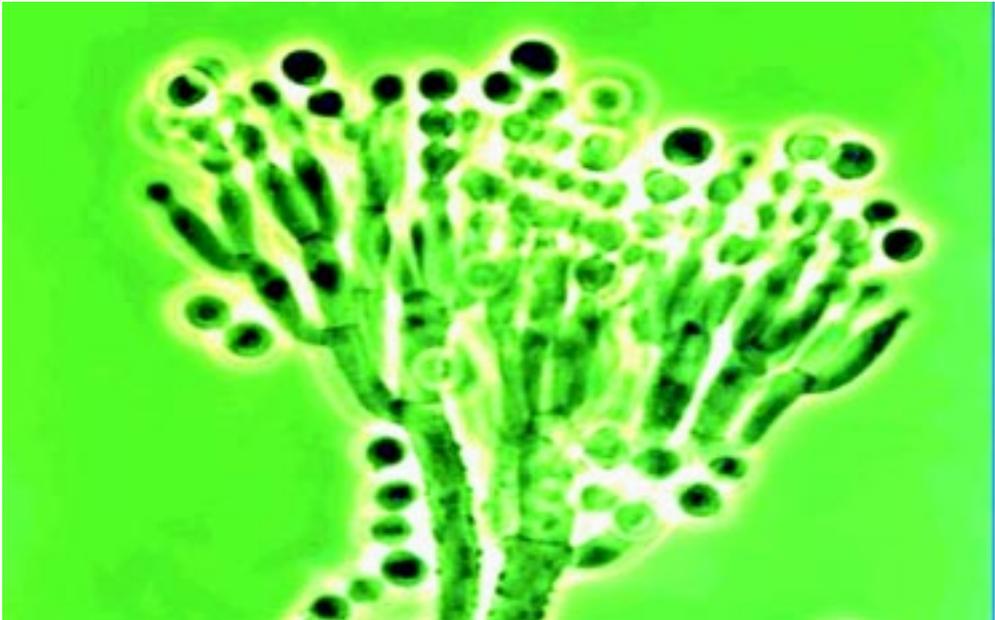


Figura 3.21: Penicillium sp.

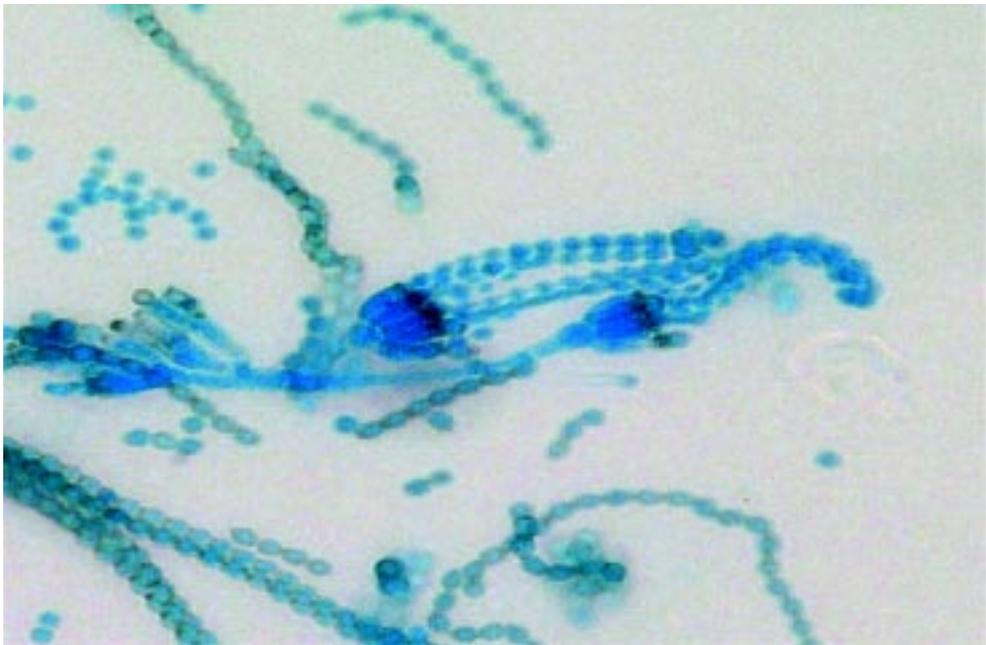


Figura 3.22: Aspergillus sp.

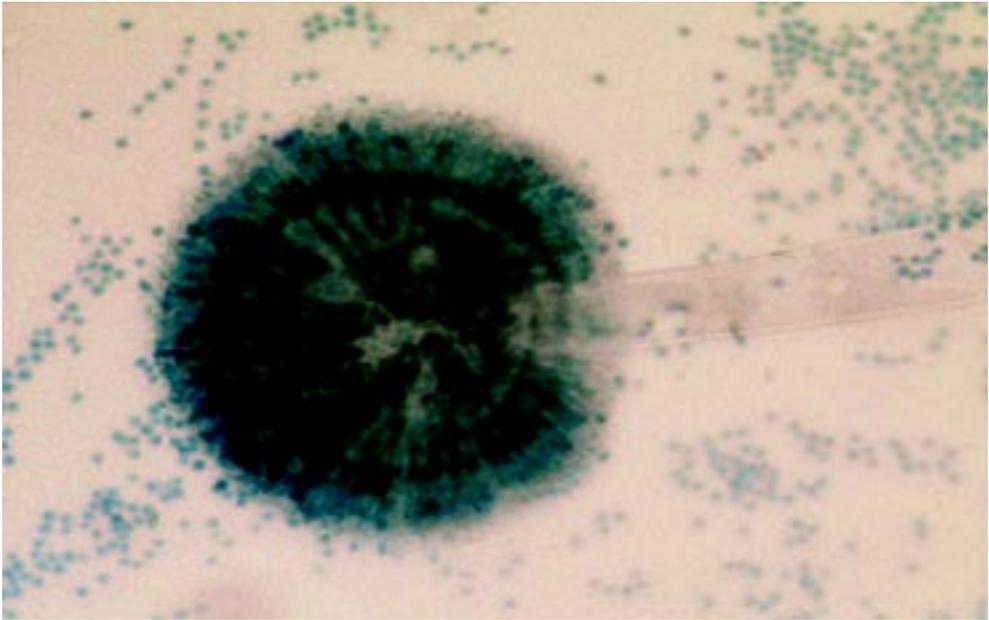


Figura 3.23: Aspergillus niger

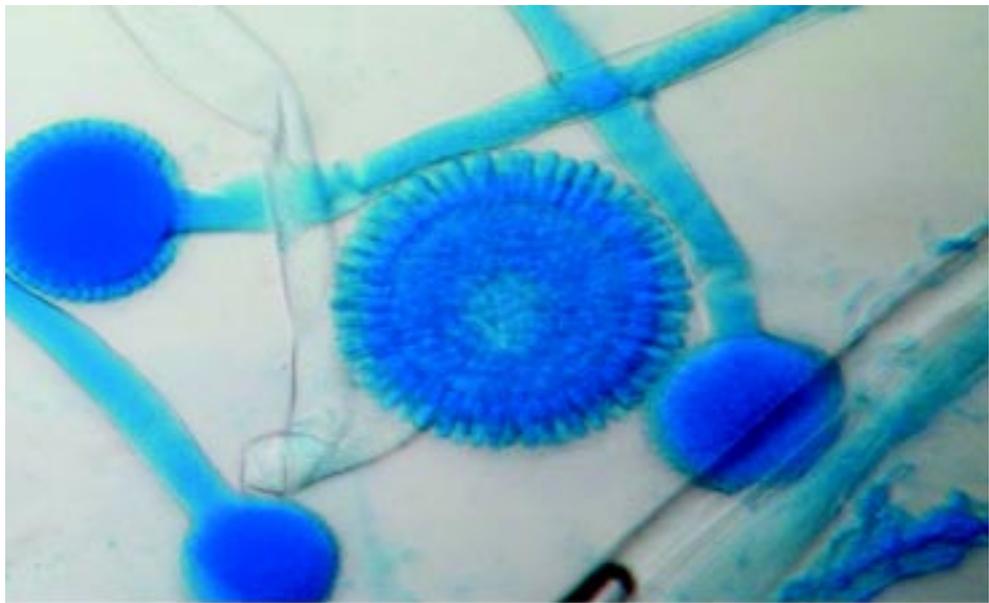


Figura 3.24: Aspergillus niger



Figura 3.25: Alternaria alternata

3.4. Discussione e conclusioni

Le "polveri di legno" e la presenza di spore fungine associate rappresentano un elevato fattore di rischio per i lavoratori del settore legno. In particolare, numerose indagini epidemiologiche documentano alte percentuali di insorgenza di patologie respiratorie in lavoratori del settore, soprattutto in ambienti scarsamente controllati. Le specie microbiche maggiormente implicate nello sviluppo di sintomatologie e/o patologie allergiche sono state individuate in specie fungine appartenenti ai generi *Aspergillus*, *Penicillium* e *Cladosporium*.

La normativa in proposito non ha ancora proposto linee guida per il controllo di tali ambienti lavorativi ne tanto meno ha definito valori soglia di contaminazione microbica dell'aria.

Per gli agenti biologici non esistono, come è ben noto, limiti di esposizione accettati dalla Comunità Scientifica Internazionale, utilizzabili come valori soglia. La mancanza di valori limite non è dovuta all'impossibilità di applicare agli agenti biologici gli stessi criteri introdotti per la valutazione del rischio chimico, ma alla scarsità delle informazioni disponibili sulla infettività dell'elevato numero di microrganismi con cui si può venire in contatto negli ambienti di lavoro e di vita.

Per molti microrganismi la dose infettante minima è stimabile intorno all'unità; è sufficiente pertanto entrare a contatto con un solo microrganismo per contrarre infezione e malattia. Non tutti i microrganismi, tuttavia sono dotati di infettività (capacità di aggredire l'ospite), patogenicità (capacità di produrre malattie), trasmissibilità (capacità di diffondersi) e neutralizzabilità (possibilità di essere combattuti con vaccini esistenti) tali da costituire una fonte di pericolo elevato. In virtù di queste considerazioni, e vista le difficoltà inerenti ai monitoraggi biologici, la misura della contaminazione ambientale è un elemento importante per la valutazione dell'esistenza del rischio e per l'identificazione delle sorgenti di diffusione.

A livello europeo all'inizio degli anni 90, la Commissione delle Comunità Europee (European Collaborative Action, 1993) ha proposto fasce orientative che collegano valori di carica batterica e fungina alla gravità dell'inquinamento ambientale. Tuttavia tali valori sono stati ottenuti tramite monitoraggi effettuati in case e in ambienti lavorativi non industriali, di conseguenza non possono essere estrapolati ad un settore produttivo quale quello delle falegnamerie. Il rapporto elaborato dalla Commissione delle Comunità Europee, fornisce tuttavia un importante elemento di valutazione della qualità dell'aria, consigliando di confrontare la situazione microbiologica esterna con quella interna, al fine di individuare situazioni di potenziale pericolo. La necessità di confrontare la situazione esterna con quella interna viene anche ribadita dagli indici di valutazione microbiologica proposti da Dacarro e i suoi collaboratori per gli ambienti indoor. In questi indici è presente infatti l'indice di amplificazione che consente di valutare in modo più approfondito la situazione microbiologica interna confrontandola con l'inquinamento microbiologico esterno.

Oltre alla mancanza di valori soglia, nel campo del monitoraggio microbiologico ambientale, manca una metodologia standardizzata, utile sia alla valutazione dei livelli di contaminazione microbica che alla definizione dell'efficacia di interventi di sanificazione applicati. Proprio per questo motivo abbiamo voluto confrontare i dati microbiologici ottenuti con campionamenti attivi e passivi. Entrambe le metodologie evidenziano come, all'interno delle falegnamerie, la lavorazione del legno produca un significativo aumento dell'inquinamento fungino e batterico.

In un elevato numero di casi, infatti le cariche batteriche e fungine ottenute con campionamento attivo all'interno degli opifici durante le normali operazioni di lavoro, sono significativamente maggiori rispetto a quelle riscontrabili all'esterno. Questa situazione è stata osservata anche con i campionamenti passivi: il valore soglia IMA (50) non viene mai superato all'esterno, mentre viene superato in tutti i reparti monitorati nel corso delle normali lavorazioni del legno.

Le cariche batteriche e fungine, ottenute con campionamenti attivi durante le lavorazioni del legno, nella maggior parte dei casi, sono inoltre significativamente maggiori alle cariche riscontrabili in assenza delle lavorazioni all'interno dei vari reparti. Il valore soglia dell'indice IMA relativo alla carica microbica totale, in assenza di lavorazioni, viene superato solo nel reparto macchine, mentre in presenza di lavorazioni viene superato nell'80% dei casi.

L'inizio delle lavorazioni produce pertanto un evidente aumento dell'inquinamento microbiologico. Le metodologie applicate, anche se con grandezze diverse dei valori assoluti, hanno fornito risultati comparabili; si tratta quindi di due metodi in grado di fornire un'attendibile descrizione dell'inquinamento microbiologico dell'aria, evidenziando situazioni di rischio.

La diversa entità della carica microbica monitorata, in primavera e in inverno nella stessa falegnameria, suggerisce inoltre la necessità di effettuare controlli periodici dell'inquinamento microbico, al fine di aver un quadro maggiormente chiaro della situazione e di evidenziare eventuali valori superiori alla norma.

Entrambi i metodi hanno permesso l'identificazione di specie fungine appartenenti a generi potenzialmente patogeni e allergenici *Alternaria* (Sanchez & Bush, 2002; Krouse *et al.*, 2004; Wincks *et al.*, 2004, Lugauskas *et al.*, 2004) quali *Aspergillus*, *Penicillium* e *Cladosporium*. La metodologia attiva ha consentito di identificare un numero maggiore di specie fungine. *Aspergillus*, è il secondo genere maggiormente rappresentato nei campioni. Alcune specie di *Aspergillus* (ad es. *Aspergillus fumigatus*, *A. flavus*, *A. parasiticus*, *A. versicolor*, *A. nidulans*, *A. rugulosus*, *A. unguis*, *A. ochraceus*), oltre ad avere effetto allergenico, possono produrre micosi opportunistiche (Rimek & Kappe, 2002; Pfaller & Dickema, 2004), infezioni sistemiche e micotossicosi (Reijula & Tuomi, 2003). L'esposizione alle micotossine può avvenire per via enterica, inalazione, o contatto diretto con la pelle e le mucose. In particolare, l'aflatossina prodotta dal genere *Aspergillus* può provocare, in conseguenza delle interazioni tra ospite, fungo e ambiente, tumori polmonari (Xie, 1990, Pepeljnjak *et al.*, 2004) ed epatici (Yang & Johanning, 1996; Lopez *et al.*, 2002; Wogan *et al.*, 2004). L'aflatossina B1 (AFB1), principale micotossina prodotta da questo genere, è infatti un potente epatocancerogeno.

Un'altra micotossina, la sterigmatocistina prodotta da *A.versicolor*, oltre a produrre tumori polmonari, può interagire con l'azione di *Helicobacter pylori*, un batterio responsabile di vari tipi di disturbi gastrici, inducendo carcinomi gastrici (Ma *et al.*, 2002; Misumi, 2004).

I risultati del nostro studio di settore, evidenziano pertanto un aumento significativo dell'inquinamento microbico legato alla lavorazione del legno. La potenziale pericolosità dei miceti identificati consiglia di effettuare, negli opifi-

ci maggiormente a rischio, monitoraggi periodici, sia dell'inquinamento ambientale che delle sintomatologie allergiche degli operatori. Visto che la maggior parte degli agenti microbiologici possono essere veicolati dalle polveri di legno, è importante inoltre provvedere all'abbattimento di quest'ultime.

3.5. Ringraziamenti

Si ringrazia la Dr. Lucia Pitzurra del Dipartimento di Medicina Sperimentale e Scienze Biochimiche, sezione di Microbiologia dell'Università degli Studi di Perugia per la collaborazione e i dati relativi ai campionamenti passivi.

3.6 Bibliografia

- ABDEL HAMEED A.A., KHODER M.I., FARAG S.A.: *Organic dust and gaseous contaminants at wood working shops*. J.ENVIRON.MONIT, 2000, (2):173-176.
- AHMAN A., HOLMSTROM M.: *Nasal histamine reactivity in woodwork teachers*. RHINOLOGY, 2000; (38/3):114-119.
- AMEILLE J., PAULI G., CALASTRENG-CRINQUAND A., VERVLOET D., IWATSUBO Y., POPIN E., BAYEUX-DUNGLAS M.C., KOPFERSCHMITT-KLUBER A.: *Reported incidence of occupational asthma in France, 1996-99: the ONAP programme*. OCCUP.ENVIRON MED, 2003, 60:136-141.
- ATHAVALA P.N., SHUM KW, GASSON P., GAWKRODGER D.J.: *Occupational hand dermatitis in a wood turner due to rosewood (Dalbergia latifolia)*. CONTACT DERMATITIS, 2003, 48(6):345-346.
- BRUNETTI M., FENOGLIETTO M., CASTROGIOVANNI G., CAROLI D., FONTANA M.: *Indagini microbiologiche indoor: valutazione sulle metodologie di prelievo e di analisi dei dati*, 2002, ATTI DEL 8° CONVEGNO AIDII, Corvara: 119-123.
- CORREALE C.E., MARKS J.G. JR.: *Contact dermatitis in a woodworker*. AM. J. CONTACT DERMAT. 2002, 13 (1): 42-44.
- DACARRO C., GRIGNANI E., LODOLA L., GRISOLI P., COTTICA B.: *Proposta di indici microbiologici per la valutazione della qualità dell'aria degli edifici*. G.ITAL. MED.LAV.ERG, 2000, 22 (3): 229-235.
- DOUWES J., THORNE P., PEARCE N., HEEDERIK D.: *Bioaerosol health effects and exposure assessment: progress and prospects*. ANN. OCCUP. HYG, 2003, 47(3): 187-200.
- ESTLANDER T., JOLANKI R., ALANKO K., KANERVA L.: *Occupational allergic contact dermatitis caused by wood dust*. CONTACT DERMATITIS 2001, 44(4): 213-217.

- EUROPEAN COLLABORATIVE ACTION: *Indoor air quality and its impact on man: Biological particles in indoor environments*. REPORT N°12, 1993.
- GUANCHE A.D., PRAYER S.: *Generalized eczematous contact dermatitis from cocobolo wood*. AM.J.CONTACT DERMAT. 2003, 14 (2): 90-92.
- GUERRERA E., FRUSTERI L., GIOVINAZZO R., MARIANI M., PITZURRA L.: *Il rischio biologico nel settore delle falegnamerie in Umbria: risultati preliminari*. ATTI DEL 4° SEMINARIO CONTARP, 2004: 355-362.
- GUERRERA E. PITZURRA L.: *Le falegnamerie in Umbria: confronto tra metodologie di campionamento microbico dell'aria*. ATTI DEL 4° SEMINARIO CONTARP, 2005, (in stampa).
- HAURY C. *Indoor Environmental Quality Exposure Limits*. American Society for microbiology meeting. ABSTRACT BOOK. 1998, Atlanta.
- KARJALAINEN A., MARTIKAINEN R., KLAUKKA T., SAARINEN K., UITTI J.: *Risk of asthma among finnish patients with occupational rhinitis*. CHEST, 2003, 123: 283-288.
- KROUSE J.H., SHAH AG., KERSWILL K.: *Skin testing in predicting response to nasal provocation with Alternaria*. LARYNGOSCOPE. 2004, 114(8): 1389-1393.
- LOPEZ C., RAMOS L., BULACIO L., RAMADAN S., RODRIGUEZ F.: *Aflatoxin B1 content in patients with hepatic diseases*. MEDICINA (B.Aires). 2002, 62 (4): 313-316.
- LUGAUSKAS A., KRISTAPONIS A., SVEISTYTE L.: *Airborne fungi in industrial environment-potential agents of respiratory diseases*. ANN.AGRIC.ENVIRON.MED. 2004, 11(1): 19-25.
- MA F., ZHAO W., KUDO M., AOKI K., MISURI J.: *Inhibition of vaculation toxin activity of Helicobacter pylori by iodine, nitrite and potentiation by sodium chloride, sterigmatocystin and fluoride*. TOXICOL IN VITRO. 2002, 16 (5): 531-7.
- MALLOCH D.W.: *Moulds, their isolation, cultivation and identification*. Toronto, University of Toronto Press. 1981.
- MANDRYK J., ALWIS K.U., HOCKING A.D.: *Effects of personal exposures on pulmonary function and wood related symptoms among sawmill workers*. ANN.OCCUP. HYG. 2000, 44(4): 281-289.
- MARONI M.: *Salute e qualità dell'aria negli edifici*. Masson. 1998, Milano.
- MILANOWSKI J., GORA A., SKORSKA C., KRYSINSKA-TRACZYK E., MACKIEWICZ B., SITKOWSKA J., CHOLEWA G., DUTKIEWICZ J.: *Work-related symptoms among furniture factory workers in Lublin region (Eastern Poland)*, ANN.AGRIC. ENVIRON.MED 2002, 9: 99-103.
- MISUMI J.: *The mechanism of gastric cancer development produced by combination of Helicobacter pylori with sterigmatocystin, a mycotoxin*. NIPPON RINSHO. 2004, 62(7): 1377-1386.

- MONTACUTELLI R., MAGGI O., TARSITANI G., GABRIELLI N.: *Aerobiological monitoring of the "Sistine Chapel": airborne bacteria and microfungi trends*. AGROBIOLOGIA, 2000, 16(3-4): 441-448.
- NATIONAL TOXICOLOGY PROGRAM: *Wood dust*. REP. CARGINOG. 2002; 10: 260-263.
- PASQUARELLA C., PIZZURRA O., SAVINO A.: *The index of microbial air contamination*. J. HOSP. INF. 2000, 46: 241-256.
- PEPELJNJK S., SLOBODNJAK Z., SEGVIC M., PERAICA M., PAVLOVIC M.: *The ability of fungal isolate from human lung aspergilloma of produce mycotoxins*. HUM. EXP. TOXICOL. 2004, 23 (1): 15-19.
- PFALLER MA., DICKEMA DJ.: *Rare and emerging opportunistic fungal pathogens: concern resistance beyond Candida albicans and Aspergillus fumigatus*. J. CLIN. MICROBIOL. 2004; 42 (10): 4419-4431.
- QUIRCE S., PARRA A., ANTON E., FERNANDEZ-NIETO M., JEREZ J., SARSTRE J.: *Occupational asthma caused by tali and jojoba wood dusts*. J. ALLERGY CLIN. IMMUNOL. 2004, 113 (2): 361-363.
- REIJULA K., TUOMI T.: *Mycotoxins of Aspergilli: exposure and health effects*. FRONT. BIOSCI, 2003; 8: s 232-235.
- REPONEN T., LIN X WILLEKE K.: *New method for long-term sampling of airborne bacteria and fungi, Indoor Air*, PROCEEDINGS OF THE 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDOOR AIR QUALITY AND CLIMATE, 1999, Edimburgh, Scotland , (4): 880-885.
- RICCIARDI L., FEDELE R., SAIITA S., TIGANO V., MAZZEO L., FOGLIANI O., ISOLA S.: *Occupational asthma due to exposure to iroko wood dust*. ANN. ALLERGY ASTHMA IMMUNOL. 2003, 91 (4): 393-397.
- RIMEK D., KAPPE R.: *Invasive aspergillosis: results of an 8-year study*. MYCOSES. 2002, 45 (3): 18-21.
- RIPPON J.W.: *Medical mycobiology: the pathogenic fungi and the pathogenic actinomycetes*, Philadelphia, Saunders ed., 1988.
- YANG C., JOHANNING E.: *Airborne fungi and mycotoxins*. In: MANUAL OF ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY. Washington D.C., Hurst C. ed., 1996.
- SAARY MJ., HOUSE RA., HOLNESS DL. *Dermatitis in a particleboard manufacturing facility*. CONTACT DERMATITIS. 2001, 44 (6): 325-330.
- SANCHEZ H., BUSH R.K.: *A review of Alternaria alternata sensitivity*. REV. IBEROAM.MICOL. 2002, 18 (2): 56-59.
- SCHLUNSSSEN V., SCHAUMBURG I., TAUDORF E., MIKKELSEN A.B. SIGSGAARD T.:

- Respiratory symptoms and lung function among Danish woodworkers.* J.OCCUP.ENVIRON.MED. 2002, 44(1): 82-98.
- SCHLUNSEN V., SCHAUMBURG I., HEEDERIK D., TAUDORF E., SIGSGAARD T.: *Indices of asthma among atopic and non-atopic woodworkers.* ENVIRON.MED. 2004a, 61 (6): 504-511.
- SCHLUNSEN V., SKOVSTED TA., SCHAUMBURG I., SKOV P.S., SIGSGAARD T.: *Wood dust sensitization among Danish woodworkers.* AM. J. IND. MED. 2004b, 46 (4): 408.
- SWINSCOW M.J.: *Statistics at Square One.* Southhampton, BMJ Publishing Group Ltd., 1997.
- TALINI D., MONTEVERDI A., BENVENUTI A., PETROZZINO M., DI PEDE F., LEMNI M., CARLETTI A., MACCHIONI P., SERRETTI N., VIEGI G., PAGGIARO P.: *Asthma-like symptoms, atopy and bronchial responsiveness in furniture workers.* OCCUP. ENVIRON.MED. 1998, 55(11): 786-91.
- WILKINS K., LARSEN K., SIMKUS M.: *Volatile metabolites from indoor molds grown on media content wood constituents.* ENVIRON.SCI.POLLUT.RES.INT. 2003, 10 (4): 2006-2008.
- WINCK J.C., DELGADO L., MURTA R., VANZALLER M., MARQUES J.A.: *Corkworkers' occupational asthma: lack of association with allergic sensitization to fungi of the work environment.* INT.ARCH.OCCUP.ENVIRON.HEALTH. 2004, 77 (4): 296-300.
- WOGAN G.N., HECHT S.S., FELTON J.S., CONNERY A.H., LOEB L.A. *Environmental and carcinogenesis.* SEMIN. CANCER BIOL. 2004, 14(6): 473-86.
- WURST G., FRIEDL H., HAAS D., KOCK M., PINCHLER-SEMMELOCK F., REINT A., SCHLANCHER R., MARTH E.: *A comparison between Andersen (ACFM) and Reuter Centrifugal Sampler (RCS plus) for indoor sampling of airborne molds.* AEROBIOLOGIA. 2003, 19(2): 125-128.
- XIE T.X., *Sterigmatocystin induced adenocarcinoma of the lung and atypical hyperplasia of glandular stomach in mice.* ZHONGHUA ZHONG LIU ZA ZHI . 1990 12(1): 21-23.

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).

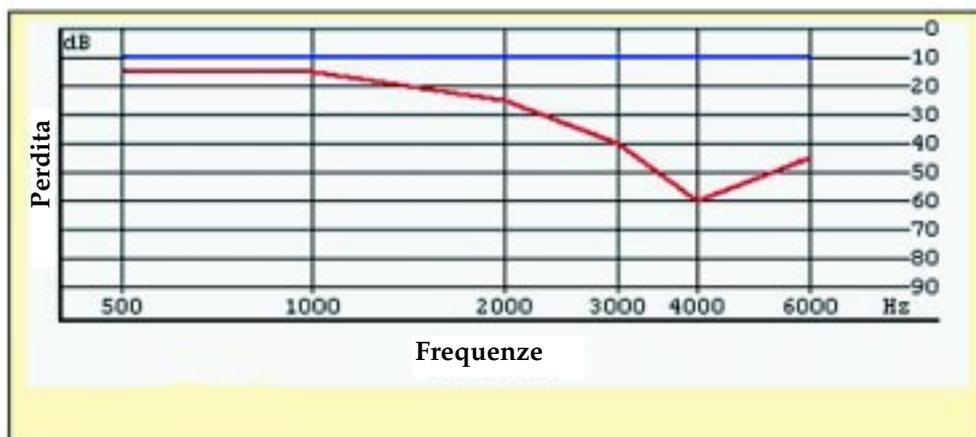


Figura 4.1: Audiogrammi a confronto

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).

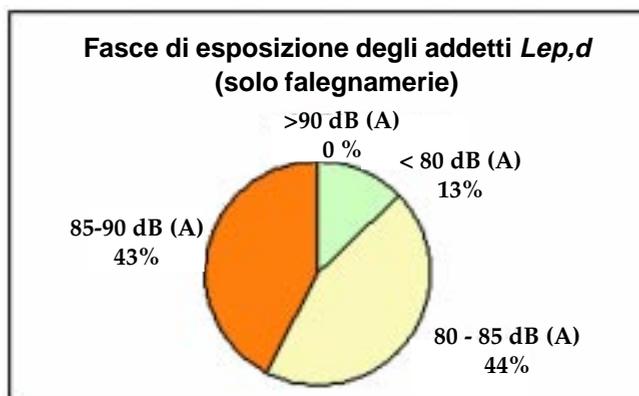
Nella **produzione di parquet**, gli addetti generalmente occupano postazioni di lavoro fisse. Dalla Tabella 4.6, vediamo che sono molteplici le mansioni soggette a livelli di rumorosità molto elevati, in particolare, si registra un Lep,d , prossimo a 90 dB(A), per gli addetti che effettuano il controllo 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).

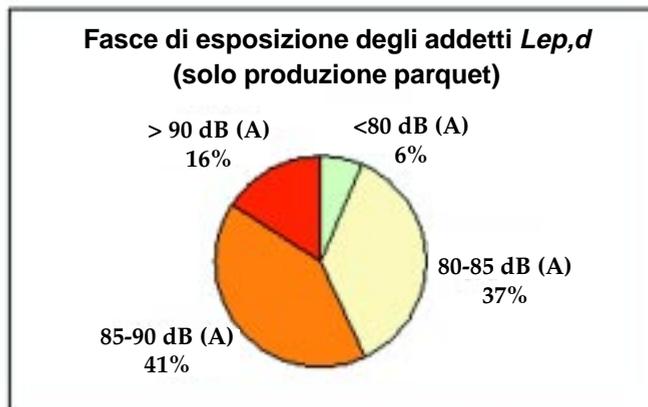


Figura 4.3: Distribuzione del Lep,d degli operatori settore produzione parquet

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).

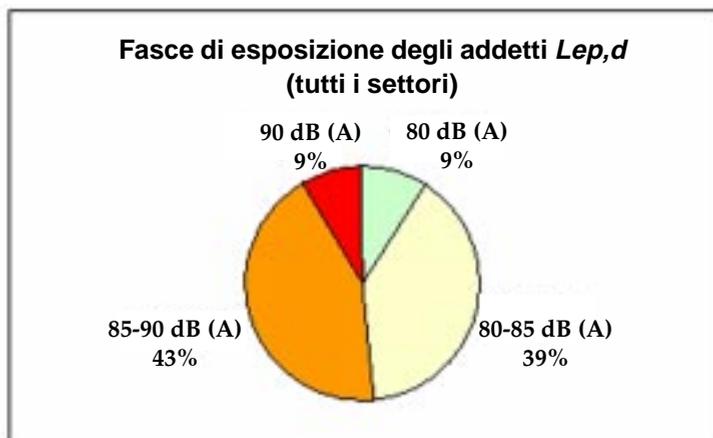


Figura 4.4: Distribuzione del Lep,d degli operatori di tutti i settori

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 "SNRcorretto" 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]
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	Avvitatore a batteria		0,8 1,5	1,2
2	Avvitatore 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	
DISLOCAZIONE VERTICALE DEL PESO FRA INIZIO E FINE DEL SOLLEVAMENTO										
DISLOCAZIONE (CM)	25	30	40	50	70	100	170	>175	0,88	
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	
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	
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	
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