



*Direzione Regionale Umbria*

## **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](mailto: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 <sup>3</sup> , ICM/m <sup>3</sup> , IA/m <sup>3</sup> )	» 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.*

<b>Tipologia di attività</b>	<b>Settore Industria</b>	<b>Settore Artigianato</b>
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
<b>Essenze legni dolci</b>	
<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.

<b>Polvere di legno (fraz inalabile)</b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>
TLV/TWA D.Lgs. 66/2000	5
TLV/TWA <sub>ACGIH2004</sub> avviso proposta di modifica (Polvere di legno non cancerogena e non allergenica)	1
TLV/TWA <sub>ACGIH 2004</sub> avviso proposta di modifica (Polvere di legni duri con notazione A1 o A2)	–
TLV/TWA <sub>ACGIH 2004</sub> 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  $\mu\text{m}$ , 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***

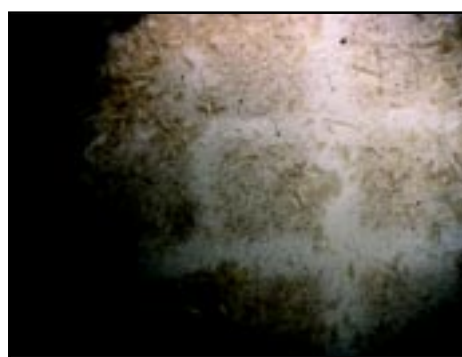
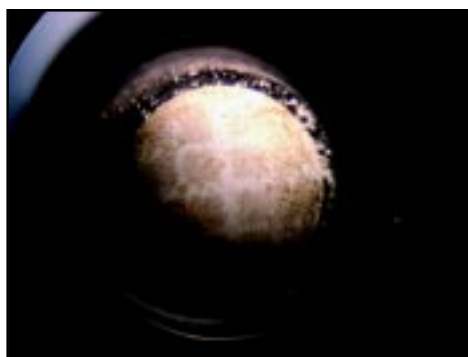
La quantificazione delle polveri di legno è stata effettuata per via gravimetrica in accordo con il metodo OSHA-CSI (OSHA, 2001). Le membrane sono state sottoposte a condizionamento scaldandole nella stufa per 2 ore a 50°C e lasciandole raffreddare in essiccatore per 30 minuti. Prima di eseguire la pesata 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".



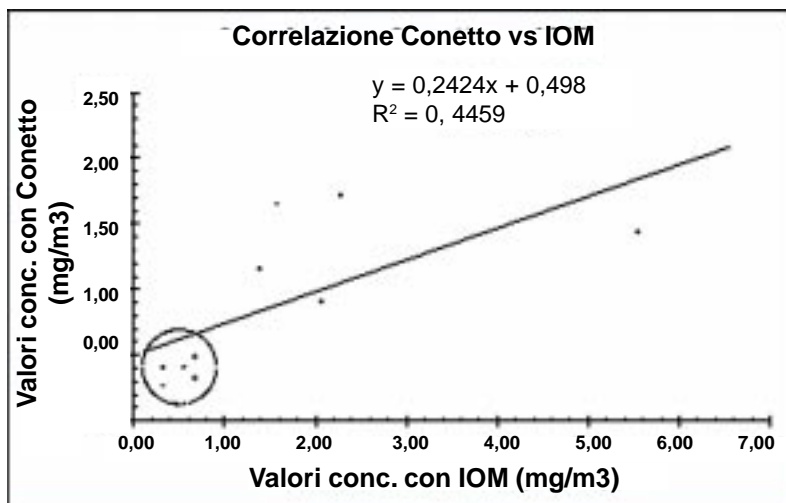
*Figura 2.5: Immagini allo stereomicroscopio dell'insieme cestello-membrana di un campionatore IOM. È chiaramente visibile la polvere di legno depositata.*

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.*

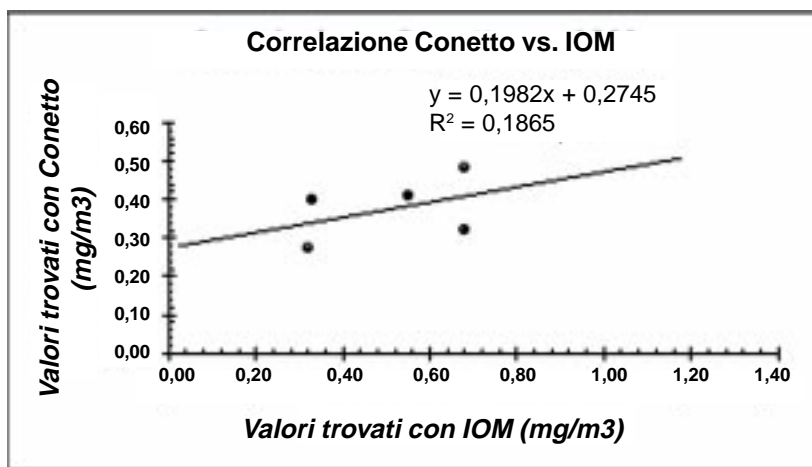
Di seguito, nella Figura 2.7 è mostrata la migliore retta di regressione per la correlazione di tutti i dati disponibili per campionamenti effettuati in doppio (IOM - Conetto).



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



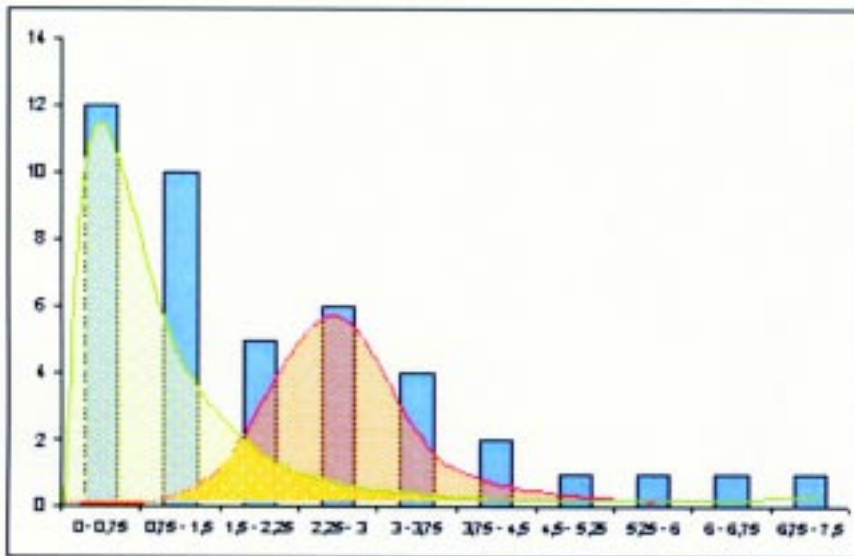
In Figura 2.8, è mostrata la migliore retta di regressione ristretta al cluster di dati a bassa concentrazione. In realtà non sembrano emergere correlazioni particolarmente significative né considerando il totale dei dati a disposizione né restringendo l'analisi ai dati di bassa concentrazione.



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

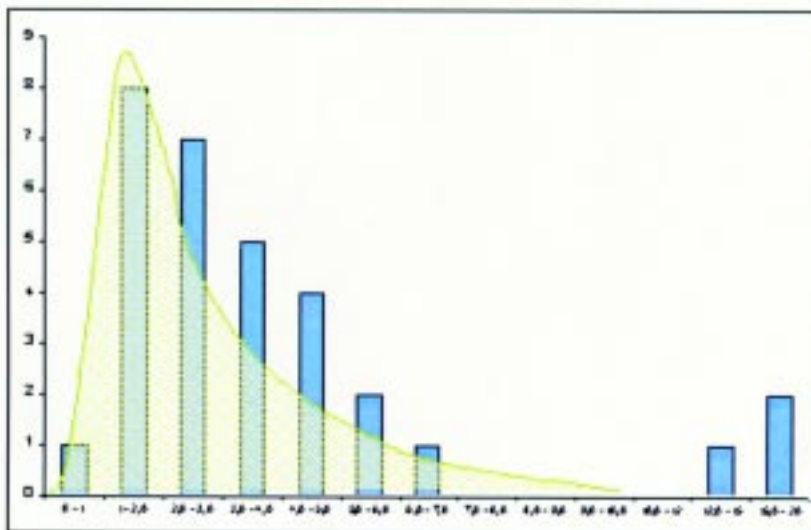
## 2.5 Risultati delle rilevazioni e loro discussione

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.

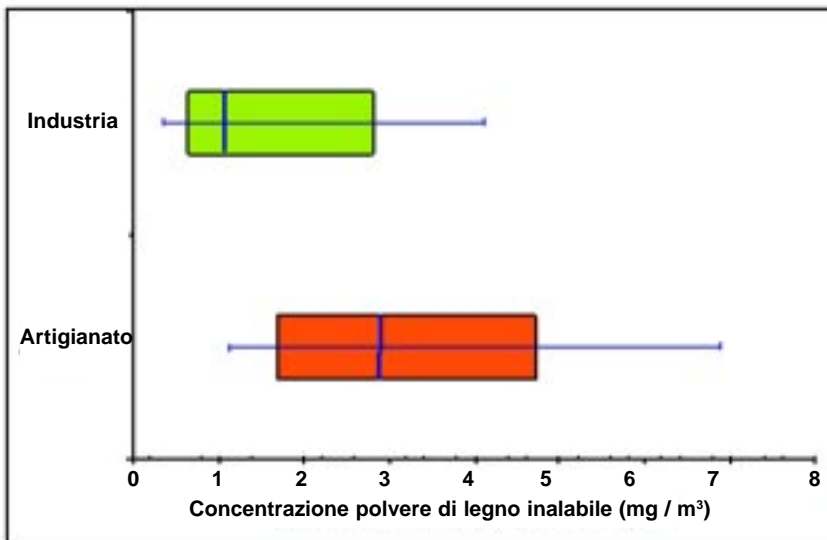
<b>Falegnami – settore Industria</b>			
Esposizione media in 8 ore ( <b>mg/m<sup>3</sup> di polvere di legno</b> )			
<b>Media = 1,94</b>		<b>Media Geom.= 1,23</b>	
<b>Dev. Std. = 1,75</b>		<b>GSD = 2,89</b>	
<b>Val. max = 7,25</b>		<b>n. obs. = 43</b>	
<b>Val.min. = 0,10</b>			
<b>Falegnami - settore Artigianato</b>			
Esposizione media in 8 ore ( <b>mg/m<sup>3</sup> di polvere di legno</b> )			
<b>Media = 4,34</b>		<b>Media Geom.= 2,96</b>	
<b>Dev. Std. = 4,56</b>		<b>GSD = 2,45</b>	
<b>Val. max = 19,34</b>		<b>n. obs. = 31</b>	
<b>Val.min. = 0,22</b>			

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 ( $5 \text{ mg/m}^3$ ) 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.

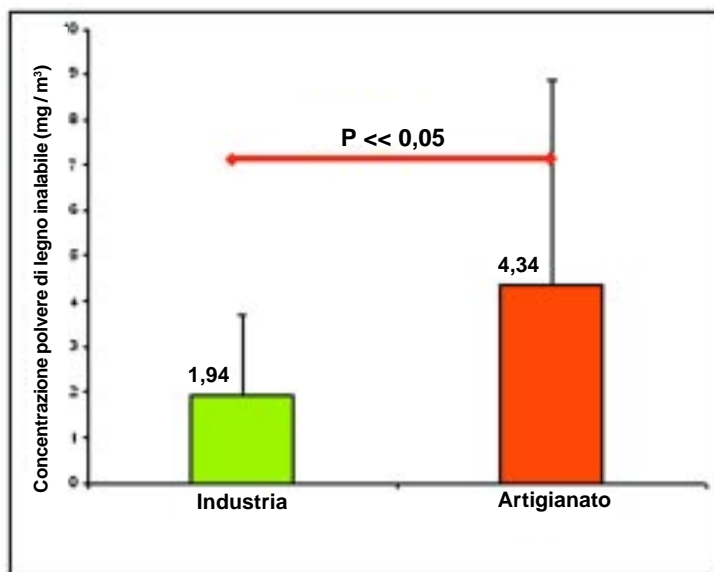


**Figura 2.11:** Box-plot della variazione delle concentrazioni di esposizione a polvere di legno.

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.*

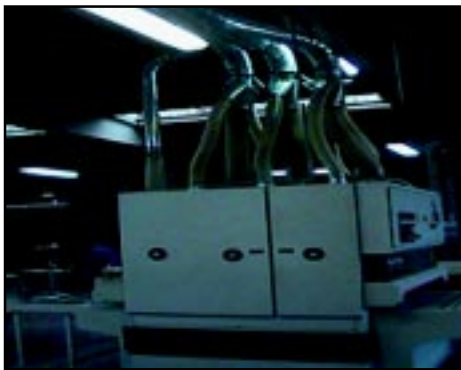
## 2.6 Aspetti prevenzionali

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 lavoratori 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](http://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.