

Polveri di legno: salute e sicurezza

VOLUME DEGLI ATTI



Edizioni CIMAL



Como, 16 maggio 2008

Copyright © 2008 – Edizioni CIMAL
Divisione editoriale di Gruppo CIMAL s.r.l.

Tutti i diritti sono riservati a norma di legge e a norma delle convenzioni internazionali.

ISBN 978-88-902124-3-7

Questo volume è stato realizzato per conto di CIMAL (Centro Italiano Medicina Ambiente e Lavoro) a Milano nel maggio 2008.

La riproduzione di tutto o parte del volume è vietata in qualsiasi forma, salvo autorizzazione scritta da parte degli autori e dell'editore.

Polveri di legno: salute e sicurezza

Como, 16 maggio 2008

VOLUME DEGLI ATTI

a cura di

Piero Emanuele Cirila e Irene Martinotti



Edizioni CIMAL

Questo volume è stato realizzato con il sostegno di



PRESENTAZIONE

Alla base dell'impostazione di interventi appropriati ed efficaci, nell'ambito del sistema della prevenzione, vi è una corretta e completa conoscenza dei rischi corredata da una loro attenta valutazione. L'esperienza della Regione Lombardia ha confermato l'efficacia di una formula integrata che coniuga il monitoraggio approfondito dei fenomeni con politiche di formazione, indirizzo e controllo mirate alle principali criticità.

Il convegno di Como rappresenta un'occasione di alto spessore per approfondire i temi della prevenzione e della sicurezza nei luoghi di lavoro applicati ad un settore peculiare, quale quello della lavorazione del legno.

L'evento scaturisce da una felice esperienza di collaborazione che ha visto protagonisti l'Università degli Studi di Milano con il Dipartimento di Medicina del Lavoro e la Scuola di Specializzazione, le ASL della Provincia di Como e di Milano 3 con il Servizio Prevenzione e Sicurezza Ambienti di Lavoro (SPSAL) del Dipartimento di Prevenzione Medico, l'Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del Lavoro (UOOML) dell'Ospedale di Desio e l'Università dell'Insubria sede di Como con il Dipartimento di Scienze Chimiche ed Ambientali. Il tutto sotto l'impulso della Regione Lombardia che, attraverso la predisposizione di vademecum e linee di indirizzo, si attende un'ulteriore riduzione dei rischi professionali anche in questo settore di attività.

Il Convegno appare anche un'importante occasione scientifica per affrontare la problematica dell'esposizione ad agenti cancerogeni nei luoghi di lavoro. In particolare durante l'evento verranno illustrati i risultati ottenuti in seguito alle indagini di monitoraggio ambientale condotte nell'ambito del Progetto Prevenzione dei Tumori Professionali (PPTP) della Regione Lombardia, allo scopo di valutare gli attuali livelli espositivi a polveri di legno classificate come cancerogene dalla International Agency for Research on Cancer (IARC) e considerate come tali, ai sensi dell'attuale legislazione dell'Unione Europea.

Si ringraziano tutti gli operatori dei Servizi di Prevenzione, degli altri Enti Pubblici e delle Università, nonché le forze sociali che hanno fornito fattiva collaborazione anche in questa occasione. Si ritiene importante proseguire sulla strada intrapresa con l'obiettivo di ottenere un ambiente di lavoro sempre più sano e sicuro.

Regione Lombardia

Gruppo di lavoro Studio PPTP-Legno

Progetto Prevenzione Tumori Professionali – Polveri di legno



Università degli Studi di Milano – Dipartimento di Medicina del Lavoro e Scuola di Specializzazione in Medicina del Lavoro, Clinica del Lavoro «Luigi Devoto»



Fondazione I.R.C.S.S. "Ospedale Maggiore Policlinico, Mangiagalli, Regina Elena" di Milano, Clinica del Lavoro «Luigi Devoto»

V. Foà (coordinatore dello studio), P.E. Ciria, I. Martinotti, P.A. Bertazzi



ASL Provincia di Como – Dipartimento di Prevenzione Medico, Servizio Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro

L. Settimi, M.R. Aiani, C. Peverelli, A. Villa, P. Torricelli



Azienda Ospedaliera di Vimercate, Presidio Ospedaliero di Desio, Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del Lavoro

F. Toffoletto, A. Baj, G. Bregante, P. Mascagni



ASL Provincia di Milano 3 – Dipartimento di Prevenzione Medico, Servizio Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro

R. Cecchetti, T. Quaianni, L. Rizzi, M.L. Redaelli, E. Colombo, M. Riva



Università dell'Insubria sede di Como

D.M. Cavallo, C. Peruzzo



Regione Lombardia – Sanità

L. Macchi, G. Bertani, G. Saretto

INDICE

Conoscere e valutare i rischi per prevenire

Polvere di legno: dalla realtà produttiva all'individuazione dei rischi	13
Effetti sulla salute delle polveri di legno: la funzione respiratoria	27
Polveri di legno ed effetti sensibilizzanti	36
Polveri di legno ed effetti cancerogeni	54
Esposizione a polveri di legno: la valutazione dello SCOEL (Scientific Committee on Occupational Exposure Limits)	63
Esposizione a polveri di legno: il panorama europeo	69

Monitorare e formare per prevenire

Esposizione a polveri di legno: i risultati dello studio PPTP-Legno	87
Polveri di legno e ricerca attiva delle neoplasie occupazionali: esperienza del "Progetto Prevenzione dei Tumori Professionali"	111
Polvere di legno e ricerca sistematica dei tumori professionali: il Registro Tumori dei Seni Nasali e Paranasali della Lombardia	120
Polveri di legno: rischio di esplosione ed incendio	131
Indicazioni operative: valutazione del rischio e igiene ambientale	150
Studio della funzionalità respiratoria e delle mucose nasali in 90 soggetti esposti a polveri di legno duro. Indicazioni operative per la sorveglianza sanitaria.	157
Misura delle polveri di legno e di formaldeide in aziende del pannello truciolare della Provincia di Mantova	167
Compatibilità ambientale nella produzione di mobili in legno massello: esempio di applicazione pratica	171

CONOSCERE E VALUTARE I RISCHI PER PREVENIRE

Polvere di legno: dalla realtà produttiva all'individuazione dei rischi

D. Cavallo^{a*}, A. Baj^b

^a*Dipartimento di Scienze Chimiche ed Ambientali, Università dell'Insubria, Como*

^b*Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del Lavoro (UOOML), Ospedale di Desio*

Riassunto. La materia prima legno ci viene fornita per la quasi totalità dalle piante appartenenti ai gruppi delle gimnosperme (conifere), e delle angiosperme (latifoglie). Per quanto riguarda la classificazione in base alla "durezza", che è richiamata in modo particolare dalle recenti normative, è indispensabile sottolineare che, in linea generale, i "legni duri" sono rappresentati dalle latifoglie ed i "legni dolci" o teneri, dalle conifere. La classificazione delle polveri di legno duro fra i cancerogeni per l'uomo ha stimolato la ricerca di marker e traccianti chimici, indicatori di esposizione a polveri provenienti da specifiche essenze legnose; l'attenzione è rivolta alle cosiddette "sostanze estraibili" del legno, che meglio caratterizzano ogni peculiare essenza legnosa. Il legno ed i suoi derivati costituiscono la materia prima di numerosi processi produttivi, dalla silvicoltura e segheria fino alla produzione di arredi e numerosi altri articoli per l'utilizzo finale (seconda trasformazione). Durante i lavori di trasformazione del legno quali la segazione, la piallatura, foratura, levigatura, le macchine producono segatura, trucioli, e polveri in quantità rilevanti. Lo studio condotto sulla situazione della esposizione a polveri di legno duro nei territori delle ASL di Como e Monza ha riguardato le attività di seconda trasformazione del legno, con particolare attenzione per il settore del mobile e dell'arredamento, considerata la sua diffusione nei territori considerati.

Parole chiave: classificazione legni; lavorazione legno; esposizione a polveri.

1. Il legno e le sue caratteristiche chimico-fisiche

Secondo le ripartizioni del mondo vegetale, la materia prima legno ci viene fornita per la quasi totalità dalle piante appartenenti ai gruppi delle gimnosperme, di cui la classe di maggior interesse è conosciuta con il nome di conifere, e delle angiosperme

* *Telefono:* 031 326239 *Fax:* 031 326230
Indirizzo: Via Valleggio, 11 – 22100 Como
E-mail: domenico.cavallo@uninsubria.it

che comprendono quelle definite latifoglie per il fatto di avere quasi sempre delle foglie molto espanse (faggio, frassino, acero, castagno, noce, rovere ecc.). Il legno di conifera e quello di latifolia si distinguono per le caratteristiche cellulari, per la struttura dei tessuti legnosi e per la quantità e varietà delle sostanze chimiche presenti (sia quelle strutturali e più abbondanti come la cellulosa e la lignina, sia quelle estraibili presenti in quantità minore). Queste differenze "microscopiche" si riflettono sulle caratteristiche tecnologiche ed applicative dei legni di diversa origine nonché sugli aspetti estetici dei manufatti ottenibili. Per circa il 95% del suo peso il legno è costituito da materiali comuni alle diverse essenze (sebbene sempre con qualche differente peculiarità fra conifere e latifoglie) che ne formano la parte strutturale (Tabella 1); il restante 5% circa, è costituito da una miscela complessa di sostanze chimiche che è possibile estrarre dal legno pur lasciandone inalterata la struttura (sostanze estraibili).

Sostanze strutturali	
Cellulosa	polimero del glucosio, componente più abbondante della parete cellulare
Emicellulosa	polisaccaridi a base di diversi zuccheri
Pectine	polimeri dell'acido ironico (monosaccaride), componenti della parete cellulare
Lignina	polimero del fenilpropano variamente metossilato ed in parte idrossilato
Sostanze estraibili e ceneri	
Componenti organici polari e apolari	acidi grassi, resine acide, cere, alcoli, terpeni, steroli, steroleteri, gliceroli, tannini, flavonoidi, chinoni
Componenti organici idrosolubili	carboidrati, alcaloidi, proteine
Componenti inorganici	sali minerali disciolti o particelle minerali anche di natura quarzosa (alcuni legni africani)
Componenti organici polari e apolari	acidi grassi, resine acide, cere, alcoli, terpeni, steroli, steroleteri, gliceroli, tannini, flavonoidi, chinoni

Tabella 1
Composizione chimica del legno

Nelle conifere sono più abbondanti le sostanze apolari (es. terpeni), mentre nelle latifoglie le sostanze polari idrosolubili (es. tannini). La presenza degli estrattivi ha notevoli riflessi sulle caratteristiche del legno (peso specifico, igroscopicità, ritiro all'essiccazione, infiammabilità, permeabilità, resistenza all'usura, colore e odore ecc.). L'azione irritante delle polveri o dello stesso legno massivo sulle mucose e sulla pelle è verosimilmente da imputare ad alcune delle sostanze estrattive. Il potenziale

allergogeno di alcuni legni è stato già da tempo posto in solida relazione alla quota proteica e terpenica, mentre vi sono indicazioni (ancora da confermare), che il potenziale cancerogeno possa essere associato alla loro quota tanninica. La polvere di legno può anche costituire un veicolo di sostanze esogene, addizionate al legno durante le varie fasi lavorative subite, per diversi scopi: conservanti, antifungini, pesticidi (sali di arsenico, cromo, rame, oli di creosoto, formaldeide, pentaclorofenoli, PCB, ecc.). La classificazione delle polveri di legno duro fra i cancerogeni per l'uomo e l'adozione di valori limite in ambiente di lavoro, ha stimolato la ricerca per l'individuazione di marker e traccianti chimici che fungano da indicatori di esposizione a polveri provenienti dalle lavorazioni di specifici tipi di piante (Tabella 2).

Essenza legnosa	Classe chimica	Indicatore chimico
Conifere	Monoterpeni	alfa-pinene
Legni esotici	Sesquiterpeni	
Latifoglie (rovere e castagno)	Tannini	Acido ellagico
	Tannini	Acido gallico
	Tannini	Tannini totali
Cedro rosso	Polifenoli	Acido plicatico

Tabella 2

Indicatori chimici per il monitoraggio della esposizione a polveri di legno

2. Le essenze legnose e la loro classificazione ai fini dell'impatto sulla salute

Dal punto di vista merceologico, i vari tipi di legni ("essenze") vengono correntemente distinti:

- su base botanica in legni di latifoglie e di conifere;
- sulla base della provenienza geografica in legni "indigeni" (provenienti da Europa ed America settentrionale) ed "esotici";
- sulla base della loro compattezza in "duri" ovvero "forti" e "teneri" ovvero "dolci".

Per quanto riguarda la classificazione in base alla "durezza", che è richiamata in modo particolare dalle recenti normative, è indispensabile sottolineare che la distinzione fra legni "forti" e legni "teneri" ha solo valenza merceologica; diverso è il concetto di "legno duro" e di "legno dolce" secondo le finalità di salute e sicurezza sul lavoro.

Il termine "legno duro" è la traduzione letterale del termine inglese "hardwood", utilizzato per indicare il legno ricavato da alberi del gruppo "angiosperme" (latifoglie). In linea generale i "legni duri" sono rappresentati dalle latifoglie ed i "legni dolci" o teneri, dalle conifere (Gymnosperme).

Il volume IARC 62/1995 "Monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans. Wood dust and formaldehyde" riporta una elencazione (indicativa, non esaustiva) di legni rispettivamente "duri" e "teneri" (Tabella 3).

Legni teneri	Legni duri	Legni duri esotici
Abete bianco (<i>abies</i>)	Acero (<i>acer</i>)	Afrormosia (<i>pericopsis elata</i>)
Abete rosso (<i>picea</i>)	Betulla (<i>betula</i>)	Ebano (<i>diospyros</i>)
Cedro (<i>chamaecyparis</i>)	carpino bianco (<i>carpinus</i>)	Iroko (<i>chlorophora excelsa</i>)
Cipresso (<i>cupressus</i>)	Castagno (<i>castanea</i>)	Legno di balsa (<i>ochroma</i>)
Larice (<i>laryx</i>)	Ciliegio (<i>prunus</i>)	Legno di kauri (<i>agathis australis</i>)
Duglasia (<i>pseudotsuga menziesii</i>)	Faggio (<i>fagus</i>)	Legno di limba (<i>terminalia superba</i>)
Pino (<i>pinus</i>)	Frassino (<i>fraxinus</i>)	Legno di meranti (<i>shorea</i>)
Sequoia (<i>sequoia sempervirens</i>)	Noce (<i>juglans</i>)	Mogano d'africa (<i>khaya</i>)
Abete canadese (<i>tsuga</i>)	noce americano (<i>carya</i>)	Noce mansonia (<i>mansonia</i>)
Tuia (<i>thuja</i>)	Olmo (<i>ulmus</i>)	Obeche (<i>triplochiton scleroxylon</i>)
	Ontano (<i>alnus</i>)	Palissandro (<i>dalbergia</i>)
	Pioppo tremulo (<i>populus</i>)	Palissandro brasiliano (<i>dalbergia nigra</i>)
	Platano (<i>platanus</i>)	Rimu o pino rosso (<i>dacrydium cupressinum</i>)
	Quercia (<i>quercus</i>)	Teak (<i>tectona grandis</i>)
	Salice (<i>salix</i>)	Nyatoh (<i>palaquium hexandrum</i>)
	Tiglio (<i>tilia</i>)	

Tabella 3
Elencazione (indicativa, non esaustiva) e classificazione dei legni (Monografia n.62-IARC)

Sebbene la densità del legno non sia un parametro preciso, poiché varia considerevolmente all'interno della stessa essenza ed è influenzato dal grado di umidità, il legno di latifoglia possiede, in media, una densità maggiore di quello di conifera.

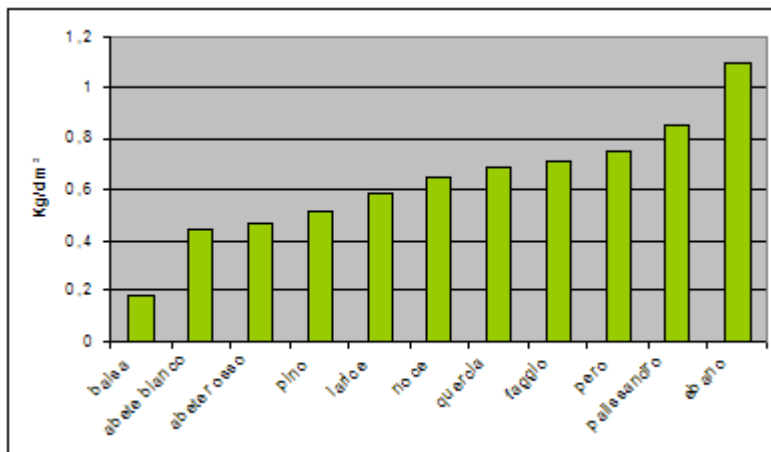


Figura 1

Densità media di alcune essenze (essiccate all'aria)

3. Produzione, importazione e lavorazione del legno in Italia

L'Italia è prevalentemente un paese importatore di legno dall'estero. La coltivazione e l'esportazione di legno da parte del nostro paese è molto limitata (Figura 2).

Il legno viene importato come legno grezzo o segato, o come semilavorati (compensati e pannelli vari).

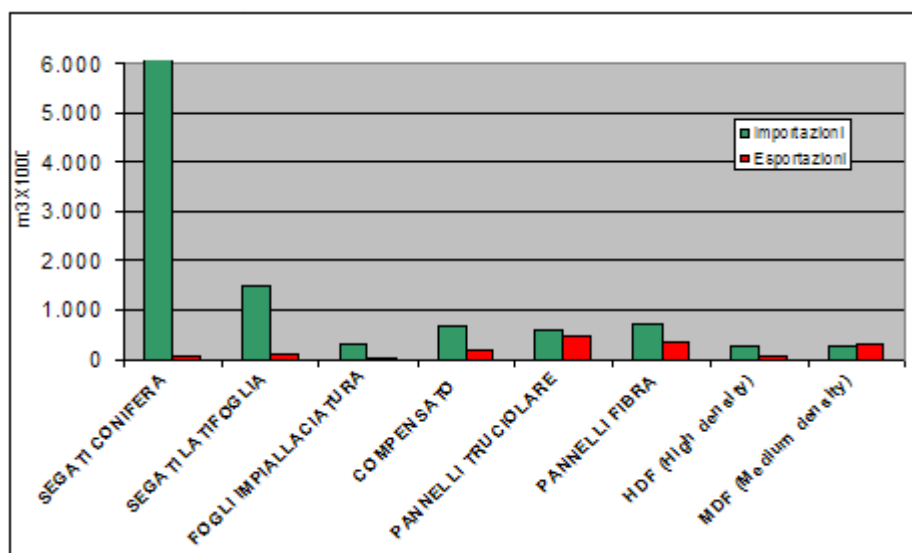


Figura 2 Importazione ed esportazione di legname in Italia nell' anno 2007
Fonte: Federlegno-Arredo/Fedecomlegno

Il legno viene trasformato in manufatti che vengono in buona parte esportati. L'Italia è quindi importatrice di materia prima ed esportatrice di prodotti lavorati (Tabella 4).

Sistema legno-arredamento in Italia (valori in milioni di euro)				
	2004	2005	2006	2007
Fatturato alla produzione	38.076	36.957	38.070	39.966
Esportazioni	12.328	11.958	12.653	13.717
Importazioni	5.772	6.019	6.820	7.555
Addetti	412.403	409.749	-	-
Imprese	83.084	81.023	-	-

Tabella 4

Fonte: Centro Studi
Cosmit/Federlegno-Arredo

4. Le principali lavorazioni del legno

Sono numerosi i processi industriali e le attività lavorative che comportano la produzione, la trasformazione o l'utilizzo di legno o prodotti a base di legno e derivati. La Tabella 5 ne riporta un elenco, certamente non esaustivo, dalla produzione della materia prima fino alla seconda trasformazione con produzione di articoli finiti e beni di consumo.

Lo studio condotto sulla situazione della esposizione a polveri di legno duro nei territori delle ASL di Como e Monza, nell'ambito del Progetto Prevenzione Tumori Professionali (PPTP-Legno) della Regione Lombardia, ha riguardato le attività di seconda trasformazione del legno, con particolare attenzione per il settore del mobile e dell'arredamento, considerata la sua diffusione nei territori considerati.

Sono state prese in considerazione anche alcune aziende produttrici di infissi per interno, di tavole per pavimenti, perline, cornici e simili.

Non sono state prese in considerazione quelle attività di seconda trasformazione con esclusivo o nettamente prevalente impiego di legno di conifera (imballaggi, infissi per esterno).

Raccolta (estrazione) della materia prima	Produzione tronchi da sega	Silvicoltura
		Lavoro in foresta
Prima lavorazione	Produzione segati	Scortecciatura
		Segagione tavole e travi
		Essiccazione e stagionatura
Lavorazioni intermedie	Produzione derivati del legno	tranciati (lastre)
		scaglie
		trucioli
		segatura
		farina
		fibre
	Produzione semilavorati	Compensati, paniforti, altri pannelli a strati
		Pannelli di fibre
		Pannelli di particelle
		Pannelli tamburati
		Pannelli compositi (legno e materiali non legnosi)
		Masselli
Seconda trasformazione	Prodotti finiti	Mobili, arredamenti e seggiolame
		Infissi e affini per interno
		Infissi e affini per esterno
		Imballaggi (pallet e bancali)
		Tavole per pavimenti, perline per rivestimenti, cornici, aste e simili
		Strumenti musicali, calzature, cofani mortuari, imbarcazioni, botti per vino ecc.
		Componenti strutturali per l'edilizia

Tabella 5

La filiera legno/arredo
In grassetto le attività oggetto dello studio sulla esposizione a polveri di legno PPTP-Legno (provincia di Como e Milano)

5. Il ciclo lavorativo nella produzione del mobile: mansioni, lavorazioni e macchine

Nello schema in Figura 3 si cerca di puntualizzare le fasi del ciclo lavorativo per la produzione del mobile. Le fasi lavorative che possono comportare l'esposizione a polveri di legno, sono state opportunamente evidenziate. Nonostante la complessità e la variabilità del ciclo lavorativo che caratterizza la produzione del mobile, le attività svolte possono essere riassunte nelle cinque di seguito elencate e di cui incollaggio e verniciatura non comportano, generalmente, esposizione a polveri di legno:

- sezionatura
- incollaggio
- lavorazioni meccaniche
- carteggiatura e levigatura
- verniciatura

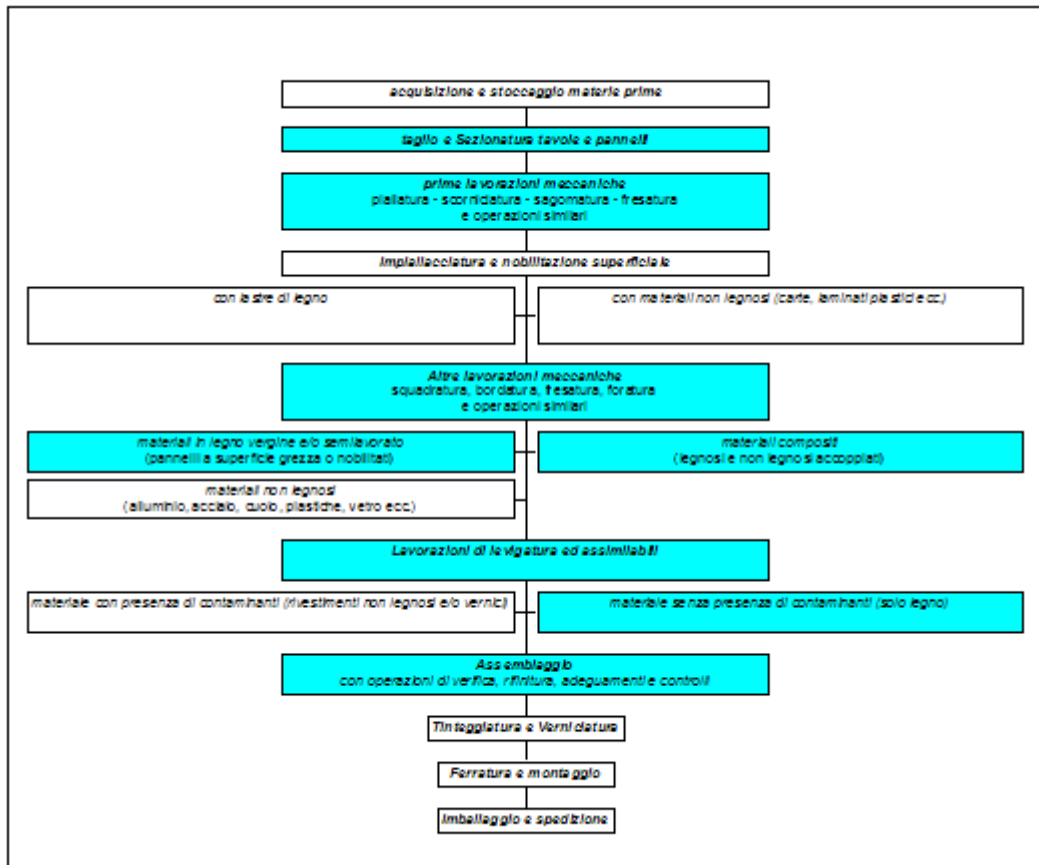


Figura 3 Ciclo lavorativo dell'Industria del mobile e dell'arredamento

6. L'esposizione professionale alla polvere di legno

La lavorazione meccanica del legno viene effettuata quasi esclusivamente con macchine utensili, da banco o portatili, azionate elettricamente, spesso con elevato grado di automazione e controllo computerizzato. Durante i lavori di trasformazione del legno quali la segagione, la piallatura, foratura, levigatura, le macchine producono segatura, trucioli, e polveri in quantità rilevanti. Il diametro medio di queste polveri è generalmente compreso fra 10 e 30 μm , tuttavia, soprattutto durante le operazioni di levigatura, possono essere prodotte delle polveri ancora più fini, con diametri inferiori a 7 μm .

Le macchine utensili per la lavorazione meccanica del legno operano quasi sempre per asportazione di truciolo, termine con cui si indica lo strato di minimo spessore che il tagliente stacca durante la lavorazione di un dato pezzo di legno. Una volta che il truciolo è staccato dal corpo principale del pezzo, esso si accartocchia o si frantuma e quindi viene evacuato dall'utensile. Le velocità di taglio sono elevate (60 m/sec ma potrebbero arrivare anche a 90 m/sec). Le particelle di legno vengono espulse ad una velocità che mediamente si colloca intorno a 10 m/sec ma potrebbe essere anche di molto superiore. L'energia cinetica delle grosse particelle è molto elevata e sebbene esse non possono essere inalate, trascinano nella loro scia delle particelle più fini ed inalabili.

Le caratteristiche del truciolo sono estremamente variabili in funzione di vari elementi:

- materiali lavorati (legno, pannelli di fibre, pannelli di particelle ecc.);
- essenza legnosa (densità, umidità, struttura anatomica ecc.);
- direzione del tagliente rispetto alla fibratura;
- caratteristiche del ferro (affilatura, lunghezza del tagliente rispetto alla larghezza del pezzo da lavorare, attriti ed eventuali vibrazioni);
- caratteristiche di lavorazione (profondità a cui il tagliente lavora, velocità di taglio e di alimentazione).

Ciò comporta un'elevata variabilità delle caratteristiche morfologiche e dimensionali delle particelle che costituiscono la polvere di legno aerodispersa negli ambienti di lavoro.

Nella levigatura il processo di formazione di segatura è diverso da quello di altri procedimenti di lavorazione che producono trucioli:

- il mezzo abrasivo è costituito da una miriade di piccoli taglienti;
- questi taglienti presentano una forma ed una distribuzione irregolare;
- i taglienti hanno angoli di taglio negativi;
- la geometria e l'affilatura dei taglienti varia rapidamente con l'usura (rottura dei grani o perdita del grano abrasivo).

La composizione chimica dei trucioli, e quindi delle particelle che costituiscono la polvere di legno generata dalle lavorazioni meccaniche, è la stessa del materiale di partenza. Le particelle che costituiscono la polvere di legno contengono quindi le sostanze chimiche del legno di provenienza, quelle aggiunte nelle prime lavorazioni (conservanti, antiparassitari ecc.) e quelle aggiunte nelle lavorazioni intermedie (colle, leganti, materiali di nobilitazione superficiale, ecc.). Considerata inoltre

l'igroscopicità dei materiali legnosi, la polvere di legno conserva un discreto contenuto di umidità che potrebbe oscillare fra il 10 ed il 20% circa del suo peso.

Le macchine utilizzate per le lavorazioni meccaniche del legno coprono una gamma molto diversificata di modelli e funzioni così che è molto difficile darne un elenco esaustivo. Il corredo di macchine utensili presente in un ambiente di lavoro è determinato dalla tipologia della produzione aziendale e dalle caratteristiche dell'azienda (artigianale o industriale): sezionatrici (orizzontali o verticali), seghe a nastro, seghe circolari e squadratrici, pialle a filo, pialle a spessore, mortasatrici, tenonatrici, cavatrici, sagomatici-toupie, trapani, foratrici, levigatrici e calibratrici, pantografi, utensili portatili.

L'evoluzione, nel recente passato, è stata la tendenza ad assommare in un'unica macchina o in un'unica linea di lavoro, ad elevata automazione e versatilità, le funzioni un tempo svolte da macchine diverse. Sono state quindi introdotte, soprattutto nelle aziende a carattere industriale, linee di squadratura e bordatura, spesso complete di carico e scarico automatico, in grado di effettuare anche operazioni di foratura, fresatura, profilatura ecc. su pannelli, in un unico passaggio, senza interventi manuali. Sono stati inoltre realizzati centri di lavoro a controllo numerico con teste dotate di "revolver" multiutensile, in grado di effettuare i lavori più complessi e versatili sia su pannelli che componenti di forma diversa. Queste macchine ad elevata automazione possono lavorare in ambiente confinato riducendo quindi l'emissione di polveri nell'ambiente di lavoro (viene anche notevolmente ridotta la rumorosità della macchina) o comunque consentono all'operatore di rimanere ad una certa distanza dal punto di generazione della polvere con notevole riduzione dell'esposizione respiratoria. Anche le macchine per la sezionatura del legno e dei pannelli hanno conosciuto, nel recente passato, una notevole evoluzione dal punto di vista degli automatismi e del controllo computerizzato che hanno portato benefici sia sul piano produttivo (riduzione degli sfridi e dei tempi di lavorazione) che per quanto riguarda la sicurezza del lavoro: le lame lavorano in un ambiente parzialmente confinato ed aspirato, mentre l'operatore imposta la geometria di taglio a computer, distante dalla zona di lavoro dell'utensile.

7. Controllo e riduzione dell'esposizione a polvere di legno

Molto complesso sarebbe affrontare nei dettagli gli interventi tecnici, organizzative e procedurali per limitare l'esposizione lavorativa a polveri di legno. Tale fattore di rischio non è il solo che caratterizza l'ambiente di lavoro della falegnameria ed il suo affronto non può non prendere in considerazione le possibili interferenze con altri fattori di rischio (ad es. l'esposizione a rumore e vibrazioni, il rischio di incendio ed esplosione, il rischio antinfortunistico).

In estrema sintesi è possibile elencare come segue, i punti fondamentali per il controllo del rischio espositivo a polveri di legno:

- le macchine devono essere munite, il più vicino possibile al punto di generazione della polvere, di bocchette di captazione raccordate ad un impianto di evacuazione;

- bisogna captare tutte le polveri, anche quelle degli strumenti portatili, che devono essere dotati di un sistema integrato di aspirazione;
- l'aria aspirata deve essere depurata ed evacuata in ambiente esterno;
- separare le attività che generano polvere da quelle che non ne generano (incollaggio, montaggio ecc.) al fine di limitare il numero delle persone esposte;
- un buon sistema di ventilazione deve prevedere una immissione di aria che compensi quella aspirata e l'aria immessa deve essere ben ripartita fra i diversi ambienti;
- utilizzare aspiratori per la pulizia degli ambienti e delle macchine;
- l'uso di aria compressa e della tradizionale scopa manuale deve essere eliminato (soffiare non fa che disperdere le polveri in ambiente).
- Prevedere particolari procedure di intervento per le operazioni di attrezzaggio e manutenzione delle macchine e dei sistemi di abbattimento e stoccaggio delle polveri e degli sfridi

L'impianto di ventilazione costituisce l'elemento cardine per il controllo dell'esposizione a polveri. L'efficienza di un sistema di aspirazione può essere valutata misurando la velocità dell'aria in diversi punti:

- Velocità di cattura: misurata nel punto dove deve avvenire la captazione dell'aria inquinata;
- Velocità frontale: velocità dell'aria in corrispondenza all'apertura della cappa;
- Velocità nel condotto: velocità dell'aria nella sezione del condotto.

Sebbene il parametro più significativo sia il primo (velocità di cattura), la sua misura pone spesso notevoli difficoltà tecniche ed è più frequente ricorrere alla misura della velocità nei condotti.

La Tabella 6 riporta gli esiti di alcune misure di verifica degli impianti di aspirazione, effettuati nel corso dello Studio PPTP-Legno.

Macchina	Portata complessiva (m ³ /h)		Velocità nel condotto (m/sec)		Velocità di cattura (m/sec)	
	media	intervallo	media	intervallo	media	intervallo
Sezionatrici orizzontali (13 macchine)	5267	1099-9012	31	18-50	5,7	1,7-12
Centri di lavoro (18 macchine)	4966	1221-9500	29	20-35	4,8	1,5-7

Tabella 6 Verifica degli impianti di aspirazione, effettuati nel corso dello Studio PPTP-Legno

8. Valutazione della esposizione professionale a polvere di legno

Per quanto attiene la valutazione dell'esposizione professionale prevista dall'art. 236, comma 1 del D.Lgs 81/2008, essa è un processo articolato che deve tener conto anche, ma non solo, delle misure che vanno effettuate per la verifica dell'efficacia dell'aspirazione, requisito impiantistico fondamentale per ridurre al minimo il livello d'esposizione.

In tal senso la norma UNI EN 689 del giugno 1997 "Guida alla valutazione dell'esposizione per inalazione a composti chimici ai fini del confronto con i valori limite e strategie di misurazione" suggerisce una strategia di valutazione che prevede tre fasi:

Valutazione iniziale

La valutazione iniziale porta a considerare la probabilità d'esposizione. Le variabili che interessano le concentrazioni presenti nell'aria sono:

- il numero di fonti da cui sono emessi gli agenti;
- la velocità di produzione in relazione alla capacità di produzione;
- il tipo e la posizione di ogni fonte;
- la dispersione degli agenti dovuta a spostamenti d'aria;
- il tipo e il livello di efficienza degli impianti di scarico e di aerazione.

Le variabili collegate alle azioni e al comportamento individuale sono:

- vicinanza della persona alle fonti;
- tempo trascorso in una certa zona;
- specifiche abitudini di lavoro dell'individuo.

Analisi di base

Fornisce informazioni di tipo quantitativo riguardo all'esposizione degli addetti in esame, tenendo conto in particolare di compiti soggetti ad esposizioni notevoli. Le possibili fonti d'informazione sono:

- misurazioni precedenti;
- misurazioni da impianti o procedimenti di valutazione confrontabili;
- calcoli affidabili basati su dati quantitativi pertinenti.

Se le informazioni ottenute risultassero insufficienti a consentire un valido confronto con i valori limite, esse dovranno essere integrate con misurazioni sul posto di lavoro.

In questa fase, nel caso delle polveri di legno duro, s'inseriscono le misure che vanno effettuate ai sensi dell'art. 237, comma 1, lettera d del D.Lgs 81/2008 per verificare l'efficacia delle aspirazioni localizzate, misure che si ritiene possano essere utilizzate ai fini della valutazione del rischio prevista dall'art. 236, comma 1 del decreto stesso.

Analisi dettagliata

È ritenuta indispensabile solo se l'analisi di base evidenzia esposizioni professionali prossime al valore limite.

Al fine di individuare adeguate strategie di misurazione delle polveri di legno duro, si ritiene opportuno leggere, in maniera integrata con la norma UNI EN 626-2 del giugno 1997 "Riduzione dei rischi per la salute derivanti da sostanze pericolose emesse dalle macchine.", le norme richiamate esplicitamente nell'Allegato XLI del D.Lgs 81/2008 cui si rimanda per approfondimenti:

- UNI EN 689 del giugno 1997: "Guida alla valutazione dell'esposizione per inalazione a composti chimici ai fini del confronto con i valori limite e strategie di misurazione."
- UNI EN 481 del luglio 1993: "Definizione delle frazioni granulometriche per la misurazione delle particelle aerodisperse."
- UNI EN 482 del gennaio 1998: "Requisiti generali per le prestazioni dei procedimenti di misurazione degli agenti chimici."

Bibliografia

1. ASL17 e ARPA Regione Piemonte - I profili di rischio chimico-fisico nel comparto della produzione di manufatti in legno – Torino, 2002
2. Autori Vari – Tecnologia del Legno – Ed. San Marco – Bergamo, 2004
3. Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome – Titolo VII D.Lgs n°626/94 "Protezione da agenti cancerogeni: lavorazioni che espongono a polveri di legno duro" – Linee guida – Roma, 2000
4. G.B. Bartolucci, G.Gori – Esposizione a polveri di legno: metodi di misura tradizionali e markers chimici – Seminari di Medicina del lavoro, Università degli Studi di Trieste, 2006
5. G. Giordano – Tecnologia del legno – Ed. UTET – Torino, 1976
6. G. Gori, M. Carrieri, G.B. Bartolucci - I traccianti chimici nella valutazione dell'esposizione a polveri di legno - 25°Congresso Nazionale AIDII - Ancona, 2007
7. Institut National de Recherche et de Sécurité INRS – Poussières de bois. Guide de bonnes pratiques en deuxième transformation – Ed. INRS ED978 – Paris, 2006
8. Institut National de Recherche et de Sécurité INRS – Deuxième transformation du bois. Guide pratique de ventilation – Ed. INRS ED750 – Paris, 2007

Effetti sulla salute delle polveri di legno: la funzione respiratoria

A. Innocenti*

U.F. Medicina del Lavoro – USL 3 (Pistoia) Regione Toscana

Riassunto. Viene presentata una rassegna della letteratura relativa agli effetti della polvere di legno sulla funzione polmonare con particolare riferimento alle vie aeree profonde ed alle malattie ad esse correlate. Ad esclusione dell'asma bronchiale e delle rare alveoliti allergiche estrinseche non esistono al momento attuali dati certi sulla influenza, nei non fumatori, della esposizione a polvere di legno nello sviluppo di broncopneumopatia cronica ostruttiva, tumore del polmone o fibrosi polmonare.

La determinazione della esposizione professionale solo in relazione alla frazione "inalabile" delle polveri di legno fornisce scarse indicazioni sulla reale quantità di polvere che è in grado di raggiungere i bronchioli e gli alveoli.

Tenuto conto degli studi relativi alla granulometria delle polveri di legno generate dalle differenti macchine è ragionevole pensare che la frazione "respirabile" sia molto bassa, tuttavia sarebbe opportuno che venissero svolte indagini ambientali per la determinazione di tale frazione al fine di valutare meglio la possibilità di insorgenza di malattie polmonari negli esposti a tali polveri.

Parole chiave: polvere di legno; BPCO; fibrosi polmonare; tumore del polmone.

1. Introduzione

Le conoscenze sulla patologia dovuta al legno sono molto antiche e risalgono ad alcuni secoli avanti Cristo (da segnalare che secondo Plinio il Vecchio l'etimo dell'aggettivo "tossico" potrebbe essere "tassico" da *Taxus baccata* L.), ma le prime osservazioni sistematiche, effettuate principalmente in cantieri navali, risalgono alla fine del secolo scorso. Tali segnalazioni si sono in seguito moltiplicate, in particolare dopo la seconda guerra mondiale, per il rilievo sempre maggiore che ha assunto

* Telefono: 0572 460743 Fax: 0572 635664

Indirizzo: Via XXIV maggio, 8 – 51019 Ponte Buggianese (PT)

E-mail: a.innocenti@usl3.toscana.it

l'importazione di legnami tropicali, limitandosi tuttavia, fino al periodo 1960-70, quasi esclusivamente a disturbi dermatologici legati a irritazioni o sensibilizzazioni delle parti esposte, prevalentemente le mani (Hausen 1981, Innocenti e Del Monaco 1980, Woods e Calnan 1976).

In quegli anni apparvero da una parte le prime segnalazioni di asma da Thuja plicata in conseguenza degli studi di ricercatori australiani (Gandevia e Milne 1970), anche se la maggior parte delle indagini è stata successivamente condotta in Canada, Stati Uniti e Giappone (dove una grande quantità di questo legname era stata inviata come dono per la ricostruzione dopo il grande terremoto del 1923) e dall'altra un otorinolaringoiatra inglese, conducendo una analisi retrospettiva di 20 casi di carcinomi dell'etmoide e dei seni paranasali osservò che 15 dei 17 casi insorti in uomini erano collegati ad una esposizione professionale a polvere di legno (Macbeth 1965, Macbeth 1991).

Negli anni successivi sono di conseguenza apparsi in letteratura numerosi studi sugli effetti sull'apparato respiratorio dell'esposizione a polvere di legno sia in relazione alle prime vie aeree, che alle regioni profonde ed in particolare si è risvegliato un notevole interesse da parte di numerosi ricercatori sullo studio dell'inquinamento ambientale da polveri di legno. Tuttavia al momento attuale non esistono dati certi sulla presenza di altri effetti dell'inalazione di polvere di legno sull'apparato respiratorio ad esclusione dei tumori dell'etmoide e dei seni paranasali e di asma bronchiale anche in relazione agli scarsi dati presenti in letteratura sui livelli di esposizione dei lavoratori.

In effetti l'interesse di numerosi ricercatori ha prodotto negli ultimi 20 anni alcuni studi sui livelli di inquinamento da polvere di legno degli ambienti di lavoro, anche se la letteratura scientifica può in generale essere considerata relativamente carente di osservazioni, e non solo in Italia, dove peraltro esistono aree geografiche in cui l'industria del legno è particolarmente sviluppata. A proposito di questa scarsità di dati, è stato definito "curioso" il relativamente piccolo numero di campionamenti di polvere di legno presente nella banca dati OSHA, che dal 1979 al 1997 mostra una media di 86 campionamenti per anno, senza alcun trend di aumento nel complesso degli USA (Teschke e coll 1999), quando nello stesso periodo i dosaggi annui di piombo aerodisperso risultavano essere più di 2300 e quelli di silice cristallina più di 500. Certamente i dati presenti in letteratura possono servire a farsi un'idea del problema nel suo insieme, ma forti perplessità sorgono quando si vogliono considerare e confrontare i singoli dati ottenuti. Infatti le tecniche e le apparecchiature utilizzate per i prelievi sono quanto mai eterogenee sia per la rappresentatività dei campioni prelevati (da pochi minuti a tutto il turno di lavoro, prelievi di area o in zona respiratoria) sia per l'efficienza di raccolta delle diverse frazioni granulometriche da parte delle varie teste di prelievo

2. Effetti acuti sugli indici spirometrici ed il decremento funzionale

In letteratura, il problema della mancanza di conoscenze sugli effetti respiratori della polvere di legno al di fuori dell'asma bronchiale era già stato sollevato, alla fine

degli anni '80, da un lavoro di Goldsmith e Shy (1988) che, dopo aver passato in rassegna numerosi studi trasversali che avevano messo in evidenza shift work effects con decrementi di FVC e FEV1 e talora dei flussi massimi a bassi volumi polmonari o presenza di sintomi aspecifici come la tosse e la dispnea per esposizione a polvere di legno, concludevano per la presenza di numerosi bias come la non precisa valutazione dell'abitudine al fumo, l'elevata età ed anzianità lavorativa, l'assenza di descrizioni di pregresse o contemporanee esposizioni ad irritanti, l'assenza di una anamnesi allergologica personale e familiare, spesso la numerosità del campione è piccola e/o il gruppo di controllo è assente, ma in particolare manca un follow up.

Relativamente alle contraddizioni presenti in letteratura sull'argomento, merita di essere citato uno studio, anch'esso trasversale, di Bohadana e coll. (2000) da cui risulta una correlazione dose risposta fra intensità della esposizione ed iperreattività bronchiale in soggetti sani, mentre al contrario due studi precedenti (De Luca e coll. 1988, Innocenti e coll. 1989) avevano dimostrato che l'esposizione di soggetti con marcata iperreattività bronchiale a concentrazioni medie di polvere di legno di 11.5 e 35.5 mg/m³ non era in grado di determinare risposte broncospastiche specifiche.

Poiché la modifica nel tempo del FEV1 rappresenta un valutabile outcome di salute quando si voglia evidenziare un effetto avverso di esposizione o malattie in gruppi di lavoratori appaiono importanti due studi recentemente apparsi in letteratura. Sia nel primo (Innocenti e coll. 2006), relativo a 31 falegnami non fumatori esposti ad alti livelli di polvere di legno seguiti per 12 anni, che nel secondo (Jacobsen e coll. 2008), relativo a 494 falegnami non fumatori esposti a livelli di polverosità non particolarmente elevati seguiti per 6 anni, venivano messi in evidenza decrementi annui del FEV1 analoghi alle popolazioni di controllo ed al valore di 29 ml/anno verificato in non-fumatori della popolazione generale (Sherrill e Viegi 1996). Ma la cosa più interessante è che nello studio preliminare che precedeva il follow up danese era stato messo in evidenza nei lavoratori una significativa associazione fra le concentrazioni di polvere di legno respirate e percentuale di caduta del FEV1 dopo il turno di lavoro; si potrebbe quindi pensare che lo shift work effect possa, in taluni casi, essere un artefatto statistico.

3. La patologia respiratoria cronica ed il tumore polmonare

La broncopneumopatia cronica ostruttiva

In oltre 18.000 soggetti non fumatori (di 33 centri di 18 nazioni, anche extraeuropee) professionalmente esposti a polvere di legno e di età 20-44 anni, non è stato messo in evidenza dal Gruppo di Studio per l'Indagine sulla Salute Respiratoria della Comunità Europea (ECRHS) né un aumento della bronchite cronica, né una riduzione degli indici funzionali respiratori (Zock e coll. 2001), confermando altri precedenti studi europei (Post e coll. 1994).

Le alveoliti allergiche estrinseche

Se si escludono quelle in realtà dovute a muffe inquinanti il legname (che hanno portato a situazioni relativamente numerose come la sequoiosi, il polmone degli

scortecciatori d'acero, la suberosi), le alveoliti allergiche estrinseche strettamente legate all'inalazione di polvere di legno sono estremamente rare e per lo più rappresentano singole segnalazioni occasionali, come peraltro le reazioni reazioni broncospastiche in corso di ODTS (cosiddetta *Sindrome Tossica da Polveri Organiche* degli autori anglosassoni) dovute forse alla inalazione di sostanze farmacologicamente attive (Innocenti e coll. 1991).

La fibrosi interstiziale idiopatica

Sempre riguardo alla patologia a livello alveolare, non bisogna dimenticare che in passato alcuni studi (Hubbard e coll. 1996, Iwai e coll. 1994, Scott e coll. 1990) avevano messo in evidenza un possibile aumentato rischio di fibrosi polmonare idiopatica (cryptogenic fibrosing alveolitis) fra gli esposti a polvere di legno, anche se più recentemente sono comparsi altri studi che sembrano dimostrare che non vi è invece alcuna evidenza statistico-epidemiologica che la polvere di legno abbia un ruolo nello sviluppo di tale malattia (Baumgartner e coll. 2000, Harris e coll. 2001, Mullen e coll. 1998).

Il tumore polmonare

Considerato che la esposizione a polvere di legno è sicuramente in grado di indurre tumori a livello del naso e dei seni paranasali, molta attenzione è stata posta negli ultimi anni nel cercare di capire se esiste un eccesso di tumori del polmone nei soggetti esposti, ma gli studi sono abbastanza confusi e contraddittori.

Alcuni studi sono stati condotti senza classificare casi e controlli per l'abitudine al fumo (Siemiatycki e coll. 1986, Laakkonen e coll. 2006), in un altro la mortalità per tumore polmonare appare alta nei soggetti esposti anche ad asbesto e formaldeide e stranamente non risulta eccesso di tumori del naso e dei seni paranasali nella stessa popolazione (Stellman e coll. 1998), in altri studi che tengono conto della abitudine al fumo gli odds ratio fra esposti e controlli appaiono non significativi, se non addirittura francamente negativi (Barcenas e coll. 2005, Spitz e coll. 2007, Wu e coll. 1995). In conclusione, al momento attuale resta confermato quanto affermato dieci anni fa (Demers e Boffetta 1998), cioè che non esiste alcuna evidenza che l'esposizione professionale a polvere di legno provochi un eccesso di rischio di morte per tumore polmonare.

Il mancato riscontro di effetti della esposizione a polvere di legno sulla funzionalità polmonare e sulla insorgenza di patologia polmonare merita qualche considerazione sulla penetrabilità della polvere di legno stessa nelle vie aeree e sui livelli di esposizione dei lavoratori.

4. "Frazione inalabile o frazione respirabile? Questo è il problema"

In relazione alla dimostrata capacità della polvere di legno di indurre tumori del naso e dei seni paranasali, dal punto di vista igienistico, i TLV o VL vengono indicati

come frazione "inalabile", cioè quella che nelle normali condizioni di lavoro penetra attraverso il naso e la bocca ed è definita da un'efficienza di campionamento del 50% per MMAD (diametri aerodinamici mediani di massa) di 100 μm , mentre in effetti se volessimo approfondire la relazione fra polvere di legno e patologia polmonare dovremmo puntare l'attenzione sulla frazione "respirabile", cioè quella che realmente è in grado di giungere ai bronchioli ed alveoli.

Dagli studi della letteratura sulla distribuzione granulometrica delle particelle di legno si può notare dai dati ponderali che solo il 25-30% della massa di polvere ha diametro aerodinamico $<5 \mu\text{m}$ evidenziando una distribuzione della massa di particelle verso MMAD compresi fra 5 e 20 μm (Hounam e Williams 1974, McCammon e coll. 1985, Pisaniello e coll. 1991, Whitehead e coll. 1981), anche se non devono essere trascurate particelle con MMAD fino a 60 μm (Davies e coll. 1999). In apparente contrasto le misure numeriche indicano che il maggior numero di particelle è al di sotto di 5 μm , ma bisogna tener conto da una parte che la massa varia con il cubo del raggio (per cui una particella di diametro di 1 μm pesa 125 volte meno di una di 5 μm e 1000 volte meno di una di 10 μm) e dall'altra che i prelievi effettuati per analisi di tipo numerico non garantiscono la rappresentatività di tutti i diametri di interesse. Per di più, non deve essere trascurata la necessità di evitare la sovrastima delle polveri depositate sulle membrane per effetto di inquinamento di polvere grossolana, schegge, trucioli proiettate dalle macchine (Hamill e coll. 1991) o di aerosol, per cui da alcuni Igienisti Industriali viene proposto l'esame ottico delle membrane (Hounam e Williams 1974).

A ciò va aggiunto che si parla genericamente di esposizione a polvere di legno (essendo abbastanza frequente l'esposizione a più essenze), ma in realtà bisognerebbe tenere in considerazione vari fattori di confondimento. Innanzitutto macchine differenti sono in grado di produrre differenti livelli di polverosità, ma in particolare è noto che i singoli legnami (e sono oltre 5000 le specie legnose censite come di utilità tecnologica !) sono in grado di produrre differenti livelli di polverosità quando lavorati con la stessa macchina. A questo proposito esiste uno studio (Thorpe e Brown 1995), effettuato utilizzando un modello sperimentale, che ha messo in evidenza che esiste una correlazione fra durezza del legname e sua densità ed una correlazione inversa fra produzione di polvere e densità del legname.

Fortunatamente maggiore omogeneità dei dati la otteniamo quando per uno stesso legname si vada a mettere a confronto il rapporto fra frazione respirabile e frazione inalabile, come dimostrato da vari Autori (Whitehead e coll. 1981, McCammon e coll. 1985, Hounam e Williams 1974, Pisaniello e coll. 1991) utilizzando separatori granulometrici (cascade impactor) per le polveri di legno: in particolare in uno studio americano su pino e acero lavorati da differenti macchine il K medio (rapporto K = polvere respirabile/polvere totale) su 15 campionamenti è risultato 0.04 (min 0 e max 0.26) e in uno studio australiano il rapporto medio è risultato 0.14 (min 0.04 e max 0.39). Da parte nostra, in uno studio sperimentale (Innocenti e coll. 1991) in cui non era possibile utilizzare un separatore granulometrico di particelle sono stati eseguiti dei campionamenti di polvere totale (mediante CIS – campionatore con riduttore conico) e frazione respirabile (mediante ciclone Dorr-Oliver) e sono stati riscontrati rapporti K molto bassi, come si vede in Tabella 1.

Essenza	Polvere totale	polvere respirabile	rapporto K
Frakè	49.6	2.4	0.04
Quercia	80.5	3.2	0.04
Abete	69.0	4.3	0.06
Azobè	51.0	3.2	0.06
Douglasia	102.6	6.2	0.06
Samba	283.2	25.8	0.09
Rovere	7.6	0.9	0.11
Aningrè	13.8	1.7	0.12

Tabella 1

Risultati dei campionamenti di polvere totale e frazione respirabile (in mg/m^3) di differenti legnami mediante carteggiatura nel verso delle fibre su superfici già levigate per 15 minuti (rapporto K = polvere respirabile/polvere totale)

Estrapolando i dati precedenti a due ipotetiche situazioni lavorative entro il limite di $5 \text{ mg}/\text{m}^3$ di frazione inalabile di polvere di legno, facciamo ad esempio una lavorazione di superfici levigate ottimamente aspirata con livelli di esposizione di $1 \text{ mg}/\text{m}^3$ ed una situazione più critica intorno ai $4 \text{ mg}/\text{m}^3$, potremmo in questi 2 ambienti di lavoro ragionevolmente ipotizzare una esposizione a livelli di frazione respirabile di polvere di legno rispettivamente di $0,1$ e $0,4 \text{ mg}/\text{m}^3$, cioè bassissimi.

5. Conclusioni

Come già affermato, al momento attuale non esistono dati certi sulla presenza di altri effetti dell'inalazione di polvere di legno sull'apparato respiratorio ad esclusione dei tumori dell'etmoide e dei seni paranasali e di asma bronchiale. In relazione agli scarsi dati presenti in letteratura sui livelli di esposizione dei lavoratori, anche se molto ragionevole, l'ipotesi di considerare la frazione "respirabile" un decimo della frazione "inalabile" resta sempre una estrapolazione e possiamo solo sicuramente affermare che in realtà poco conosciamo delle quantità di polvere di legno in grado di penetrare nell'albero bronchiale e raggiungere il polmone profondo.

Resta comunque necessario intensificare i controlli della esposizione ambientale dei lavoratori (a polvere di legno, come del resto a qualunque altra sostanza presente sul posto di lavoro ambientali) non solo effettuati dai datori di lavoro nel rispetto della normativa vigente, ma anche dagli istituti di ricerca e dagli organi di

controllo delle USL, perché se da una parte è bene ricordare sempre che senza il monitoraggio ambientale non ha alcun senso la sorveglianza sanitaria (ed a maggior ragione quando non è possibile quella biotossicologica, come nel caso del legno), dall'altra parte perché anche in un continuo miglioramento delle condizioni di fabbrica, come verificato rispetto ai dati degli ultimi 15 anni, esistono sempre situazioni di cattiva gestione e/o manutenzione degli impianti di aspirazione che portano ad esposizioni notevolmente superiori a 1,5-2 mg/m³ di polvere di legno, che in ogni caso rappresenta un valore limite di esposizione professionale, non soltanto "ragionevolmente" ottenibile, ma anche "tecnicamente" raggiungibile (Innocenti 2000).

Bibliografia

1. C.H. Barcenas, G.L. Delclos, R. El-Zein, G. Tortolero-Luna, L.W. Whitehead, M.R. Spitz - Wood dust exposure and the association with lung cancer risk – *American Journal of Industrial Medicine* - 2005; 47: 349-357
2. K.B. Baumgartner, J.M. Samet, D.B. Coultas, C.A. Stidley, W.C. Hunt, T.V. Colby, J.A. Waldron and Collaborating Centers - Occupational and environmental risk factors for idiopathic pulmonary fibrosis: a multicenter case-control study – *American Journal of Epidemiology* - 2000; 152: 307-315
3. A.B. Bohadana, N. Massin, P. Wild, J-P. Toamain, S. Engel, P. Goutet – Symptoms, airway responsiveness, and exposure to dust in beech and oak wood exposure – *Occupational and Environmental Medicine* – 2000; 57: 268-273
4. H.W. Davies, K. Teschke, P.A. Demers - A field comparison of inhalable and thoracic size selective sampling techniques - *Annals of Occupational Hygiene* - 1999; 43: 381-392
5. P.A. Demers, P. Boffetta - Cancer risk from occupational exposure to wood dust. A pooled analysis of epidemiological studies - IARC Technical Report n. 30 - Lyon 1998
6. S. De Luca, N. Caire, Y. Cloutier, A. Cartier, H. Ghezzi, J.L. Malo - Acute exposure to sawdust does not alter airway calibre and responsiveness to histamine in asthmatic subjects - *European Respiratory Journal* - 1988; 1: 540-546
7. B. Gandevia, J. Milne - Occupational asthma and rhinitis due to Western red cedar (*Thuja plicata*) with special reference to bronchial reactivity - *British Journal Industrial Medicine* – 1970; 27: 235-244
8. D.F. Goldsmith, C.M. Shy – Respiratory health effects from occupational exposure to wood dust – *Scandinavian Journal of Work and Environmental Health* – 1988; 14: 1-15
9. A. Hamill, J. Ingle, S. Searle, K. Williams - Levels of exposure to wood dust - *Annals of Occupational Hygiene* - 1991; 35: 397-403
10. J.M. Harris, P. Cullinan, C. McDonald - Occupational distribution and geographic clustering of deaths certified to be cryptogenic fibrosing alveolitis in England and Wales – *Chest* - 2001; 119: 428-433
11. B. Hausen - Woods injurious to human health. A manual – Ed. Walter de Gruiter - Berlino 1981
12. R. Hubbard, S. Lewis, K. Richards, I Johnston, J Britton - Occupational exposure to metal or wood dust and aetiology of cryptogenic fibrosing alveolitis - *Lancet* - 1996; 347: 284-289

13. R.F. Hounam, J. Williams - Levels of airborne dust in furniture making factories in the High Wycombe area - *British Journal of Industrial Medicine* - 1974; 31: 1-9
14. A. Innocenti - Un "tecnicamente ottenibile" livello di riferimento per esposizione a polvere di legno dopo il D.Lgs. 66/2000 – *La Medicina del Lavoro* – 2000; 91: 565-574
15. A. Innocenti, C. Ciapini, D. Natale, F. Nerozzi, P. Pippi, M. Selmi - Studio longitudinale della funzionalità polmonare in esposti ad alti livelli di polvere di legno – *La Medicina del Lavoro* - 2006; 97: 30-35
16. A. Innocenti, S. Del Monaco - Patologia dovuta a polveri di legno – *Contributi scientifico pratici per una migliore conoscenza del legno CNR Istituto del legno Firenze* – 1980; 27: 1-64
17. A. Innocenti, R. Romeo, A. Mariano - Asthma and systemic toxic reaction due to *Cabreuva* (*Myrocarpus fastigiatus* Fr. All.) wood dust - *La Medicina del Lavoro* - 1991; 82: 446-450
18. A. Innocenti, G. Scancarello, A. Mariano, A. Tofanelli - Difficoltà di determinazione di un adeguato standard di riferimento (TLV) per esposizioni a polvere di legno - *Atti Convegno Nazionale Aggiornamenti in tema di neoplasie professionali (Siena 19-21/11/1991)* - 1992: 225-231
19. A. Innocenti, G. Scancarello, A. Tofanelli, A. Mariano - La polvere di legno di per se' non e' in grado di indurre risposte broncospastiche in soggetti iperreattivi - *Atti 52° Congresso SIMLII – Palermo* - 1989: 467-470
20. K. Iwai, T. Mori, N. Yamada, M. Yamaguchi, Y. Hosoda - Idiopathic pulmonary fibrosis. Epidemiological approaches to occupational exposure. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* - 1994; 150 670-675
21. A. Laakkonen, P. Kyyronen, T. Kauppinen, E.I. Pukkala – Occupational exposure to eight organic dusts and respiratory cancer among Finns – *Occupational and Environmental Medicine* – 2006; 63: 726-733
22. R. Macbeth - Carcinoma of the nasal cavity and accessory sinuses in wood workers – *The Journal of Laryngology and Otology* - 1965; 75: 592-612
23. R.G. Macbeth - Discovery in medicine - Chance or science? The case of woodworkers' nasal cancer – *American Journal of Industrial Medicine* - 1991; 19: 379-383
24. C.S. McCammon, C. Robinson, R.J. Waxweiler, R. Roscoe - Industrial hygiene characterization of automotive wood model shop - *American Industrial Hygiene Association Journal* - 1985; 46: 343-349
25. J. Mullen, M.J. Hodgon, C.A. DeGraff, T. Godar – Case-control study of idiopathic pulmonary fibrosis and environmental exposures - *Journal Occupational Environmental Medicine* – 1998; 40: 363-367
26. D.L. Pisaniello, K.E. Connell, L. Muriale - Wood dust exposure during furniture manufacture - results from an Australian survey and consideration for threshold limit value development - *American Industrial Hygiene Association Journal* - 1991; 52: 485-492
27. W.K. Post, D. Heederik, H. Kromhout, D. Kromhout - Occupational exposure estimated by a population specific job exposure matrix and 25 year incidence rate of chronic nonspecific lung disease (CNSLD): the Zuphten Study - *European Respiratory Journal* - 1994; 7: 1048-1055
28. J. Scott, I. Johnston, J. Britton – What causes cryptogenic fibrosing alveolitis? A case-control study of environmental exposure to dust – *British Medical Journal* – 1990; 301: 1015-1017
29. J. Siemiatycki, L. Richardson, M. Gerin, M. Goldberg, R. Dewar, M. Désy, S. Campbell, S. Wacholder – Association between several sites of cancer and nine organic dusts: results from an hypothesis-generating case-control study in Montreal, 1979-1983 – *American Journal of Epidemiology* – 1986; 123: 235-249

30. D. Sherrill, G. Viegi - On modeling longitudinal pulmonary function data - *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* - 1996; 154: S217-S222
31. M.R. Spitz, W.K. Hong, C.I. Amos, X. Wu, M.B. Schabath, Q. Dong, S. Shete, C.J. Etzel – A risk model for prediction of lung cancer – *Journal of National Cancer Institute* – 2007; 99: 715-726
32. S.D. Stellman, P.A. Demers, D. Colin, P. Boffetta - Cancer mortality and wood dust exposure among participants in the American Cancer Society cancer Prevention Study-II (CPS-II) - *American Journal of Industrial Medicine* - 1998; 34: 229-237
33. K. Teschke, S.A. Marion, T.L. Vaughan , M.S. Morgan, J. Camp - Exposures to wood dust in U.S. industries and occupations, 1979 to 1997 - *American Journal Industrial Medicine* - 1999; 35: 581-589
34. A. Thorpe, R.C. Brown - Factors influencing the production of dust during the hand sanding of wood - *American Industrial Hygiene Association Journal* - 1995; 56: 236-242
35. L.W. Whitehead, T. Freund, L.L. Hahn - Suspended dust concentrations and size distributions, and qualitative analysis of inorganic particles, from woodworking operations - *American Industrial Hygiene Association Journal* - 1981; 42: 461-467
36. B. Woods, C.D. Calnan - Toxic woods - *British Journal Dermatology* - 1976; 94 (suppl 13): 1-97
37. X. Wu, G.L. Delclos, J.F. Annegers, M.L. Bondy, S.E. Honn, B. Henry, T.C. Hsu, M. Spitz – A case-control study of wood dust exposure, mutagen sensitivity, and lung cancer risk – *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention* – 1995; 4: 583-588
38. J.P. Zock , J. Sunnnyer, M. Kogevinas, H. Kromhout, P. Burney J.M. Antò, and The ECHRS Study Group - Occupation, chronic bronchitis, and lung function in young adults. An international study - *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* - 2001; 163: 1572-1577

Polveri di legno ed effetti sensibilizzanti

A.M. Cirila *

*Già direttore Unità Operativa Medicina del Lavoro, A.O. "Istituti Ospitalieri di Cremona", Cremona
Divisione Malattie Allergiche CIMAL (DIMAC), Centro Italiano Medicina Ambiente Lavoro, Cremona*

Riassunto. A lungo l'inalazione e il contatto con polveri di legno durante preparazioni e lavorazioni nei vari settori produttivi sono state ritenute fonte di rischio soltanto per le loro conseguenze più o meno irritanti. Solo a metà del ventesimo secolo iniziano le segnalazioni di asma e poi anche di rinocongiuntivite spiegabili solo con effetti sensibilizzanti specifici. Parallelamente al moltiplicarsi di descrizioni cliniche dei casi il modello di patogenesi allergica respiratoria da polveri di legno si arricchisce poi gradualmente delle conoscenze sulla flogosi allergica IgE-mediata, sui meccanismi IgG-mediati, sui mediatori cellulari stessi, sulla reattività bronchiale e nasale. In un contesto di fondo di scarsità di studi sperimentali, la revisione della letteratura consente di focalizzare quali legni siano oggi ritenuti veri allergizzanti, quali genericamente sensibilizzanti respiratori, quali allergizzanti cutanei, quali causa di reazioni a livello del polmone profondo con polmoniti da ipersensibilità.

La nocività immunologica appare essere prevalentemente una proprietà dei legni esotici (Sud America, Africa, Asia, Australia), ma in minor misura anche di specie non esotiche (Nord America, Europa). L'incidenza della patologia respiratoria bronchiale e alveo litica, nonché di quella cutanea, non è elevata in Italia, mentre quella della rinite non ha stime attendibili.

Ne deriva quindi che ogni nuovo caso diagnosticato deve essere considerato come "evento sentinella" e che la prevenzione si fonda soprattutto su una efficiente e aggiornata organizzazione medica, base per una corretta sorveglianza sanitaria.

Parole chiave: polveri di legno; sensibilizzazione allergica; effetti polmonari; effetti cutanei.

1. Sensibilizzazione e allergia

L'impolveramento durante le lavorazioni del legno è un fatto inevitabile.

Gli effetti sulla salute a lunga distanza sono ancora sotto studio e non vengono individualmente avvertiti. Quelli invece che si percepiscono e si vedono a tempi brevi riguardano le vie respiratorie, la cute e gli occhi. Il fatto che le manifestazioni coinvolgano generalmente singoli individui con estrinsecazioni "diverse" rispetto al

* Telefono: 02 59901542

Indirizzo: Via Pettinari, 7 – 26100 Cremona

E-mail: angelo.cirila@gruppcimal.it

gruppo di lavoratori esposti ha oggi reso abituale il termine di "sensibilizzazione", con il quale si dà concretezza scientifica a concetti generici quali predisposizione, suscettibilità, accidentalità, reattività, sfortuna, predestinazione, imprevedibilità.

Il meccanismo patogenetico della sensibilizzazione impegna il sistema immunologico di difesa dell'organismo umano ed include alcuni aspetti clinici comuni:

- l'esistenza di un periodo di latenza fra l'inizio dell'esposizione e la comparsa dei primi sintomi (periodo di induzione)
- lo scatenamento dei sintomi anche a basse concentrazioni di una polvere di legno specifica e non di altre polveri, in un soggetto ben individuato rispetto ad altri lavoratori
- il decorso dei sintomi e delle reazioni secondo caratteristiche varie, ma classificabili, di esposizione diretta (risposta bronchiale immediata, tardiva, sequenziale difasica)
- la manifestazione più o meno frequente di patologia bronchiale (asma), nasale (rinite), oculare (congiuntivite), cutanea (orticaria, eczema).

Agenti sensibilizzanti sono le polveri di legno con i loro costituenti, mentre non sussiste in letteratura alcuna dimostrazione che tale proprietà nociva sia attribuibile a vapori che si sviluppano dai legni, anche se la sensazione olfattiva di aromi ed odori viene spesso segnalata dai sensibilizzati come la presunta origine dei loro disturbi respiratori.

Il concetto di "allergia" viene oggi riservato ad un sottocapitolo della patologia da agenti sensibilizzanti ed è un concetto medico-biologico che si basa sull'azione di anticorpi specifici, in prima istanza immunoglobulina IgE (reagine), il cui ruolo è esattamente definito. Nell'evoluzione dell'infiammazione allergica, che genera l'iperreattività d'organo, sono anche implicati altri ruoli meno definiti, connessi ad immunoglobuline della classe IgG (precipitine) e a linfociti della classe T.

Allo stato attuale delle conoscenze la sequenza di reazioni che consegue a cascata al riconoscimento di un allergene da parte di IgE-specifiche è in grado di spiegare chiaramente il manifestarsi dei quadri clinici conseguenti alla sensibilizzazione ad agenti ambientali quali pollini e allergeni proteici; ne deriva per analogia l'applicazione dello schema patogenetico e della ricerca di immunoglobuline specifiche anche per la sensibilizzazione professionale alle polveri di legni. Questo è stato l'orientamento investigativo degli ultimi trent'anni, dal quale sono derivate certezze e incertezze sulla nocività degli agenti sensibilizzanti nella lavorazione del legno, visto come aperto territorio per l'accreditamento IgE.

Per secoli, pur essendo ritenuto il trattare il legno una attività lavorativa pericolosa e affaticante, nessuno ha sospettato sensibilizzazioni e neppure asma. Il primo medico del lavoro Ramazzini nel 1714 (seconda edizione con supplemento del "De Morbis Artificum Diatriba", descrive l'attività di segazione a mano per produrre assi e osserva che "colui che lavora sotto ha il grosso svantaggio della segatura che gli arriva direttamente negli occhi e in bocca e che gli procura arrossamento e dolore agli occhi, tanto che è costretto a tenerli quasi sempre chiusi". A proposito invece dei falegnami e dei tornitori scrive che "dal materiale lavorato i falegnami non hanno quasi nessun fastidio, se non qualche volta dal legno di cipresso, che qualcuno non può sopportare, perché il suo odore acuto provoca mal di testa".

Al riguardo si può oggi confermare questo effetto, dovuto al contenuto in alcaloidi e polifenoli con proprietà tossiche istamino-liberatrici; mentre il legno di cipresso (al contrario dei pollini di cipresso) non risulta ancora segnalato come sensibilizzante:

Il problema che lavorare il legno può divenire inaspettatamente nocivo se l'essenza legnosa ha capacità sensibilizzanti è emerso e si è esteso in una dimensione di mondo globalizzato solo negli ultimi sessant'anni. Ciò sia per ragioni economiche (aumento di commercio ed utilizzo di legni esotici), sia per ragioni mediche (miglioramento graduale delle metodologie di diagnosi e di studio). L'asma professionale ha costituito l'evento rivelatore di danno alla salute, ben prima che si conoscessero a fondo i meccanismi che causano asma per inalazione di composti con riconoscimento immunologico specifico.

La prima segnalazione risale al 1949 in Sud Africa e riguarda il kejaat, un legno centroafricano (59). Vent'anni dopo, nel 1969, dal Wisconsin degli Stati Uniti d'America si segnala l'asma da mogano, importato dall'Asia (74). Sempre nel 1969 in Australia viene segnalata l'asma da cedro rosso, importato dal Canada (53), oggetto poi di parecchi studi sperimentali e clinico-epidemiologici completi da parte del gruppo canadese facente capo a Moira Chang-Yeung. Nel 1972 in Inghilterra il gruppo di Pepys identifica l'asma da iroko, importato dal Brasile (61). Nel 1980 dall'Italia viene segnalata l'asma da obeche, importato dall'Africa (43). Ancora in Italia nel 1982 si segnala l'asma da faggio, un legno nostrano non esotico (62).

Il moltiplicarsi successivo dei riscontri documentati, secondo l'analisi di letteratura da noi effettuata, consente di catalogare come sensibilizzanti ed allergizzanti almeno una sessantina di legni, epurando i numerosi sinonimi. Ciò non significa che si sia dovuto assistere ad una epidemia, così come invece è avvenuto fra gli anni sessanta ed ottanta del secolo scorso per l'asma da di isocianati nell'industria del mobile (13).

La patologia respiratoria ed anche quella cutanea da polveri di legno ha da sempre coinvolto un numero limitato di lavoratori; proprio per tale ragione ha ovunque richiesto una diagnostica ed una prevenzione mirata, tipica delle allergopatie come "eventi sentinella". L'asma da legni, secondo una recente revisione policentrica della casistica italiana, riguarda il 10% del totale delle asme professionali diagnosticate (56). In un vecchio studio trasversale del 1982 in Lombardia, su 500 lavoratori di 18 piccole e medie aziende erano stati individuati solo 5 casi di asma, cioè ancora il 10%, non tutti sicuramente da polveri di legno (13).

Non vi sono dati statistici attendibili sulla rinite professionale e neppure sulle dermatiti. In sintonia con il miglioramento dell'accuratezza della diagnosi in allergologia, nella nostra esperienza sembrerebbe che le riniti tendano a crescere, mentre le dermatiti da contatto allergico tendano a diminuire nel settore legno.

2. Rinite ed asma

Tenendo conto che le acquisizioni patogenetiche più recenti sottolineano l'importanza della flogosi allergica nelle alte e basse vie respiratorie come elemento unificante fra le due patologie, non vi sono ragioni per ipotizzare un diverso orientamento nella sensibilizzazione professionale da polveri di legno. Se il percorso

di inalazione è unico, il naso impatta le particelle più voluminose, i bronchi ricevono quelle intermedie e sottili, gli alveoli quelle sottili, si può ragionevolmente pensare che i costituenti immunologicamente attivi delle polveri di legno possano determinare i loro effetti a qualunque livello di penetrazione e sovente in maniera associata.

Al di là della nocività tossica cellulare locale o dell'azione farmacologica per assorbimento propria dei componenti di alcuni legni (dimostrativo a questo proposito il legno di *Mansonia*, che proprio per tali proprietà non viene più usato abitualmente) interessano le componenti in grado di suscitare un riconoscimento ed una risposta specifica da parte delle cellule immunocompetenti.

Gli studi pubblicati hanno comunemente documentato l'indagine secondo il seguente percorso:

- Fase clinica – Inquadramento dei sintomi, relazione con l'esposizione lavorativa a una o più polveri di legno, diagnosi clinica di asma e/o rinite, monitoraggio sul posto di lavoro.
- Fase allergologica – Estratti acquosi con varie modalità di purificazione e concentrazione, tests cutanei endermici (prick) e/o intradermici, tests di laboratorio per la determinazione di IgE e/o IgG specifiche.
- Fase di esposizione – inalazione più o meno controllata delle polveri di legno sospettate e/o dei loro estratti, con verifica dell'andamento clinico e funzionale mediante monitoraggio medico e spirometrico.
- Fase di sperimentazione – allestimento di prove "in vitro" ed "in vivo" con complessi allergenici costruiti (coniugati proteici), sperimentazione su animale, analisi immunologiche complesse su estratti e sieri di pazienti.

La prima fase è stata in genere la più precisa ed è stata generalmente ben condotta.

La seconda fase è stata il dominio dell'improvvisazione, poiché esistono pochissimi estratti commerciali e soltanto un consenso generico sulle tecniche di estrazione dei legni.

La terza fase è risultata standardizzata come "golden standard" in Medicina del Lavoro ed in Allergologia fin dai primi anni settanta; sono state riconosciute varie procedure (10, 52, 61, 74, 75) e ne è derivata la classificazione delle risposte bronchiali allo stimolo: immediate (entro 15 minuti), immediate persistenti, tardive (dopo 6-8 ore), persistenti difasiche, ripetitive, con o senza febbre. In tempi recenti il monitoraggio nella terza fase si è arricchito delle tecniche di studio della reattività bronchiale aspecifica, dell'esame dell'espettorato indotto o del secreto nasale. Il limite di queste indagini è la differenza di standardizzazione dell'esposizione "occupazionale" piuttosto che "artificiale".

La quarta fase è quella che è risultata ancora carente come mezzi, programmi, incentivi di ricerca. Lo studio approfondito dei meccanismi immunologici della sensibilizzazione professionale è andato progressivamente riducendosi, soprattutto in Italia dove ha sempre stentato a decollare. Le poche acquisizioni innovative provengono tutte da istituti esteri.

Sulla base della revisione della letteratura è possibile classificare una serie di legni non solo come sensibilizzanti, ma anche come certamente e propriamente

allergizzanti (2, 4, 6, 8, 10, 12, 17, 19, 21, 22, 24, 25, 26, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 42, 48, 51, 53, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 67, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 79).

Per questi è infatti identificabile un meccanismo patogenetico che si fonda sulla presenza di immunoglobuline IgE specifiche, dimostrate "in vitro" con tecniche RAST od EIA (radioimmunoallergiche o immunoenzimatiche) ed "in vivo" con reazioni immediate ad agopuntura prick o a intradermo effettuate con estratti dei legni. Le risposte bronchiali verificate durante le prove di provocazione risultano in maggioranza immediate o difasiche, con ripresa della bronco costrizione dopo 3-5-ore.

La Tabella 1 riporta le specie allergizzanti con le loro denominazioni comuni.

Botanica	Italiano	Inglese
Fraxinus excelsior, Fraxinus americana	Frassino	Ash
Fagus sylvatica	Faggio	Beech
Thuja plicata	Cedro rosso canadese	Western red cedar, Shinglewood
Thuja occidentalis	Cedro bianco	Eastern red cedar
Triplochiton scleroxylon	Obeche, Samba	African whitewood
Gonystylus bancanus	Ramin	Ramin
Cedrelingua catenaefomis	Cedroarana	Ducke wood
Testona grandis	Teak	Teak
Chlorophora excelsa	Iroko, Kambala	Iroko
Aningeria altissima	Noce tanganika, Aningré	Tanganyika aningré
Antiaris africana, Antiaris toxicaria	Antiaris	Antiaris
Quillaia saponaria	Quillaia	Soapbark tree
Dipterix micrantha	Cumaro	Cumarn, Harms wood
Pterocarpus angolensis	Kejat	Kejaat wood
Microberlinia	Zebra	Zebra wood
Dalbergia retusa	Cocobolla	Cocobolo, rosewood
Aningeria robusta	Mukali	Mukali
Caesalpinia echinata	Pernambuco	Pernambouk
Pinus sylvestris	Pino, Pino di svezia	Pine wood
Balfourodendron riedelianum	Pau marfin	Pau marfin
Euonymus europaeus	Fusaria	Spindle tree

Tabella 1 Sensibilizzazione allergica con documentazione di IgE specifiche

Per molti altri legni sensibilizzanti manca una sufficiente documentazione che dimostri per i casi studiati la presenza di IgE specifiche. Per le prove cutanee risultate negative risultano essere stati utilizzati solo prick-test (che hanno una sensibilità minore) e non le intradermo (più sensibili, anche se meno specifiche in mani inesperte). Le analisi di laboratorio, quando effettuate, hanno dato risultati negativi per IgE. La risposta alle prove di provocazione bronchiale sono riportate, a seconda dei legni considerati, sia come di tipo immediato o con andamento difasico, sia di tipo esclusivamente tardivo, con insorgenza dopo 6-8 ore senza febbre (1, 5, 11, 27, 44, 47, 49, 52, 57, 58, 62, 63, 71, 74, 75, 76, 79, 82).

L'elenco raccolto in Tabella 2 comprende le specie che attualmente sono classificabili come certamente capaci di provocare sensibilizzazione specifica a livello delle vie respiratorie ed in particolare capaci di determinare una reazione asmatica documentabile a livello delle vie bronchiali, senza che il meccanismo anticorpale dell'allergia sia stato provato.

Botanica	Italiano	Inglese
Prunus spp	Ciliegio	Cherry wood
Populus nigra	Pioppo	Poplar
Castanea sativa	Castagno	Chestnut wood
Quercus robur	Rovere, Quercia	Oak
Juglans regia	Noce Italico	Walnut
Juglans olanchana	Noce Americano, Hickory	Central American walnut
Abies	Abete	Fir
Pseudotsuga menziesii	Abete Douglas	Douglas fir
Sequoia sempervireus	Sequoia	California redwood
Phoebe porosa	Imbuca	Brazilian walnut
Erythrophleum guineense	Tali	Tali wood
Dalbergia nigra, Dalbergia melanoxylon, Dalbergia latifolia	Palissandro	Brazilian rosewood, African blackwood, Indian rosewood, Bombay blackwood, Palisander
Khaya anthotheca	Mogano	African mahogany
Diospyros crassiflora	Ebano	Ebony
Talebuia spp	Lapacho	Bethabara wood
Mansonia altissima	Mansonia, Pruno	Mansonia, Bété
Gambeya africana	Akatio	Akatio
Alstonia boonei	Emien	Emien
Scottelia coriacea	Odoko	Odoko
Cedra libany	Cedro del Libano	Cadar of Lebanon
Terminalia superba	Frakè bianco	Limba, White afara
Dumoria heckelii	Makore	African cherry

Tabella 2 Sensibilizzazione certa senza documentazione di IgE specifiche

Per un terzo gruppo di legni, riportato in Tabella 3 sono stati reperiti in letteratura segnalazioni di asma o di rinite, a volte positività di test cutanei, ma non esecuzione di prove di esposizione monitorata e controllata (18, 30, 59, 75). La loro nocività può essere attualmente classificata come probabilmente sensibilizzante, in attesa di ulteriori approfondimenti.

Botanica	Italiano	Inglese
Acoumea klaineana	Oukumè	Gaboon plywood
Guibourtia arnoldiana	Mutenyè	Olive walnut
Terminalia ivorensis	Framirè	Idigbo
Lovoa klaineana	Dibetou	African walnut
Hymenaea courbaril	Jatobà	Brazilian cherry

Tabella 3

Sensibilizzazione probabile, scarsa documentazione

3. Quando le allergie?

La prima considerazione è che nella maggioranza dei casi pubblicati la sintomatologia manifestata dai lavoratori durante il lavoro a rischio consiste sia in disturbi nasali (spesso anche oculari) che bronchiali: La rinite e la rino-congiuntivite negli esposti a polveri di legno che si sensibilizzano si associano e frequentemente precedono l'asma, costituendone nelle storie cliniche una anticipazione, anche se si comincia a documentare meglio la patologia nasale solo a fine secolo ventesimo (2, 22, 24, 42, 63, 75). Tale aspetto predittivo ne suggerisce l'importanza ai fini della prevenzione delle sensibilizzazioni respiratorie durante la sorveglianza sanitaria.

Una seconda considerazione riguarda l'epoca di insorgenza dei sintomi. Fin dalle prime osservazioni si è notato che la durata dell'esposizione lavorativa pregressa è spesso molto lunga prima che la sintomatologia insorga. Una latenza lunga ovviamente non è la regola e vi sono differenze fra i legni, più che differenze fra gli individui. Indica però che le condizioni ambientali sono multiformi; l'esposizione non è costante come occasioni, l'intensità e la qualità dell'impolveramento si sono nel tempo modificate con rischio di sensibilizzare anche a basse dosi, soprattutto la potenza allergenica e immunostimolante dei componenti dei legni non è elevata. Decisamente questa non appare la stessa degli allergeni pollinici ambientali, né quella di altri allergeni professionali come gli acari in agricoltura o i derivati proteici di animali di laboratorio negli stabulari. Sembrerebbe invece paragonabile alla allergicità della farina di frumento per i panificatori e come per questi la manifestazione di allergopatia respiratoria dopo anche un lungo periodo di induzione si gioca sulla rottura di un equilibrio fra resistenza dell'individuo allo stimolo continuato e condizioni di lavoro in un determinato momento della vita attiva professionale.

Se conoscessimo bene la dinamica di tale frattura avremmo in pugno la prevenzione medica dell'allergia alle polveri di legno, anziché restare circoscritti alla prevenzione tecnica finalizzata a ridurre la polverosità e proteggere le vie respiratorie.

Invece dal punto di vista delle caratteristiche biologiche dell'individuo siamo ancora fermi al concetto generale di atopia. Atopico è colui che per nascita è predisposto ad avere malattie allergiche in quanto facilitato a produrre IgE specifiche per uno squilibrio del sistema immunitario. L'atopico viene identificato in quanto si sensibilizza con maggior frequenza ai comuni allergeni dell'ambiente di vita (pollini, muffe, acari, gatto) e tale indicatore clinico viene tuttora utilizzato anche a scopo predittivo. Le allergie professionali ai legni si collocano fuori dallo schema ed anzi in contrasto con esso, come provato dalle verifiche per scoprire se il lavoratore allergizzato era o meno un atopico ambientale predisposto. Nel caso delle polveri di legno la percentuale di atopici che manifestano l'allergia professionale non supera il 50%, ossia può essere vero anche il contrario, cioè che la sensibilizzazione professionale viene indotta anche in non atopici (10, 20, 30, 55, 56, 75)

Inoltre secondo alcuni dati l'applicazione dello schema di screening per l'individuazione dei soggetti atopici (serie di test endermici per allergeni comuni ambientali) fra i lavoratori delle segherie (20, 50) o del mobile (70, 75) porterebbe alla conclusione che l'esposizione generica a polveri di legno aumenta l'atopia ambientale, senza necessariamente incrementare l'allergia ai legni stessi. In altri termini si è ipotizzato un effetto potenziante l'insorgere di allergie comuni connesso ad immunostimolazione generica e/o ad un'infiammazione delle vie aeree fra i lavoratori del legno.

Emergono anche differenze fra il lavoro nelle segherie e quello nell'industria del mobile. In proposito è interessante la serie di studi epidemiologici svolta nei mobilifici della Danimarca, che utilizzano al 90% solo legno di pino (pino di Svezia). La patologia asmatica e bronchitica ha mostrato una tendenza a diminuire negli ultimi otto anni in parallelo con la riduzione della polverosità, l'atopia ambientale non ha subito variazioni, ma soprattutto fin dall'inizio della osservazione la sensibilizzazione allergica al pino coinvolgeva solo una parte dei soggetti asmatici, parte dei quali soltanto atopici (46, 68, 69, 72).

4. Quali allergeni?

Per almeno il 90-95% il legno è costituito da lignina, la cui struttura filamentosa si ritiene non sensibilizzante. Verso i cosiddetti componenti accessori, che costituiscono il restante 5-10%, si è indirizzata l'indagine su composti chimici che, al di là di proprietà biologicamente irritanti, tossiche o farmacologicamente attive, potessero essere presi in considerazione come allergeni od antigeni. Gli studi più comuni hanno preso in considerazione le componenti idrosolubili. La diversità delle tecniche di estrazione ha però determinato anche confusioni e insuccessi nell'applicare sugli estratti le metodiche di analisi delle IgE-IgG con RAST, EIA, ELISA (18, 21, 42, 47, 49, 55, 62, 66).

Un secondo percorso è stato quello di studiare il ruolo di componenti chimici a basso peso molecolare capaci di formare con l'albumina umana coniugati complessi con capacità antigenica. L'esempio è l'insieme di studi che ha interessato l'acido plicatico nell'asma da polveri di cedro occidentale (*Thuja plicata*), orientale (*Thuja occidentalis*) e giapponese (*Cryptomeria japonica*). E' stata un'acquisizione patogenetica importante, approfondita sulla maggior casistica esistente per un asma da legni, che tuttavia ha anche consentito di documentare che il solo meccanismo di IgE specifiche per il coniugato albumina-acido plicatico non spiega una parte dei casi e che questi casi non trovano spiegazioni neppure in altri meccanismi immunologici attivabili dall'acido plicatico. Pertanto negli ultimi anni non si è più parlato di anticorpi verso il coniugato (10, 12, 25, 48, 53, 61, 79).

Lo stesso indirizzo, con meno successo, è stato seguito verso l'acido abietico delle conifere (69, 72), che è anche componente della colofonia.

Un terzo percorso, reso possibile dal succedersi delle osservazioni cliniche ampliando la casistica, ma soprattutto dal progresso recente delle metodiche immuno-allergologiche basate sulla elettroforesi SDS-PAGE, sull'Immunoblotting e sulla spettrometria di massa proteica, ha fatto emergere l'importanza della piccola quota di frazioni proteiche glomerulari solubili. Questa è probabilmente la via giusta di ricerca e potrà portare ad ulteriori acquisizioni nel futuro. L'esempio per ora unico è quello del *Triplochiton scleroxylon*, noto nel mondo come obeche, samba, ayous, wawa, legno bianco africano. I risultati conoscitivi sono frutto di studi clinici e laboratoristici svoltisi indipendentemente in Italia, Spagna, Germania nel corso di 25 anni. La sequenza temporale degli aggiornamenti merita di essere elencata in sintesi ed è la seguente:

- 1980: La polvere di obeche provoca asma professionale con risposta bronchiale immediata e persistente (42)
- 1982: L'asma può manifestarsi anche con risposte bronchiali difasiche o soltanto tardive (70)
- 1983: Vi è risposta cutanea intradermica positiva ad un estratto acquoso (6)
- 1984: Vi è anche risposta cutanea positiva con prick test verso un estratto (35)
- 1984: Si dimostra nel siero presenza di IgE specifiche (35)
- 1986: Vi è reattività crociata verso legno ramin (35)
- 1990: Oltre ad asma vi può essere rinite ed orticaria (37)
- 2000: Vengono identificati allergeni proteici (64)
- 2002: Gli allergeni proteici sono diversi come peso molecolare a seconda del tipo di estratti e della stagionatura del legno (29)
- 2003: Nell'asma vi è flogosi bronchiale eosinofila persistente (28)
- 2004: Vi è reattività crociata con allergeni del lattice di gomma (*Hevea brasiliensis*)
- 2005: Allergene proteico principale è una chitinasi di classe 1 (41)
- 2006: Vi può essere reazione anafilattica crociata per ingestione di tamarindo (81)

L'attenzione dedicata al legno di obeche è un esempio fortunato della progressione della ricerca. Le crociature immunologiche e l'individuazione degli allergeni proteici indirizzano verso la coesistenza di proteine comuni fra varie specie vegetali. In proposito inoltre anni addietro era stato segnalato un caso di allergia professionale a

farina di tamarindo (*Cyphomandra setacea*) usata come addensante nell'industria tessile (14).

5. Quali terapie immunologiche

Non viene affrontato in questo contesto la problematica del trattamento farmacologico delle allergopatie professionali, che comunque deve procedere in parallelo con le soluzioni ambientali e organizzative durante il lavoro.

Meritano tuttavia uno spazio le poche esperienze di immunoterapia specifica praticate mediante vaccini allergenici.

Alcune esperienze pionieristiche erano state intraprese e poi sospese in Italia da Nava e collaboratori (57, 76), con risultati giudicati buoni nella metà dei soggetti, ma con dubbi ed incertezze da parte della medicina del lavoro accademica.

Una recente esperienza promettente riguarda ancora l'obesità, con 10 casi di asma trattati con vaccino per tre anni in Spagna e sorvegliati con attento monitoraggio durante il lavoro. I risultati sono positivi (38) per quanto attiene la sintomatologia asmatica, la reattività bronchiale, i parametri delle IgE specifiche e la riduzione del consumo di farmaci.

6. Polmonite da ipersensibilità

Il quadro clinico della polmonite da ipersensibilità o alveolite allergica estrinseca consiste in dispnea oppressiva, accompagnata da tosse non produttiva e da febbre. La patogenesi comprende reazioni immunologiche IgG-mediate (precipitine) e cellulomediata (linfociti, granulociti) che avvengono negli alveoli (polmone profondo) in seguito al riconoscimento di un antigene. I mediatori cellulari (interleukine, linfocine) che si liberano determinano i sintomi ed il danno tessutale; il ripetersi degli episodi causa una interstiziopatia fibrotica nel polmone. Si tratta di una patologia da "polveri sottili" strettamente specifica, episodica od evolutiva a seconda delle esposizioni.

Alcune forme professionali nelle lavorazioni con legnami, come la polmonite degli scortecciatori d'acero e la polmonite dei lavoratori del sughero, hanno come agenti etiologici gli antigeni di miceti simbiotici o parassitanti della superficie dei legni, quali *Penicillium glabrum*, *Chrysonilia sitophila* (83) od altre muffe con spore molto piccole.

I legni le cui fini polveri hanno dato luogo di per sé stesse a polmoniti allergiche, senza concausalità da muffe, sono pochi e sono elencati in Tabella 4 (3, 15, 39, 75).

Botanica	Italiano	Inglese
Sequoia sempervirens	Sequoia	Redwood
Gonystylus baneanus	Ramin	Ramin
Myrocarpus fastigiatus	Cabreuva	Cabreuva
Anacardium occidentale	Acajou	Cashew tree

Tabella 4

Documentazione certa di polmonite da ipersensibilità

La componente sensibilizzante non è stata ancora identificata.

Per anni, seguendo la teoria patogenetica degli immunocomplessi IgG, si sono interpretate le reazioni bronchiali ritardate al test di esposizione controllata o di stimolazione bronchiale specifica verso polveri di legno come manifestazioni di alveolite allergica, in una contrapposizione manichea con gli effetti bronco costrittivi delle reazioni IgE-mediate. In qualche caso può essere vero (3, 15, 74), ma è più probabile che i fenomeni siano distinti e che i fenomeni a livello di alveoli abbiano cause antigeniche diverse, come d'altronde confermato dagli studi condotti sul cedro rosso canadese (10, 48, 79) e sulla sequoiosi (15).

7. Sensibilizzazione da contatto cutaneo

Il contatto continuato con polveri di legno può provocare effetti avversi cutanei e mucosali (labbra, occhi), che si ripetono o si aggravano in relazione alla manipolazione di un certo tipo di legno e non di altri. Buona parte dei quadri cutanei, le cosiddette dermatiti da contatto, ha origine irritativa, per azione di polifenoli, terpeni, resine, saponine, stilbeni contenuti nei legni in varia entità o per effetto dei conservanti (creosoto, terpeni) loro applicati.

Le dermatiti da contatto allergico si estrinsecano in eczemi cronici e la diagnosi si effettua mediante tests epicutanei per l'allergia ritardata. Sono possibili anche forme di orticaria, probabilmente IgE mediate (26, 37, 40).

Le principali specie sensibilizzanti cutanee note sono elencate in Tabella 5.

Fra le componenti immunologicamente attive dei legni, con reazioni positive ai tests allergologici epicutanei (patch test) sono stati finora identificati lapacolo, deossilapacolo, dimetossibenzochinoni, alcool salicilico, acido abietico (23, 30, 33).

Anche l'incidenza della patologia cutanea allergica fra i lavoratori del legno non è elevata. Sicuramente però è sottostimata, in quanto la diagnosi richiede esperienza specialistica e volontà di approfondimento che, negli anni trascorsi, sembra essere stata minore rispetto all'attenzione dedicata all'asma.

Botanica	Italiano	Inglese
Acacia melanoxylon	Acacia Australiana	Australian blackwood
Brya ebenus	Cocco	Cocus wood
Dalbergia stevensonii	Palissandro americano	Honduras rosewood
Distemonanthus benthamianus	Ayan	Ayan
Grevillea robusta	Quercia Australiana	Australian silky oak
Machaerium scleroxylon	Pao ferro	Santos rosewood
Paratecoma peroba	Peroba	Peroba
Tectona grandis	Teak	Teak
Khania authothecha	Mogano	African mahogany
Triplochiton scleroxylon	Obece	African whitewood
Juglans olanchana	Noce Americano	Central American walnut
Aningeria robusta	Mukali	Mukali

Tabella 5 Legni sensibilizzanti per contatto cutaneo

8. Considerazioni conclusive

A lungo l'inalazione ed il contatto con polveri di legno durante preparazioni e lavorazioni sono state ritenute fonte di rischio soltanto per le proprietà più o meno attive od irritanti dei materiali. Solo a metà del ventesimo secolo è emersa la realtà dell'asma e poi della rinocongiuntivite come patologie giustificabili solo con effetti sensibilizzanti specifici. Le segnalazioni sono state per lo più di casi individuali e parallelamente al loro aumentare è venuto costituendosi il modello di patogenesi da sensibilizzazione respiratoria a polveri di legno, basato sulle osservazioni del decorso dei sintomi bronchiali e nasali durante le prove di esposizione e stimolazione bronchiale diretta. Generanti diversi tipi di risposta funzionale.

Il progredire delle conoscenze di base sulla flogosi allergica IgE-mediata, sulle alterazioni IgG-mediate, sui mediatori cellulari preformati o generati, sulla reattività bronchiale e nasale ha costituito il supporto immunologico di base per l'interpretazione del modello "professionale". In un contesto di scarsità di studi sperimentali e di laboratorio ed una preponderanza di studi clinici su singoli casi, con l'unica eccezione del cedro rosso canadese, l'elenco dei legni sensibilizzanti si è ampliato e comprende oggi una sessantina di specie. L'analisi della letteratura documenta che fra di essi almeno 21 hanno la capacità di indurre risposta immunitaria IgE nell'uomo e possono quindi essere a pieno titolo considerati allergizzanti. Per altri 31 è provata la capacità di provocare patologia respiratoria da ipersensibilità specifica (asma, rinite, alveolite) e possono essere etichettati come

sensibilizzanti, in attesa che gli studi su di loro aumentino e che soprattutto ne sia approfondito con maggiore accuratezza l'aspetto immunologico.

Alcune specie di legni sono origine esclusivamente o prevalentemente di dermatiti da contatto allergico e fra questi almeno 12 hanno documentazione ben definita di allergia a componenti dei legni.

La maggior parte delle specie allergizzanti e sensibilizzanti è di origine esotica (America Meridionale, Africa, Asia, Australia), ma vi sono anche specie autoctone dell'Europa, come faggio, frassino, ciliegio, pioppo, castagno, noce, quercia.

Le dimensioni delle particelle inalabili sono importanti e vi è una differenza di effetti fra la segatura di legni (sawdust) e la polvere di legni (wooddust).

Le modalità di esposizione alle polveri sono importanti ai fini della sensibilizzazione tramite le vie respiratorie, sotto l'aspetto delle piccole dosi ripetitive: vi è differenza fra l'attività di intagliatore a mano o scarteggiatore piuttosto che quella di segatore o scortecciatore, così come sono differenti le macchine che processano il legno o lavorano i parquet e le cornici.

Vi sono anche differenze nella potenza allergenica dei legni, ma su questo aspetto si conosce ancora troppo poco sulle molecole antigeniche di natura chimica piuttosto che verosimilmente proteiche. L'esperienza del cedro rosso canadese e quella ricostruita per il legno di obeche sono ancora eccezioni rispetto alla carenza generale di dati.

Anche sul versante dell'individuo esposto non abbiamo fattori accettabilmente predittivi. La condizione di atopia non è fondamentale per la sensibilizzazione a polveri di legno e appare ingiustificato escludere gli atopici dal lavoro nel settore legno.

L'incidenza relativamente bassa della casistica non è tale da imporre allarmismi o misure drastiche di scelta dei legni.

In definitiva lo strumento utilizzabile per la prevenzione appare innanzitutto la disponibilità di un elenco dei legni sensibilizzanti conosciuti, tale da costituire per gli imprenditori un orientamento agli interventi di cautela e per i medici del lavoro un

avvertimento di particolare attenzione agli esposti a rischio specifico, durante le valutazioni mediche.

Ogni caso sospetto di rinite, asma, alveolite, dermatite deve essere approfondito e diagnosticato correttamente, con il supporto di strutture specialistiche che devono saper mantenersi all'altezza delle esigenze immunoallergologiche richieste dalle indagini di accertamento. Come per altre allergopatie professionali, la patologia da sensibilizzazione nel settore legno può essere prevenuta basandosi su una sorveglianza sanitaria efficiente. Pertanto vanno monitorati i sintomi precoci, quali rinite o asma transitoria nei soggetti che lavorano con legni sensibilizzanti. Va adottata una mentalità che consideri il singolo caso non come una stranezza episodica, ma come un "evento sentinella" da valorizzare per il contesto lavorativo e da definire con precisione per il contesto medico. Riguardo a questi elementi vi è ancora parecchio da migliorare in Italia e in Lombardia nell'organizzazione sanitaria.

Bibliografia

1. Aldunate M.T., Acero S., Garcia B.E., Echechipia S., Olaguibel J.M., Tabar A.I. – Occupational asthma by sensitization to oak wood – *Allergy* 1998,43:219
2. Basomba A., Burches E., Almodovar A., De Rojas DH. – Occupational rhinitis and asthma caused by inhalation of *Balfourodendron riedelianum* (Pau Marfin) wood dust – *Allergy* 1991,46:316-08
3. Baur X., Gahnz G., Chen Z. – Extrinsic allergic alveolitis caused by cabreuva wood dust - *J Allergy Clin Immunol* 2000,106:780-81
4. Bush RK., Yunginger J.W., Reed C.E. – Asthma due to African Zebra wood dust *Am Rev Respir Dis* 1978,117:601-04
5. Bush R.K., Clayton D. – Asthma due to Central American Walnut (*Juglans olonchana*) dust – *Clin Allergy* 1983,13:389-94
6. Briatico-Vangosa G., Cardani A., Carosso A., Falagiani P., Marchisio M., Nava C., Romano C., Talamo F. – Asma professionale da polvere di *Triplochiton scleroxylon* (obeche, samba) – *Folia Allergol Immunol Clin* 1983,30:465-469
7. Cabanes Higuero N., Bartolomé B., Garcia Y., Mogio C., Moral A., Senent C. – Occupational asthma caused by IgE-mediated reactivity to *Antiaris* wood dust – *J Allergy Clin Immunol* 2001,107:555-57
8. Cartier A., Chan H., Malo JL., Pineau L., Tse KS., Chan.Yeung M. – Occupational asthma caused by eastern white cedar (*Thuja occidentalis*) with demonstration that plicatic acid is present in this wood dust and is the causal agent – *J Allergy Clin Immunol* 1986,77:639-45
9. Carosso A., Bugioni M., Romano C. – Asma professionale da polveri di legno obece (*Triplochiton scleroxylon*) – Atti Conv Naz Siena “Infortuni e malattie professionali nel settore del legno e del mobile” – OECE Ed 1982, pg 464-469
10. Chan-Yeung M. – Immunologic and nonimmunologic mechanism in asthma due to Western red cedar (*Thuja plicata*) – *J Allergy Clin Immunol* 1982,70:32-37
11. Chan-yeung M., Raja A. – Occupational asthma due to California Redwood (*Sequoia sempervirens*) dusts – *Am Rev Respirat Dis* 1976,114:1027-31
12. Chan-Yeung M., MacLean L., Paggiaro L. – Follow-up study of 232 patients with Occupational asthma caused by western red cedar (*Thuja plicata*) – *J Allergy Clin Immunol* 1987,79:792-96
13. Cirila A.M. – Rischio inalatorio e alterazioni respiratory nelle lavorazioni del legno e del mobile in Lombardia. Sintesi delle esperienze dei servizi di Igiene e Medicina del lavoro – Atti Conv Naz Siena “Infortuni e Malattie professionali nel settore del legno e del mobile”, OECE Ed 1982, pg 509-542
14. Cirila AM., Nava C., Limonta A. – Descrizione di un caso di allergia professionale La farina di tamarindo – *Med Lavoro* 1970,61:447-51
15. Cohen H., Merigan T., Kosek J. – Sequoiosis: a granulomatous pneumonitis Associated with redwood sawdust inhalation – *Amer J Med* 1967,43:785-91
16. Cortona G., Ghezzi I. – Asma professionale allergica da sensibilizzazione ad Aningré (noce tanganica) – Atti Conv Naz Siena “Infortuni e Malattie professionali Nel settore del legno e del mobile”, OECE Ed 1982, pg 456-62
17. Cortona G., Toffoletto F., Goggi E., Feltrin G. – Asma bronchiale di origine professionale da inalazione di legni esotici; problematiche diagnostiche e follow-up di sei casi – *Rass Pat App Respir* 1990,5,suppl 1:51

18. Cristaudo A., Vivaldi A., Mazzarri V., Gattini V., Buselli R., Favilli F., Biondi L., Bruschi A. – Allestimento di un metodo per la valutazione delle risposte IgE-mediate ad allergeni professionali: risultati preliminari – Atti 56° Congr Naz SIMLII, Venezia, SGE Ed 1983
19. De La Losa F. – Allergy to Cumaru (*Dipterix micrantha* Harms) tropical wood – *J Allergy Clin Immunol* 2007,119:26
20. Douves J., McLean D., Slater T., Travier N., Cheng S., Pearce N. – Pine dusts, Atopy and lung function: a cross-sectional study in sawmill workers – *Eur Respir. J* 2006,28:791-98
21. Eaton KK – Respiratory allergy to exotic wood dust – *Clin Allergy* 1973,3:307-10
22. Eire M.A., Pineda F., Losada S.V., de la Cuesta CG, Villalva MM. – Occupational rhinitis and asthma due to cedroarana (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke) wood dust allergy – *J Investig Allergol Clin Immunol* 2006,16:385-87
23. Estlander T., Jolanki R., Alanko K., Kanerva L. – Occupational allergic contact Dermatitis caused by wood dusts – *Contact Dermatitis* 2001,44:213-17
24. Fernandez Rivas M., Perez Carral C., Senent CJ. – Occupational asthma and Rhinitis caused by ash (*Fraxinus excelsior*) wood dust – *Allergy* 1997,52:196-99
25. Frew A., Chan H., Salari H., Chang-Yeung M. – Is tyrosine kinase activation Involved in basophil histamine release in asthma due to western red cedar ? – *Allergy* 1998,53:139-143
26. Garces Sotillos MM, Blanco Carmona JG., Juste Picon S., Rodriguez Gaston P., Perez Gimenez P., Alonso Gil L. – Occupational asthma and contact urticaria caused by mukali wood dust (*Anigeria robusta*) – *J Investig Allergol Clin Immunol* 1995,5:113-14
27. Greenberg M. – Respiratory symptoms following brief exposure to cedar of Lebanon dust – *Clin Allergy* 1972,2:219-22
28. Guarnieri G., Bordin A., Gemignani C., Marcer G., Rossi G., Fabbri L.M., Maestrelli P. – Airway eosinophilia without bronchial hyperresponsiveness in occupational asthma due to obeche wood (*Triplochiton scleroxilon*) – Abs Book XXII EAACI Congress, Paris 2003, pg 30
29. Gruhen S., Sander I., Maryska S., Flagge A., Bruening T., Raulf-Heimsoth M. - Identification of obeche wood allergens as basis for a more standardized diagnostic – *Allergy* 2002,57, suppl 73:109
30. Hartmann A., Schlegel H. – Durch Holz verursachte Gesundheitsschaden in der Schweiz – *Schweiz Med Wochenschr* 1980,110:278-81
31. Hausen NM., Harzmann B. – Bowmaker's disease – *Dtsch Med Wochenschr* 1990,115:169-73
32. Hausen BM., Schmalte H. – Quinoid constituents as contact sensitizers in Australian blackwood (*Acacia melanoxylon*) – *Brit J Ind Med* 1981,38:105-09
33. Hernandez M., Sanchez M., Moreno V., Guardia P., Delgado J., Maranon F. – Occupational rhinitis caused by beech wood dust – *Allergy* 1999,54:405-06
34. Herold D.A., Wahl R., Maasch H., Hausen BM., Kunkel G. – Occupational Wood dust sensitivity from *Euonymus europaeus* (spindle tree) and investigation Of cross reactivity between E.e. wood and *Artemisia vulgaris* pollen (mugwort) – *Allergy* 1991,46:186-90
35. Hinojosa M., Moneo I., Dominguez J., Delgado E., Losada E., Alcover R. – Asthma caused by African maple (*Triplochiton scleroxilon*) wood dust *J Allergy Clin Immunol* 1984,74:782-86
36. Hinojosa M., Losada E., Moneo I., Dominguez J., Carrillo T., Sanchez-Cano M.- Occupational asthma caused by African maple (obeche) and ramin: evidence of cross reactivity between these two woods – *Clin Allergy* 1986,16:145-53

37. Hinojosa M., Subiza J., Moneo I., Puvana J., Diez ML., Derbandez-Rivas M – Contact urticaria caused by Obeche wood (Triplochiton scleroxilon). Report of eight patients – *Ann Allergy* 1990,64:476-79
38. Hinojosa M., Subiza J., Losada E. – Immunotherapy has proved to be effective in The treatment of African maple wood occupational asthma – *J Allergy Clin Immunol* 1995,95:317
39. Howie A., Boyd G., Moran F. – Pulmonary hypersensitivity to Ramin (Gonystylus Bancanus) – *Thorax* 1976,31:585-88
40. Kanerva L., Tuppurainen M., Keskinen H. – Contact urticaria caused by Obeche Wood (Triplochiton scleroxilon) – *Contact Dermatitis* 1998,38:170.71
41. Kespohl S., Sander I., Merget R., Petersen A., Meyer H., Sickmann A., Bruening T., Raulf-Heimsoth M. – Identification of an obeche (Triplochiton scleroxilon) wood allergen as a class 1 chitinase – *Allergy* 2005,60:808-14
42. Kopferschmitt-Kubler MC., Oster JP., Popin E., Galichet C., Matzinger F., Pauli G. Rhinite et asthma professionnels au bois d'Abachi (Triplochiton scleroxilon): a propos d'une observation de sensibilization IgE dependante – *Rev Franc Allergol* 1998,38:991
43. Innocenti A., Antgotzi G. – Asma professionale da sensibilizzazione a Triplochiton Scleroxilon (samba, obeche) – *Med Lavv* 1980,31:251-54
44. Innocenti A., Gori R., Sartorelli E. – Patologia respiratoria da isocianati, polveri di legno e altri inquinanti nell'industria del legno e del mobile – *Atti Conv Naz Siena "Infortuni e malattie professionali nel settore del legno e del mobile"*, OECE Ed 1982, pg 238-39
45. Jacobsen G., Schlunssen V., Schaumburg I., Taudorf E., Sigsgaard T. – Longitudinal lung function decline and wood dust exposure in the furniture industry *Eur Respir J* 2008, 31:334-42
46. Jacobsen G., Schlunssen V., Schaumburg I., Sigsgaard T. – Trends in wood dust Exposure and respiratory symptoms in the Danish woodworking industry – *Eur Respir J* 2006,28, suppl 50:242
47. Jeebhay M., Prescott R., Potter P., Ehrlich R. – Occupational asthma caused by Imbuia wood dust – *J Allergy Clin Immunol* 1996,97:1025-27
48. Lam S., Tan F., Chan H., Chan-Yeung M. – Relationship between types of asthmatic reaction, nonspecific bronchial reactivity and specific IgE antibodies in patients with red cedar asthma – *J Allergy Clin Immunol* 1983,72:135-39
49. Maestrelli P., Marcer G., Dal Vecchio L. – Occupational asthma due to ebony Wood (Diospyros crassiflora) dust – *Ann Allergy* 1987,59:347-49
50. Malo JL., Cartier A., Boulet LP. – Occupational asthma in sawmills of eastern Canada and United States – *J Allergy Clin Immunol* 1986,78:392-98
51. Malo JL., Cartier A. – Occupational asthma caused by exposure to ash wood dust (Fraxinus Americana) – *Eur Respir J* 1989,2:385-87
52. Malo JL., Cartier A., Dejardin A., VanWeyer R., Vandeplass O. – Occupational
53. Asthma caused by oak wood dust – *J Allergy Clin Immunol* 1995,108:865-68
54. Milne J., Gandevia B. – Occupational asthma and rhinitis due to Western (Canadian) red cedar (Thuja plicata) - *Med J Austral* 1969,2:741-45
55. Matsumoto Y., Kido M., Okabe Y., Ominami S., Morimoto Y., Yoshil C. – A case of occupational asthma caused by Ayous wood (Triplochiton scleroxilon) – *Nihon Kokyuki Gakkai Zasshi (Japan)* 2002,40:392-96

56. Monier S., Hemery M., Demoly P., Dhivert-Donnadieu H. – L'asthme professionnel aux poussières de bois – Rev Franc All Immunol Cl 2008, 48:31-34
57. Moscato G., Della Bianca A., Maestrelli P., Paggiaro P., Romano C., De Zotti R., Marabini A., Voltolini S., Crippa M., Previdi M., Bramé B., Benzon R., Siracusa A. – Features and severity of occupational asthma upon diagnosis: an italian multicentric review – Allergy 2002,57:236-242
58. Nava C., Brambilla G., Briatico-Vangosa G., Marchisio M. – La immunoterapia Specifica contro essenze di legno – Med Lavoro 1979,69:463-67
59. Obata H., Dittrich M., Chan H., Chan-Yrung M. – Occupational asthma due to Exposure to African cherry (Makore) wood dust – Inter Med 2000,39:947-49
60. Ordman D. – Wood dust a an inhalant antigen. Bronchial asthma caused by Kejaat Wood – S Afr Med J 1949,23:973-76
61. Paggiaro PL., Cantalupi R., Filieri M., Loi AM., Parlanti A., Toma G., Baschieri L. – Bronchial asthma due to inhaled wood dust: Tanganyika aningré – Clin Allergy 1981,11:605.610
62. Pickering CA., Batten JC., Pepys J. – Asthma due to inhaled wood dust; western red Cedar and iroko – Clin Allergy 1972,2:213-17
63. Pisati G., Cirila AM., Zedda S. – Asma allergico da esposizione professionale a Polveri di un legno non esotico (Faggio). Considerazioni su di un caso clinico –Atti Conv Naz Siena "Infortuni e malattie professionali nel settore del legno e del mobile", OECE Ed 1982, pg 472-78
64. Quirce S., Parra A., Anton E., Fernandez-Nieto M., Eirç R., Usamentiaga P., Sastre J., Jerez J. – Occupational riniti and asthma caused by Tali wood – J Allergy Clin Immunol 2003,111:96
65. Quirce S., Hinojosa M., Maranon F., Ferrer A., Fernandez-Caldas E., Sastre J – Identification of obeche wood (Triplochiton scleroxilon) allergens associated with occupational asthma – J Allergy Clin Immunol 2000,106:400-01
66. Raghuprasad P., Brooks S., Litwin A., Edwards J., Bernstein L., Gallagher J – Quillaja bark (soapbark)-induced asthma – J Allergy Clin Immunol 1980,65:285-87
67. Ricciardi L., Fedele R., Saitta S., Tigano V., Mazzeo L., Fogliani O., Barber D., Isola S. – Occupational asthma due to exposure to iroko wood dust – Ann Allergy Astma Immunol 2003,91:393-97
68. Reijula K., Kujala V., Latvala J. – Sauna builder's asthma caused by obeche wood (Triplochiton scleroxilon) dust – Thorax 1994,49:622-23
69. Schunssen V., Schaumburg I., Taudorf E., Mikkelsen AB., Sigsgaard T. – Respiratory Symptoms and lung function among Danish woodworkers – J Occup Environ Med 2002,44:82-98
70. Schlunssen V., Skovsted TA., Schaumburg I., Skov PS., Sigsgaard T. – Wood dust Sensitization among Danish woodworkers – Am J Ind Med 2004,46:408-09
71. Serretti N., Amram DL., Bramanti L., Loi AM., Marini N. – Prevalenza di atopia nei Lavoratori del settore del legno: un fattore di rischio per le allergopatie respiratorie – Atti 49° Congr Naz SIMLII, Cagliari, Monduzzi Ed 1986
72. Siracusa A., Cavallo A., Brugnani G., Currdai F., Colangeli C., Comodi A. – Asma professionale da polvere di legno. Descrizione di 13 casi – Atti Conv Naz Siena "Infortuni e malattie professionali nel settore del legno e del mobile", OECE Ed 1982, pg 448-453
73. Skovsted TA., Schlunssen V., Schaunburg I., Wang P., Staun-olsen P., Skov P. – Only few workers exposed to wood dust are detected with specifica IgE against pine wood – Allergy 2003,58:772-79

74. Szmids M., Gondorowicz K. – Asthma due to exposure to ash wood dust – *Eur Respir J* 1993,6,suppl 17:491
75. Sosman A.J., Schlueter D.P., Fink J.N., Barboriak J.J. – Hypersensitivity To wood dust – *New Engl J Med* 1969,281:977-80
76. Surber R., Guberan M., Girard J.P. – Allergies respiratoire aux poussières de bois. Cas cliniques et études épidémiologiques – *Rev Franc Allergol* 1977,17:193-98
77. Talamo F., Beretta E., Bonacina R., Briatico-Vangosa G., Cardani A., Elena A.,
78. Marchisio M., Meregalli G., Nava C., Scotti P.G. – L'approccio diagnostico in corso di broncopneumopatie in lavoratori del legno – *Atti Conv Naz Siena "Infortuni e malattie professionali nel settore del legno e del mobile"*, OECE Ed 1982, pg366-74
79. Trudeau C, Malo J.L., Cartier A., Chan-Yeung M., Chan H. – Occupational asthma Caused by exposure to ash wood dust (*Fraxinus Americana*) – *J Allergy Clin Immunol* 1988,81:322
80. Vandenas O., Malo J.L., Dejardins A., Vandeweyer R., Cartier A. – Occupational Asthma caused by oak wooddust – *J Allergy Clin Immunol* 1995,95:207
81. Vedal S, Chang-Yeung M., Enarson D., Chan H., Dorken E., Tse K. – PlicaticAcid specific IgE and non specific bronchial hyperresponsiveness in western red cedar workers – *J Allergy Clin Immunol* 1986,78:1103-09
82. Venturini M, Gastaminza G., Kespohl S., Bernedo N., Garmendia M., Raulf-Heimsoth M., Munoz D., Ansotegui J. – Cross-reactivity between obeche wood (*Triplochiton scleroxilon*) and natural rubber latex – *Allergy* 2004,59:225-228
83. Vidal C., Gonzalez-Quinteia A., Rodriguez V., Armisen M., Linares T., Fernandez- Caldas E. – Anaphylaxis to *Cyphomandra setacea* (tamarillo) in an obeche wood (*Triplochiton scleroxilon*)- allergic patient – *Ann Allergy Asthma Immunol* 2006,96:870-73
84. Yacoub M.R., Lemièrre C., Labrecque M., Malo J.L. – Occupational asthma Due to bethabara wood dust – *Allergy* 2005,60:1544-45
85. Winck J.C., Delgado L., Murta R., Lopez M., Marques J.A. – Antigen Characterization of major cork moulds in Suberosis (cork worker's pneumonitis) by immunoblotting – *Allergy* 2004,59:739-745

Polveri di legno ed effetti cancerogeni

P.E. Cirila^{a,b,*}, I. Martinotti^{a,b}, V. Foà^{a,c}

^a Centro di Riferimento PPTP Clinica del Lavoro «Luigi Devoto», Fondazione (I.R.C.C.S.) "Ospedale Maggiore Policlinico, Mangiagalli, Regina Elena" e Università degli Studi, Milano

^b Divisione Tossicologica CIMAL (DITOC), Centro Italiano Medicina Ambiente Lavoro, Milano

^c Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL), Unione Europea

Riassunto. L'attenzione del mondo scientifico, durante gli ultimi decenni, si è rivolta sempre di più allo studio degli agenti che possono portare ad effetti cancerogeni nell'uomo con particolare riguardo ai meccanismi d'azione ed ai fattori occupazionali. In questo senso, specifico interesse rivestono le polveri di legno, classificate come cancerogene dall'International Agency for Research on Cancer (IARC) e considerate come tali ai sensi dell'attuale legislazione dell'Unione Europea. Sebbene, il ruolo causale dell'esposizione a legno sia stato messo in luce da tempo nei riguardi dello sviluppo di neoplasie nasosinusalì, attualmente non si è ancora giunti a conclusioni solide sui meccanismi tossicodinamici implicati. Le polveri dei legni duri sono risultate particolarmente pericolose, ma non è possibile individuare con solidità il ruolo di queste piuttosto che di quelle provenienti da essenze dolci. Peraltro, le ipotesi che riconducono ad un'azione meccanica-fisica non sono state dimostrate da esperimenti. Le differenze nella composizione chimica di alcuni legni sono state alla base di ipotesi, recentemente portata a nuova attenzione, che ricondurrebbe all'azione dei tannini, ma i dati appaiono contrastanti e bisognosi di approfondimenti. Alcuni studi hanno suggerito anche il legame della lavorazione del legno con i tumori nasofaringei, tuttavia è doveroso rilevare la possibile presenza di tutta una serie di confondenti, tra cui l'esposizione a formaldeide, che rendono il dato non dotato di sufficiente plausibilità. Nel complesso, per quanto riguarda il possibile ruolo nella genesi di tumori diversi da quelli nasosinusalì, gli studi più recenti non hanno indicato mutamenti nelle conclusioni della IARC: non vi è sufficiente evidenza di una relazione causale tra esposizione a polveri di legno e genesi di tumori nasofaringei, orofaringei, ipofaringei, allo stomaco, ai polmoni, all'intestino, agli organi linfatici ed al sistema ematopoietico.

Parole chiave: Cancro; Tumori professionali; Polveri di legno; Tannini.

* Telefono: 02 59901542

Indirizzo: Vicolo dei Pettinari, 7 – 26100 Cremona

E-mail: piero.cirila@gruppocimal.it

1. Introduzione

Durante gli ultimi decenni, l'attenzione del mondo scientifico si è rivolta sempre di più allo studio degli agenti che possono portare ad effetti cancerogeni nell'uomo, con particolare riguardo ai meccanismi d'azione ed ai fattori espositivi occupazionali. In questo senso, specifico interesse riveste l'esposizione alle polveri di legno, il cui ruolo causale è messo in luce da tempo e riconosciuto a livello internazionale.

Sulla base di revisioni della letteratura, l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) indica che vi è sufficiente evidenza di cancerogenicità delle polveri di legno per l'uomo (7). A livello internazionale, l'evidenza cancerogena delle polveri di legno ed in special modo di quelle di legno duro è messa in risalto da tutti gli enti classificatori: Unione Europea (UE), Scientific Committee on Occupational Exposure Limits UE (SCOEL) (13,14), National Toxicology Program (NTP), American Conference Governmental Industrial Hygienist (ACGIH), Environmental Protection Agency USA (US-EPA), National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Occupational Safety and Health Administration (OSHA).

La complessità del quadro espositivo, nonché la mancanza di adeguati studi su animali (differenze nel sistema di respirazione rispetto all'uomo, periodi espositivi troppo brevi), rendono ragione del fatto che attualmente non si sia ancora giunti a conclusioni solide sui meccanismi tossicodinamici implicati. In particolare la stessa materia di partenza, il legno, appare assai variegata anche nella composizione chimica: nei fatti, la comune distinzione in legni duri e teneri, che viene arbitrariamente ricondotta a quella botanica in angiosperme e gimnosperme aghiformi, non spiega in maniera esaustiva le caratteristiche chimiche, fisiche (comprese la densità e compattezza) e tossicologiche delle polveri di legno.

Accanto a costituenti comuni a tutte le essenze quali la cellulosa, la lignina, le emicellulose e le pectine (presenti in quantità percentualmente diverse in base a specie, età e condizioni di crescita), occorre ricordare un cospicuo numero di sostanze organiche e inorganiche distintive di specie, che sono generalmente suddivise, in base alla tecnica di estrazione, in composti organici solubili in solventi (tannini, oleoresine, cere, sostanze coloranti, alcaloidi, terpeni, fenoli, acidi grassi, steroidi), e composti insolubili delle ceneri (identificabili solo dopo combustione completa e costituiti da sali di potassio, calce, silice, fosfati, composti di magnesio, ferro, manganese).

A complicare il quadro vi è inoltre la possibile presenza nelle polveri di sostanze chimiche (conservanti, antiparassitari, colle,..) addizionate durante il processo di lavorazione, alcune delle quali (es. formaldeide) ha rilievo tossicologico anche rispetto all'azione cancerogena.

2. Tumore naso-sinusale

Il tumore naso-sinusale è una rara forma di cancro, che si presenta con un'incidenza negli uomini e nelle donne rispettivamente di 5-15 e 1-6 casi per milione di persone, assai variabile a seconda dello stato ed all'interno di questo delle varie zone (15). Le differenze, soprattutto tra Stati Uniti ed alcuni Paesi europei (es. Francia, Italia) non appaiono spiegabili con differenze genetiche (13). Per avere

indicazioni sulla diffusione di questa patologia nel territorio lombardo, sono stati acquisiti presso l'Atlante Epidemiologico ed Economico dell'Attività Ospedaliera (ALEE-AO), che rende disponibile il patrimonio informativo delle Schede di Dimissione Ospedaliera (SDO) delle strutture sanitarie lombarde, i dati di morbosità per tutti i comuni della regione (georeferenziazione per luogo di vita ricavata dal dato di residenza), relativamente al periodo 1998-2006 (tutti i dati disponibili). Rispetto alle SDO raccolte in Regione Lombardia sono stati esaminati i ricoveri dei soli residenti lombardi integrati con le informazioni relative ai ricoveri avvenuti in altre regioni da parte sempre di cittadini lombardi, così da potere effettuare l'analisi di morbosità completa a prescindere dal luogo in cui è avvenuto l'episodio di ricovero, inoltre i dati sono stati epurati da eventuali ricoveri ripetuti dello stesso soggetto per la stessa patologia. Al fine di mantenere un'elevata sensibilità dell'analisi sono stati considerati i codici diagnostici presenti in almeno una tra la diagnosi principale e le cinque diagnosi secondarie. Nel complesso durante il periodo esaminato sono stati osservati 1.338 nuovi casi; nella Tabella 1 sono presentati i dati aggregati per territorio di competenza delle diverse Aziende Sanitarie Locali.

ASL di appartenenza	Numero di nuovi casi osservati
Provincia di Bergamo	117
Provincia di Brescia	151
Provincia di Como	65
Provincia di Cremona	65
Provincia di Lecco	34
Provincia di Lodi	27
Provincia di Mantova	49
Milano città	190
Provincia di Milano 1	119
Provincia di Milano 2	70
Provincia di Milano 3	139
Provincia di Pavia	131
Provincia di Sondrio	30
Provincia di Varese	132
Valcamonica - Sebino	19
TOTALE LOMBARDIA	1.338

Tabella 1

Numero di nuovi casi di tumore nasosinusale osservati in cittadini lombardi nel periodo 1998-2006.

Al fine di ottenere una rappresentazione geografica del dato applicando anche apposita procedura statistica di lisciamento, è stata effettuata un'analisi stima di densità Kernel del tasso grezzo (stima delle superfici di densità degli eventi osservati

e degli eventi attesi e loro rapporto). Dall'osservazione della mappa che ne deriva emerge una distribuzione suggestiva che in buona parte tende ad allinearsi con il tessuto produttivo del legno e, in maniera ancor più evidente, di quello calzaturiero (Figura 1). D'altro lato non si deve dimenticare alcune immagini possono essere un artefatto statistico o grafico, basato su dati di scarsa consistenza. È necessario quindi considerare la numerosità di fatto degli eventi, riservando alle mappe il compito di identificare andamenti medi complessivi del rischio o l'indicazione di aggregazioni di aree a maggior rischio.

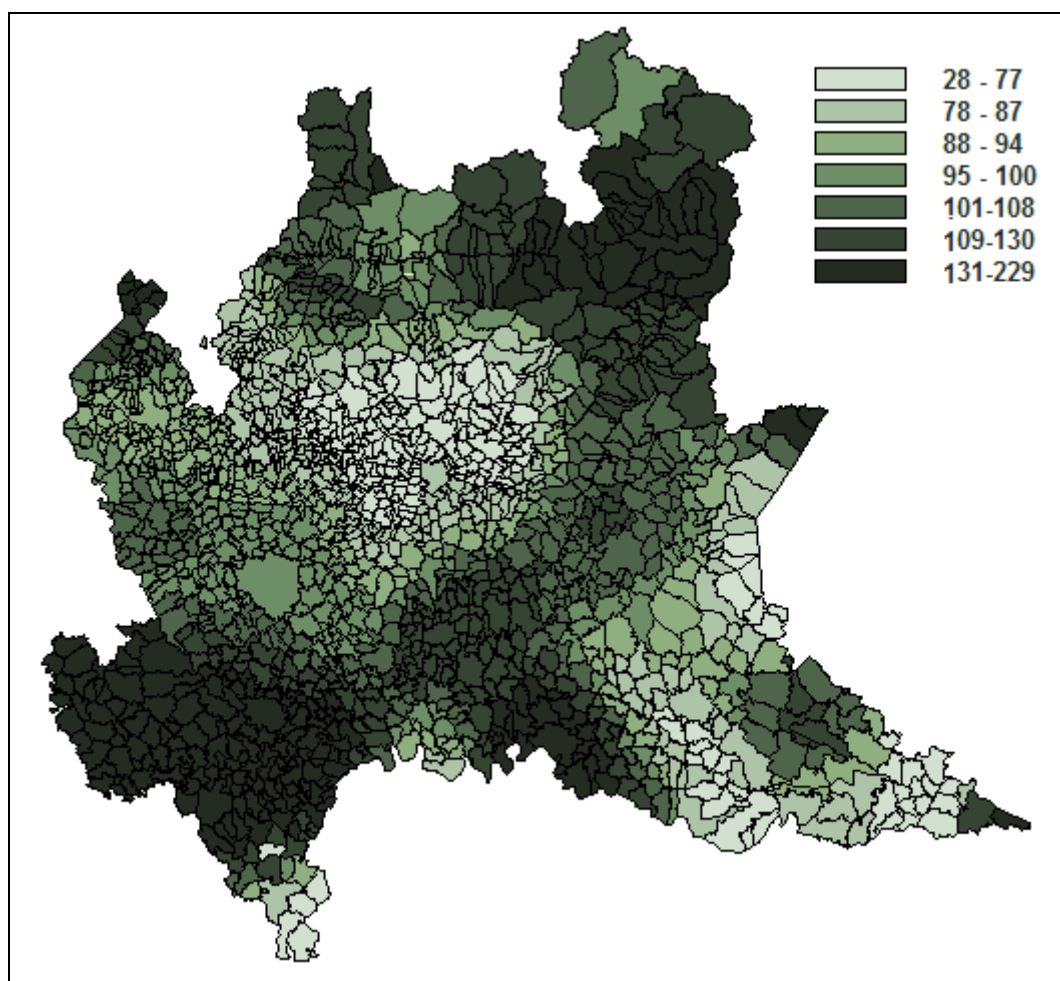


Figura 1

Tasso grezzo tumori nasosinusal: rappresentazione geografica analisi di Kernel.

Il ruolo causale dell'esposizione a polveri di legno nella genesi del tumore nasosinusale è stato dimostrato chiaramente da numerosi studi epidemiologici, condotti in

popolazioni di varia origine, esposti per differenti periodi ed impiegati in diverse attività ed è stato alla base del parere espresso dalla IARC.

Il legame dell'esposizione a polveri di legno e l'insorgenza di adenocarcinoma, che costituisce il 10-50% dei casi, appare molto chiaro sia come associazione sia nei risultati di studi caso-controllo. Esso è particolarmente evidente nelle industrie della fabbricazione di mobili, mentre assente per tagliaboschi e forestali (8, 13, 14). Il ruolo di additivi presenti nelle polveri di legno non appare in grado di giustificare la forza della relazione, poiché gli studi sono stati ripetuti in molte condizioni espositive differenti e si sono mostrati concordi. Le polveri dei legni duri sono risultate particolarmente pericolose, ma non è possibile individuare con solidità il ruolo di queste piuttosto che di quelle provenienti da essenze dolci. Nel complesso il rischio appare soprattutto presente nell'Europa del Sud, con punte in Francia e Italia, e sembrerebbe legato all'utilizzo di differenti essenze legnose, anche se il dato non è dimostrato.

Meno chiaro e di minore entità risulta il legame con il tumore squamocellulare, che nei maschi non è connesso né con l'inizio dell'esposizione, né con la sua durata ed intensità. Per le femmine il rischio è all'incirca raddoppiato ed è evidente la relazione dose-effetto con l'aumento della durata dell'esposizione, ma questi risultati sono basati su una popolazione molto piccola.

Nel complesso appare ragionevole ritenere che gli elevati rischi relativi per tumori nasosinusalì osservati negli anni 1980-2000 siano associati con livelli di esposizione più alti rispetto a quelli dell'ultima decade, ma non è stato ancora possibile chiarire una relazione dose-risposta chiara.

3. Altri tumori

Alcuni studi hanno suggerito il legame della lavorazione del legno con i tumori nasofaringei, tuttavia l'eccesso di rischio sembra essere limitato ad i lavoratori che hanno iniziato la propria attività almeno 30 anni prima della comparsa del cancro e comunque prima del 1950. È comunque doveroso rilevare la possibile presenza di tutta una serie di confondenti, tra cui l'esposizione a formaldeide, che rende il dato non sufficientemente plausibile. Esperienze più recenti che hanno considerato questo aspetto non evidenziano risultati significativi statisticamente. Rimane quindi valido il parere della IARC che sottolinea la mancanza di evidenza.

In riferimento al tumore polmonare sono indicati solamente alcuni lievi eccessi di rischio in studi che non hanno messo in atto un completo controllo dei fattori di confondimento. Allo stato delle conoscenze non emergono indicazioni per un aumento di rischio legato all'esposizione a legno.

Nel complesso, per quanto riguarda il possibile ruolo nella genesi di tumori diversi da quelli nasosinusalì, gli studi più recenti non hanno indicato mutamenti nelle conclusioni della IARC (8): non vi è sufficiente evidenza di una relazione causale tra esposizione a polveri di legno e genesi di tumori nasofaringei, orofaringei, ipofaringei, allo stomaco, ai polmoni, all'intestino, agli organi linfatici ed al sistema ematopoietico.

4. Ruolo dei tannini

Sebbene il ruolo causale dell'esposizione a legno sia stato messo in luce da tempo nei riguardi dello sviluppo di neoplasie nasosinusalì, attualmente non si è ancora giunti a conclusioni solide sui meccanismi tossicodinamici implicati. Le differenze nella composizione chimica di alcuni legni sono state alla base di ipotesi, recentemente portata a nuova attenzione, che ricondurrebbe ad un'azione propria dei tannini.

4.1 Proprietà chimico-fisiche e diffusione

Il termine tannino fu introdotto nel 1796 da Sequin, per denotare un gruppo di sostanze naturali accomunate dall'importante e caratteristica proprietà di essere in grado di convertire la pelle animale in cuoio (combinazione con il collagene e le altre proteine della pelle, che porta da un lato alla denaturazione delle proteine, e dall'altro le trasforma in un materiale non putrescibile e più resistente all'acqua ed agli agenti chimici).

I tannini o acidi tannici sono molto diffusi in natura nel regno vegetale: essi, infatti, sono presenti in grandi quantità nelle cortecce degli alberi, ma spesso si ritrovano anche nelle radici, nelle foglie, nei frutti e nel legno (9).

Tralasciando i tannini sintetici, i tannini di origine vegetale costituiscono un largo gruppo di composti fenolici macromolecolari, caratterizzati da struttura chimica molto complessa e ancora non del tutto chiarita: hanno proprietà acide perché contengono numerosi ossidrili fenolici liberi e Peso Molecolare compreso tra 500 e 3.000.

In particolare i tannini vegetali si distinguono in due grossi gruppi: quelli detti idrolizzabili perché si scindono per azione degli acidi acquosi o di enzimi specifici (es. tannino da noce cinese), e quelli non idrolizzabili o condensati che non si scindono per azione degli acidi e degli enzimi.

Essi sono comunemente estratti dalla cortecchia (quercia, eucaliptus, mangrovia, cicuta, pino e salice), dal legno (quebracho, castagno, quercia, acacia mollissima, mimosa), dai frutti (tara, myrobalans, divi-divi), dalle foglie (sumac, gambier), e dalle radici (canaigre, palmetto).

4.2 Tossicodinamica

Il meccanismo con cui viene svolta l'azione tossica non è conosciuto, ma sembra coinvolgere le proprietà denaturanti a carico delle proteine.

Solitamente il tannino agisce solo sulla superficie cellulare, riducendone la permeabilità, senza però compromettere la vitalità della cellula (12).

I tannini interferiscono con le vie metaboliche epatiche causando necrosi e danno colestatico. L'azione epatocarcinogenetica è attribuita alla capacità di disaggregare le membrane microsomiali in vivo ed in vitro.

4.3 Cancerogenicità

Esperimenti su ratti e cavie con somministrazioni sottocutanee di 200 mg/Kg di tannini idrolizzabili hanno mostrato la comparsa di epatomi e colangiomi, raramente presenti nei gruppi di controllo. Analoghe sperimentazioni svolte con tannini condensati hanno mostrato un incremento, oltre che di tumori epatici, anche di sarcomi nella sede di inoculo (6). Nel complesso la IARC indica una limitata evidenza di cancerogenicità negli animali.

Una serie di studi in vivo ed in vitro su animali indica per i tannini una proprietà antitumorigena (5, 10, 11). Ciò viene attribuito alle capacità di bloccare il ciclo replicativo cellulare in fase S, di agire come antiossidanti, di inibire il citocromo P450, di indurre l'attività della glutatione-S-transferasi (GST). Il problema di questi studi sta nel fatto che i tannini sono somministrati in alte dosi, che non corrispondono all'abituale utilizzo umano.

Per quanto riguarda l'uomo (2, 3) la IARC classifica i tannini nel Gruppo 3: non sufficienti dati per considerare l'agente come cancerogeno per l'uomo.

Un'inattesa alta incidenza di carcinoma esofageo è stata notata in alcune aree del Sud Africa dove si consumano cibi contenenti elevate quantità di tannino.

In uno studio epidemiologico eseguito nel 1987 in 34 stati di America, Europa ed Asia è stato riscontrato un eccesso di mortalità per tumori orofaringei, esofagei e laringei in popolazione con elevato consumo di bevande contenenti tannini o abitudine all'uso del tabacco da masticare.

Nel complesso i dati appaiono contrastanti (1) e bisognosi di approfondimenti. L'ipotesi di un ruolo dei tannini potrebbe essere studiata probabilmente con maggiore evidenza soprattutto laddove questi siano più concentrati e quindi nel settore della concia del cuoio, come peraltro alcune recenti osservazioni sembrano indicare.

5. Quadro normativo

In relazione alle disposizioni specifiche contenute nel Titolo IX "Sostanze pericolose" del D.Lgs 81/2008, rispettivamente nel Capo II "Protezione da agenti cancerogeni e mutageni", appare evidente che nell'industria della lavorazione del legno è previsto l'utilizzo di agenti attualmente classificati come cancerogeni (3).

Attualmente, non è tecnicamente possibile né auspicata dall'Unione Europea la sostituzione di tali materie prime nel ciclo produttivo con altre meno pericolose e non sempre è realizzabile con buoni risultati un "ciclo chiuso". Il datore di lavoro deve quindi provvedere affinché il livello di esposizione dei lavoratori sia ridotto al più basso valore tecnicamente possibile e comunque al di sotto del Valore Limite di Esposizione (VLE). Per le polveri di legno duro in particolare il limite, indicato nell'Allegato XLIII, è attualmente di 5 mg/m³ riferito ad un periodo di 8 ore ed alla frazione inalabile; viene inoltre precisato che qualora le polveri di legno duro siano mescolate con altre polveri di legno il valore si deve intendere riferito a tutte le

polveri di legno presenti nella miscela in questione, indipendentemente dalla durezza.

Tutto ciò non può prescindere dalla valutazione dei rischi di cui agli articoli 28, 223 e 236 del citato decreto: per individuare misure appropriate ed efficaci, condizione preventiva e necessaria è la valutazione del livello di esposizione dei lavoratori all'agente cancerogeno o pericoloso. Predisporre opportuni, efficaci ed efficienti sistemi di estrazione (aspirazione) aspirazione oppure aumentare di diluizione dell'aria (ventilazione forzata) sono un ottimo accorgimento per ridurre l'esposizione professionale. In situazioni di accumulo degli inquinanti nell'aria, inoltre, il personale addetto deve fare uso di opportuni DPI per la protezione delle vie respiratorie (facciale filtrante antipolvere sostituito dopo ogni turno di lavoro o in seguito se dotato di bordo di tenuta).

Essendo realizzati in genere, ai sensi del D.Lgs 81/2008 i presupposti per l'istituzione di una sorveglianza sanitaria mirata al rischio cancerogeno (articolo 242, comma 1), diventano obbligatori anche gli adempimenti ad essa collegati ed in particolare il disposto dell'articolo 243, riguardo all'istituzione di un registro degli esposti da parte del datore di lavoro che ne cura la tenuta per tramite del medico competente.

I tumori delle cavità nasali ed i tumori dei seni paranasali in esposti a polveri di legno duro sono malattie la cui denuncia è obbligatoria ai sensi e per gli effetti dell'articolo 139 del D.P.R. 1124/1965 e successive modificazioni ed integrazioni: infatti sono compresi nella Lista I "Malattie la cui origine lavorativa è di elevata probabilità" sono indicati (Gruppo 6 – punto 25) nel D.M. 14 gennaio 2008.

Bibliografia

1. G. Block, B. Patterson, A. Subar – Fruits, vegetables and cancer prevention: a review of the epidemiological evidence – *Nutrition and cancer* – 1992 ; 18:1-29
2. K.T. Chung, T.Y. Wong, C.I. Wei, Y.W. Huang, Y. Lin – Tannins and human health: a review – *Critical Reviews in Food Science & Nutrition* – 1998; 38(6):421-464
3. Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome – Titolo VII D.Lgs n°626/94 "Protezione da agenti cancerogeni mutageni" - Linee Guida
4. F.D. Groves, D.E. Zalava, P. Correa – Variation in international cancer mortality: factor and cluster analysis – *International Journal of Epidemiology* – 1987 ; 16:501-508
5. H. Kamei, T. Koide, Y. Hashimoto, T. Kojiima, M. Hasegawa – Tumor cell growth suppression by tannic acid – *Cancer Biotherapy & Radiopharmaceuticals* – 1999 ; 14(2):135-138
6. B. Korpassy – The hepatocarcinogenicity of tannic acid – *Cancer* – 1959 ; 19:501-504
7. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenetic Risks to Human –Wood Dust and Formaldehyde – IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans vol. 62 – Lyon, 1995

8. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenetic Risks to Human –Cancer incidence in five continents – IARC Scientific Publication – Lyon, 1997
9. R.G. Martinek, W. Wolman – Xanthines, tannins, and sodium in coffee, tea and cocoa – JAMA – 1955 ; 158:1030-1031
10. C. Nepka, E. Asproдини, D. Kouretas – Tannins, xenobiotic metabolism and cancer chemoprevention in experimental animals – European Journal of drug metabolism and pharmacokinetics – 1999 ; 24:183-189
11. T. Okuda, T. Yoshida, T. Hatano – Antioxidant effects of tannins and related phenols – In Phenolic Compounds in foods and their effect on the health – Washington, 1992
12. K.A. Rashid, I.T. Baldwin, J.G. Babish – Mutagenicity tests with gallic and tannic acid in the salmonella/mammalian microsome assay – J Environ Sci Health – 1985 ; 20:153-16
13. SCOEL - Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for wood dust - SCOEL/SUM/102B, 2002
14. SCOEL - Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits: risk assessment for wood dust. - SCOEL/SUM/102final, 2003
15. T.L. Vaughan, P.A. Steward, K. Teschke, C.F. Lynch, G.M. Swanson, J.L. Lyon, M. Berwick – Occupational exposure to formaldehyde and wood dust and nasopharyngeal carcinoma – Occup Environ Med – 2000 ; 57 :376-384

Esposizione a polveri di legno: la valutazione dello SCOEL (Scientific Committee on Occupational Exposure Limits)

V. Foà^{a,b,*}, P.E.Cirila^b, I. Martinotti^b, P.A. Bertazzi^{a,b}

^a *Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL), Unione Europea*

^b *Centro di Riferimento PPTP Clinica del Lavoro «Luigi Devoto», Fondazione (I.R.C.C.S.) "Ospedale Maggiore Policlinico, Mangiagalli, Regina Elena" e Università degli Studi, Milano*

Riassunto. Tra i differenti elementi d'interesse che possono influire sul mantenimento dello stato di salute durante il lavoro, una crescente attenzione è rivolta dal mondo scientifico verso l'esposizione ad agenti chimici, in particolare a quelli che possono contribuire all'aumento del rischio di sviluppare neoplasie. Stabilita l'inevitabilità dell'esposizione ad agenti chimici, per la gestione del rischio occorre identificare dei "limiti accettabili" per l'esposizione stessa; si cerca così di stabilire la concentrazione di sotto alla quale in base allo stato attuale delle conoscenze non ci si deve attendere alcun effetto nella maggioranza dei soggetti esposti. Esistono al proposito valori limite di esposizione per gli ambienti di lavoro calcolati su un tempo di 8 ore (*Time Weighed Average*), su un tempo di 15 minuti (*Short Term Exposure Level*), o che non devono mai essere superati (*Ceiling*). Alla base della definizione dei valori limite vi è uno studio approfondito della relazione dose-risposta e l'impiego di opportuni *Safety Factors* da applicare ai risultati ottenuti da esperimenti su animali. Nel caso delle polveri di legno, gli effetti biologici sono in buona parte legati all'entità della dose depositata a livello dell'organo bersaglio piuttosto che alla semplice esposizione. Il contributo degli esperimenti condotti su animali è in questo senso alquanto modesto, poiché esistono consistenti diversità nelle possibilità d'inalazione e deposizione nelle alte vie respiratorie rispetto all'uomo. Differenti sono le interpretazioni in merito a quali debbano essere i livelli massimi di esposizione accettabili per l'uomo. In particolare difficoltà e complicazioni derivano soprattutto dalla lunga latenza intercorrente fra esposizione ed effetto, dall'accumulo degli effetti, dalle incomplete conoscenze sui meccanismi riparatori del DNA. Il Comitato Scientifico per i Valori Limite di Esposizione Professionale dell'Unione Europea (SCOEL) si pone a livello internazionale come un saldo punto di riferimento nell'orientare politiche di prevenzione health based oltre che nella gestione pratica della problematica.

Parole chiave: polveri di legno; valutazione del rischio; esposizione professionale, valori limite d'esposizione, curva dose-risposta.

* *Indirizzo:* Via S.Barnaba, 8 – 20122 Milano
E-mail: vito.foa@unimi.it

1. Introduzione

Tra i differenti elementi d'interesse che possono influire sul mantenimento dello stato di salute durante il lavoro, una crescente attenzione è rivolta dal mondo scientifico verso l'esposizione ad agenti chimici, in particolare a quelli che possono contribuire anche all'aumento del rischio di sviluppare neoplasie come le polveri di legno. Differenti sono le interpretazioni in merito a quali sostanze debbano essere classificate come cancerogene umane. In tal senso, le conoscenze dei meccanismi d'azione possono dare alcune risposte ed in particolare possono aiutare a definire per le sostanze cancerogene di tipo epigenetico una soglia di effetto. Per le sostanze cancerogene di tipo genotossico, invece, non rimane che avviare una procedura di *risk assessment* così da fornire un'indicazione di quale sia l'entità del rischio di contrarre tumori aggiuntivi a differenti livelli di concentrazione. Nel caso delle polveri di legno, gli effetti biologici sono in buona parte legati all'entità della dose depositata a livello dell'organo bersaglio piuttosto che alla semplice esposizione. Il contributo degli esperimenti condotti su animali è in questo senso alquanto modesto, poiché esistono consistenti diversità nelle possibilità d'inalazione e deposizione nelle alte vie respiratorie rispetto all'uomo.

Le polveri di legno sono un materiale particellare, prodotto durante la lavorazione meccanica del legno, che rispecchia dal punto di vista chimico la complessità del materiale di partenza. In effetti, la comune distinzione in legni duri e teneri, che viene arbitrariamente ricondotta a quella botanica in angiosperme e gimnosperme aghiformi, non permette di definire in maniera esaustiva le caratteristiche chimiche, fisiche (compresa la densità e la compattezza) e tossicologiche delle polveri dei legni riconducibili a l'uno o all'altro gruppo. A complicare il quadro vi è inoltre la possibile presenza nelle polveri di sostanze chimiche (conservanti, antiparassitari, colle, ecc.) addizionate durante il processo di lavorazione primaria o secondaria.

Una volta stabilita l'inevitabilità dell'esposizione, non è obiettivo della politica di prevenzione dell'Unione Europea la sostituzione della lavorazione del legno, per la corretta gestione delle fasi di valutazione e gestione del rischio connesso occorre identificare dei "limiti accettabili" per l'esposizione stessa. Si cerca così di stabilire la concentrazione sotto alla quale, in base allo stato attuale delle conoscenze, non ci si deve attendere alcun effetto nella maggioranza dei soggetti esposti. In linea generale i valori limite di esposizione per gli ambienti di lavoro sono calcolati su un tempo di 8 ore (*Time Weighted Average*), su un tempo di 15 minuti (*Short Term Exposure Level*), o non devono mai essere superati (*Ceiling*). Alla base della definizione dei valori limite vi è uno studio approfondito della relazione dose-risposta e l'impiego di opportuni *Safety Factors* da applicare ai risultati ottenuti da esperimenti su animali.

Differenti sono le interpretazioni in merito a quali debbano essere i livelli massimi di esposizione accettabili per l'uomo. In particolare difficoltà e complicazioni derivano soprattutto dalla lunga latenza intercorrente fra esposizione ed effetto, dall'accumulo degli effetti, dalle incomplete conoscenze sui meccanismi riparatori del DNA. In Europa lo *Scientific Committee on Occupational Exposure Limits* (SCOEL, Comitato Scientifico per i Valori Limite di Esposizione Professionale), organismo appositamente istituito nel 1995 dalla Commissione Europea Lavoro, Affari sociali e

Pari opportunità, si pone a livello internazionale come un saldo punto di riferimento nell'orientare politiche di prevenzione *health-based* oltre che nella gestione pratica della problematica. Considerata l'importanza dell'esposizione a polveri di legno per la salute dei lavoratori, durante gli anni tra il 2001 ed il 2003 lo SCOEL ha portato a termine una revisione sistematica della letteratura finalizzata a definire una valutazione del rischio quantitativa ed indicare un *Occupational Exposure Limit* (OEL) *health-based*.

2. Esposizione e significato per la salute

I risultati degli studi sperimentali condotti in varie specie di animali (cavie, ratti, ecc.), hanno mostrato effetti fibrogeni nei polmoni in seguito ad instillazione di differenti tipi di polveri di legno. I risultati degli studi su animali riguardanti l'effetto dell'inalazione di polveri di legno ed additivi non hanno mostrato chiare evidenze di effetti cancerogeni o co-cancerogeni a causa degli attesi limiti dell'assetto sperimentale (ridotto numero di animali, breve tempo di esposizione, ecc.). Alcuni studi disponibili mostrano un effetto genotossico in vitro di varie tipologie di polveri di legno (faggio, pino bianco dell'est, pino giallo del sud). Tuttavia, il contributo dei dati sperimentali su animali è nel complesso limitato, anche in considerazione delle rilevanti differenze esistenti nel pattern d'inalazione e deposizione nelle alte vie respiratorie tra animali ed uomo.

Alcuni studi epidemiologici condotti in differenti ambienti di lavoro e con differenti essenze hanno mostrato un incremento significativo di sintomi delle prime vie aeree di lavoratori rispetto a controlli (epistassi, sinusite, ostruzione nasale, riduzione della clearance nasale, modificazioni citologiche delle mucose, modificazioni biologiche dell'epitelio nasale). Questi effetti possono comparire a livelli relativamente bassi di esposizione a polveri di legno (a partire da 1 mg/m³), ed è stata dimostrata anche una relazione dose-effetto.

Rispetto agli effetti non tumorali sulle basse vie respiratorie, sono state fornite dalla letteratura chiare indicazioni, riguardanti sia essenze dure sia dolci, anche a bassi livelli espositivi. Spesso i lavoratori esposti manifestano alveoliti allergiche (legate ad allergeni di origine fungina), asma allergico (soprattutto ma non esclusivamente legato ai legni tropicali), tosse, bronchite cronica, disfunzioni ventilatorie e polmonite fibrosa idiopatica. Gli studi evidenziano una significativa relazione dose-risposta con la concentrazione di polveri inalabili e sintomi asmatici, ma la presenza di *wheezing* è segnalata anche a livelli molto bassi (inferiori a 0,5 mg/m³). Diversamente, è stata individuata una relazione dose-risposta ad alte concentrazioni (10 mg/m³) per l'alterazione delle funzioni respiratorie. Nessuna indicazione riguardo ad un'eventuale relazione con la dose è disponibile per l'alveolite allergica e la fibrosi polmonare.

Gli effetti non cancerogeni sulla pelle, irritativi ed allergici, sono stati indicati da più parti: generalmente sono legati al contatto (mani, avambracci, faccia, collo) e non sono note informazioni sulla relazione con la dose.

Rispetto agli effetti cancerogeni, il ruolo causale dell'esposizione a polveri di legno nella genesi dei tumori nasosinusalì è stato dimostrato ampiamente da studi epidemiologici su popolazioni di vari stati, con varie esposizioni e varie attività. Per l'adenocarcinoma i dati mostrano una chiara relazione tra la dose e la durata dell'esposizione, ma il rischio diventa alto anche per brevi tempi di esposizione (inferiori a 5 anni). L'analisi del rischio indica un lungo periodo di latenza di almeno 20 anni ed una forte associazione con i legni duri. Per quanto riguarda gli altri tipi istologici (tumore a cellule squamose) i risultati degli studi appaiono ambigui. Alcuni studi hanno suggerito anche il legame della lavorazione del legno con i tumori nasofaringei, tuttavia sono possibili tutta una serie di confondenti tra cui l'esposizione a formaldeide. L'eccesso di rischio sarebbe, in ogni modo, legato ai lavoratori che hanno iniziato a lavorare più di 30 anni prima della comparsa del cancro.

3. Valutazione del rischio quantitativa

Per quanto riguarda gli effetti sull'apparato respiratorio non sono disponibili indicazioni di buona qualità sui livelli d'esposizione e pertanto non è possibile portare a termine una formale valutazione del rischio quantitativa. Lo SCOEL, tuttavia, è giunto a classificare gli effetti attesi sulla salute in riferimento a tre differenti soglie (0,5; 1; 5 mg/m³) e ha considerato solamente studi che hanno indicato livelli di esposizione medi inferiori a questi valori (Tabella 1).

Pochi studi hanno indicato valori medi d'esposizione inferiori a 0,5 mg/m³: il principale effetto è indicato in relazione alle basse vie respiratorie (asma, iperreattività bronchiale e disfunzioni ventilatorie) ed al legno di Cedro Rosso dell'Ovest. Altrettanto rari sono studi che indicano esposizioni medie comprese tra 0,5 e 1 mg/m³, ma indicano l'insorgenza di rilevanti effetti di salute (tosse, oppressione toracica, asma) di singoli lavoratori esposti a differenti essenze legnose. Per esposizioni maggiori o uguali ad 1 mg/m³, sono ben chiari gli effetti sulla salute (sintomi delle alte vie respiratorie, alterazione di parametri funzionali, asma) e la relazione dose-effetto e dose risposta. In pratica, tutte le essenze possono dare origine ad effetti respiratori in lavoratori esposti a polveri di legno.

Rispetto al rischio di tumore naso-sinusale, una valutazione quantitativa non può essere considerata realistica per l'aumento di rischio. Le polveri dure risultano particolarmente pericolose, ma attualmente è impossibile identificare chiaramente il ruolo di ciascun tipo di legno (dure o dolce) nella genesi del tumore. In effetti, il meccanismo di azione alla base del potere cancerogeno delle polveri di legno deve essere ancora ben spiegato e le ipotesi di un ruolo fundamentalmente legato ad azione meccanica-fisica non sono state dimostrate da esperimenti.

Livello espositivo medio (mg/m ³)	Disponibilità studi	Essenze	Effetti sulla salute
Inferiore a 0,5	Scarsa	Cedro Rosso dell'Ovest	Asma Iperreattività bronchiale Disfunzioni ventilatorie
Tra 0,5 e 1	Scarsa	Varie	Tosse Oppressione toracica Asma
Superiore o uguale a 1	Numerosa	Numerose	Sintomi alte vie respiratorie Alterazione di parametri funzionali Asma

Tabella 1

Principali valori limite di esposizione occupazionale degli inquinanti considerati proposti dai maggiori enti scientifici internazionali

4. Conclusioni

L'esposizione a polveri di legno è stata associata con l'aumento dei tumori nasosinusalì (tumori rari), con disfunzioni dell'apparato respiratorio e comparsa di sintomi respiratori.

Considerando i dati attualmente disponibili e dal punto di vista della protezione dei lavoratori, non appare pertinente la distinzione tra polveri di legni teneri e di legni duri.

Gli studi disponibili non permettono di avere informazioni adeguate per definire un limite *health based* per la protezione dei lavoratori esposti a polveri di legno. Prendendo nella dovuta considerazione le incertezze e le limitazioni di questi studi, si può affermare che l'esposizione al di sopra di 0,5 mg/m³ può indurre effetti rilevanti sulle alte e basse vie respiratorie e deve essere evitata. Questo livello di esposizione è probabilmente inferiore a quello a cui sono stati esposti i lavoratori con tumore nasosinusale indicati negli studi di letteratura. Utilizzando un fattore di conversione delle polveri totali in polveri inalabili pari a 2-3 è possibile proporre un OEL pari a 1-1,5 mg/m³ (come frazione inalabile).

Bibliografia

1. International Agency for Research on Cancer (IARC) – Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Wood Dust and Formaldehyde – Vol. 62 IARC – Lyon, 1995
2. SCOEL – Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for wood dust – SCOEL/SUM/102B, 2002
3. SCOEL – Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits: risk assessment for wood dust – SCOEL/SUM/102final, 2003

Esposizione a polveri di legno: il panorama europeo

I. Martinotti^{a,b*}, P.E. Cirila^{ab}, V.Foà^{ac}

^a*Centro di Riferimento PPTP Clinica del Lavoro "Luigi Devoto", Fondazione (I.R.C.C.S.) "Ospedale Maggiore Policlinico, Mangiagalli, Regina Elena" e Università degli studi, Milano*

^b*Divisione Tossicologica CIMAL (DITOC), Centro Italiano Medicina Ambiente e Lavoro, Milano*

^c*Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL), Unione Europea*

Riassunto. La grande variabilità chimica e fisica delle polveri di legno trova un analogo corrispettivo nel profilo tossicologico, nelle difficoltà di approccio alla valutazione del rischio per la salute dei lavoratori esposti e nella definizione di limiti di esposizione occupazionale in grado di tutelare la salute dei lavoratori che ne vengono quotidianamente a contatto. Il panorama europeo si mostra nell'insieme abbastanza omogeneo per l'entità di esposizione a polveri di legno e per la ricorrenza dell'utilizzo nelle singole attività produttive di più essenze legnose. I livelli espositivi medi documentati nell'ultimo decennio dallo studio europeo WOODEX appaiono contenuti, anche se una discreta percentuale dei valori misurati nei diversi settori lavorativi eccede il limite di esposizione previsto dalla UE, e meno del 40% dei lavoratori sono esposti a livelli inferiori a 1 mg/m³. Da sottolineare peraltro la continua tendenza ad una progressiva riduzione del quadro espositivo globale, frutto dell'applicazione rigorosa delle norme di igiene sul lavoro, della sempre maggiore formazione e informazione e della continua innovazione tecnologica.

Parole chiave: polveri di legno; valori limite di esposizione; esposizione professionale; valutazione rischio.

1. Introduzione

La polvere di legno è un materiale particellare, prodotto durante la lavorazione meccanica del legno, di cui rispecchia la complessità chimica. Il legno, infatti, fugge gli sforzi tassonomici messi in atto: la comune distinzione in duri e teneri, che viene arbitrariamente ricondotta a quella botanica in angiosperme e gimnosperme

* *Telefono:* 02 59901542

Indirizzo: Viale Friuli, 61 – 20135 Milano

E-mail: irene.martinotti@grup pocimal.it

aghiformi, non giova a definire in maniera esaustiva le caratteristiche chimiche e fisiche (comprese la densità e compattezza) della polvere di legno riconducibile all'uno o all'altro gruppo.

Relativamente alla composizione sono costituenti del legno, comuni a tutte le essenze (ma presenti in quantità percentuali diverse in base a specie, età e condizioni di crescita) la cellulosa, la lignina, le emicellulose e le pectine; distintive di specie o genere sono invece un cospicuo numero di sostanze organiche e inorganiche (tannini, oleoresine, cere, sostanze coloranti, alcaloidi, terpeni, fenoli, acidi grassi, steroidi, sali di potassio, calce, silice, fosfati, composti di magnesio, ferro, manganese). A complicare il quadro vi è inoltre la possibile presenza nelle polveri di sostanze chimiche (come conservanti, antiparassitari, colle) addizionate durante il processo di lavorazione.

La grande variabilità chimica e fisica trova un analogo corrispettivo nel profilo tossicologico, nelle difficoltà di approccio alla valutazione del rischio irritante, sensibilizzante e cancerogeno di questa polvere e nella definizione di limiti di esposizione occupazionale in grado di tutelare la salute dei lavoratori che ne vengono quotidianamente a contatto.

Quanto detto è di rilievo particolare considerando l'ampio ventaglio di utilizzi merceologici del legno in Europa, e quindi i molti settori produttivi coinvolti, le molteplici e differenti lavorazioni, l'utilizzo di più essenze in una stessa unità produttiva ed il grande numero di lavoratori esposti.

2. I limiti di esposizione occupazionale

L'evoluzione dei limiti di esposizione occupazionale in generale è sempre dettata dalle evidenze scientifiche disponibili in merito agli effetti sulla salute e sicurezza dei lavoratori esposti e delle dosi necessarie per evocarli, ma tiene anche in considerazione l'applicabilità del limite in termini tecnici ed economici. Queste considerazioni servono a spiegare le differenze che in alcuni casi è possibile riscontrare mettendo a confronto le liste degli "Occupational Exposure Limits" (OEL) riportate dalle normative vigenti o dagli Enti e Associazioni dei diversi paesi. In particolare per il legno le differenze che esistono anche tra i diversi stati membri dell'Unione Europea derivano in parte dall'estrema eterogeneità chimica e tossicologica di questa polvere che, come detto, complica la valutazione e gestione del rischio; si tratta infatti di argomenti attualmente ancora oggetto di studio sia sotto l'aspetto scientifico che tecnico-ingegneristico.

La Direttiva dell'Unione Europea 2004/37 del 29/04/2004 "sulla protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da un'esposizione ad agenti cancerogeni o mutageni durante il lavoro", classifica come cancerogeni i lavori comportanti esposizione a polvere di legno duro e stabilisce un limite di esposizione occupazionale (OEL da Occupational Exposure Limit) pari a 5 mg/m³, misurato o calcolato su un periodo di 8 ore come frazione inalabile e con la specifica che, se le polveri di legno duro sono mescolate con altre polveri di legno, il valore limite si applica a tutte le polveri di legno presenti nella miscela in questione.

Tuttavia, la Commissione Scientifica per i Limiti di Esposizione Occupazionale (SCOEL) dell'Unione Europea raccomanda nel 2002 (24), alla luce dei dati scientifici disponibili che, ai fini della protezione dei lavoratori, non si debba distinguere tra legni duri e teneri; specifica inoltre che un'esposizione a polvere di legno superiore a 0,5 mg/m³ (come polvere totale) è in grado di indurre effetti polmonari e che pertanto dovrebbe essere evitata. Ciò è stato adottato, utilizzando un fattore di conversione delle polveri totali in polveri inalabili pari a 2-3, nella proposta di un OEL pari a 1-1,5 mg/m³ (come frazione inalabile) (25).

I paesi della comunità europea hanno recepito la Direttiva Comunitaria 2004/37 ed hanno risposto in maniera diversa alle raccomandazioni dello SCOEL. La Tabella 1 mostra sinteticamente gli OEL di alcuni paesi della UE.

Paese	Definizione	Limite (mg/m ³)	Note
Finlandia	Polvere di legno duro	5	Polvere totale
Irlanda	Polvere di legno duro o tenero	5	Polvere totale
Italia	Polvere di legno duro o mista contenente legno duro	5	Frazione inalabile
Regno Unito	Polvere di legno duro o tenero	5	Frazione inalabile
Spagna	Polvere di legno duro, tenero o mista	5	Frazione inalabile
Belgio	Polvere di legno duro o tenero	3	Frazione inalabile
Austria	Polvere di legno	2	Frazione inalabile
Danimarca	Polvere di legno	2	Frazione totale
Germania	Polvere di legno	2	Frazione inalabile
Lussemburgo	Polvere di legno duro o mista contenente legno duro	2	Frazione inalabile
Olanda	Polvere di legno	2	Polvere totale
Svezia	Polvere di legno	2	Frazione inalabile
Francia	Polvere di legno	1	Frazione inalabile

Tabella 1

OEL vigenti in alcuni paesi della UE

3. L'esposizione dei lavoratori del legno

Nel 2001 l'UE ha finanziato nell'ambito del Programma "Quality of life and management of living resources", un grande progetto di ricerca in merito alla valutazione del rischio da esposizione a polveri di legno ("Risk assessment of wood dust: Assessment of exposure, health effects and biological mechanism", indicato con l'acronimo WOOD-RISK), che tra gli obiettivi si proponeva uno studio dell'attuale esposizione occupazionale a polveri di legno in Europa (realizzato come sottoprogetto da esperti di 15 diversi stati dell'UE e noto con l'acronimo WOODEX, da "wood" e "exposure") (10).

In particolare la metodologia di studio seguita ha previsto in ogni paese della UE, tramite il coinvolgimento di esperti locali, l'interpretazione dei dati della forza lavoro (provenienti da banche dati europee e nazionali) alla luce delle informazioni specifiche relative all'esposizione occupazionale ed all'utilizzo di legno nelle varie attività indagate.

La stima del numero di lavoratori esposti in ogni attività economica riconducibile alla "Industria del legno e dei prodotti in legno" (sottosezione DD secondo la classificazione statistica della Comunità Europea NACE rev.1) ed alla "Fabbricazione di mobili" (gruppo 361 della sottosezione DN "Altre industrie manifattiere") è stata quindi arricchita con altre informazioni dettagliate ottenute in Finlandia, Germania e Spagna, tramite l'invio di questionari alle aziende oggetto di studio, fino alla creazione di sottogruppi di lavoratori esposti in maniera simile per paese, industria, tipo di legno, pattern spazio-temporale di esposizione (vicino/lontano, continuo/occasionale).

Lo studio è molto interessante ai fini di illustrare lo scenario espositivo europeo poiché raccoglie tutti i principali dati europei di monitoraggio ambientale a polveri di legno relativi al periodo 1993-2002 (nel caso di Finlandia e Danimarca rispettivamente dal 1990 e dal 1987), per un totale di 16.849 misure, provenienti dai database di igiene industriale e da grandi studi realizzati in Francia, Danimarca, Finlandia, Germania, Regno Unito e Olanda.

Quindi i dati, espressi tutti come frazione inalabile e in riferimento ad un periodo di 8 ore, sono stati analizzati per paese e tipo di attività: a ciascun gruppo omogeneo definito è stata attribuita un'esposizione giornaliera (espressa come media geometrica e deviazione standard ipotizzando una distribuzione log-normale dei dati).

Le tabelle a seguire mostrano per le "industrie del legno", i dati di esposizione a polveri di legno misurati (tabelle 2-7). Le polveri campionate tramite GSP, IOM e PAS-6, al fine di rendere omogenei i dati disponibili, sono state considerate frazione inalabile, mentre quelle ottenute usando cassette da 37 mm sono state trasformate con utilizzo di opportuni fattori di correzione (in tabella il simbolico # indica la frazione inalabile è ottenuta grazie a correzione). Per ogni paese (con l'eccezione dell'Olanda) è espresso anche il dato di distribuzione dei livelli di polveri di legni in classi.

Paese (anni)	N. campioni	Concentrazioni misurate (mg/m ³)		Distribuzione in classi (%)				
		Media geometrica (DS)	Range	< 0,5 (mg/m ³)	0,5-1 (mg/m ³)	>1-2 (mg/m ³)	>2-5 (mg/m ³)	> 5 (mg/m ³)
Danimarca (1986-1988) [3; 27]	106	1,0 (3,2) #	0,1-89	21	37	24	11	8
Finlandia (1990-2000) [4; 5; 17-18]	186	0,9 (3,5) #	0,01-14	18	25	25	22	10
Francia (1995-2003) [8]	291	0,83 (3,7) #	0,1-77	30	21	20	19	10
Germania (1992-2000) [7]	486	1,4 (3,4)	-	18	23	25	20	15
Gran Bretagna (1999-2000) [2; 6]	67	1,4 (5)	0,01-61	15	24	22	22	16

Tabella 2 Concentrazioni di polveri di legno misurate: Settore lavorativo "Taglio, piallatura e trattamento del legno" (NACE 201)

la frazione inalabile è ottenuta grazie a correzione

Paese (anni)	N. campioni	Concentrazioni misurate (mg/m ³)		Distribuzione in classi (%)				
		Media geometrica (DS)	Range	< 0,5 (mg/m ³)	0,5-1 (mg/m ³)	>1-2 (mg/m ³)	>2-5 (mg/m ³)	> 5 (mg/m ³)
Danimarca (1986-1988) [3]	26	1,7 (3,4) #	0,4-39	4	38	15	27	15
Finlandia (1990-2000) [4; 5; 11]	205	0,4 (4,1) #	0,01-146	58	18	11	9	5
Francia (1995-2003) [8]	286	1,1 (3,4) #	0,07-91	18	17	21	25	19
Germania (1992-2000) [7]	411	1,2 (3,0)	-	18	31	19	23	10

Tabella 3 Concentrazioni di polveri di legno misurate: Settore lavorativo "Fabbricazione di fogli da impiallacciatura, compensato, truciolato" (NACE 202)

la frazione inalabile è ottenuta grazie a correzione

Paese (anni)	N. campioni	Concentrazioni misurate (mg/m ³)		Distribuzione in classi (%)				
		Media geometrica (DS)	Range	< 0,5 (mg/m ³)	0,5-1 (mg/m ³)	>1-2 (mg/m ³)	>2-5 (mg/m ³)	> 5 (mg/m ³)
Danimarca (1987-1988) [3; 27]	15	0,7 (2,5) #	0,1-5	33	40	20	7	0
Finlandia (1990-2000) [4; 5; 9; 12; 15]	106	0,8 (3,7) #	0,1-112	29	29	21	15	6
Francia (1995-2003) [8]	1242	0,95 (3,0) #	0,01-95	18	22	26	24	10
Germania (1992-2000) [7]	1101	1,5 (3,2)	-	15	23	27	23	14
Gran Bretagna (1999-2000) [2; 6]	106	2,6 (3,1)	0,01-49	5	8	24	44	20
Olanda (1992-1993) [19]	160	1,95 (1,66)	-	-	-	-	-	-

Tabella 4 Concentrazioni di polveri di legno misurate: Settore lavorativo "Fabbricazione di carpenteria in legno e falegnameria per l'edilizia" (NACE 203)

la frazione inalabile è ottenuta grazie a correzione

Paese (anni)	N. campioni	Concentrazioni misurate (mg/m ³)		Distribuzione in classi (%)				
		Media geometrica (DS)	Range	< 0,5 (mg/m ³)	0,5-1 (mg/m ³)	>1-2 (mg/m ³)	>2-5 (mg/m ³)	> 5 (mg/m ³)
Danimarca (1988) [3]	22	1,5 (2,6) #	0,4-9,5	9	32	23	23	14
Francia (1995-2003) [8]	225	1,1 (3,0) #	0,1-491	15	18	24	26	17
Germania (1992-2000) [7]	146	1,8 (3,4)	-	14	21	16	19	30
Gran Bretagna (1999-2000) [2; 6]	14	2,2 (3,6)	0,18-20	14	7	29	29	21

Tabella 5 Concentrazioni di polveri di legno misurate: Settore lavorativo "Fabbricazione di imballaggi in legno" (NACE 204)

la frazione inalabile è ottenuta grazie a correzione

Paese (anni)	N. campioni	Concentrazioni misurate (mg/m ³)		Distribuzione in classi (%)				
		Media geometrica (DS)	Range	< 0,5 (mg/m ³)	0,5-1 (mg/m ³)	>1-2 (mg/m ³)	>2-5 (mg/m ³)	> 5 (mg/m ³)
Danimarca (1986-1988) [3]	36	2,7 (3,8) #	0,2-62	6	14	22	33	25
Finlandia (1990-2000) [4; 5]	23	0,7 (4,3) #	0,03-8,3	26	30	26	9	9
Francia (1995-2003) [8]	293	1,6 (3,2) #	0,06-30	10	14	22	29	25
Germania (1992-2000) [7]	3170	1,3 (3,6)	-	20	21	23	24	14
Gran Bretagna (1999-2000) [2; 6]	24	3,3 (3,8)	0,25-33	4	8	29	21	38

Tabella 6 Concentrazioni di polveri di legno misurate: Settore lavorativo "Fabbricazione di altri prodotti in legno" (NACE 205)

la frazione inalabile è ottenuta grazie a correzione

Paese (anni)	N. campioni	Concentrazioni misurate (mg/m ³)		Distribuzione in classi (%)				
		Media geometrica (DS)	Range	< 0,5 (mg/m ³)	0,5-1 (mg/m ³)	>1-2 (mg/m ³)	>2-5 (mg/m ³)	> 5 (mg/m ³)
Danimarca (1997-1998) [16; 20-22]	1685	0,9 (2,1) #	0,2-9,8	12	42	34	12	0,4
Finlandia (1990-2000) [4; 5; 9; 12]	101	1,2 (3,7) #	0,1-45	20	27	21	19	14
Francia (1995-2003) [8]	2535	2,2 (3,6) #	0,1-500	11	15	21	29	25
Germania (1992-2000) [7]	2978	1,3 (3,6)	-	21	22	24	20	13
Gran Bretagna (1999-2000) [2; 6]	195	3,1 (4,1)	0,01-202	6	16	15	30	32
Olanda (1992-1993) [19]	39	4,1 (2,3)	-	-	-	-	-	-

Tabella 7 Concentrazioni di polveri di legno misurate: Settore lavorativo "Fabbricazione di mobili" (NACE 361)

la frazione inalabile è ottenuta grazie a correzione

La lettura delle tabelle evidenzia livelli espositivi medi contenuti, anche se una discreta percentuale dei valori misurati (in media il 14,5% con valori anche superiori al 30% in Gran Bretagna) eccede il limite di esposizione previsto dalla UE. In particolare i livelli espositivi più alti sono stati registrati nei mobilifici.

A questo proposito nel database WOODDEX non figurano studi italiani. Tuttavia indagini di monitoraggio ambientale e personale condotte in Piemonte nell'ambito del progetto di ricerca ISPELS sui mobilifici (1), mostrano livelli coerenti con quelli espressi per gli altri paesi europei. Per le attività di preparazione pezzi, finitura e montaggio sono infatti riportati valori di esposizione personale giornaliera media di 1,9 mg/m³ (DS 3,2; range 0,1-21) con il 16% di valori superiori a 5 mg/m³ ed il 68% inferiori a 2 mg/m³.

Lo studio WOODDEX ha preso in considerazione anche "altre attività economiche", che rispetto alla vera e propria "industria del legno" prevedono una percentuale di lavoratori esposti più bassa: "Industria cantieristica: costruzioni navali e riparazioni di navi e imbarcazioni" (sottosezione DM "Fabbricazione di mezzi di trasporto", gruppo 351); la "Silvicoltura e utilizzazione di aree forestali e servizi connessi" (sezione A "Agricoltura caccia e silvicoltura", divisione 02); le "Costruzioni" (Sezione F, divisione 45) con particolare riguardo a "Posa in opera di coperture e costruzione di ossature di tetti di edifici" (classe 4522) e "Posa in opera di infissi" (classe 4542); altre attività ancora. In questi casi, data la difficoltà di escludere dal dato totale dei lavoratori impiegati nello specifico settore industriale quelli non esposti a legno (in numero nettamente superiore agli esposti), si è utilizzato un approccio metodologico diverso, che partendo dalla distribuzione dei lavoratori del legno per attività ed incrociando questo dato con quello relativo alle singole tipologie industriali, ha permesso l'identificazione diretta dei gruppi omogenei di esposti. In ciascun paese il conteggio dei lavoratori del legno per settore industriale ha fatto riferimento al sistema di codifica delle occupazioni e dell'industria con riferimento all'anno 2000.

A seguire sono riportati i dati di misura disponibili per gli "altri settori industriali" presi in considerazione dal WOODDEX (tabelle 8 – 10).

Paese (anni)	N. campioni	Concentrazioni misurate (mg/m ³)		Note
		Media geometrica (DS)	Range	
Germania (1990?) [7]	5	0,12 (3)	-	Utilizzo di motosega

Tabella 8 Concentrazioni di polveri di legno misurate: Settore lavorativo "Silvicoltura, uso di aree forestali e servizi connessi" (NACE 02)

la frazione inalabile è ottenuta grazie a correzione

Paese (anni)	N. campioni	Concentrazioni misurate (mg/m ³)		Note
		Media geometrica (DS)	Range	
Danimarca (1987) [3]	3	4,5 (3,6) #	1,1-14,2	Costruzione navi e imbarcazioni
Finlandia (1986) [4]	4	0,6 (2,1) #	-	Costruzione navi e imbarcazioni, campionamenti vicino alle macchine che lavorano il legno
Francia (1995-2003) [8]	95	2,2 (2,8) #	-	Costruzione e riparazione di imbarcazioni da diporto e sportive

Tabella 9 Concentrazioni di polveri di legno misurate: Settore lavorativo "Costruzione e riparazione di navi e imbarcazioni" (NACE 351)

la frazione inalabile è ottenuta grazie a correzione

Paese (anni)	N. campioni	Concentrazioni misurate (mg/m ³)		Note
		Media geometrica (DS)	Range	
Danimarca (1987) [3]	8	2,2 (4,8) #	0,4-62	Attività non specificata
Finlandia (2004) [13]	20	4,6 (1,8) #	1,5-11,5	La frazione organica delle polveri campionate è stata bruciata e considerata polvere di legno
Francia (1990-1996) [8]	182	3,5 (-) #	0,02-169	Installazione serramenti interni ed esterni in legno su misura
Francia (1990-1996) [8]	81	3,5 (-) #	0,03-59,3	Installazione strutture in legno
Francia (1995-2003) [8]	274	2,2 (2,6) #	-	Posa in opera di strutture e pavimenti in legno
Francia (1995-2003) [8]	400	2,7 (2,9) #	-	Posa in opera di infissi
Olanda (2000) [26]	-	3,3 (2,1)	0,8-11,6	Carpentieri, falegnami, pavimentatori all'interno di edifici

Tabella 10 Concentrazioni di polveri di legno misurate: Settore lavorativo "Costruzioni" (NACE 45)

la frazione inalabile è ottenuta grazie a correzione

I dati di misura relativi al settore della silvicoltura sono i più scarsi. Quelli disponibili indicano livelli di esposizione bassi che possono essere ritenuti verosimili date le caratteristiche dell'ambiente di lavoro (all'aperto), l'intermittenza dell'esposizione e la bassa inalabilità della polvere prodotta dalla sega; inoltre gli unici lavoratori del settore considerati esposti a legno, sono i forestali e i boscaioli che operano con l'ausilio di motosega, che sono in Europa in numero molto ridotto (vedi Tabella 11) e possono essere ritenuti in progressivo decremento considerando la sostituzione delle motoseghe con altre attrezzature automatizzate.

Anche nel settore della costruzione e riparazione di imbarcazioni i dati di monitoraggio disponibili sono pochi; quelli francesi, che costituiscono l'insieme di dati più completo, indicano livelli di esposizione simili a quelli dei mobilifici, con un numero di lavoratori esposti inferiore (vedi Tabella 11).

Nell'industria delle costruzioni i lavoratori esposti sono riconducibili principalmente a tre gruppi: carpentieri del legno, pavimentatori che utilizzano parquet e installatori di serramenti. La proporzione di lavoratori del legno tra tutti i lavoratori del settore costruzioni è variabile da paese a paese passando dal 6% in Grecia e Svezia al 20% in Danimarca. Le misure di esposizione disponibili mostrano in questo settore i più alti livelli di esposizione. La spiegazione risiede certamente nelle caratteristiche dell'ambiente di lavoro che è confinato (cucine, cabine armadio, saune) e privo di adeguati dispositivi di generali di protezione in grado di controllare la polverosità.

La Tabella 11 (rielaborata da 10) riporta i dati stimati dal progetto WOODDEX per ogni attività economica studiata, il numero di lavoratori esposti e la classe di esposizione (concentrazioni aerodisperse ponderate su 8 ore ed espresse come frazione inalabile in mg/m^3) nell'insieme dei 25 stati dell'Unione Europea. Infatti, per i paesi che non avevano avuto modo di indagare lo scenario espositivo locale tramite questionari e campagne di monitoraggio il livello di esposizione per ogni gruppo omogeneo di lavoratori (sia nel caso delle "industrie del legno" che per le "altre attività") è stato stimato sulla base di quelli accertati in un paese scelto come riferimento.

Settore lavorativo (codice NACE)	Numero di esposti (% di impiegati del settore)	Distribuzione in classi (% di lavoratori esposti)				
		<0,5 mg/m ³	0,5 -1 mg/m ³	1-2 mg/m ³	2-5 mg/m ³	>5 mg/m ³
Taglio, piallatura e trattamento del legno (201)	196.000 (76)	32	20	19	18	10
Fabbricazione pannelli in legno (202)	92.000 (74)	35	21	20	16	9
Fabbricaz. carpenteria in legno e falegnameria per l'edilizia (203)	333.000 (71)	21	20	23	23	13
Fabbricazione imballaggi in legno (204)	57.000 (71)	21	19	23	23	16
Fabbricazione altri prodotti in legno (205)	97.000 (66)	22	18	21	23	15
Fabbricazione mobili (361)	713.000 (59)	28	20	20	20	12
Costruzione/riparazione navi e imbarcazioni (351)	31.000 (11)	4	11	21	34	30
Silvicoltura (02)	148.000 (33)	93	5	1	0	0
Costruzioni (45)	1.190.000 (9)	6	15	24	33	21
Tutti gli altri settori	709.000 (0,4)	17	17	23	27	17
TOTALE	3.600.000 (2)	21	17	21	25	16

Tabella 11

Numero di lavoratori esposti a polvere di legno inalabile e distribuzione per settore lavorativo e livello di esposizione nei 25 stati dell'Unione Europea nel 2000-2003

Dei 3.600.000 lavoratori europei esposti a polveri di legno, il 33% rientra nel settore costruzioni ed il 20% in quello dei mobilifici, il 9% in quello della fabbricazione di imbarcazioni, i settori dove sono state registrate le esposizioni medie più elevate. Nel caso delle costruzioni e dei natanti si tratta anche dei settori che presentano la maggiore percentuale dei lavoratori esposti a concentrazioni superiori al limite di esposizione occupazionale imposto dalla UE.

Il 20% dei lavoratori europei esposti rientra nel gruppo "tutti gli altri settori", cioè quelle attività produttive non considerate nello specifico, che impiegano un elevato numero di carpentieri e altri lavoratori del legno. L'esposizione di questi gruppi non è stata misurata ma stimata: in particolare ai primi è stata attribuita un'esposizione simile a quella che i carpentieri dell'industria delle costruzioni avevano nello stesso Paese, ai secondi un'esposizione simile a quella dei lavoratori dell'industria dei mobili francese.

Paese	Numero di esposti (%di impiegati)	Distribuzione in classi (% di lavoratori esposti)				
		<0,5 mg/m ³	0,5 -1 mg/m ³	1-2 mg/m ³	2-5 mg/m ³	>5 mg/m ³
Austria	84 000 (2,8)	22	17	21	24	15
Belgio	51 000 (1,2)	8	10	22	38	22
Cipro	8 000 (2,5)	37	18	18	17	9
Danimarca	72 000 (3,3)	20	17	22	25	16
Estonia	27 000 (4,6)	14	15	22	28	21
Finlandia	65 000 (2,7)	28	22	22	19	10
Francia	308 000 (1,3)	23	18	21	24	14
Germania	704 000 (1,9)	14	16	24	27	18
Grecia	70 000 (1,7)	19	14	21	27	19
Irlanda	44 000 (2,4)	11	16	23	30	20
Italia	351 000 (1,9)	21	18	22	25	15
Lettonia	45 000 (4,5)	22	15	22	26	15
Lituania	41 000 (2,9)	22	18	22	24	15
Lussemburgo	2 700 (1,5)	18	17	22	26	16
Malta	2 900 (2)	29	19	21	21	10
Olanda	116 000 (1,5)	20	18	23	25	15
Polonia	310 000 (2,3)	27	17	20	22	14
Portogallo	110 000 (2,7)	30	19	19	19	11
Regno Unito	384 000 (1,7)	24	16	21	24	15
Repubbl.Ceca	148 000 (3,1)	33	18	18	20	11
Slovacchia	42 000 (2)	29	17	20	22	12
Slovenia	29 000 (3,1)	24	17	21	24	14
Spagna	433 000 (2,7)	25	17	20	23	14
Svezia	58 000 (1,5)	33	14	19	21	12
Ungheria	62 000 (1,6)	24	17	21	24	14
TOTALE	3 600 000 (2)	21	17	21	25	16

Tabella 12

Numero di lavoratori esposti a polvere di legno inalabile e distribuzione per paese e livello di esposizione nei 25 stati dell'Unione Europea nel 2000-2003

La Tabella 12 sovrastante (rielaborata da 10) riporta per ogni paese il numero di lavoratori esposti e la classe di esposizione (concentrazioni aerodisperse ponderate su 8 ore ed espresse come frazione inalabile in mg/m³).

Dall'esame dei dati emerge che, nel periodo 2000-2003, nessun paese dell'UE era in grado di garantire ai lavoratori un'esposizione a polvere di legno sempre inferiore all'OEL previsto. Le percentuali di lavoratori esposti a livelli superiori si attestano intorno al 16% con un range compreso tra il 9% a Cipro ed il 22% in Belgio, mentre in media solo il 38% inala polveri in quantità inferiore al limite "health based" proposto dallo SCOEL.

Inoltre appare interessante l'evoluzione dei livelli di esposizione nel corso degli ultimi decenni come emerge dai dati finlandesi dell'Institute of Occupational Health (FIOH database), che sembrano evidenziare nell'industria del legno un decremento delle concentrazioni di polvere aerodisperse dal 1980 al 2002 di circa il 60-70%, pressoché attribuibile agli anni '80. Questa tendenza viene confermata dai dati francesi (COLCHIC database) relativi al periodo 1986-2003, che tuttavia rivelano una differenza tra il primo quinquennio del 1990 ed il periodo successivo (14). Recentemente uno studio danese (23) ha messo a confronto i dati di monitoraggio ambientali eseguiti in 54 mobilifici nell'inverno 1997-1998 con quelli acquisiti in una seconda campagna di misure condotta nel periodo 2003-2004 in 41 fabbriche (un campione delle vecchie aziende e 14 nuove aziende) segnalando una riduzione annua dei livelli di polveri di legno pari al 7%.

4. Utilizzo delle diverse essenze

In Finlandia, Francia, Germania e Spagna (che complessivamente raccolgono il 50% dei lavoratori del legno dei 15 paesi più vecchi della CE), nell'ambito del WOODDEX è stato anche indagato l'utilizzo di diversi tipi di legno nei settori industriali più rappresentativi. La Tabella 13 (rielaborata da 10) riproduce questo dato distinguendo per paese.

Tipo di legno	Percentuale di aziende			
	Finlandia	Francia	Germania	Spagna
Pino	39-66	18-38	17-68	55-89
Abete rosso	7-69	17-70	32-86	12-31
Altri legni teneri	1-8	1-11	1-42	6-22
Quercia	20-44	27-58	10-42	14-44
Faggio	20-44	11-38	25-64	13-40
Betulla	3-54	2-7	4-12	1-20
Altri legni duri	8-47	15-88	22-63	27-53
Pannelli di legno	1-64	15-72	12-86	20-77

Tabella 13

Percentuale di aziende del settore "Industrie del legno" e "fabbriche di mobili" che usano differenti tipi di legno distinte per paese

Dalla sua lettura emerge chiaramente una tendenza comune in Europa, all'esposizione mista a più di una specie di legno, situazione questa che indubbiamente complica la valutazione del rischio per la salute.

5. Conclusioni

Il panorama europeo relativo all'esposizione a polveri di legno si mostra nell'insieme abbastanza omogeneo sia per quanto concerne i livelli espositivi nelle diverse attività produttive, sia per la tendenza comune all'esposizione mista a più di una specie di legno.

I livelli espositivi medi documentati nell'ultimo decennio (dai primi anni 90 ai primi del 2000) appaiono contenuti, anche se una discreta percentuale dei valori misurati nei diversi settori lavorativi (in media il 14,5% con valori anche superiori al 30% in Gran Bretagna) eccede il limite di esposizione previsto attualmente dalla UE di 5 mg/m³. Le percentuali di lavoratori esposti a livelli superiori si attestano intorno al 16% con un range compreso tra il 9% a Cipro ed il 22% in Belgio, mentre in media solo il 38% inala polveri in quantità inferiore ad 1 mg/m³. questa tendenza si conferma anche nei paesi, come la Francia che hanno stabilito un OEL più restrittivo.

In particolare i livelli espositivi più alti sono stati registrati nei mobilifici, nel settore della fabbricazione e riparazione di imbarcazioni ed in edilizia. Questo ultimo settore che raccoglie il 33% dei 3.600.000 lavoratori europei esposti appare il più critico per le caratteristiche stesse delle lavorazioni e la maggiore difficoltà di controllare la polverosità.

I livelli espositivi medi in Europa hanno subito nel corso del ventennio a cavallo tra il 1980 ed il 2002 un decremento notevole, tendenza questa che sembra riconfermarsi anche in dati più recenti e su intervalli temporali inferiori, e che dovrebbe comportare nel giro di pochi anni, grazie all'incessante evoluzione della tecnologia ed al corretto rispetto delle norme di igiene sul lavoro, condizioni di processo e di protezione in grado di garantire il più ampio rispetto dei limiti previsti.

Bibliografia

1. ASL 17 e ARPA Piemonte. Progetto di ricerca ISPELS n. 67/98E "I profili di rischio nei comparti produttivi dell'artigianato, delle piccole e medie industrie e pubblici esercizi: mobilifici. (1998)
2. N Black. Occupational exposure to wood dust in the British woodworking industry. Health and Safety Executive, Field Operations Division, Wales, Midlands and South West Specialist Group. Nottingham, (2004)
3. Danish National Institute of Occupational Health. Data for WOODDEX
4. Finnish Institute of Occupational Health (FIOH). Exposure measurement database 1994-99. Data for WOODDEX
5. Finnish Institute of Occupational Health (FIOH) Unpublished data from del 1990-2000 (for WOODDEX)

6. Health and Safety Executive, the United Kingdom. Data for WOODEX
7. Holz-Berufsgenossenschaft, Munich. Data for WOODEX
8. Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS). COLCHIC database (unpublished data for WOODEX)
9. T Kallas, L Lindroos, et al. Acute respiratory health effects of exposure to typical Finnish wood dusts. Research report 6. Lappeenranta Regional Institute of Occupational Health. Lappeenranta (1997)
10. T Kauppinen, R Vincent, et al. Occupational exposure to inhalable wood dust in the member states of the European Union. *Ann Occup Hyg*; 50(6): 549-561 (2006)
11. T Liukkonen, L Lindroos, et al. Chemical exposure in the plywood and particleboard industry. Research report 3. Lappeenranta Regional Institute of Occupational Health. Lappeenranta (1990)
12. T Liukkonen, K Korhonen, et al. Chemical exposure in the carpentry industry. Research reports 4. Lappeenranta Regional Institute of Occupational Health, Lappeenranta (1992)
13. T Liukkonen, T Kauppinen, H Honkanen. Wood dust exposure among construction workers in Finland. 50 Nordiska arbetsmiljömötet, Reykjavik 30.8.-1.9.2004. Arbetskyddsstyrelsen (Vinnueftirlit rikisins), Reykjavik (2004)
14. T Liukkonen, R Vincent, et al. Exposure measurements of wood dust in the European Union (WOODEX) – EU/Wood-Risk Project QLK4-2000-00573. Finnish Institute of Occupational Health (FIOH), Institut National de Recherche et de Sécurité. Helsinki and Nancy (2005)
15. P Nieminen, P Suhonen, I Welling. Machining of heat treated wood: dust quality, exposure to dust, and health effects. Report 54. Tampere University of technology, Tampere (2002)
16. A Mikkelsen, V Schlünssen, et al. Determinants of wood dust exposure in the Danish furniture industry. *Ann Occup Hyg*. 46:673-685 (2002)
17. C Rosenberg, T Liukkonen, et al. Sawing fumes - exposure and control. Final report for the Finnish Work Environment Fund. Finnish Institute of Occupational Health (1999)
18. C Rosenberg, T Liukkonen, et al. Monoterpene and wood dust exposures: work-related symptoms among Finnish sawmill workers. *Am J Ind Med* 41:38-53 (2002)
19. B Scheeper, H Kromhout, J Boleij. Wood-dust exposure during wood-working processes. *Ann Occup Hyg*. 39:141-154 (1995)
20. V Schlünssen, P Vinzents, et al. Wood dust exposure in the Danish furniture industry using conventional and passive monitors. *Ann Occup Hyg*. 45:157-164 (2001)
21. V Schlünssen, I Schaumburg, et al. Respiratory symptoms and lung function among Danish woodworkers. *J Occup Environ Med*. 44:82-98 (2002)
22. V Schlünssen, I Schaumburg, et al. Nasal patency is related to dust exposure in woodworkers. *Occup Environ Med*. 59:23-29 (2002)
23. V Schlünssen, G Jacobsen, et al. Determinants of Wood Dust Exposure in the Danish Furniture Industry—Results from Two Cross-Sectional Studies 6 Years Apart. *Ann Occup Hyg*. 1–12 (2008) e-pub ahead of print
24. SCOEL. Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for wood dust. SCOEL/SUM/102B (2002)
25. SCOEL. Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits: risk assessment for wood dust. SCOEL/SUM/102final (2003)

26. T Spee, E van de Rijd-van Hoof, et al. Exposure of carpenters to wood dust in the construction industry. Tijdschrift voor toegepaste Arbowetenschap 2004,suppl 2, 74.
27. P Vinzents, B Laursen. A national cross-sectional study of the working environment in the danish wood and furniture industry - air pollution and noise. Ann Occup Hyg 37: 25-34(1993)

MONITORARE E FORMARE PER PREVENIRE

Esposizione a polveri di legno: i risultati dello studio PPTP-Legno

C. Peruzzo^{a,b*}, G. Bregante^c

^aDipartimento di Scienze Chimiche ed Ambientali Università dell'Insubria sede di Como

^bUnità Operativa Ospedaliera di Medicina del Lavoro e Preventiva, Ospedale di Circolo e Fondazione
Macchi di Varese

^cUnità Operativa Ospedaliera di Medicina del Lavoro, Ospedale di Desio

Riassunto. Lo Studio PPTP-Legno, promosso dalla Regione Lombardia, ha avuto come obiettivo primario la valutazione dell'esposizione professionale a polveri di legno duro su un campione rappresentativo di aziende del comparto legno presenti sul territorio della Asl della Provincia di Como e della Asl di Milano 3.

L'espletamento dell'indagine presso le 54 aziende selezionate ha comportato la compilazione di un questionario informativo in ogni azienda indagata, l'esecuzione di 232 prelievi di tipo personale e 147 prelievi "statici", e la misura della velocità dell'aria sugli impianti di aspirazione presenti sulle macchine utilizzate.

La media dell'esposizione personale è risultata pari a 1,47 mg/m³, quindi minore della metà del valore limite stabilito per legge (5 mg/m³), mentre la media dei campionamenti in centro ambiente è risultata pari a 0,51 mg/m³, quindi a 1/10 del limite. Si riscontra pertanto un sostanziale rispetto del valore limite, in quanto anche nel caso dei campionamenti personali il 97,5% dei valori di esposizione risulta inferiore al limite.

La distribuzione delle concentrazioni di polveri segue una distribuzione log-normale, ciò consente l'applicazione delle tecniche parametriche come l'analisi della varianza e le tecniche di regressione.

L'analisi statistica mediante regressione lineare inoltre ha individuato, come determinanti di esposizione statisticamente significativi, la mansione, il sistema di aspirazione localizzata alla posizione di lavoro funzionante, la tipologia di produzione e le dimensioni dell'azienda.

Questi determinanti di esposizione sono stati inclusi in un modello di regressione multipla che è stato successivamente validato con ulteriori 36 campionamenti personali effettuati in 8 aziende, per verificarne la capacità predittiva.

Parole chiave: polveri di legno; esposizione professionale; statistica descrittiva; modello di esposizione.

* *Indirizzo:* Viale Borri, 57 – 21100 Varese
E-mail: carlo.peruzzo@ospedale.varese.it

1. Introduzione

Lo Studio PPTP-Legno (Progetto Prevenzione dei Tumori Professionali nel settore legno), promosso dalla Regione Lombardia ha avuto come obiettivo primario la valutazione degli attuali livelli espositivi a polveri di legno nella seconda trasformazione. A questo scopo sono state selezionate alcune fra le aziende produttrici di mobili e complementi di arredo che rappresentano la realtà produttiva di lavorazione del legno maggiormente presente sul territorio delle Aziende Sanitarie Locali coinvolte nel progetto: l'ASL di Como, articolata in quattro aree distrettuali (Como, Sud-Ovest della provincia di Como, Brianza, Medio e Alto Lario) e un distretto speciale (Campione d'Italia), e l'ASL di Milano 3, articolata a sua volta in sette distretti (Carate Brianza, Cinisello Balsamo, Desio, Monza, Seregno, Sesto San Giovanni e Vimercate).

Il lavoro ha preso spunto dal D.Lgs. 66/2000 (1) che, modificando il Titolo VII del D.Lgs 626/94, relativo alla tutela dei lavoratori esposti ad agenti cancerogeni, inserisce fra questi le lavorazioni comportanti esposizioni a polveri di legno duro.

La ricerca è stata condotta in collaborazione tra le ASL della Provincia di Como e di Milano 3 con il Servizio Prevenzione e Sicurezza Ambienti di Lavoro, il Dipartimento di Scienze Chimiche e Ambientali dell'Università Insubria sede di Como, l'Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del Lavoro dell'Ospedale di Desio e l'Università di Milano con il Dipartimento di Medicina del Lavoro.

È noto come nelle aree della Brianza Comasca e Milanese il comparto mobilifici sia fortemente rappresentato, con una attività che si concentra soprattutto nella fabbricazione di mobili per l'arredamento della casa (armadi, tavoli, sedie, camere da letto, cucine), di arredi per bar, negozi, uffici, porte interne, infissi, serramenti.

Il settore del mobile e dell'arredamento è caratterizzato dalla prevalenza d'impresa di piccola e media dimensione, a proprietà familiare, operanti in distretti industriali, che costituiscono realtà produttive con un elevato grado di flessibilità e capacità di adattamento alle condizioni di mercato. Alle aziende di piccola e media dimensione tuttavia si sono negli anni affiancate anche imprese di grandi dimensioni, specializzate nella produzione di mobili in serie, mobili componibili e complementi di arredo; che riscontriamo prevalentemente nel territorio della ASL Milano3.

2. Individuazione del campione di aziende

Per la scelta del campione di aziende innanzitutto si è provveduto ad un censimento delle unità produttive appartenenti al comparto in esame sulla base del codice ATECO, acquisendo dai data-base informatici integrati INAIL/ISPEL i dati identificativi delle aziende (relativi in particolare al numero di addetti ed alla tipologia di lavorazione svolta).

Si è quindi proceduto ad una prima selezione individuando un sottogruppo rappresentativo dell'intero comparto in quanto a dimensioni dell'azienda, ciclo produttivo, lavorazioni effettuate.

Le aziende sono state poi contattate telefonicamente per acquisire eventuali dati mancanti e soprattutto per fornire le necessarie informazioni sul tipo di indagine che

si intendeva svolgere e sulle sue finalità: a questo punto è stato effettuato un secondo livello di selezione in base alle ulteriori informazioni conseguite ed alla disponibilità delle ditte a sottoporsi allo studio.

Da ultimo sono stati eseguiti sopralluoghi conoscitivi presso gli insediamenti produttivi delle ditte selezionate, prendendo in esame la tipologia degli ambienti di lavoro, delle macchine e delle lavorazioni effettuate, ed il tipo di legno utilizzato; in particolare ci si è accertati che tra i tipi di legno lavorati fossero compresi i legni duri (come definiti in base alle indicazioni IARC) o i compositi (pannelli truciolati, MDF, compensati) che, in base alle indicazioni delle linee guida regionali (1), rientrano nell'ambito di valutazione dell'attuale normativa di salute e sicurezza per quanto concerne le polveri di legno duro, a meno che non vi sia adeguata certificazione del produttore che ne attesti la completa composizione con legni teneri.

I sopralluoghi hanno inoltre fornito indicazioni fondamentali nella scelta di una metodologia operativa che consentisse di giungere ad una valutazione dell'esposizione dei lavoratori esaustiva ed aderente alla realtà esaminata.

A conclusione di questo corposo lavoro preliminare sono state selezionate un totale di 54 aziende del settore della lavorazione del legno, 34 nella zona di Como e 20 nella zona di Milano 3.

3. Elaborazione del questionario

Sono state quindi definite le modalità operative da adottare nello svolgimento dell'indagine. Ogni intervento ha comportato l'esecuzione di tre distinte attività, e precisamente: la compilazione di un questionario, il campionamento delle polveri di legno aerodisperse e la valutazione dei sistemi di aspirazione localizzata.

Il questionario ha avuto lo scopo di raccogliere tutte le informazioni utili a definire i fattori che possono influenzare l'esposizione lavorativa, pertanto i dati richiesti hanno riguardato:

- dati relativi all'azienda: ragione sociale, consistenza numerica della ditta;
- caratteristiche dell'ambiente di lavoro: dimensione dei reparti in cui vengono svolte lavorazioni del legno, presenza di ventilazione forzata, tipo di illuminazione, pulizia dei locali;
- dati relativi agli impianti produttivi: fasi di lavoro e numero di lavoratori addetti, tipo di macchine presenti in azienda, presenza o meno dell'impianto di aspirazione localizzata sulle diverse macchine, portata nominale dell'impianto di aspirazione;
- materie prime utilizzate: tipo di legname e consumi annui di legno lavorato.

4. Strategia di indagine

Per ciò che concerne la strategia ed il metodo di campionamento sono state seguite le indicazioni delle norme tecniche pertinenti, emanate anche in tempi recenti:

- UNI EN 481 (1994) Atmosfera nell'ambiente di lavoro - Definizione delle frazioni granulometriche per la misurazione delle particelle aerodisperse.
- UNI EN 482 (1998) Atmosfera nell'ambiente di lavoro - Requisiti generali per le prestazioni dei procedimenti di misurazione degli agenti chimici.
- UNI EN 689 (1997) Atmosfera nell'ambiente di lavoro - Guida alla valutazione dell'esposizione per inalazione a composti chimici ai fini del confronto con i valori limite e strategie di misurazione.
- UNI EN 1232 (1999) Atmosfera nell'ambiente di lavoro - Pompe per il campionamento personale di agenti chimici.
- UNI EN 1540 (2001) Atmosfera nell'ambiente di lavoro - Terminologia.
- ISO/DIS 15767/2000 Workplace Atmospheres - Controlling and characterizing errors in weighing collected aerosols.
- EN 13205 (2001) Workplace Atmospheres - Assessment of performance of instruments for measurement of airborne particle concentrations.

Sulla base di queste norme sono stati quindi definiti i criteri per la strategia di indagine, è stato cioè stabilito quando, dove, come e per quanto tempo campionare.

Innanzitutto, in collaborazione con le aziende oggetto di valutazione, si è proceduto a programmare i monitoraggi, scegliendo come giornate di indagine quelle in cui l'attività prevista corrispondesse alla normale "routine lavorativa" (soprattutto per le lavorazioni presumibilmente più esponenti a polveri di legno) e la tipologia di legno lavorato fosse conforme a quanto solitamente utilizzato in azienda.

Sono stati quindi individuati gli opportuni punti di campionamento: si è scelto, per valutare le reali condizioni di lavoro e d'esposizione dei singoli individui, di effettuare prelievi sia di tipo "personale" (prelevando l'aria attraverso un campionatore indossato dall'operatore mentre svolge le sue mansioni) sia in posizione fissa o "statici".

I lavoratori da monitorare, cioè gli addetti a cui è stato applicato il campionatore per il prelievo dell'aria ambiente, sono stati individuati in accordo con il datore di lavoro, con il responsabile aziendale della sicurezza e con i rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza.

L'obiettivo è stato il monitoraggio di tutti i lavoratori che effettuano compiti e mansioni potenzialmente esponenti a polveri di legno, e a questo scopo si è proceduto ad un attento esame delle mansioni, delle attività tecniche ed operative, dei tempi di esposizione e del carico di lavoro a cui ogni lavoratore era sottoposto.

Nel caso in cui fosse possibile individuare gruppi di lavoratori omogenei per esposizione, è stato monitorato un campione di lavoratori all'interno di ogni gruppo omogeneo, secondo i criteri indicati dalla norma UNI-EN 689.

La scelta dei punti in cui posizionare i prelievi "statici" (campionatori posti su appositi cavalletti di sostegno) è stata effettuata sulla base della configurazione dei posti di lavoro e delle fonti di emissione, privilegiando le macchine più polverose e di più intenso utilizzo, nonché le aree in cui venivano eseguite lavorazioni polverose (come ad esempio il banco di carteggiatura manuale).

Complessivamente sono stati effettuati, nelle 54 aziende monitorate, 232 campionamenti di tipo personale e 147 prelievi "statici".

Per la durata dei campionamenti infine la norma UNI-EN 689 stabilisce che, per una valutazione statisticamente significativa dell'esposizione media sull'intero turno di lavoro, è opportuno che almeno il 25% circa della durata dell'esposizione sia campionato, purché il tempo di lavoro non preveda consistenti cambiamenti dell'esposizione.

Per turni di lavoro di otto ore perciò la durata dei campionamenti è stata da due a quattro ore circa, eventualmente dividendo il campionamento in due frazioni, una di mattina e l'altra di pomeriggio.

In base alle caratteristiche delle lavorazioni e dell'ambiente di lavoro tuttavia, la durata dei prelievi in alcuni casi è stata variata, riducendo i tempi in presenza di ambienti molto polverosi (per evitare depositi eccessivi sul filtro) o per lavorazioni di breve durata, oppure allungando i tempi di prelievo in caso di alta variabilità dell'esposizione.

5. Metodo di campionamento

Per le sostanze come le polveri di legno, i cui potenziali effetti dannosi per la salute sono provocati dalle particelle che si depositano nelle vie aeree nasali, la frazione di interesse è quella inalabile, che include particelle di diametro aerodinamico compreso fra 0 e 100 micron. Il preselettore deve garantire la captazione della frazione inalabile con efficienza del 50% per un diametro aerodinamico di 100 μm .

In merito ai campionatori in grado di assicurare buone "performance" rispetto alla frazione inalabile esistono in letteratura vari confronti fra la curva di taglio granulometrico sperimentale e la curva di riferimento per la frazione inalabile. Diversi studi indicano come sistema adeguato il campionatore "IOM", costituito da una cassetta con filtro premontato, che viene pesata insieme al filtro stesso.

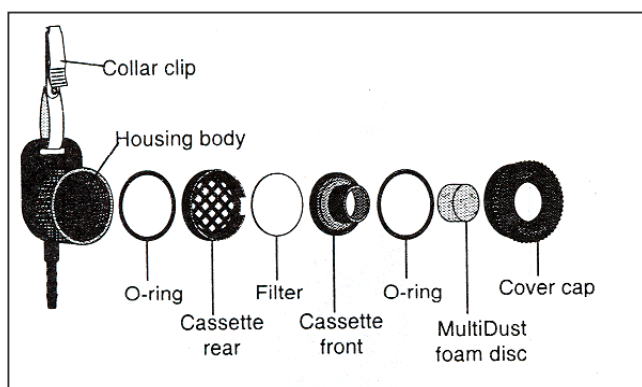


Figura 1

Campionatore IOM

Si è scelto perciò di utilizzare il selettore IOM (come peraltro suggerito dalle Linee guida del Coordinamento delle Regioni e dell'ISPESL) e, come elemento filtrante, una membrana in polivinilcloruro con diametro 25 mm e porosità di 0,8 μm , in accordo con il metodo HSE-MDHS 14/3 del febbraio 2000 e con il metodo NIOSH 0500.

L'aria ambiente è stata aspirata al flusso di 2 litri/minuto con pompe portatili a batteria idonee sia per prelievi di tipo personale sia per prelievi statici, con controllo elettronico dei flussi e compensazione automatica delle variazioni di pressione, rispondenti ai requisiti della norma UNI-EN 1232.

Il flusso è stato misurato all'inizio e al termine del prelievo con calibratore digitale di flussi BIOS mod. DryCal DC-Lite; è stata accettata una variazione massima del flusso, da inizio a fine campionamento, pari al 10% del valore impostato, pena il rigetto del campionamento.

6. Metodo di analisi

L'analisi della polvere di legno depositata sul filtro è stata fatta mediante valutazione gravimetrica con bilancia analitica Mettler ME30 con sensibilità di 0,001 mg. Prima di ogni pesata le membrane sono state condizionate in camera climatica "Aquaria Climatic" a temperatura di $20 \pm 1^\circ\text{C}$ ed umidità relativa pari al $50 \pm 5\%$ per almeno 24 ore.

Le eventuali cariche elettrostatiche presenti sulle membrane sono state eliminate prima della pesata con ionizzatore Sartorius Type IB 8.

Il metodo utilizzato è conforme alle indicazioni HSE-MDHS 14/3 del febbraio 2000.

Il calcolo della concentrazione di polvere aerodispersa nel campione di aria prelevato è stato ottenuto dividendo la differenza tra la pesata prima e dopo il campionamento per il volume di aria aspirato durante il campionamento.

7. Metodo di misura della ventilazione

Sono stati infine stabiliti i criteri per valutare le caratteristiche degli impianti di aspirazione localizzata, individuando tre diverse fasi di verifica: l'identificazione dei sistemi di aspirazione localizzata e l'esame della documentazione tecnica riportante le principali caratteristiche tecnico-costruttive, la verifica della presenza di polveri depositate nell'ambiente di lavoro come giudizio soggettivo dell'osservatore sulle condizioni ambientali, le misurazioni strumentali della velocità dell'aria.

L'Industrial Ventilation individua vari tipi di velocità di aspirazione, relativi alle seguenti posizioni di misura:

- velocità di cattura: la velocità dell'aria nel punto in cui si genera la polvere, necessaria a sovrastare le correnti d'aria opposte e a catturare il contaminante in quel punto portandolo a confluire nella rete di evacuazione;
- velocità frontale: la velocità dell'aria all'apertura della bocchetta aspirante o cappa;
- velocità nel condotto: velocità dell'aria nel condotto di aspirazione.

La misura dei primi due parametri pone spesso problemi tecnici notevoli per la difficoltà di raggiungere sia il punto di generazione della polvere che l'apertura della bocchetta (ad esempio nel caso della presenza di strutture per il confinamento

automatico dell'area di lavoro dell'utensile, o per il posizionamento della bocca aspirante sotto allo strumento).

D'altra parte la misura della velocità di cattura può essere perturbata dal moto dell'utensile e dalla velocità di proiezione del truciolo asportato, così come la velocità frontale può essere alterata dalla presenza di flange sulla bocca di aspirazione.

Si è optato pertanto di procedere alla valutazione della velocità nel condotto, ma anche in questo caso sono state riscontrate notevoli difficoltà tecniche perché nessuno dei condotti ispezionati presentava il foro di apertura per l'introduzione della sonda di misura. Si è deciso perciò di misurare la velocità dell'aria al punto di innesto della tubazione sulla bocca di aspirazione, staccando manualmente il condotto dalla bocchetta.

Lo strumento di misura per la velocità dell'aria è stato l'anemometro a ventola VELOCICALC TSI con range di velocità 0,15 – 20 m/sec e, per flussi superiori, la sonda anemometria a filo caldo LSI con range 0 – 50 m/sec.

8. Risultati

Analisi descrittiva del campione delle aziende

Numero dipendenti	Numero aziende
≤ 3	11
> 3 ≤ 5	7
> 5 ≤ 10	9
> 10 ≤ 50	17
> 50	10
totale	54

Tabella 1

Numero di dipendenti del campione di aziende

Tipologia produttiva	Numero aziende
mobilifici	43
compensati curvati	2
lavorazione per zoccolino	4
segheria	1
semilavorati in legno	3
serramenti	1
totale	54

Tabella 2

Tipologie produttive del campione di aziende

Statistica descrittiva dei campionamenti fissi

	Quantità (mg/m³)
Media	0,51
Deviazione std.	0,68
Minimo	0,00
10° percentile	0,07
25° percentile	0,16
50° percentile (mediana)	0,30
75° percentile	0,56
90° percentile	0,98
95° percentile	1,78
Massimo	4,27
Intervallo	4,27
Distanza interquartilica (25°-75° percentile)	0,40
N° campionamenti validi	146

Tabella 3

Campionamenti fissi

Statistica descrittiva dei campionamenti personali

	Quantità (mg/m³)
Media	1,47
Deviazione std.	1,23
Minimo	0,11
10° percentile	0,37
25° percentile	0,61
50° percentile (mediana)	1,07
75° percentile	1,99
90° percentile	3,01
95° percentile	3,71
Massimo	7,80
Intervallo	7,69
Distanza interquartilica (25°-75° percentile)	1,38
N° campionamenti validi	232

Tabella 4

Esposizione personale alle polveri (mg/m³)

La media dell'esposizione personale è minore della metà del valore limite stabilito per legge (5 mg/m³), ed il valore della mediana, maggiormente indicativo della tendenza centrale della distribuzione, è prossimo ad 1/5 del valore limite. La distribuzione delle concentrazioni è caratterizzata da un'elevata variabilità (vedi

intervallo), ma nonostante questo si riscontra un sostanziale rispetto del valore limite, in quanto più del 95% (in particolare il 97,5%) dei valori di esposizione risulta inferiore al valore limite.

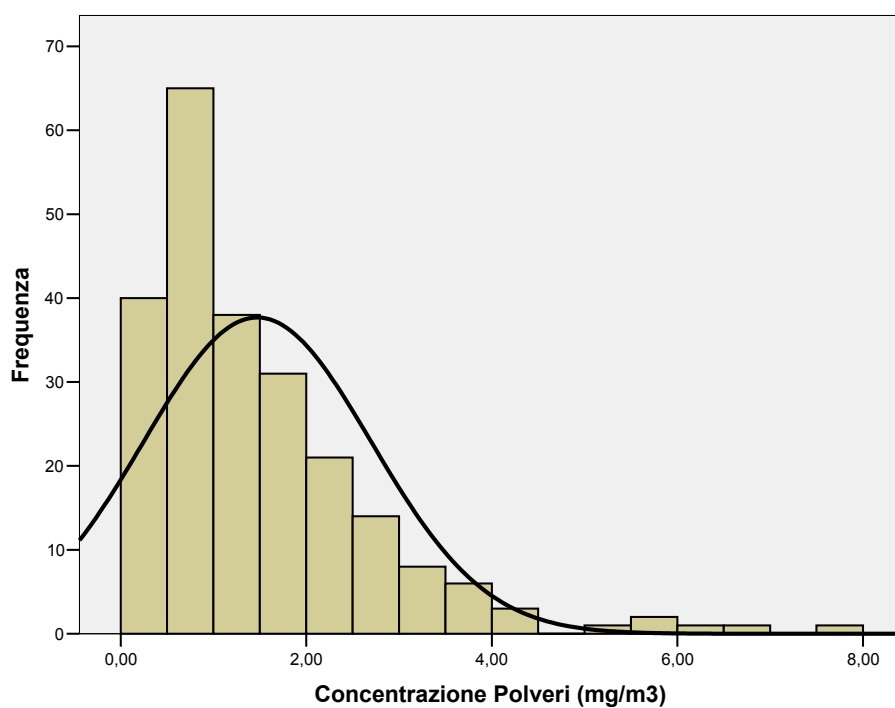


Figura 2 Istogramma di frequenza dell'esposizione personale con curva di normalità

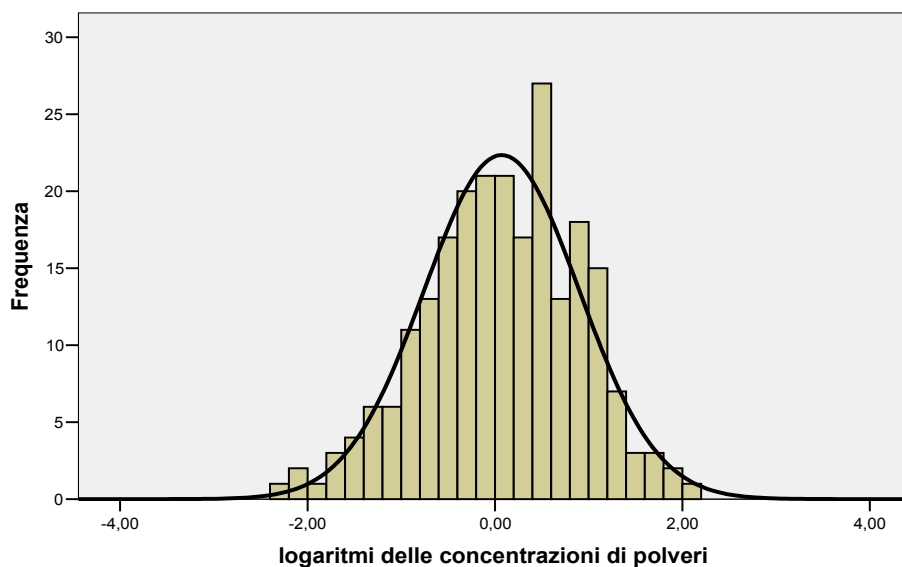


Figura 3 Istogramma di frequenza dei logaritmi dell'esposizione personale con curva di normalità

La distribuzione delle concentrazioni di polveri (Figura 2) segue una distribuzione log-normale, vale a dire una distribuzione in cui la trasformazione logaritmica (in questo caso in base 10) delle misure di concentrazione consente di ottenere una distribuzione dei dati molto vicina a quella normale (Figura 3). Ciò consente l'applicazione da qui in poi delle tecniche parametriche, come l'analisi della varianza e le tecniche di regressione.

9. Analisi statistica dei determinanti dell'esposizione

Aspirazione localizzata

La valutazione iniziale riguarda la presenza o meno dell'aspirazione localizzata durante i campionamenti (Tabella 5, Figura 4), in quanto questo dato è disponibile per tutti i campionamenti effettuati. La presenza di aspirazione localizzata alla postazione di lavoro comporta un dimezzamento dell'esposizione, con significato statistico altamente significativo ($p < 0,0001$). La funzione protettiva dell'aspirazione localizzata risulta evidente anche osservando il 90° percentile dell'esposizione, che risulta superiore al valore limite in assenza di aspirazione, è uguale alla metà in presenza di aspirazione.

Numero dipendenti	N	Media	DS	Min	Percentili					Max
					10	25	50	75	90	
Senza aspirazione	42	2,4	1,7	0,15	0,6	1,1	2,0	3,1	5,2	7,8
Con aspirazione	190	1,3	1,0	0,11	0,3	0,6	1,0	1,8	2,6	6,4

Tabella 5 Esposizione personale alle polveri (mg/m³) in funzione della presenza di aspirazione localizzata

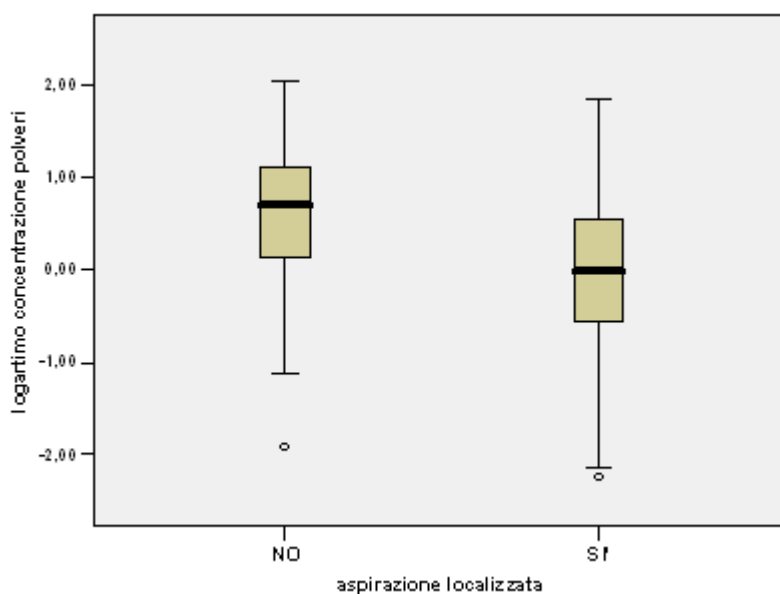


Figura 4
Boxplot del logaritmo dell'esposizione personale in funzione dell'aspirazione localizzata

La valutazione dell'influenza della portata di aspirazione alla postazione (Figura 5) e della velocità di aspirazione (Figura 6), condotta su 136 casi indica mancanza di significatività statistica, anche se la portata sembra l'indicatore migliore. In ambedue i casi la variabilità spiegata è molto bassa.

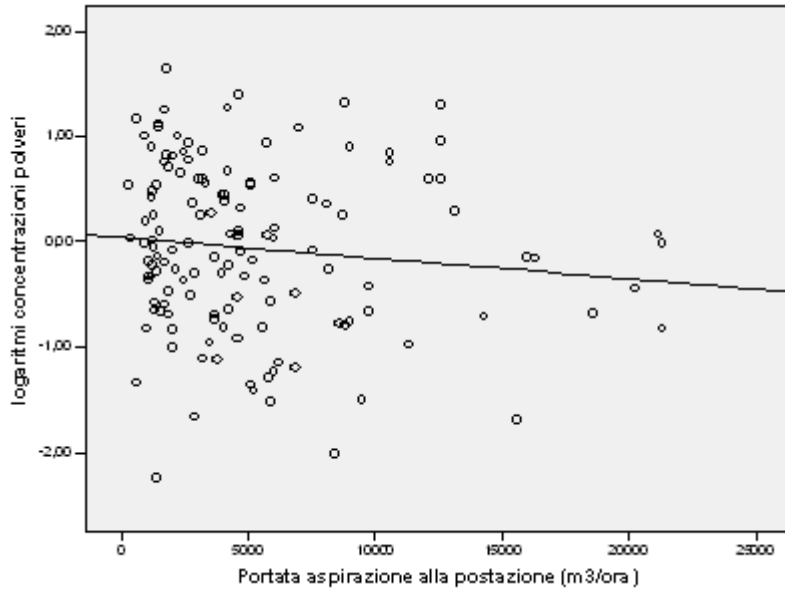


Figura 5
Regressione dei
logaritmi
concentrazioni
polveri vs portata
di aspirazione

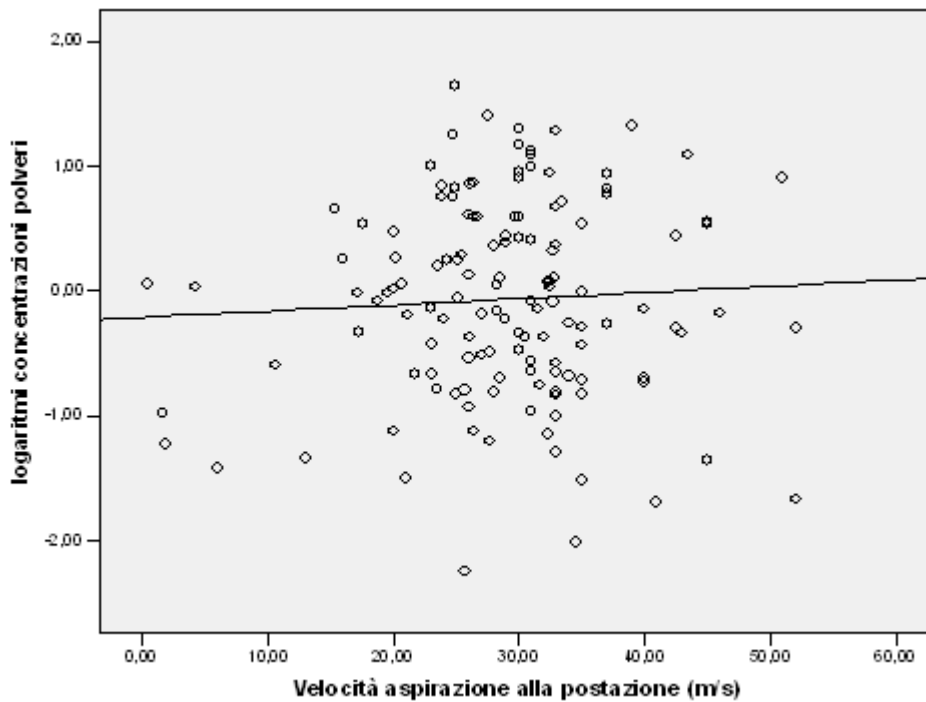


Figura 6 Regressione dei logaritmi concentrazioni polveri vs velocità di aspirazione

Mansioni

In Tabella 6 è presentata la statistica descrittiva dell'esposizione personale in funzione della mansione svolta (232 campionamenti), mentre in Figura 7 viene mostrata la rappresentazione grafica. Come si può notare i valori medi più elevati si registrano per le lavorazioni al banco e per la carteggiatura, per le quali è più frequente l'assenza di aspirazione, mentre i valori medi più bassi si registrano per il lavoro variabile, al centro a controllo numerico (CNC) e per il lavoro di falegnameria. L'analisi della varianza indica una differenza statisticamente significativa tra le diverse mansioni ($P=0,004$).

Mansione	N	Media	Mediana	Deviazione Standard	Minimo	Massimo	Distanza interquartilica
banco	26	2,14	1,75	1,67	0,32	6,68	2,08
macchine	42	1,27	1,07	0,80	0,11	3,85	1,11
carteggiatura	19	2,07	1,58	1,71	0,24	7,80	2,02
CNC	32	1,01	0,80	0,69	0,22	2,58	0,81
falegnameria	12	1,11	0,63	1,32	0,13	4,41	1,28
levigatrice	19	1,47	1,14	1,24	0,19	5,20	1,75
squadratrice	20	1,53	1,24	1,05	0,26	3,59	1,34
taglio	32	1,61	1,16	1,35	0,12	6,44	0,99
variabile	18	1,04	0,82	0,95	0,15	3,70	1,09
squadraborda	12	1,58	1,42	1,07	0,33	4,08	1,65

Tabella 6 Esposizione personale alle polveri (mg/m^3) in funzione della mansione svolta

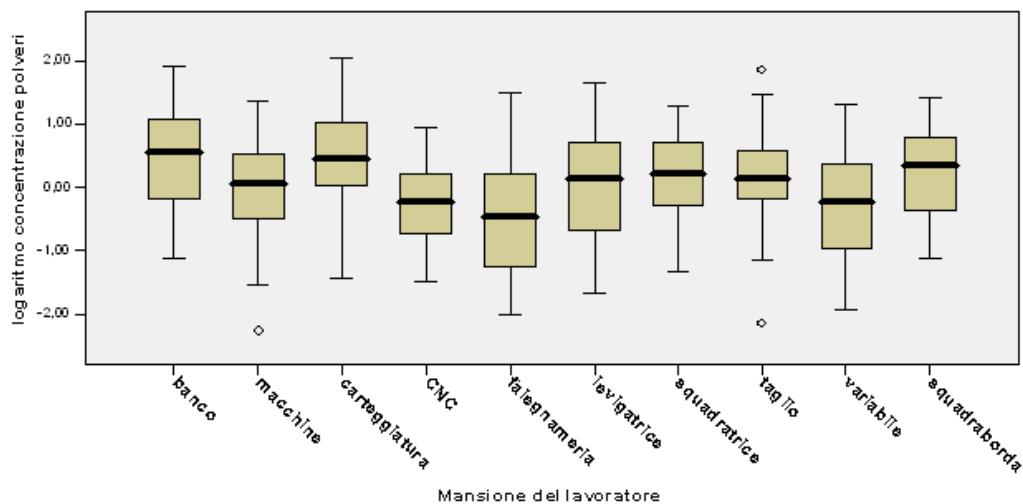


Figura 7 Boxplot del logaritmo dell'esposizione personale in funzione della mansione svolta

Tipo di produzione

In Tabella 7 è presentata la statistica descrittiva dell'esposizione personale in funzione del tipo di produzione (232 campionamenti), mentre in figura 8 viene mostrata la rappresentazione grafica. Le tipologie produttive che comportano esposizioni più elevate sono risultate il mobilificio e la produzione di semilavorati, mentre le esposizioni meno elevate sono state misurate in segheria, e nelle aziende produttrici di serramenti, anche se in questo caso la ridotta numerosità del campione induce a valutare i dati con prudenza. L'analisi della varianza indica una differenza statisticamente significativa tra i diversi tipi di produzione ($P= 0,026$).

Tipo produzione	N	Media	Mediana	Deviazione Standard	Minimo	Massimo	Distanza interquartilica
mobilificio	187	1,54	1,10	1,23	0,15	7,80	1,45
compensati curvati	6	1,22	1,04	0,79	0,48	2,48	1,47
zoccolini	22	1,07	0,67	0,92	0,13	3,68	1,39
serramenti	5	0,84	0,44	0,97	0,11	2,47	1,57
segheria	3	0,85	0,98	0,67	0,12	1,44	nd
semilavorati in legno	9	1,82	1,20	2,02	0,28	6,44	2,24

Tabella 7 Esposizione personale alle polveri (mg/m³) in funzione del tipo di produzione

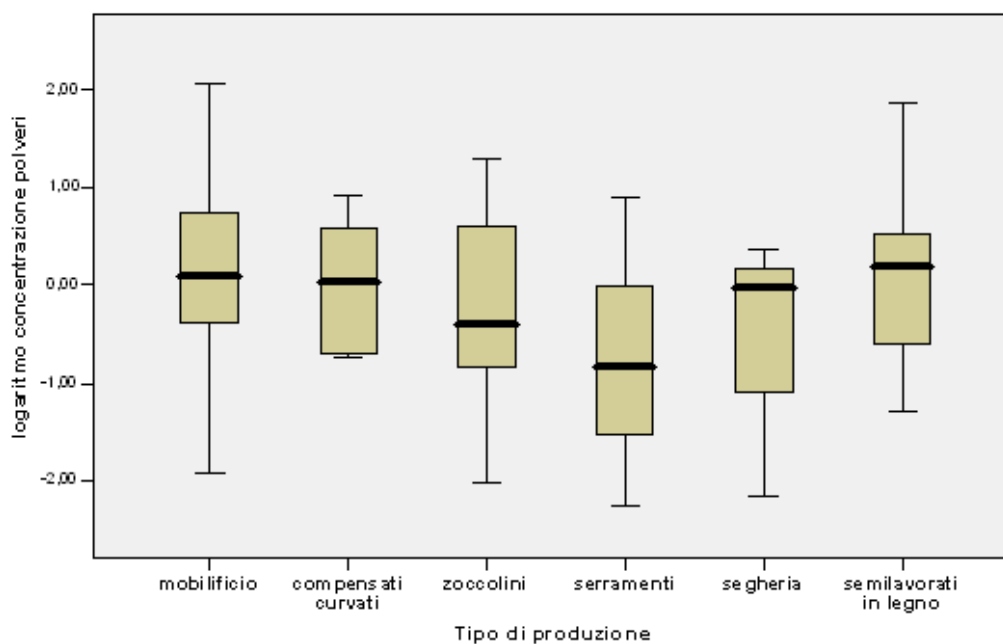


Figura 8 Boxplot del logaritmo dell'esposizione personale in funzione della mansione svolta

Dimensione dell'azienda

La dimensione dell'azienda, espressa come numero di dipendenti, è risultato un parametro che influisce in maniera statisticamente significativa, come si può notare dalla Figura 9. In particolare in aziende con più di 25 dipendenti sono caratterizzate da esposizioni personali più contenute rispetto alle aziende fino a 25 dipendenti.

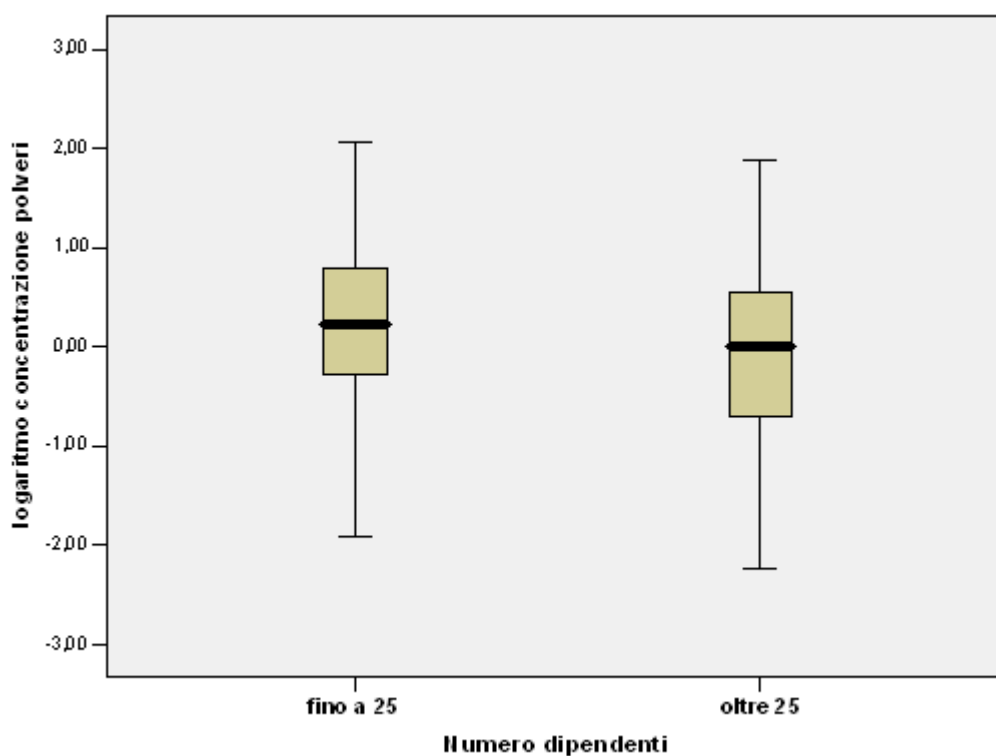


Figura 9

10. Mansioni e aspirazione localizzata

Nei grafici successivi sono presentate le regressioni tra i logaritmi delle esposizioni personali e le velocità dell'aspirazione localizzata (m/s) e tra i logaritmi delle

esposizioni personali e le portate dell' aspirazione localizzata (m^3/ora), relative alle singole mansioni.

Le regressioni statisticamente significative (figure da 10 a 14) sono risultate portata dell'aspirazione relativamente a carteggiatura e squadraborda; velocità di aspirazione relativamente a falegnameria, levigatrice e squadraborda.

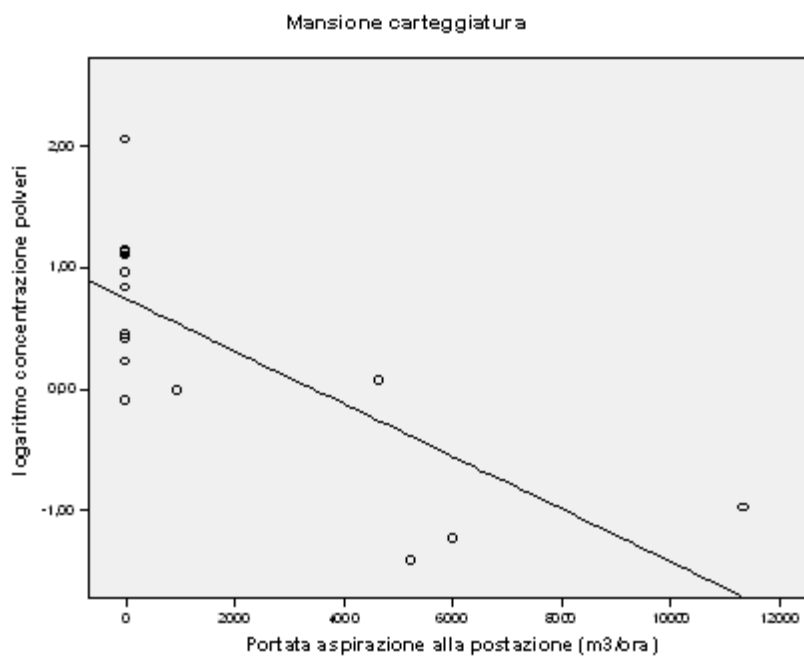


Figura 10

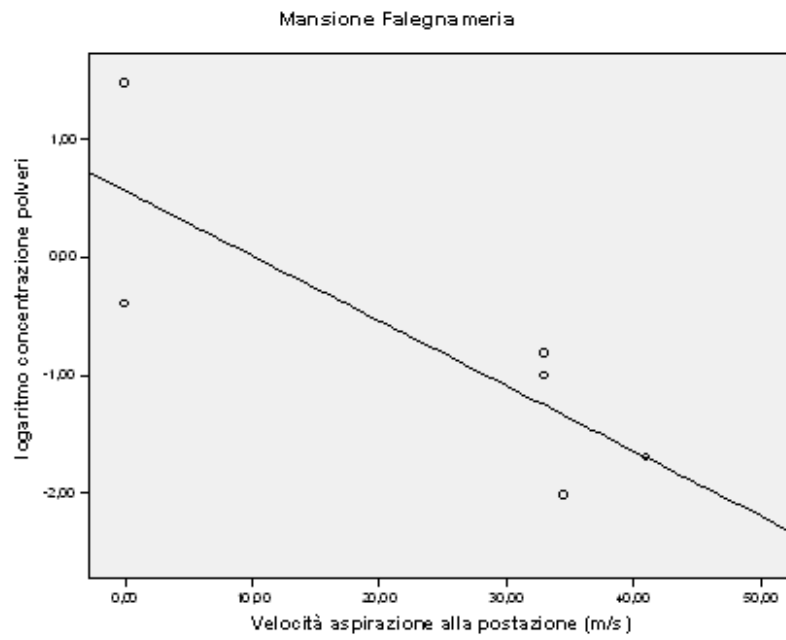


Figura 11

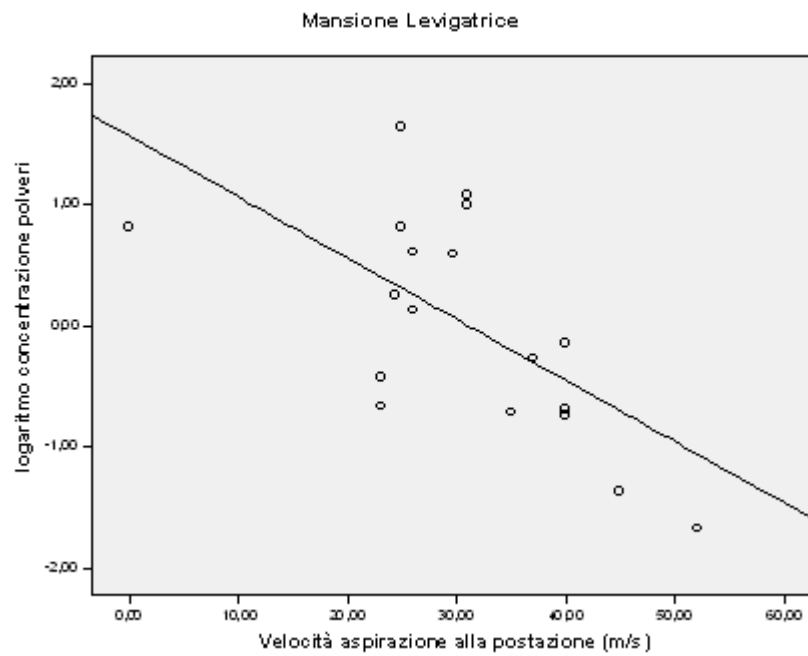


Figura 12

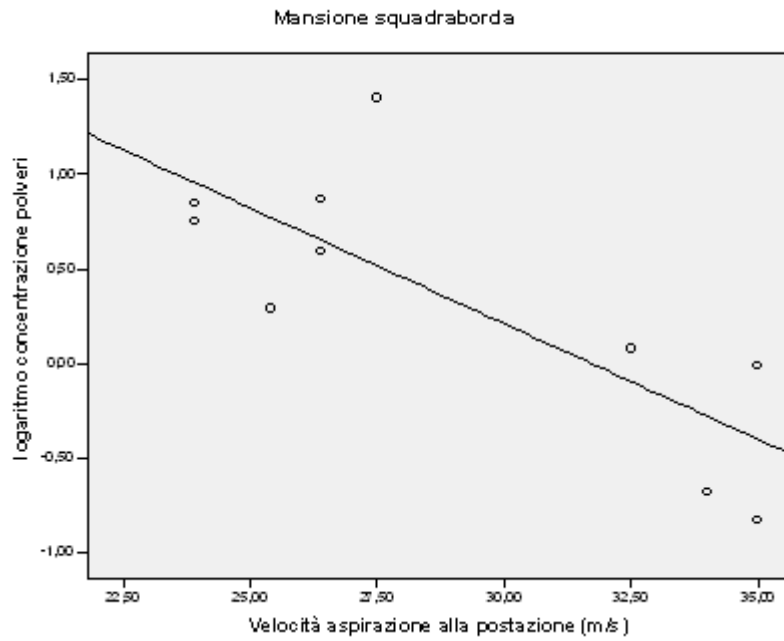


Figura 13

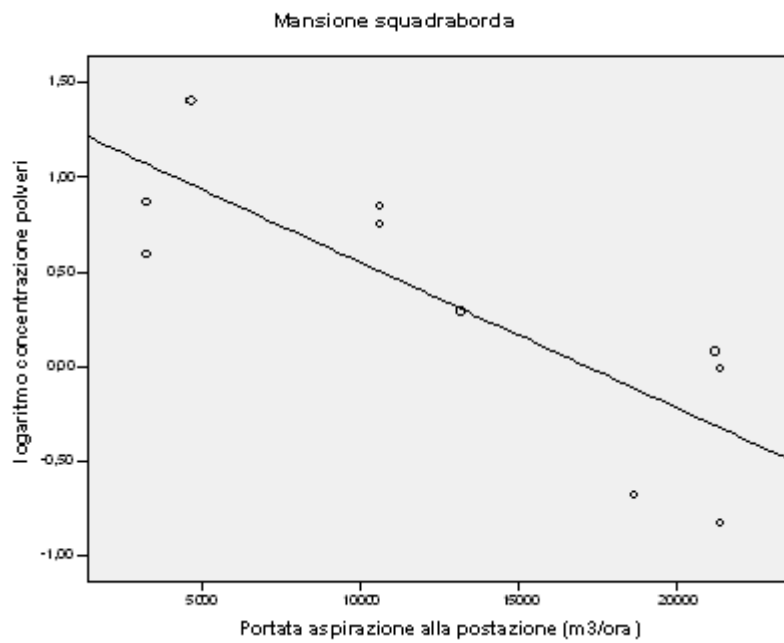


Figura 14

11. Inclusione dei determinanti dell'esposizione nel modello predittivo

I determinanti dell'esposizione risultati statisticamente significativi vengono inclusi nel calcolo di regressione multipla per l'ottenimento dei coefficienti da inserire nell'equazione che descrive il modello di esposizione determinato sperimentalmente. L'equazione del modello è la seguente:

$$Ln_ (Esp) = 0,06f_{cn} + 0,25f_B + 0,37f_M + 0,36f_C + 0,5f_L + 0,43f_{Sq} + 0,63f_T + 0,72f_{Sb} - 0,61_{Asp} + 0,39_{Mob} - 0,27_{Dip} + \varepsilon$$

Dove:

f_{cnc} = frazione delle ore lavorative alla CNC

f_B = frazione delle ore lavorative al banco

f_{Sq} = frazione delle ore lavorative alla squadratrice

f_L = frazione delle ore lavorative alla levigatrice

f_C = frazione delle ore lavorative alla carteggiatura

f_{Sb} = frazione delle ore lavorative alla squadrabordatrice

f_T = frazione delle ore lavorative alle macchine da taglio

f_M = frazione delle ore lavorative ad altre macchine

Asp = coefficiente aspirazione localizzata

Mob = coefficiente tipo di produzione

Dip = coefficiente numero di dipendenti

12. Capacità predittiva e validazione del modello

La valutazione della capacità predittiva è stata condotta tramite una validazione esterna secondo una metodologia riportata in letteratura, utilizzando 36 misure di campionamenti personali effettuati in 8 aziende, selezionate in modo da essere

rappresentative delle 54 aziende valutate per sviluppare il modello. I risultati sono mostrati in Tabella 8:

Parametro di validazione	(mg/m ³)
bias	-0,03
precisione	0,57
accuratezza	0,57

Tabella 8

In Figura 15 è mostrato il grafico della regressione tra i logaritmi delle esposizioni personali misurate con campionamenti e quelle previste dal modello. Il parametro di correlazione di Pearson R è risultato 0,68 ($P < 0,001$). Sia i parametri di validazione che di correlazione indicano un buon accordo tra esposizione prevista e misurata.

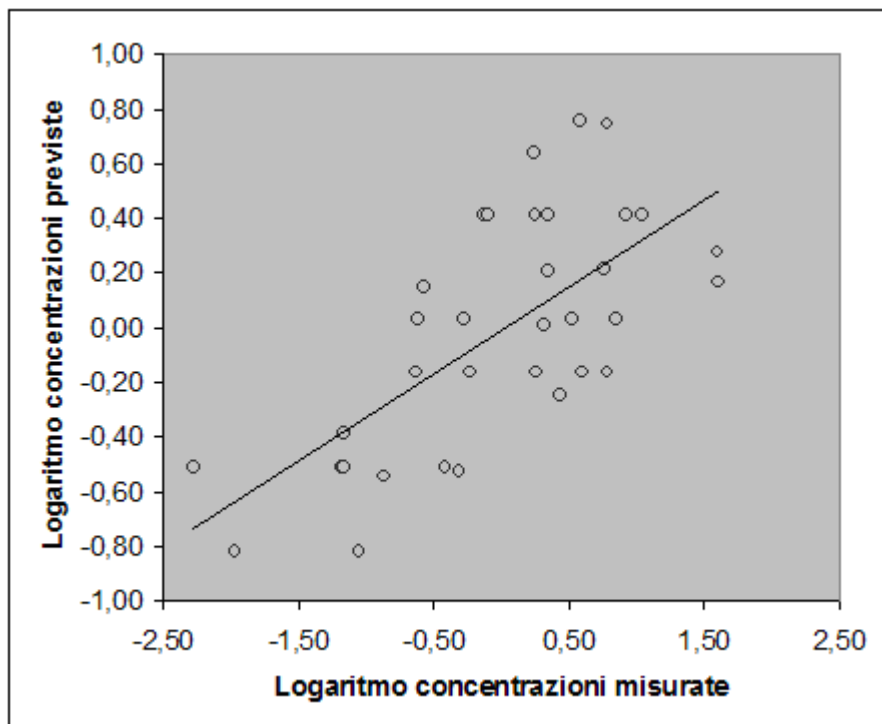


Figura 15

13. Conclusioni

L'obiettivo dello Studio PPTP-Legno è stato quello di caratterizzare l'esposizione professionale a polvere di legno aerodispersa in una zona, quale quella di Como e Milano, in cui l'industria della lavorazione del legno è tra le più diffuse, effettuando una analisi statistica delle misure di esposizione personale e delle relative variabili igienistiche, e di sviluppare un modello predittivo per valutare l'esposizione personale a polvere di legno.

Sono state oggetto di indagine un totale di 54 aziende del settore della lavorazione del legno, di cui 34 nella zona di Como da parte del team di Università dell'Insubria con l'aiuto della ASL di Como, e 20 nella zona di Milano da parte della ASL Milano 3 con il supporto dell'Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del Lavoro di Desio.

Le aziende sono state valutate attraverso un sopralluogo e la raccolta dei dati igienistici, il campionamento personale e in postazione fissa della frazione inalabile della polvere di legno aerodispersa e le misurazioni e la valutazione del sistema di aspirazione localizzata. La statistica descrittiva dei campionamenti personali (N 232, media 1,47 mg/m³, mediana 1,07 mg/m³) ha mostrato valori significativamente più alti rispetto ai campionamenti fissi (N 146, media 0,51 mg/m³, mediana 0,3 mg/m³).

I metodi applicati per il campionamento e l'analisi si sono rivelati, allo stato dell'arte delle conoscenze attuali, efficaci ed affidabili per la valutazione dell'esposizione professionale a polveri di legno.

Un'elevata efficienza del sistema di aspirazione localizzata è stato identificato come fattore che contribuisce a ridurre l'esposizione personale a polvere di legno. Le regressioni relative alle singole mansioni tra esposizione personale e le velocità dell'aspirazione localizzata e tra esposizione personale e portata dell'aspirazione localizzata hanno mostrato in alcuni casi una riduzione dell'esposizione all'aumentare dei parametri di aspirazione statisticamente significativa. Le regressioni significative sono risultate: portata dell'aspirazione relativamente a carteggiatura e squadraborda; velocità di aspirazione relativamente a falegnameria, levigatrice e squadraborda.

L'analisi statistica mediante regressione lineare ha individuato i seguenti determinanti di esposizione: mansione, sistema di aspirazione localizzata alla posizione di lavoro funzionante, tipologia di produzione e dimensioni dell'azienda. I determinanti dell'esposizione statisticamente significativi nella regressione lineare sono stati inclusi in un modello di regressione multipla.

Per valutare la capacità predittiva del modello, è stata eseguita una validazione esterna con 36 campionamenti personali effettuati in 8 aziende. Sia i parametri di validazione che di correlazione indicano un buon accordo tra esposizione prevista e misurata.

Il modello predittivo messo a punto, se applicato nel rispetto delle condizioni di validità, sembra un affidabile supporto per valutare l'esposizione professionale a polvere di legno.

Bibliografia

1. U. Alwis, J. Mandryk, A.D. Hockning - Dust exposures in the wood processing industry. *American Industrial Hygienist Association Journal* - (1999); 60:641–6.
2. C. Arcari e coll. - Studio multicentrico sull'esposizione a polveri di legno duro e confronto fra campionatori per la determinazione della frazione inalabile - *Atti RisCh Modena* 17 ottobre 2003.
3. E. Bonfiglio, M. Carrieri, M.L. Scapellato, I. Maccà, G.B. Bartolucci G., Gori - Valutazione dell'efficienza di tre tipi di preselettori per la frazione inalabile nel campionamento delle polveri di legno - *Atti 11° Convegno di Igiene Industriale-Le Giornate di Corvara, Corvara, (BZ) 21-23 marzo 2005*.
4. I. Burstyn, K. Teschke - Studying the determinants of exposure: A review of methods – *American Industrial Hygienist Association Journal* (1999); 60:57–72
5. M.C. Friesen, Y.C. Macnab, S. Marion, P.A. Demers, H.W. Davies, K. Teschke - Mixed models and empirical bayes estimation for retrospective exposure assessment of dust exposures in canadian sawmills – *Annals of occupational hygiene* - (2006); 50, (3): 281–288
6. M.C. Friesen, H.W. Davies, K. Teschke, S. Marion, P.A. Demers - Predicting historical dust and wood dust exposure in sawmills: model development and validation - *Journal of occupational and environmental hygiene* - (2005); 2: 650–658
7. M. Harper, M. Z. Akbar, M. E. Andrew - Comparison of wood-dust aerosol size-distributions collected by air samplers – *Journal of Environmental Monitoring* (2004); 6: 18 – 22
8. R.W. Hornung - Statistical evaluation of exposure assessment strategies - *Applied Occupational and Environmental Hygiene* (1991); 6(6):516–520
9. *Industrial Ventilation: A Manual of Recommended Practices* published by the American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH).
10. *Linee guida del Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di Lavoro delle Regioni e delle Province Autonome al Titolo VII del Decreto Legislativo 626/94*
11. *Linee Guida dell'Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza nel Lavoro per l'applicazione del Titolo VII del D.Lgs. 626/94, come modificato dal D.Lgs. 66/2000, alle attività comportanti esposizione a polveri di legno.*
12. A.B. Mikkelsen, V. Schlunssen, T. Sigsgaard et al. Determinants of wood dust exposure in the Danish furniture industry - *Annals of occupational hygiene* - (2002); 46: 673–85.
13. Schlunssen V, Vinzents PS, Mikkelsen AB, Schaumburg I. Wood dust exposure in the Danish furniture industry- *Annals of occupational hygiene* - (2001); 45:157–64.

Polveri di legno e ricerca attiva delle neoplasie occupazionali: esperienza del "Progetto Prevenzione dei Tumori Professionali"

M.L. Redaelli^{a*}, P.Mascagni^b, T. Quaianni^a

^aASL Milano 3 – Servizio Prevenzione Sicurezza Ambienti di Lavoro

^bUnità Operativa Ospedaliera di Medicina del Lavoro – Ospedale di Desio (Milano)

Riassunto. I tumori maligni naso-sinusali (TuNS) sono rari nella popolazione generale; tra questi, l'istotipo epiteliale presenta un'elevata frazione eziologica professionale, in particolare l'adenocarcinoma dell'etmoide è storicamente associato all'esposizione a polveri di legno e di cuoio. È stata ipotizzata anche l'associazione con altre esposizioni lavorative ma l'evidenza non è così solida. Scopo del presente lavoro è la descrizione dell'attività, svolta nell'ambito del Progetto Prevenzione dei Tumori Professionali (PPTP) della Regione Lombardia, al fine di ricercare attivamente i tumori naso-sinusali nel territorio lombardo. Attraverso un questionario sintetico inviato alle ASL coinvolte sono state raccolte le seguenti informazioni: fonte dei casi (SDO, OCCAM, ricerca ospedaliera, altre fonti), numero di casi segnalati, numero di casi affrontati, numero di casi con diagnosi corretta, numero di casi a sospetta origine professionale, in particolare nel settore legno. Sono stati considerati 2 periodi di riferimento: attività svolta fino al 2004 e quindi dal 2005, periodo di attivazione del progetto. Il settore del legno è stato quello maggiormente interessato da questo tipo di patologia. La percentuale di casi attribuibile all'esposizione alle polveri di legno è risultata variabile dal 50% al 72% a seconda della provenienza del dato (rispettivamente 33 casi ottenuti dall'inchiesta fra le ASL e 23 casi dal Registro TuNS della provincia di Brescia); relativamente ai dati ASL, pur essendo i casi variamente distribuiti, risultano comunque più rappresentati in quelle aree in cui è radicata da tempo la lavorazione del legno. In relazione alla specificità della patologia, l'analisi della affidabilità delle fonti informative combinata con l'impegno profuso dagli operatori, porta a concludere per la necessità di un sistema centralizzato di gestione di questa attività, con caratteristiche di funzionamento ben precise (Registro Tumori Seni Nasali e Paranasali Lombardia).

Parole chiave: polveri legno, tumori nasali, esposizione professionale, ricerca attiva, registro.

* Telefono: 039 628688801 Fax: 039 6286800
Indirizzo: Via Banfi, 6 – 20060 Ornago (MI)
E-mail: redaelli.marialuisa@asl.mi3.it

1. Introduzione

I tumori maligni naso-sinusal (TuNS) sono rari nella popolazione generale; tra questi, quelli di natura epiteliale presentano un'elevata frazione eziologica professionale. I TuNS comprendono le neoplasie delle cavità nasali, dei seni mascellare, sfenoidale, etmoidale ed accessori; vengono codificati secondo la Classificazione Internazionale delle malattie (ICD). L'incidenza stimata dai Registri Tumori Italiani (1998-2002) è variabile tra 0,3 e 1,9 per 100.000 negli uomini e tra 0,1 e 0,6 nelle donne; la sopravvivenza relativa, stimata dai casi di tumore naso-sinusale seguiti nel tempo fino al 31.12.2003, è pari al 77 % ad un anno, al 51% a 3 anni ad al 40% (intervallo di confidenza 36-44) a 5 anni.

I principali fattori di rischio includono: l'esposizione professionale ad agenti specifici ed il fumo di tabacco; inoltre hanno un ruolo predisponente fattori costituzionali, quali poliposi nasale, in particolare i papillomi invertiti che tendono a recidivare ed a trasformarsi in maligni, e le sinusiti croniche.

Per quanto riguarda l'esposizione professionale, è ormai consolidata l'associazione tra TuNS epiteliali, in particolare adenocarcinoma dell'etmoide, ed esposizione a polveri di legno e di cuoio, gli studi su altri settori produttivi, quali il tessile, la metallurgia, la metalmeccanica, l'edilizia, i trasporti e l'agricoltura hanno offerto risultati non significativi e limitati ad eccezione delle esposizioni a cromo esavalente, e a composti del nickel; infine alcuni studi suggeriscono l'associazione tra l'esposizione occupazionale a formaldeide e l'insorgenza di tumori naso sinusali. L'esperienza fatta presso l'Istituto per lo Studio e la Cura dei Tumori di Milano, nel periodo 1987-2001, ha messo in evidenza la netta prevalenza degli adenocarcinomi fra le neoplasie ad insorgenza etmoidale ed ha rilevato che il 90% dei maschi colpiti da tale patologia era risultato esposto in precedenza a polveri di legno o cuoio. La IARC ha classificato fra i cancerogeni certi, in relazione all'insorgenza di TuNS, la produzione di mobili, la produzione e riparazione di calzature e l'esposizione a composti del cromo e del nickel. Relativamente alla formaldeide, le indicazioni di cancerogenicità per l'uomo sono state recentemente considerate come sufficienti per il tumore del nasofaringe e limitate per i tumori naso-sinusal. Il Decreto 14/01/2008, nuovo elenco delle malattie professionali per le quali è obbligatoria la denuncia, nel Gruppo 6 riporta l'elenco dei tumori professionali, Lista I ad elevata probabilità e Lista II a limitata probabilità). I tumori naso-sinusal sono collocati in Lista I in relazione all'esposizione a composti del nichel, del cromo IV, a polveri di legno duro, fabbricazione-riparazione di calzature, produzione mobili e scaffalature. Per quanto riguarda l'esposizione a formaldeide, i tumori del nasofaringe sono collocati Lista I, mentre i naso-sinusal in Lista II.

Nel 2000 la Regione Lombardia ha avviato il progetto Prevenzione Tumori Professionali (PPTP), nell'ambito del quale dal 2004, accanto all'avvio della ricerca attiva dei tumori professionali, sono stati studiati settori di interesse specifico, fra i quali il legno. Scopo del presente lavoro è la descrizione dell'attività degli operatori dei Servizi di Prevenzione e Sicurezza Ambienti di Lavoro e delle Unità Operative Ospedaliere dei Medicina del Lavoro della Regione Lombardia in relazione alla ricerca attiva dei tumori naso-sinusal, con attenzione all'analisi delle contraddizioni

e delle difficoltà incontrate dagli operatori quando hanno deciso, dapprima per scelta autonoma, e successivamente in seguito al varo del PPTP, di indagare sul numero esatto dei TuNS e quanti di questi fossero di origine professionale da polvere di legno o da altra origine. Le principali fonti informative prescelte dagli operatori, sinchè non si è aperta la fruibilità della prospettiva OCCAM, sono state le Schede di Dimissione Ospedaliera; altre fonti sporadiche di casi sono da ricondurre all'attività svolta nelle commissioni invalidi civili, alle richieste della procura, alle schede di morte ISTAT, alle segnalazioni del medico di base, alle denunce di malattia professionale ed infine in alcuni casi al fatto che l'interessato stesso si è presentato al Servizio.

2. Materiali e metodi

Ai fini del presente contributo è stato inviato in accordo con il Centro di Riferimento della Clinica del Lavoro di Milano ad ogni gruppo di lavoro SPSAL-UOOML un questionario, sintetico, di raccolta delle seguenti informazioni: fonte dei casi (SDO, OCCAM, ricerca ospedaliera, altre fonti), numero di casi segnalati, numero di casi affrontati, numero di casi con diagnosi corretta, numero di casi a sospetta origine professionale, in particolare nel settore legno. Sono stati considerati i seguenti periodi di riferimento: attività svolta fino al 2004 e quindi dal 2005, periodo di attivazione dell'esperienza PPTP.

I dati raccolti dai diversi servizi sono stati analizzati nel complesso e mantenendo distinta la provenienza. Per la loro corretta interpretazione sono necessarie alcune premesse:

- i “casi segnalati” si riferiscono alla ricerca attiva attraverso le Schede di Dimissione Ospedaliera (SDO), alle segnalazioni di OCCAM, alla ricerca ospedaliera, oltre a quelli pervenuti dalle “altre fonti”. In alcune realtà in cui era stato attivata in precedenza la ricerca attraverso le SDO, il flusso OCCAM (periodo 2001-2004/5) non sembra aver dato casi nuovi rispetto a quelli già noti e più aggiornati. Si tratta, per lo più, non di casi incidenti, ma di casi ad insorgenza anche in periodi diversi dal momento della segnalazione,
- per “casi trattati” si sono intesi i casi per i quali è stata fatta almeno una verifica della diagnosi istologica,
- per “diagnosi corretta” si intendono, in particolare, i tumori naso-sinusali di origine epiteliale,
- i casi di “origine professionale” (certa, probabile e possibile), sono stati definiti tali dai gruppi di lavoro che li hanno trattati; non sono stati tuttavia verificati i criteri sulla base dei quali ogni gruppo è pervenuto alla suddetta conclusione.

Si sono presi in considerazione anche i risultati dell'esperienza della ASL della provincia di Brescia che dal 1994 ha attivato un Registro Neoplasie Naso-sinusali, registro di popolazione, con casi incidenti dal 1982. Qui la fonte dei casi è costituita

dai registri nosologici di reparto (otorino, anatomia patologica) degli ospedali del territorio, con utilizzo delle schede SDO per la verifica di completezza.

Infine l'esperienza fatta dai Servizi di Brescia, di Lecco e dell'ASL Milano 3, è servita per l'analisi delle caratteristiche delle fonti dei dati e delle difficoltà incontrate nel loro utilizzo.

3. Risultati

Tutte i gruppi di lavoro hanno risposto al questionario e le risposte sono riportate nelle tabelle 1 e 3.

Alla luce delle considerazioni svolte in precedenza, si sottolinea che quanto riportato nelle tabelle ha valore in relazione alla specifica realtà che ha generato il dato e non consente di fare confronti se non parziali fra i diversi gruppi di lavoro; tuttavia i dati riportati permettono di fare valutazioni di tipo generale circa la situazione regionale, in particolare rispetto ai due periodi considerati.

ASL	Casi Segnalati	Casi trattati	Casi con diagnosi corretta	Casi sospetti profess.	Legno	Altro	Fonti
BG	40	40	19	1	1		SDO
BS							Registro TuNS
CO	1	1	1	1	1		Altro
CR	0						
LC	46	46	12	5	4	1	SDO
LO	0						
MN	0						
MI Città	0						
MI 1	0						
MI 2	37	37	14	2	0	2	SDO + CCAM
MI 3	33	25	12	4	3	1	SDO + Altro
PV	0						
SO	0						
VA	4	4	0				SDO
VCS	1	1	1	1	1		Altro
TOTALE	162	154	59	14	10	4	

Tabella 1 Casi trattati dai gruppi di lavoro nel periodo antecedente il 2005

Dalla Tabella 1 si può vedere che i tumori di tipo epiteliale sono circa il 38% dei casi indagati; i casi a sospetta origine professionale sono stati 14 (circa 24% degli epiteliali) e per la maggior parte (10/14) riconducibili alla esposizione a polveri di legno; gli altri casi erano riconducibili all'esposizione a cuoio ed a composti del cromo e del nichel.

Tipo	N.	%
Tumori naso sinusali di cui:	169	
istotipo non noto	3	2
non epiteliale	31	18
epiteliale	135	80
Tumori epiteliali di cui:	135	
senza anamnesi lavorativa	7	5
con anamnesi	128	95
Tumori epiteliali con anamnesi di cui:	128	
esp. certa polveri legno	23	18
esp. certa polveri cuoio	8	6
aerosol nichel e cromo	1	
attività in settori a rischio	47	37

Tabella 2

Registro
Tumori Naso-
sinusali ASL di
Brescia periodo
1982- 2006

Sono stati registrati 135 tumori di tipo epiteliale (80% del totale) e per 128 è stata possibile l'anamnesi lavorativa; i lavoratori con esposizione professionale certa sono stati 32, di cui 23 a polveri di legno (Tabella 2).

ASL	Casi Segnalati	Casi trattati	Casi con diagnosi corretta	Casi sospetti profess.	Legno	Altro	Fonti
BG	25	25	11	2	2		SDO
BS	24	24	15	11	5	6	OCCAM + Registro TuNS + ricerca ospedaliera
CO	46	46	20	8	3	5	SDO
CR	7	7	1	0	0	0	OCCAM
LC	5	4	4	2	1	1	OCCAM + Altro
LO	6	4	4	1	1		SDO + OCCAM
MN	6	6	5	1	1		OCCAM+SDO+ Altro
MI Città	11	1	1	1	1		OCCAM + Altro
MI 1	4	4	2	0			OCCAM + Altro
MI 2	18	18	16	4	1	3	SDO + OCCAM
MI 3	42	34	18	8	6	2	SDO + Altro
PV	10	10	10	10		10	OCCAM + Altro
SO	0						
VA	12	12	8	4	2	2	OCCAM
VCS	2	2	1	0	0		Altro
TOTALE	218	197	116	52	23	29	

Tabella 3 Casi trattati dai gruppi di lavoro a partire dal 2005

Le segnalazioni sono 218, anche in questo secondo periodo ne è stata trattata la maggior parte, ed i tumori di tipo epiteliale sono circa il 59% dei casi indagati; i casi a sospetta origine professionale sono 52 (circa il 45% degli epiteliali), di cui 23 riconducibili alla esposizione a polveri di legno; la maggior parte degli altri casi sono riconducibili all'esposizione a polveri di cuoio (20) (Tabella 3).

3. Discussione e conclusioni

Le prime esperienze di ricerca attiva dei tumori professionali da parte dei Servizi PSAL si sono orientate all'utilizzo delle schede di dimissione ospedaliera (SDO), fonte di dati amministrativi per la registrazione di eventi sanitari, e che contengono oltre ai dati anagrafici del paziente, informazioni relative alla sua patologia ed alle prestazioni erogate, ma non contengono informazioni sulla storia lavorativa del soggetto.

A seguito di verifiche fatte circa la affidabilità, pertinenza e congruità dei dati è emerso che l'uso delle schede SDO presenta, accanto ad aspetti positivi, anche notevoli limiti nell'individuare correttamente tutti i soggetti. I principali vantaggi sono da attribuire al fatto che questa fonte si basa su dati raccolti di routine, già informatizzati, e facilmente riconducibili a segmenti di utenza classificati secondo le comuni variabili demografiche. Le criticità possono essere ricondotte a due livelli: uno di tipo generale e uno connesso allo studio dei tumori naso-sinusalì. Nel primo caso ci si riferisce in particolare alla possibilità di individuare tutti i casi ricoverati in un certo ospedale attraverso il codice di patologia in quanto, semplificando, possono coesistere diversi codici per lo stesso soggetto oppure può venire utilizzato un codice di prestazione, piuttosto che di patologia, oppure un codice generico, in particolare nel caso delle neoplasie. Inoltre per le caratteristiche intrinseche del sistema, monitoraggio delle prestazioni sanitarie, è difficile distinguere tra nuovo caso o caso già noto, ricoverato per trattamenti successivi a diagnosi già definite in precedenza. Infine non deve essere dimenticato il problema della accuratezza e completezza della codifica, laddove con il codice ICD IX 160, utilizzato appunto per la ricerca dei tumori naso-sinusalì, sono state impropriamente classificate altre patologie o neoplasie secondarie di altre sedi tumorali, meglio codificabili altrimenti. Una verifica effettuata su un campione di SDO, relative al periodo 1989-1998, e le rispettive diagnosi riportate nella cartella clinica, ha permesso di evidenziare una misclassificazione per oltre l'80% dei casi, situazione che è andata migliorando negli ultimi anni attestandosi comunque intorno al 35% (dati Registro Brescia non pubblicati). L'elevato rischio di misclassificazione dei tumori naso-sinusalì, maggiore rispetto ad altre patologie, è connesso anche all'incapacità del sistema di individuare un istotipo specifico, in quanto non rappresentato dai codici SDO.

Infine, l'utilizzo dei dati di un solo ospedale, ancorchè di riferimento per un determinato bacino, non garantisce rispetto alla possibilità di recuperare tutti i casi del territorio. A questo proposito, facendo un controllo grezzo fra i dati SDO forniti dal Servizio di Epidemiologia della ASL Milano 3 ed i dati del CED dell'Azienda

Ospedaliera di Vimercate si è verificato che: a) il Servizio non era a conoscenza di un certo numero di casi ricoverati presso quegli ospedali, b) era stato ricoverato presso gli stessi ospedali un certo numero di casi provenienti da aree diverse dal bacino di utenza definito, c) il Servizio era venuto a conoscenza di casi di competenza ricoverati esclusivamente presso strutture diverse dall'Azienda Ospedaliera di Vimercate.

Il sistema di OCCAM combina l'impiego delle SDO con i dati di attività del soggetto, attraverso l'elaborazione di specifiche di matrici di esposizione al fine di individuare in modo più mirato i casi da indagare. Tuttavia, anche in questo modo considerato che si tratta di tumore raro ad elevata specificità di sede ed istologica, non si sono potuti eliminare completamente gli inconvenienti connessi all'utilizzo delle SDO e inoltre l'anamnesi lavorativa, in determinati casi, risente del fatto che vengono utilizzate le informazioni dell'anagrafe INPS, informatizzata a partire dal 1974.

A fronte delle difficoltà incontrate dagli operatori, di cui si è detto sopra, dalla ricerca attiva dei tumori naso-sinusalì di origine professionale si sono ottenuti risultati interessanti, che vengono riassunti di seguito.

In primo luogo, cinque dei quindici gruppi di lavoro corrispondenti alle ASL della Lombardia avevano attivato già prima del 2004 la ricerca attiva dei TuNS ed una di queste, Brescia, aveva attivato dal 1994 un registro di patologia, con casi incidenti dal 1982. I casi a sospetta origine professionale sono stati 14, e per la maggior parte (10/14) riconducibili alla esposizione a polveri di legno. Per quanto riguarda la ASL di Brescia, l'attivazione del registro ha consentito di rilevare in modo mirato i tumori di tipo epiteliale, inoltre l'effettuazione dell'anamnesi lavorativa sulla maggior parte dei casi ha permesso di individuare numerosi casi professionali, anche in questo caso riconducibili per la maggior parte alla esposizione a polveri di legno (23/32).

Dal 2005, a seguito dell'attivazione del PPTP e della fruibilità di OCCAM da parte della Regione Lombardia, tutti i gruppi di lavoro afferenti alle ASL hanno partecipato alla ricerca attiva dei tumori professionali nasosinusalì, alcune mantenendo anche la ricerca attraverso le SDO, tutte partecipando al sistema OCCAM. In questo secondo periodo c'è stato un incremento dei casi segnalati, dei casi trattati e soprattutto un incremento proporzionale dei casi con diagnosi corretta, 59% verso 38%. Sono aumentati anche i casi a sospetta origine professionale passando dal 24% al 45%; il settore legno è ancora ben rappresentato (23/52), anche se diminuisce proporzionalmente il numero di questi casi con l'emergere di quelli dovuti all'esposizione a cuoio (20/52), ciò in ragione del fatto che vengono attivate dal progetto alcuni territori ASL in cui sono storicamente presenti i calzaturifici. Fra le altre esposizioni si pone all'attenzione la presenza di casi relativi a soggetti che hanno lavorato nell'industria tessile.

Complessivamente l'esposizione a polveri di legno è la maggiormente rappresentata, 50% dei casi rilevati dall'inchiesta fra i gruppi di lavoro ed il 72% dei casi del Registro TuNS della provincia di Brescia; relativamente ai dati ASL, pur essendo i casi variamente distribuiti, risultano comunque più rappresentati in quelle aree in cui è radicata da tempo la lavorazione del legno.

In sintesi, l'attivazione del PPTP ha attivato tutto il territorio della Regione Lombardia nella ricerca dei tumori naso-sinusalì; l'utilizzo di OCCAM sembra uno

strumento più sensibile rispetto alle sole SDO. Tuttavia l'analisi critica dell'uso delle varie fonti indica la necessità di uno strumento che permetta di superare i limiti già illustrati.

Questo strumento dovrà poter rilevare i dati:

- in modo centralizzato, sia per evitare la perdita di casi sia per elaborare complessivamente le informazioni raccolte;
- con la collaborazione di diverse competenze cliniche, per selezionare in modo specifico i casi di interesse;
- in tempo pressochè reale, per poter intervistare in tempo tutti i soggetti;
- infine dovrà promuovere, la definizione di criteri condivisi sulla base dei quali procedere a denuncia di malattia professionale; tali criteri dovranno essere rivisti periodicamente sulla base dei risultati del lavoro svolto e dovrà essere aperto un confronto anche con l'INAIL, per garantire equità di trattamento ai lavoratori interessati.

Uno strumento che possiede questi requisiti esiste già in Lombardia e si tratta del Registro Regionale dei Mesoteliomi. L'attivazione del "Registro Tumori Seni Nasali e Paranasali Lombardia" appare l'iniziativa più idonea per la ricerca e la sorveglianza di questo gruppo di patologie significativamente connesse al lavoro.

Bibliografia

1. AIRTUM Working Group – I tumori in Italia, Rapporto 2006: Incidenza, mortalità e stime – Epidemiologia e Prevenzione – Anno 30 (1) gennaio-febbraio 2006
2. AIRTUM Working Group – I tumori in Italia, Rapporto 2007: Sopravvivenza – Epidemiologia e Prevenzione – Anno 31 (1) gennaio-febbraio 2007
3. P.G. Barbieri, S. Lombardi, L. Miligi et altri – Incidenza dei tumori naso-sinusali epiteliali ed attività lavorative in 100 casi diagnosticati in provincia di Brescia dal 1978 al 2002 - *La Medicina del Lavoro* - 2005; 96, 1: 42-51
4. P.G. Barbieri, S. Lombardi, R. Festa – Tumori maligni naso-sinusali in provincia di Brescia: trend di incidenza ed esposizioni professionali a rischio – XII Riunione dell'Associazione Italiana Registri Tumori – Mantova, 9-11 aprile 2008
5. G. Bimbi, G. Cantù et altri – Adenocarcinoma of ethmoid sinus: an occupational disease – *Acta Otorhinolaryngol Ital* – 2004; 24, 199-203
6. G. Chiappino, G. Pisati, G. Achille – Indagini tumori professionali e impiego delle Schede di Dimissione Ospedaliera (SDO): osservazioni in merito all'utilizzo di dati amministrativi per la ricerca dei casi clinici, l'esperienza con OCCAM – *La Medicina del Lavoro* - 2006; 97, 4: 626-632
7. IPESL – Messa a punto e definizione di procedure e standard diagnostici ed anamnestici (Linee Guida) per la rilevazione, a livello regionale, dei casi di tumore dei seni nasali e paranasali e dei casi di angiosarcoma epatico, e fattibilità della attivazione di tali sistemi di sorveglianza epidemiologica - Firenze, 24 marzo 2004
8. Santé et travail – Exposition professionnelle a formaldéhyde et effets sur la santé – Institut de Veille Sanitaire – 2007

Polvere di legno e ricerca sistematica dei tumori professionali: il Registro Tumori dei Seni Nasali e Paranasali della Lombardia

C. Mensi*, L. Riboldi

*Registro Mesoteliomi Lombardia e Registro Tumori dei Seni Nasali e Paranasali Lombardia,
Dipartimento di Medicina Preventiva, del Lavoro e dell'Ambiente
Fondazione IRCCS Ospedale Maggiore Policlinico, Mangiagalli, Regina Elena
Clinica del Lavoro Luigi Devoto, Milano*

Riassunto. I tumori dei seni nasali e paranasali sono neoplasie rare e ad alta frazione eziologica professionale. Proprio per tale motivo ben si prestano ad una azione di sorveglianza sistematica attraverso l'attivazione di uno specifico registro di patologia. A livello nazionale esiste il Registro di questi tumori presso l'Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro (ISPESL) che si avvale, per il suo funzionamento, dei Centri Operativi Regionali (COR). In Lombardia il COR è stato di recente attivato presso la Clinica del Lavoro di Milano proprio allo scopo di rendere sistematica tale sorveglianza e supportare quindi nel modo più adeguato sia la ricerca scientifica nel campo che le azioni di prevenzione e tutela sanitaria e medico legale nei settori lavorativi a maggior rischio, tra cui quello della lavorazione del legno. La Lombardia sembra peraltro essere la regione italiana maggiormente colpita da questi tumori, con circa 60-70 nuovi casi all'anno e circa 80.000 lavoratori a vario titolo impiegati nel settore legno. Il Registro regionale sarà gestito secondo le indicazioni delle specifiche Linee Guida di ISPESL e si avvarrà della esperienza pluriennale già acquisita con la gestione del Registro Regionale Mesoteliomi, del quale ricalca la metodologia organizzativa ed operativa.

Parole chiave: tumori naso-sinusali, registro tumori, Lombardia, legno.

1. Introduzione

I tumori dei seni nasali e paranasali o naso-sinusali (TuNS) sono, al pari dei mesoteliomi maligni, neoplasie rare e ad elevata frazione eziologica professionale.

* *Telefono:* 02 55032595 *Fax:* 02 50320139
Indirizzo: Via San Barnaba, 8 – 20122 Milano
E-mail: carolina.mensi@unimi.it

In Italia colpiscono oltre 300 nuovi soggetti ogni anno determinando un'incidenza variabile, sulla base delle stime prodotte dai Registri Tumori italiani (1998-2002), tra 0,4 e 2,0 per 100.000 abitanti nei maschi e tra 0,1 e 0,5 nelle femmine (1).

Il rischio di ammalare aumenta in modo significativo in presenza di esposizioni in settori occupazionali come le lavorazioni del legno, del cuoio, del nichel e del cromo (1-11).

La Tabella 1, tratta e modificata dalla prima edizione delle Linee Guida ISPESL del 2004, riporta i casi attesi per anno, regione e sesso, calcolati utilizzando i tassi di incidenza del periodo 1993-98 dei registri tumori italiani, standardizzati sulla popolazione europea.

Regione (Registro Tumori)	Incidenza 1993-98	Casi attesi femmine	Incidenza 1993-98	Casi attesi maschi
Piemonte (Torino-Biella) °	0.3 - 1.1	6.6 - 24.3	1 - 1.4	20.8 - 29.1
Valle D'Aosta §	0.3 - 1.1	0.2 - 0.7	1 - 1.4	0.6 - 0.9
Lombardia (Brescia-Varese)	0.4	18.8	1	44.3
Liguria (Genova)	0.2	1.7	0.9	6.9
Trentino-Alto Adige §	0.4	1.9	0.9	4.2
Veneto (Veneto)	0.4	9.3	1.1	24.3
Friuli V. G (Nord-Est)	0.4	2.5	0.9	5.2
Emilia Romagna (Ferrara-Modena-Parma) °	0 - 0.3	0 - 6.2	0.2 - 0.8	3.8 - 15.5
Toscana (Firenze-Prato)	0.5	9.2	0.9	15.4
Umbria (Umbria)	0.5	2.2	0.6	2.4
Marche (Macerata)	0.1	0.8	1.1	7.8
Lazio (Latina)	0.1	2.7	0.5	12.7
Abruzzo *	0 - 0.3	0 - 2.0	0.2 - 0.6	1.3 - 3.7
Molise *	0 - 0.3	0 - 0.5	0.2 - 0.6	0.3 - 1.0
Campania (Napoli)	0	0	0.5	14
Puglia *	0 - 0.3	0 - 6.3	0.2 - 0.6	4.0 - 12.0
Basilicata *	0 - 0.3	0 - 0.9	0.2 - 0.6	0.6 - 1.8
Calabria *	0 - 0.3	0 - 3.1	0.2 - 0.6	2.0 - 6.0
Sicilia (Ragusa)	0.1	2.6	0.2	4.9
Sardegna (Sassari)	0.3	2.5	0.6	4.8
Italia ^	0.3	89.2	0.8	224.7

Tabella 1

Tassi di incidenza e casi attesi per regione e per sesso

§ si utilizzano i tassi di incidenza dei registri tumori delle regioni vicine.

* range dei tassi di incidenza dei registri tumori delle regioni Sicilia, Campania e Sardegna.

° range dei tassi di incidenza dei registri tumori presenti nella regione.

^ sono stati utilizzati i tassi di incidenza "pooled" di tutti i registri tumori italiani e la popolazione italiana.

Due osservazioni appaiono rilevanti: la differenza tra i due sessi, con i maschi che hanno 225 casi attesi (72%) e le femmine 89 (28%), e la differenza tra regioni, con la Lombardia ed il Piemonte che presentano il maggior numero di casi, seguite dal Veneto e dalla Toscana. L'incidenza dei TuNS in Italia presenta in effetti una variabilità territoriale accentuata, che riflette una diversa prevalenza delle esposizioni occupazionali citate.

È previsto un sistema di sorveglianza nazionale per queste neoplasie attraverso il Registro Nazionale dei Tumori Naso-Sinusali (ReNaTuNS), al quale confluiscono tutti i casi verificatisi in soggetti residenti in Italia al momento della diagnosi. Il Registro ha sede a Roma presso l'Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro (ISPESL).

Il modello organizzativo auspicato da ISPESL per la sorveglianza di queste patologie è quello ormai collaudato per la sorveglianza dei Mesoteliomi Maligni e prevede Centri Operativi Regionali (COR) che svolgono attività di raccolta e valutazione dei casi incidenti e successivamente li inviano al Registro Nazionale presso l'ISPESL.

A tutt'oggi il sistema è stato in realtà attivato solo in alcune (poche) regioni o province italiane: Piemonte, Toscana, Veneto, Brescia sono le uniche realtà nelle quali è stata avviata una raccolta sistematica per queste neoplasie da alcuni anni. Recentemente è stato istituito un registro regionale anche in Lombardia mentre è in fase di attuazione nelle Marche.

Il ReNaTuNS, intende perseguire i seguenti obiettivi:

- stima dell'incidenza dei casi di tumore naso-sinusale in Italia;
- raccolta di informazioni sulla pregressa esposizione ad agenti correlati al rischio di tumore naso-sinusale;
- valutazione della rilevanza dell'esposizione a fattori di rischio occupazionale;
- costituzione di una base informativa per studi analitici di epidemiologia occupazionale;
- fornire informazioni relative alla esposizione a fini preventivi e medico-assicurativi.

Lo scopo è produrre dati aggiornati e completi di incidenza e distribuzione geografica della malattia, fornire un contributo di conoscenze relative ai settori lavorativi ed alle mansioni a rischio, verificare l'esistenza di altri potenziali fattori di rischio fino ad oggi non considerati.

La raccolta sistematica della documentazione clinica e dell'esposizione professionale o ambientale di soggetti affetti da questi tumori dovrebbe permettere di raccogliere ulteriori informazioni anche in merito alla intensità ed alle modalità di esposizione a polveri di legno e di descrivere la frequenza dei sottotipi istologici in rapporto alla distribuzione per territorio, sesso e tipo di esposizione.

Il ReNaTuNS creerà pertanto una banca dati che costituirà un importante strumento di ricerca per studi di epidemiologia analitica, mirati all'ampliamento delle conoscenze sul ruolo delle esposizioni e sulla loro quantificazione.

In questo contesto si inserisce l'attività del Registro Tumori dei Seni Nasali e Paranasali della Lombardia, che ha preso avvio a partire dal 1 gennaio 2008 e la cui

gestione è stata affidata dalla Direzione Generale Sanità, come per il Registro Regionale dei Mesoteliomi, alla Clinica del Lavoro di Milano. Il registro lombardo costituisce pertanto il COR del ReNaTuNS.

2. Finalità, organizzazione e modalità operative del Registro dei Tumori dei Seni Nasali e Paranasali della Lombardia

Le finalità e gli obiettivi del Registro della Lombardia sono gli stessi del registro Nazionale, naturalmente declinati nella specifica realtà regionale:

- studio dell'incidenza e della distribuzione geografica dei casi di tumore naso-sinusale;
- raccolta di informazioni sulla pregressa esposizione ad agenti correlati al rischio di tumore naso-sinusale e valutazione della rilevanza di tale esposizione;
- riconoscimento di eventuali tipi e fonti di esposizione inattesi;
- costituzione di una base informativa per studi analitici di epidemiologia occupazionale;
- promozione di progetti di ricerca;
- messa a disposizione di informazioni relative alla esposizione a fini preventivi e medico-assicurativi;
- assistenza (clinica e/o di orientamento medico-legale) al paziente e/o ai suoi familiari.

Nella definizione della propria impostazione organizzativa e delle specifiche modalità operative il Registro Regionale della Lombardia ha fatto riferimento alle citate Linee Guida Nazionali di ISPESL (1) nonché alla pluriennale esperienza di gestione del Registro Regionale dei Mesoteliomi (12).

Popolazione allo studio e definizione dei casi di interesse

La popolazione in studio comprende tutti i residenti in Lombardia che, all'epoca del censimento ISTAT del 2001, era costituita da 9.121.643 di soggetti, di cui 4.433.244 maschi e 4.688.399 femmine.

Sono inclusi nel Registro tutti i casi di tumori maligni primitivi naso-sinusali residenti in Lombardia al momento della prima diagnosi.

Sono raccolti tutti i nuovi casi con prima diagnosi successiva il 31/12/2007, ossia con data di incidenza a partire dal 1 gennaio 2008.

Le sedi anatomiche di interesse e relativi codici ICD IX sono: cavità nasale (160.0), seno mascellare (160.2), seno etmoidale (160.3), seno frontale (160.4), seno sfenoidale (160.5), seno paranasale a.s.s. (160.8), seno paranasale n.a.s. (160.9).

Non saranno inclusi nel Registro, in accordo con le Linee Guida, i casi di papilloma invertito in quanto patologia non maligna.

I casi sono definiti certi in presenza di esame istologico e probabili se la diagnosi è solo clinica con presenza però di riscontro mediante TAC e/o RMN.

Fonti informative

Il Registro Mesoteliomi Lombardia ha in corso dal 2000 una collaborazione stabile e proficua con le strutture del Sistema Sanitario Regionale, in particolare con tutte le ASL e con i reparti di diagnosi e cura di interesse (pneumologia, chirurgia toracica, oncologia, anatomia patologica) di tutti gli ospedali e le case di cura presenti in Lombardia. Per l'attivazione del Registro TuNS questa rete collaborativa è stata implementata coinvolgendo 62 reparti di otorinolaringoiatria, 10 di chirurgia maxillofacciale, 12 di radioterapia e richiedendo una particolare attenzione ai 38 Servizi di Anatomia Patologica nel segnalare solo i casi di interesse (istotipi epitelioidi). (Figura 1). (13)

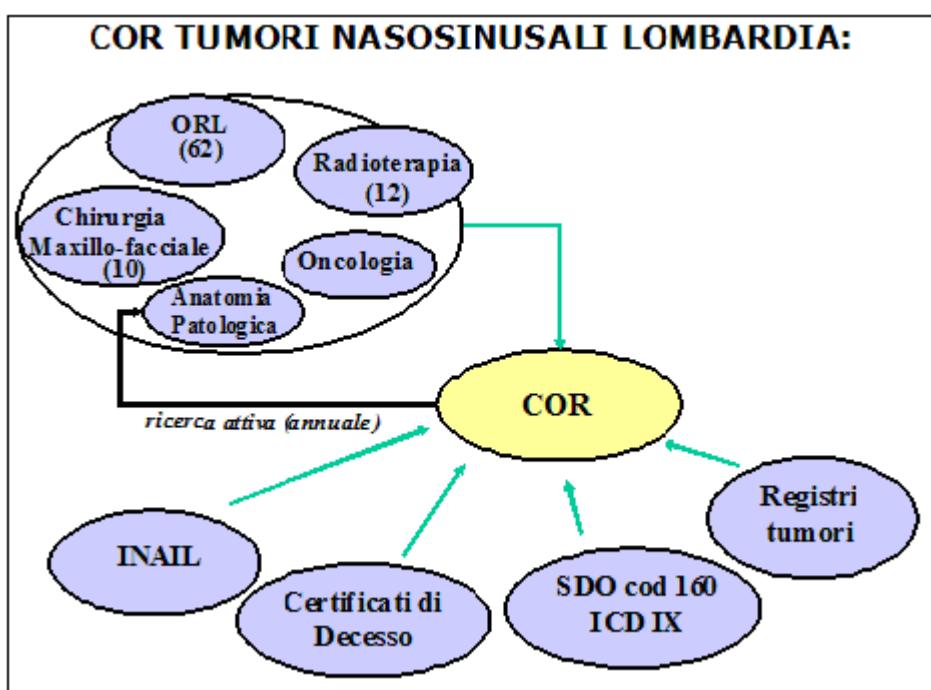


Figura 1 Fonti di segnalazione dei casi di Tumori dei Seni Nasali e Paranasali

Queste sono le fonti primarie di segnalazione dei casi incidenti.

Per la segnalazione dei casi sono state predisposte schede specifiche per i reparti di diagnosi e cura e per le anatomie patologiche, utilizzando modelli proposti del Registro Nazionale opportunamente adattati alla realtà locale (Figura 2 e 3).

Sono previste, con periodicità annuale, verifiche di completezza dell'incidenza sulla base di confronti sistematici con gli archivi dei Servizi di Anatomia Patologica, le Schede di Dimissione Ospedaliera (SDO) per i codici ICD IX succitati, i registri di mortalità presso le ASL, i registri tumori di popolazione presenti in Lombardia (Mantova, Milano, Sondrio e Varese) ed infine l'INAIL per la quota di casi ad eziologia professionale.

Raccolta delle informazioni

Per ciascun caso segnalato sono acquisite e studiate tutte le cartelle cliniche necessarie a confermare la diagnosi. Lo studio della documentazione clinica è effettuato col supporto specialistico di un medico otorinolaringoiatra.

Tra i tipi istologici dei TuNS quello epiteliale è caratterizzato da un'elevata quota attribuibile all'esposizione professionale (1); pertanto, come indicato nelle Linee Guida ISPESL, l'approfondimento anamnestico è previsto solo per i casi di tumore maligno di tipo epiteliale clinicamente certo o probabile, secondo una metodologia già sperimentata ed applicata da tempo per i mesoteliomi maligni.

La raccolta anamnestica viene effettuata da personale dei Servizi PSAL della ASL territorialmente competente rispetto alla residenza del soggetto. Nei casi in cui presso l'Ospedale che ha formulato la diagnosi sia presente un'Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del Lavoro (UO OML), è questa ultima che raccoglie le informazioni anamnestiche e la documentazione clinica, e successivamente la invia al Registro.

La raccolta anamnestica è effettuata utilizzando una versione modificata del questionario proposto nelle Linee Guida ISPESL al quale sono stati aggiunti quesiti di interesse locale. Esso è composto di cinque parti:

1. Caratteristiche dell'intervistato;
2. Fattori di rischio extraprofessionali;
3. Storia professionale: riepilogo generale, scheda professionale generale per industria/artigianato; schede mansione-specifiche (industria del legno, delle calzature, della concia, forestali, agricoltura).
4. Attività hobbistiche;
5. Attendibilità delle risposte.

Tutti gli intervistatori possono contare sull'esperienza acquisita nell'ambito delle attività svolte per il Registro Mesoteliomi e verranno specificamente addestrati all'uso del nuovo questionario con apposite iniziative formative.

Valutazione dei casi

Le procedure di valutazione dei casi si atterranno alle disposizioni contenute nelle Linee Guida ISPESL, in particolare per quanto riguarda i criteri di definizione dell'esposizione che ricalcano quelli in uso per il Registro Mesoteliomi.

La documentazione clinica ed espositiva di ciascun caso sarà sottoposta ad un Gruppo di Valutazione composto da Specialisti in Medicina del Lavoro, Anatomia Patologica, Oncologia, Otorinolaringoiatria, Epidemiologia, Igiene e Tecnologia Industriale. In relazione ai casi in discussione potranno essere coinvolti colleghi con particolare competenza ed esperienza a riguardo delle problematiche in esame, ivi compreso personale delle ASL o delle UO OML direttamente coinvolte, al fine di poter raggiungere il massimo di approfondimento e concordanza nel giudizio finale.

Archiviazione dei dati

Tutta la documentazione relativa ai casi conclusi sarà raccolta in un archivio cartaceo ed in uno informatizzato, utilizzando un apposito software fornito dall'ISPESL. I dati informatizzati saranno periodicamente inviati al ReNaTuNS secondo una procedura standardizzata.

Il processo descritto ricalca quello adottato e sperimentato per la gestione del Registro Mesoteliomi (Figura 4).

I risultati della sorveglianza dei TuNS saranno diffusi mediante report annuali che il Registro fornirà alla Direzione Generale Sanità della Regione Lombardia come già avviene per i mesoteliomi maligni.

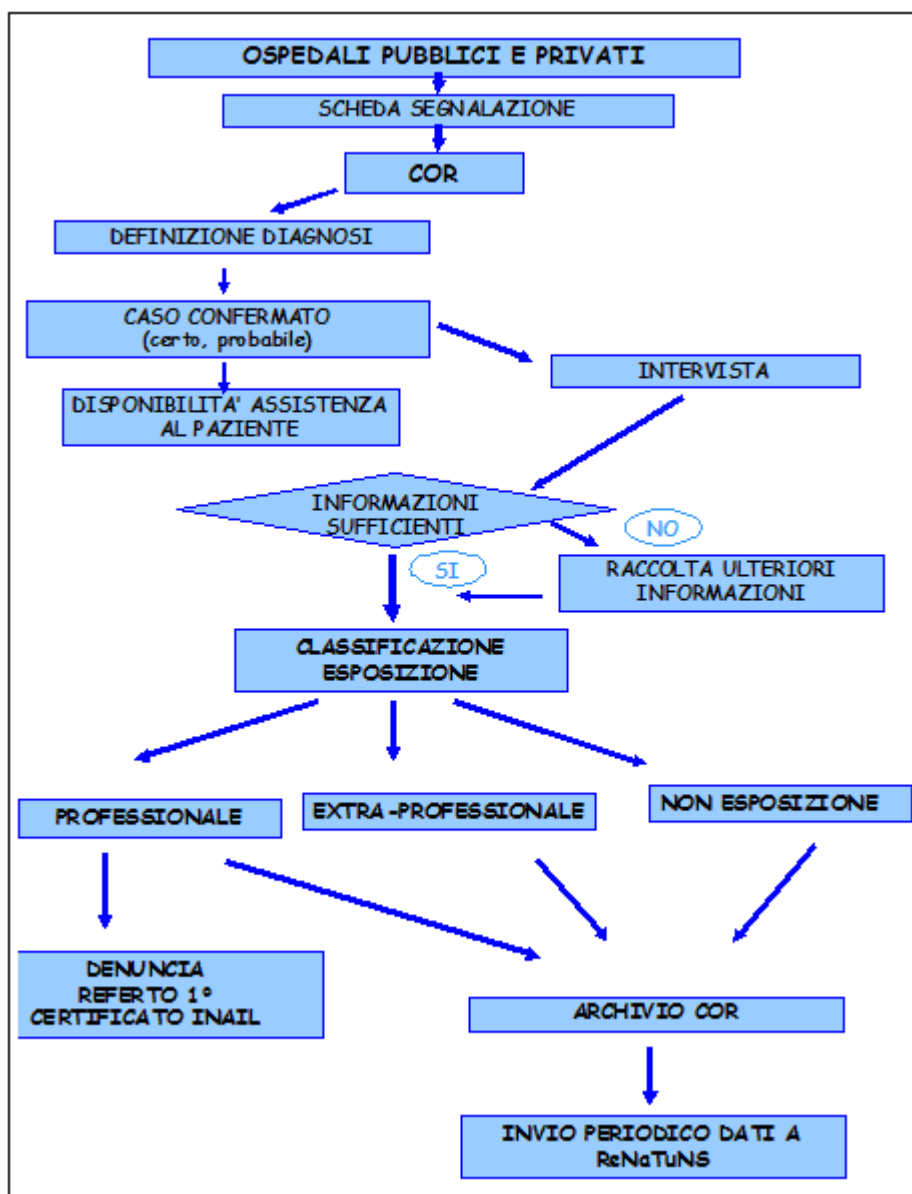


Figura 4 Flusso informativo della gestione dei casi di Tumori dei Seni Nasali e Paranasali

3. Risultati attesi

Sulla base delle stime effettuate utilizzando i dati dei registri tumori italiani precedentemente segnalate la Lombardia risulta essere la regione italiana maggiormente interessata da queste neoplasie con un numero di circa 60 – 70 nuovi casi attesi ogni anno (1), di cui il 30% donne ed il 70% uomini.

Del resto i settori lavorativi maggiormente a rischio per il verificarsi di tumori naso-sinusali sono molto rappresentati, ed in misura ancora maggiore lo sono stati nel passato, nella nostra Regione. I dati del censimento ISTAT 1991 riguardanti i settori lavorativi indicano più di 32.000 addetti alla lavorazione del legno, 50.000 addetti alla produzione di mobili, circa 30.000 addetti alla concia ed alla lavorazione delle pelli e circa 8.000 addetti nel comparto agricoltura.

La sorveglianza sistematica di queste neoplasie permetterà di definirne con precisione l'incidenza reale ed il loro andamento nel tempo, la loro distribuzione territoriale e la correlazione con specifiche attività o settori lavorativi.

Le integrazioni apportate al questionario anamnestico rispetto al modello nazionale dovrebbero permettere anche di verificare, ed eventualmente quantificare, la possibile rilevanza di altri fattori di rischio precedentemente non considerati (assunzione voluttuaria di sostanze stupefacenti per via nasale) come pure il diverso grado di rischio attribuibile alle esposizioni subite in ambienti, fasi lavorative e mansioni tra loro differenti o a specifiche sostanze in uso nei diversi processi lavorativi, fornendo così preziose informazioni ai fini della prevenzione e della tutela della salute degli addetti.

Il successo dell'iniziativa sarà possibile solo se si realizzerà anche in questo caso la collaborazione e la sinergia di tutti gli attori coinvolti (ASL, Ospedali, Regione, INAIL, Registro Regionale e Nazionale) già verificata per il Registro Mesoteliomi.



Centro EBPI
Effetti Biologici Polveri Inhalate
Centro EPOCA
Epidemiologia Occupazionale
Clinica Ambientale

Registro Tumori Seni Nasali e Paranasali Lombardia

Dipartimento di Medicina del Lavoro
Università degli Studi di Milano
Fondazione IRCCS
Ospedale Maggiore Policlinico, Mangiagalli, Regina Elena



Regione Lombardia
Sanità

La Regione Lombardia con Delibera Regionale del 30.05.2006 ha istituito il Registro Regionale dei Seni Nasali e Paranasali, che ha il compito di registrare tutti i nuovi casi di tumori maligni primitivi epiteliali delle cavità nasali e dei seni mascellare, frontale, etmoidale, diagnosticati nella Regione Lombardia. Il Registro trasmette inoltre questi dati al Registro Nazionale dei Tumori Naso-Sinusali, istituito presso l'ISPESL. I medici del lavoro operanti presso il Registro, quando verificata l'esistenza del nesso causale con l'attività lavorativa, provvedono anche agli adempimenti medico-legali di legge.

SCHEDA DI SEGNALAZIONE DEL CASO

FAX 02/50320139

Cognome Nome

Data di nascita []/[]/[] Residenza

REPARTO DI PROVENIENZA

Medico di riferimento Tel.:

DIAGNOSI: ANNO DIAGNOSI:

LIVELLO DI DIAGNOSI: CERTA PROBABILE

BASATA SU: 1) Citologia SI NO 2) Istologia SI NO 3) Autopsia SI NO

TIPO ISTOLOGICO, (barrare con una X il campo di interesse):

COD	DESCRIZIONE
	Carcinoma a cellule squamose o spinocellulare
8070/3	C. a cellule squamose cheratinizzante
8120/3	C. non cheratinizzante
8051/3	C. verrucoso
8052/3	C. a cellule squamose papillare
8083/3	C. a cellule squamose basaloide
8074/3	C. a cellule fusate
8560/3	C. adenosquamoso
8075/3	C. a cellule squamose acantolitico
8082/3	Carcinoma linfoepiteliale
8020/3	Carcinoma indifferenziato sino-nasale
	Adenocarcinoma
8144/3	Tipo intestinale (ITAC)
8140/3	Tipo non-intestinale (non-ITAC)

COD	DESCRIZIONE
	Carcinoma tipo ghiandole salivari
8200/3	C. adenoidecistico
8550/3	C. a cellule aciniche
8430/3	C. mucoepidermoide
8562/3	C. epiteliale-mioepiteliale
8310/3	C. a cellule chiare
8982/3	C. mioepiteliale
8941/3	C. ex-adenoma pleomorfo
8525/3	Adenoc. polimorfo a basso grado
	Tumori neuroendocrini
8240/3	Carcinoide tipico
8249	Carcinoide atipico
8041/3	C. a piccole cell. tipo neuroendocrino
8010/3	Carcinoma, NAS

WHO Classification Head & Neck tumours. IARC, 2005

NOTE:

Medico segnalante Telefono:

Ente di appartenenza o Timbro

In data []/[]/[] Firma.....

Clinica del Lavoro "L. Devoto" Via San Barnaba, 8 - 20122 Milano
Tel: 02/55032595, 02/50320137-8 Fax: 02/50320139 E-mail: registro.mesoteliomi@unimi.it

Figura 2 - Scheda segnalazione caso reparto anatomia patologia



Centro EBPI
Effetti Biologici Polveri Inalate
Centro EPOCA
Epidemiologia Occupazionale
Clinica Ambientale

Registro Tumori Seni Nasali e Paranasali Lombardia



Regione Lombardia
Sanità

Dipartimento di Medicina del Lavoro
Università degli Studi di Milano
Fondazione IRCCS
Ospedale Maggiore Policlinico, Mangiagalli, Regina Elena

La Regione Lombardia con Delibera Regionale del 30.05.2006 ha istituito il Registro Regionale dei Seni Nasali e Paranasali, che ha il compito di registrare tutti i nuovi casi di tumori maligni primitivi epiteliali delle cavità nasali e dei seni mascellare, frontale, etmoidale, diagnosticati nella Regione Lombardia. Il Registro trasmette inoltre questi dati al Registro Nazionale dei Tumori Naso-Sinusal, istituito presso l'ISPESL. I medici del lavoro operanti presso il Registro, quando verificata l'esistenza del nesso causale con l'attività lavorativa, provvedono anche agli adempimenti medico-legali di legge.

SCHEDA DI SEGNALAZIONE DEL CASO FAX 02/50320139

Cognome _____ Nome _____

Data di nascita |_|_|/|_|_|/|_|_|_|_| Residenza _____ Prov. _____

Paziente ricoverato presso U.O. _____

N.Cartella _____ Data Ricovero |_|_|/|_|_|/|_|_|_|_| Dimissione |_|_|/|_|_|/|_|_|_|_|

Ente di appartenenza _____

Diagnosi _____

Basata su:

1. TAC	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
2. RMN	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
3. Biopsia	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
4. Intervento Chirurgico	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
5. Autopsia	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>

Sede:

<input type="checkbox"/> Cavità Nasali	<input type="checkbox"/> Seno Mascellare
<input type="checkbox"/> Seno Frontale	<input type="checkbox"/> Seno Etmoidale
<input type="checkbox"/> Seno Sfenoidale	<input type="checkbox"/> Seno Paranasale non specificato

NOTE _____

Medico segnalante _____ Telefono _____

In data |_|_|/|_|_|/|_|_|_|_| Firma _____

Clinica del Lavoro "L. Devoto" Via San Barnaba, 8 - 20122 Milano
Tel: 02/55032595, 02/50320137-8 Fax: 02/50320139 E-mail: registro.mesoteliomi@unimi.it

Figura 3 - Scheda segnalazione caso reparto altri reparti

Bibliografia

1. ISPESL – Linee Guida del Registro Nazionale Tumori Naso-Sinusali (ReNaTuNS) - Linee Guida per la rilevazione e la definizione dei casi di tumore naso-sinusale a livello regionale – <http://www.ispesl.it/dml/leo/download/LineeGuidaReNaTuNS.pdf>
2. Samant S., Kruger E. – Cancer of the paranasal sinus – *Current Oncology Reports* 2007; 9: 147-151
3. 't Mannetje A., Kogevinas M., Luce D., et al. – Sinonasal cancer, occupation, and tobacco smoking in European women and men – *Am J Ind Med* 1999; 36: 101-107
4. Demers PA., Kogevinas M., Boffetta P., et al. – Wood dust and sino-nasal cancer: pooled reanalysis of twelve case-control studies – *Am J Ind Med* 1995; 151-166
5. Leclerc A., Martinez Cortes M., Gérin M., et al. – Sinonasal cancer and wood dust exposure: results from a case-control study – *Am J Epidemiol* 1994; 140: 340-349
6. IARC. WHO. – IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Wood dust and formaldehyde – Vol 26 Lyon, 1995
7. Innos K., Rahu M., Rahu K., et al. – Wood dust exposure and cancer incidence: a retrospective cohort study of furniture workers in Estonia – *Am J Ind Med* 2000; 37: 501-511
8. Bonnetterre V., Deschamps E., Persoons R, et al. – Sino-nasal cancer and exposure to leather dust – *Occup Med (Lond)* 2007; 57: 438-443
9. Bimbi G., Squadrelli Saraceno M., Riccio S., et al. – Adenocarcinoma of ethmoid sinus: an occupational disease – *Acta Otorhinolaryngol Ital* 2004; 24: 199-203
10. IARC. WHO. – IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans. Chromium, Nickel and welding – Vol 49 Lyon, 1990
11. Leclerc A., Luce D., Demers P., et al. – Sinonasal cancer and occupation. Results from the reanalysis of twelve case-control studies – *Am J Ind Med* 1997; 31: 153-165
12. Mensi C., Termine L., Canti Z., et al. – Il Registro Mesoteliomi Lombardia, Centro Operativo Regionale (COR) del Registro Nazionale Mesoteliomi: aspetti organizzativi – *Epidemiol Prev* 2007; 31(5): 281-287
13. WHO Classification tumours. Pathology & Genetics. Head & Neck tumours. IARC Press, Lyon 2005

Polveri di legno: rischio di esplosione ed incendio

R. Tommasini*

*Politecnico di Torino – Dipartimento di Ingegneria Elettrica
Segretario SC CEI 31j – Classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione*

Riassunto. Le polveri di legno, possono alimentare incendi e, in determinate condizioni, produrre esplosioni.

Per tale ragione, gli ambienti ove sono depositate o prodotte tali polveri costituiscono un luogo con pericolo di esplosione. Le zone interessate dalle polveri devono pertanto essere classificate, con gradi crescenti di severità in funzione del rischio di formazione delle atmosfere esplosive, in modo da poter installare nelle diverse zone apparecchiature sicure nei confronti del possibile innesco dell'esplosione. Inoltre, negli stessi ambienti, sussiste il pericolo di innesco di incendio degli strati di polvere, quindi le apparecchiature non devono avere temperature superficiali suscettibili di innescare lo strato.

Negli ultimi anni, in sede nazionale ed internazionale sono state messe a punto numerose Norme Tecniche e Guide di applicazione per la classificazione degli ambienti e per la realizzazione di apparecchiature sicure. Nella presente memoria sono riassunti i principali aspetti da considerare per una corretta classificazione degli ambienti con presenza di polveri combustibili, con particolare riferimento alla polvere di legno.

Parole chiave: sicurezza elettrica; luoghi con pericolo di esplosione; atmosfere esplosive.

1. Introduzione

Le polveri di legno, essendo costituite di un materiale facilmente combustibile quale la cellulosa, sono un prodotto suscettibile di sostenere incendi e, in determinate condizioni, di produrre esplosioni, con effetti devastanti.

In Tabella 1 sono riportati i risultati di un'analisi effettuata in Germania sulle cause che hanno prodotto esplosioni di polvere di legno nel periodo dal 1965 al 1985, durante il quale sono stati registrati circa 135 eventi. Da tale rapporto risulta anche

* *Telefono:* 011 5647130 *Fax:* 011 5647199
Indirizzo: C.so Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino (TO)
E-mail: riccardo.tommasini@polito.it

che le esplosioni di polveri di legno, con il 31,6% del totale delle esplosioni da polvere, sono state di gran lunga le più frequenti sul territorio tedesco, seguiti dalle farine e altri prodotti commestibili (24,7%), dai metalli (13,2%), plastiche (12,9%) e carbone (9,2%). Al sesto posto (2%) ricompare la cellulosa, sotto forma di carta.

Causa	%
Scintille meccaniche	26,6
Nuclei caldi (smouldering nests)	19,5
Riscaldamenti da attrito meccanico	9,7
Scariche elettrostatiche	2,3
Fuoco	14,8
Autoaccensione	3,1
Superfici calde	5,5
Saldatura/taglio	2,3
Apparecchiature elettriche	0
Non identificato	16,5
Altro	-
Totale	100

Tabella 1

Esplosioni da polveri di legno in Germania nel periodo 1965-85 (circa 135 eventi)

Non vi sono pertanto dubbi che gli ambienti ove sono depositate o prodotte tali polveri costituiscano un *luogo con pericolo di esplosione*. Le zone interessate dalle polveri devono pertanto essere classificate, con gradi crescenti di severità in funzione del rischio di formazione delle atmosfere esplosive, in modo da poter installare nelle diverse zone apparecchiature sicure nei confronti del possibile innesco dell'esplosione. Inoltre, negli stessi ambienti, sussiste il pericolo di innesco di *incendio degli strati di polvere*, quindi le apparecchiature non devono avere temperature superficiali suscettibili di innescare lo strato.

Negli scorsi anni, contemporaneamente al recepimento della direttiva 99/92 CE (luglio 2003), è stata tradotta in italiano la Norma EN 61241-10 (CEI 31-66) (1) "*Classificazione dei luoghi dove sono o possono essere presenti polveri combustibili*" e, successivamente, è stata pubblicata la relativa guida di applicazione, con la numerazione CEI 31-56.

In seguito alla pubblicazione dei predetti documenti è stata contestualmente abrogata la parte della "*vecchia*" Norma CEI 64-2 relativa ai luoghi di classe 2, cioè i luoghi pericolosi per presenza di polveri combustibili.

Attualmente pertanto la classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di aeriformi è ora regolata dalla Norma CEI EN 60079-10 e dalla relativa Guida CEI 31-35. La classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di polveri è di pertinenza della Norma CEI EN 50281-3 e della Guida CEI 31-56.

(1) Tale norma IEC ha sostituito nel maggio 2006 la precedente Norma Europea EN 51281-3 (CEI 31-52). Il contenuto delle due Norme è peraltro identico.

In definitiva, la Norma CEI 64-2 è stata quasi interamente abrogata: non sono più in vigore le parti relative ai luoghi di classe 1 e di classe 3 (aeriformi) e le parti relative ai luoghi di classe 2 (polveri). Vale ancora la Norma CEI 64-2 unicamente per la classificazione dei luoghi di classe 0, cioè quelli relativi alla presenza di esplosivi.

2. Esplosioni da polvere

Il pericolo associato alle polveri combustibili è legato sia all'esplosione sia all'incendio. Le polveri combustibili disperse nell'atmosfera di un ambiente possono infatti creare pericolo di esplosione; le polveri combustibili depositate in strati, possono creare pericoli d'incendio.

Talvolta, anche l'accensione di polveri in strato può degenerare in esplosione, qualora lo strato si disperda in nube.

In particolare, le polveri possono:

- restare disperse nell'aria per un certo periodo di tempo e creare atmosfere esplosive pericolose (nubi), quindi depositarsi per effetto della propria massa formando strati; oppure,
- formare strati che, in presenza di turbolenze o azione meccanica, possono essere dispersi nell'aria creando atmosfere esplosive pericolose, fungendo così da sorgenti di emissione; oppure,
- formare strati di polvere che presentano solo pericolo d'incendio dovuto a lenta combustione per ossidazione o per decomposizione della polvere sottoposta a surriscaldamento.

Per la classificazione dei luoghi occorre valutare sia la probabilità di formazione delle atmosfere esplosive pericolose, sia la probabilità di formazione di strati.

Le polveri combustibili disperse nell'aria formano miscele di combustibile (la polvere) e di comburente (l'ossigeno dell'aria), sicché, in presenza di una sorgente di accensione di sufficiente energia, sono in grado di ossidarsi rapidamente per sostenere la combustione, che procede così rapida da generare un'onda di pressione ed un fronte di fiamma con effetti esplosivi. La reattività di una polvere è tanto maggiore quanto più piccole sono le particelle che la compongono, questo è dovuto alla maggiore superficie specifica esposta all'atmosfera.

Perché la nube sia esplosiva occorre che la polvere sia combustibile e presente in concentrazione all'interno del campo di esplodibilità (g/m^3).

La polvere dispersa nell'aria ha un comportamento molto aleatorio, meno prevedibile di quello di un gas o un vapore per la complessità dei fenomeni fisici di dispersione; per questo motivo, risulta difficoltoso definire l'estensione delle zone con pericolo d'esplosione.

Un'esplosione di polvere può avvenire se sono soddisfatte tutte le seguenti condizioni.

- La polvere è combustibile.
- La polvere è dispersa in aria con modalità tali da formare, in sospensione nell'atmosfera, una idonea miscela combustibile /comburente (polvere/aria).

- La polvere ha una granulometria sufficientemente ridotta da produrre una rapida reazione di ossidazione della polvere (esplosione).
- La concentrazione della polvere nella nube è compresa nell'intervallo di esplodibilità (tra il limite inferiore di esplodibilità LEL e il limite superiore di esplodibilità UEL).
- E' presente una sorgente d'innesco di energia sufficiente per innescare la nube.

2.1 Combustibilità

Perché una polvere possa produrre incendi e/o esplosioni è indispensabile che si tratti di una polvere combustibile. Per determinare l'attitudine di una polvere a bruciare (combustibilità) si effettuano prove di laboratorio, attraverso cui viene determinata la Classe di combustibilità BZ e la temperatura minima di accensione in strato (TI). Il significato della Classe di Combustibilità è riportato in Tabella 2. Se la polvere non è combustibile (BZ 1) lo strato di polvere non presenta pericoli d'incendio e la dispersione in aria della polvere non è suscettibile di esplosione.

Classe di combustibilità	Valutazione
BZ 1	La polvere non prende fuoco (non è combustibile)
BZ 2	La polvere prende fuoco brevemente e poi estingue rapidamente
BZ 3	La polvere diventa incandescente (arde) localmente senza propagazione
BZ 4	La polvere diventa incandescente (arde) con propagazione
BZ 5	La polvere produce un fuoco vivo che si propaga
BZ 6	La polvere produce una combustione molto rapida

Tabella 2

Classe di combustibilità delle polveri

2.2 Esplosibilità

La condizione di combustibilità è requisito necessario ma non sufficiente a determinare l'esplodibilità della polvere. Questa caratteristica deve essere verificata mediante prove di laboratorio con cui si misurano, in un reattore sferico di dimensioni standardizzate (reattore di Hartman), la sovrappressione massima di esplosione P_{max} e velocità massima di aumento della pressione di esplosione $(dp/dt)_{max}$, grandezze che sono rappresentative della violenza dell'esplosione di una nube in ambiente confinato.

In base al parametro $(dp/dt)_{max}$ si determina una costante caratteristica della polvere, detta indice di esplosione K_{St} . Dipendentemente dal valore del K_{St} , alla polvere viene attribuita una Classe di esplosione St, come, riportato nella Tabella 3.

Classe di esplosione	K_{St} [bar · m · s ⁻¹]	Valutazione
St 0	0	Esplosione debole, senza percezione visiva della propagazione della fiamma (nota)
St 1	> 0 fino a 200	Esplosione moderata
St 2	> 200 fino a 300	Esplosione forte
St 3	> 300	Esplosione severa (grave)

Tabella 3
Classe di esplosione delle polveri

2.3 Grandezza delle particelle

Ai fini dell'esplosione, la pericolosità di una polvere è indissolubilmente legata alla dimensione delle particelle che la costituiscono: una polvere del medesimo materiale (il legno ad esempio) può essere pericolosamente esplosiva o del tutto inerte, dipendentemente dalla granulometria considerata.

Nella pratica, difficilmente una polvere ha particelle aventi tutte la medesima dimensione, occorre quindi, in generale, fare riferimento alla distribuzione granulometrica, ovvero alla percentuale in peso di materiale il cui diametro è al di sotto di una certa soglia dimensionale. Le soglie dimensionali considerate sono normalmente (500, 250, 125, 71, 63, 32 e 20 μ m).

Tuttavia, spesso si fa riferimento alla grandezza media della polvere, ovvero alla dimensione corrispondente al 50% in massa della polvere stessa.

Più una polvere è sottile, più risulta esplosiva e facilmente innescabile: al diminuire delle dimensioni delle particelle si osserverà:

- aumento della sovrappressione massima di esplosione P_{max} ;
- aumento della velocità massima di aumento della pressione di esplosione $(dp/dt)_{max}$;
- diminuzione della energia minima di accensione (MIE);
- diminuzione del limite inferiore di esplodibilità (LEL).

All'aumentare della grandezza media delle particelle, diminuisce la reattività della polvere e, superati i 500 μ m, si può assumere che, convenzionalmente, la polvere sia inerte ai fini dell'esplosione, indipendentemente dal materiale di cui è costituita.

2.4 La polvere di legno

Oltre che dal tipo di legno da cui hanno origine, le caratteristiche di combustibilità ed esplodibilità della polvere di legno dipendono, come e più di altre polveri, dalla granulometria, dal contenuto di umidità dalla lavorazione che le ha prodotte.

Indicativamente si possono considerare per la polvere di legno i parametri medi di Tabella 4, considerando che è in ogni caso indispensabile una valutazione puntuale dei singoli casi. Ad esempio, in Tabella 5 sono riportati i dati di varie tipologie di polvere di legno, al variare di alcuni dei parametri influenti

Parametro	Valore
Energia minima di innesco (MIE) [mJ]	40
Temperatura di innesco della nube (Tcl) [°C]	470
Temperatura di innesco dello strato (Tl) [°C]	260
Massima pressione di esplosione (Pmax) [bar]	10,2
KSt [bar m s ⁻¹]	142
Minima concentrazione esplosiva (Cmin)	60
Concentrazione minima di Ossigeno (LOC) [%]	10

Tabella 4

Parametri caratteristici della polvere di legno

Tipo di sostanza	Distribuzione granulometrica						Espodibilità						Strati Classe di Combustibilità								
	Percentuale in peso < dimensione in \square m						Classe di espodibilità			MIE	T _i	T _{min} [°C]		BAM							
	500	250	125	71	63	32	20	diámetro medio μ m	C _{min} g/m ³						P _{max} bar	K _{St}	St	G.G.			
Legno (trucioli)																				4-5	
Legno (trucioli)																					
Legno																					
Legno																					
Legno																					
Legno																					
Legno																					
Legno																					
Legno-levigazione																					
Legno-levigazione																					
Legno - farina																					
Legno - farina																					
Legno - farina																					
Legno - farina																					
Legno - farina																					
Legno - farina																					

Tabella 5 Parametri caratteristici della polvere di legno

3. Classificazione dei luoghi

Nel seguito è riassunta la procedura di classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione secondo la Norma CEI EN 61241-10 e la relativa Guida di applicazione CEI 31-56.

La classificazione ha la funzione di determinare le zone pericolose prodotta dalle sorgenti di emissione (SE) e dagli strati, assegnando a ciascuna di esse una forma, un'estensione ed un tipo di zona (20, 21 o 22) in funzione della probabilità di incontrare in essa un'atmosfera pericolosa.

All'interno di ciascuna di dette zone sono ammesse solamente costruzioni (elettriche e non elettriche) adatte al tipo di zona. In particolare, le costruzioni sono scelte in base alla direttiva ATEX 94/9/CE che prevede tre tipi di apparecchiature (prodotti):

- Categoria 1 per le zone 20;
- Categoria 2 per le zone 21;
- Categoria 3 per le zone 22.

Le costruzioni di cui sopra appartengono in ogni caso al Gruppo II (prodotti per uso industriale) mentre le costruzioni del Gruppo I (Categoria M1 o M2) sono riservate alle installazioni in sotterraneo (miniere) in presenza di polveri combustibili (es. carbone).

3.1 Sorgenti di emissione e tipo di zone

Come per i gas, anche per le polveri sono definiti i seguenti tre gradi dell'emissione:

- emissione di grado continuo: emissione continua o che può avvenire per lunghi periodi, oppure per brevi periodi a intervalli frequenti.
- emissione di primo grado: emissione che può avvenire periodicamente od occasionalmente durante il funzionamento normale.
- emissione di secondo grado: emissione che non è prevista durante il funzionamento normale e che se avviene è possibile solo poco frequentemente e per brevi periodi.

Le emissioni di grado continuo e di primo grado sono previste durante il funzionamento normale, quindi possono essere generalmente definite, sia come caratteristiche di emissione, sia come durata, sia come frequenza di emissione.

Un'emissione che avviene sia pure poco frequentemente e per brevi periodi, ma durante il funzionamento normale (ordinario) non può generalmente essere considerata di secondo grado; essa deve essere generalmente considerata di primo grado.

Le emissioni di secondo grado non sono previste durante il funzionamento normale, esse sono generalmente riconducibili solo ad eventi non voluti, quali ad esempio: le avarie e gli stati difettosi prevedibili, l'uso non corretto ragionevolmente prevedibile; pertanto, per definire la loro durata e frequenza, è necessario fare riferimento alle modalità di sorveglianza (esercizio) e manutenzione dei sistemi di contenimento delle sostanze infiammabili e dei relativi componenti.

Come previsto dalle direttive ATEX, le diverse emissioni (in relazione alle condizioni ambientali ed ai sistemi di bonifica adottati) danno luogo a tre diversi tipi

di zona, aventi definizione del tutto analoga a quella già vista per i gas. Un coefficiente "2" anteposto al tipo di zona (0,1, 2) ci dice che si sta trattando di polveri. Si ha quindi:

- Zona 20 Luogo in cui un'atmosfera esplosiva, sotto forma di una nube di polvere combustibile nell'aria, è presente in modo continuo, per lunghi periodi, o frequentemente.
- Zona 21 Luogo in cui è probabile sia presente un'atmosfera esplosiva, sotto forma di nube di polvere combustibile nell'aria, sporadicamente (occasionalmente) durante il funzionamento normale.
- Zona 22 Luogo in cui è improbabile sia presente un'atmosfera esplosiva, sotto forma di nube di polvere combustibile nell'aria, durante il funzionamento normale o, se ciò avviene, è possibile sia presente solo poco frequentemente e per breve periodo.

4. Strati di polvere

La presenza di tre tipi di zone rappresenta già di per sé una prima importante novità rispetto alle vecchie classificazioni effettuate con la Norma CEI 64-2, ove era previsto un unico tipo di zona (C2Z).

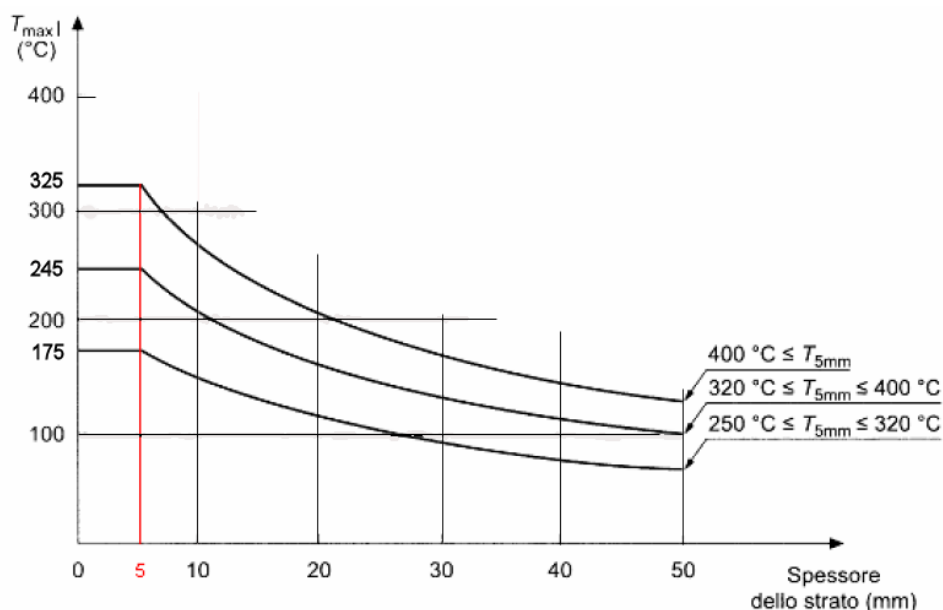
Una seconda importante differenza è costituita dalla valutazione degli strati di polvere presenti nell'ambiente. Si deve infatti considerare che, a differenza delle molecole di gas, le particelle di polvere tendono, in un tempo più o meno lungo, a depositarsi al suolo. Ciò avviene, in modo evidente, nei pressi della sorgente di emissione, ma può avvenire, in misura minore, anche a molta distanza da essa. Nel tempo, se non rimossi, si possono formare strati di polvere notevoli anche nell'intero ambiente ove avviene l'attività "polverosa".

Uno strato di polvere rappresenta un pericolo per due ordini di ragioni:

- Lo strato di polvere come SE di atmosfera esplosiva. Uno strato di polvere combustibile può produrre una nube esplosiva se la polvere viene, per qualche ragione dispersa nell'aria: ad esempio, può essere sollevata per l'azione del vento, il passaggio di un mezzo o a seguito di un'esplosione primaria che coinvolga altra polvere depositata nell'ambiente. In queste condizioni, lo strato è a tutti gli effetti una sorgente di emissione (SE).
- Lo strato di polvere come causa di incendio. La formazione di depositi di polvere in strati è favorita dalle superfici orizzontali o leggermente inclinate e dagli angoli. Uno strato di polvere depositata sopra componenti che producono calore (es. componenti elettrici) peggiora il loro raffreddamento, con conseguente aumento della temperatura. Se la temperatura superficiale del componente dell'impianto supera la temperatura di accensione della polvere in strato, questa può innescarsi (lenta combustione per ossidazione o per decomposizione della polvere) e produrre un incendio.

- l'apparecchiatura non è completamente sommersa dalla polvere;
- la temperatura minima di accensione è pari o superiori a 250°C riferita ad uno strato di polvere di 5 mm;

In tal caso, la temperatura superficiale massima ammessa delle apparecchiature (T_{max}) deve essere ridotta come indicato dal seguente grafico:



Per i prodotti completamente sommersi dalla polvere si applica la **Regola 3**, che prevede una determinazione sperimentalmente (simulazione delle condizioni di lavoro) o calcolata utilizzando metodi di calcolo riconosciuti

Per temperature minime di accensione inferiori a 250°C ed in ogni caso dubbio o in cui sia richiesta una maggiore precisione, la temperatura minima di accensione, in funzione dello spessore dello strato di polvere, deve essere definita mediante indagine di laboratorio (**Regola 4**).

Nella valutazione degli strati riveste particolare importanza la gestione della pulizia. Uno strato può essere infatti notevolmente ridotto o eliminato da una idonea procedura di rimozione della polvere. L'efficacia dei provvedimenti di pulizia degli ambienti è espressa dal parametro "livello di mantenimento della pulizia". Si considerano i seguenti tre livelli di mantenimento della pulizia come definiti nell'allegato C della Norma EN 61241-10 e qui di seguito riportati.

Buono Quando gli strati di polvere sono mantenuti a spessori trascurabili, oppure sono assenti, indipendentemente dal grado o dai gradi delle emissioni, oppure sono rimossi rapidamente in caso si formino poco frequentemente. In questo caso, il pericolo che si verifichino nubi di polveri esplosive dagli strati, e il pericolo d'incendio dovuto agli strati è escluso.

Adeguito Quando gli strati di polvere non sono trascurabili ma sono di breve durata, meno di un turno di lavoro, da intendersi di 8 h circa, comunque da definire sulla base dei fattori che contribuiscono alla formazione dello strato e della nube (es. portata complessiva di emissione, velocità di sedimentazione, velocità dell'aria, disturbi e turbolenze, ecc.). A seconda della stabilità termica della polvere e della temperatura superficiale dell'apparecchiatura, la polvere può essere rimossa prima dell'avvio di qualunque incendio. In questo caso le apparecchiature scelte secondo la Regola 1 sono ragionevolmente idonee. In questo caso, il pericolo che si verifichino nubi di polveri esplosive dagli strati, e il pericolo d'incendio dovuto agli strati non è escluso.

Scarso Quando gli strati di polvere non sono trascurabili e perdurano per oltre un turno di lavoro. Il pericolo d'incendio può essere controllato selezionando le apparecchiature in funzione dello spessore degli strati di polvere, da definire caso per caso. In questo caso, il pericolo che si verifichino nubi di polveri esplosive dagli strati, e il pericolo d'incendio dovuto agli strati non è escluso.

La Figura 1 riassume quanto precedentemente esposto circa la scelta delle apparecchiature.

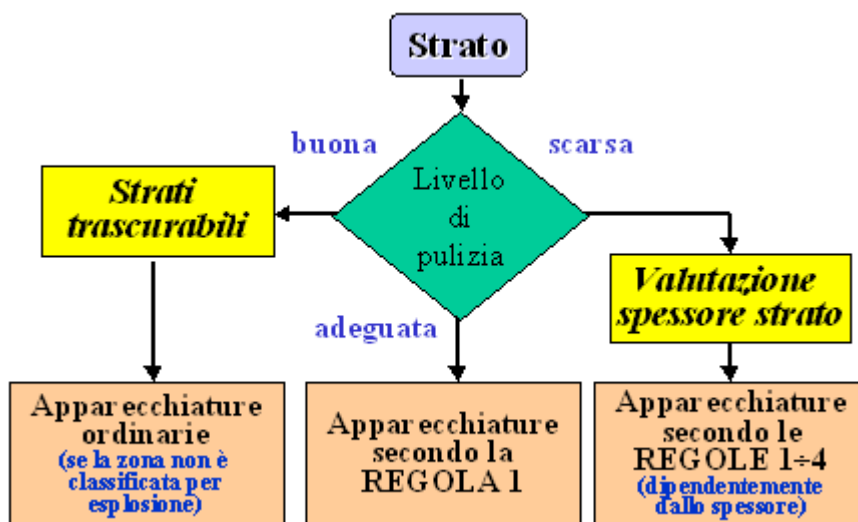


Figura 1 Scelta delle apparecchiature in relazione agli strati

Per determinare l'estensione dello strato di polvere si possono considerare le seguenti regole:

- per impianti preesistenti può essere opportuno effettuare valutazioni sperimentali per definire l'estensione e lo spessore degli strati che si formano;
- in ambienti chiusi, a meno che non siano molto vasti in relazione all'emissione considerata, è buona regola estendere gli strati all'intero ambiente;
- negli ambienti aperti l'estensione degli strati è in generale limitata nell'intorno delle SE;
- l'estensione dello strato non può in ogni caso essere inferiore all'estensione in pianta della zona pericolosa originata dall'emissione dal sistema di contenimento.

5. Estensione delle zone pericolose

In generale, le zone 20 dovrebbero essere limitate ai volumi interni dei sistemi di contenimento e/o delle apparecchiature: le zone 20 all'esterno dei sistemi di contenimento dovrebbero pertanto essere evitate anche in considerazione del fatto che le condizioni che conducono ad una zona 20 sono proibite nei luoghi di lavoro. All'esterno delle apparecchiature, le zone 21 (ed eventualmente le zone 20 che non si possono eliminare) devono essere di ridotta estensione. Per tale ragione, la Guida CEI 31-56 indica per esse una dimensione "a" che non dovrebbe superare il metro.

Discorso diverso vale per le zone 22 che, essendo legate ad anomalie di funzionamento, possono in alcuni casi produrre l'emissione di notevoli quantitativi di polvere con estensione della zona superiore al metro.

Per le zone 22 la Guida CEI 31-56 (all'Appendice GD) prevede una semplice metodologia di calcolo dell'estensione della zona, legata ai parametri caratteristici della polvere e alle condizioni ambientali.

Tale metodologia può essere utilizzata, eccezionalmente, anche per le zone 20 e 21 ove non si riesca a limitare l'emissione di polvere.

L'appendice GD della guida prevede il calcolo della distanza pericolosa d_z (poi approssimata per eccesso a fornire la distanza "a") a partire da una distanza di riferimento d_0 definita sulla base delle caratteristiche della polvere (grandezza media delle particelle, densità della sostanza considerata), della ventilazione presente nell'ambiente, della portata di emissione della SE, e di altri parametri, secondo la seguente relazione:

$$d_z = (d_0 + d_h) \cdot k_d \cdot k_w \cdot k_{ta} \cdot k_u$$

dove:

- d_0 distanza di riferimento [m];
 d_h distanza addizionale dipendente dall'altezza della SE [m];
 k_d coefficiente dipendente dal rapporto tra la portata di emissione Q_a della SE e il LEL della sostanza considerata;
 k_w coefficiente dipende dalla velocità dell'aria di ventilazione w nell'intorno della SE e dalla velocità di sedimentazione U_t .
 k_{ta} coefficiente relativo al tipo di ambiente;
 k_u coefficiente relativo al contenuto di umidità della polvere.

Distanza d_0

Per la definizione della distanza di riferimento d_0 devono essere distinte due situazioni:

- emissioni a bassa velocità (da sistemi a pressione atmosferica);
- emissioni ad alta velocità (da sistemi in pressione).

Per le emissioni a bassa velocità (da sistemi a pressione atmosferica) la distanza di riferimento d_0 può essere generalmente assunta di 1 m. Negli altri casi la distanza di riferimento d_0 può essere ricavato dai grafici (es. Figura 2 per ambienti esterni), i quali indicano la distanza, in metri, cui può pervenire la polvere, considerando una SE in prossimità (fino a 3 m) della superficie di deposito (es. suolo, pavimento, o superficie che delimita inferiormente la caduta della polvere), in funzione della grandezza media delle particelle d_m [m] e della densità (assoluta) della polvere considerata.

Per le emissioni a bassa velocità (da sistemi a pressione atmosferica) la distanza di riferimento d_0 può essere generalmente assunta di 1 m. Negli altri casi la distanza di riferimento d_0 può essere ricavato dai grafici (es. Figura 2 per ambienti esterni), i quali indicano la distanza, in metri, cui può pervenire la polvere, considerando una SE in prossimità (fino a 3 m) della superficie di deposito (es. suolo, pavimento, o superficie che delimita inferiormente la caduta della polvere), in funzione della grandezza media delle particelle d_m [m] e della densità (assoluta) della polvere considerata.

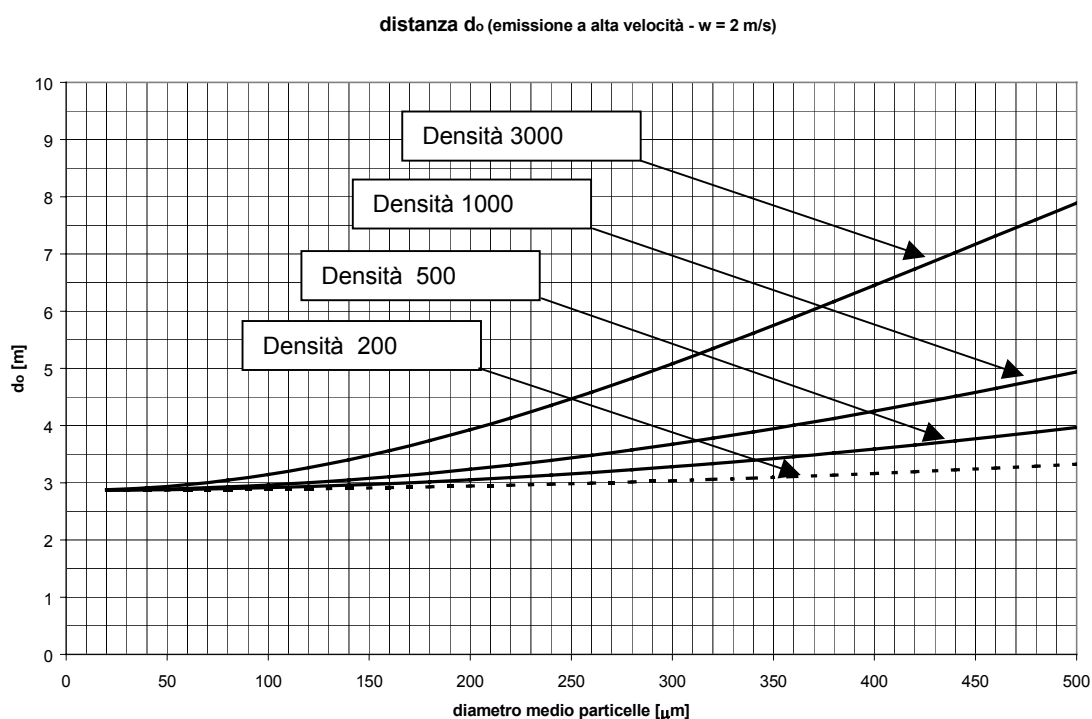


Figura 2 Distanza di riferimento d_0 per SE in prossimità del suolo (velocità dell'aria $w = 2$ m/s)

Distanza d_h

Quando la SE non si trova in prossimità (oltre 3 m) della superficie di deposito (es. suolo, pavimento, o superficie che delimita inferiormente la caduta della polvere), alla distanza di riferimento d_0 deve essere aggiunta la distanza d_h dipendente dall'altezza della SE, che può essere ricavata dalla seguente Tabella.

Condizione	d_h [m]
Se $h \geq 20$ m	2
Se $20 \text{ m} > h > 3$ m	1,5
Se $h \leq 3$ m	1

dove:

h altezza della SE dalla superficie di deposito (es. suolo, pavimento, o superficie che delimita inferiormente la caduta della polvere), [m]

Coefficiente k_d

Il coefficiente k_d dipende dal rapporto tra la portata di emissione Q_d della SE e il LEL della sostanza considerata, tenuto conto della velocità di sedimentazione U_t . I valori di k_d sono indicati nella seguente Tabella.

Condizione	k_d
Se $\frac{LEL \cdot 10^{-3} \cdot u_t \cdot d_0^2}{2 \cdot Q_d} > 10$	0,5
Se $\frac{LEL \cdot 10^{-3} \cdot u_t \cdot d_0^2}{2 \cdot Q_d} \leq 10$	1

dove:

LEL limite inferiore di esplodibilità [g/m³]

u_t velocità di sedimentazione [m/s];

d_0 distanza di riferimento [m];

Q_d portata di emissione della SE [kg/s].

In funzione della propria velocità di sedimentazione (caduta) u_t , la polvere può depositarsi rapidamente oppure rimanere sospesa in aria per un lungo periodo.

La velocità di sedimentazione è espressa dalla seguente relazione:

$$u_t = \frac{\rho \cdot (d_m \cdot 10^{-6})^2 \cdot g}{18 \cdot \mu}$$

dove:

- u_t è la velocità di sedimentazione della polvere [m/s]
- ρ è la densità (assoluta) della polvere [kg/m^3]
- d_m è la grandezza media delle particelle [m]
- g è l'accelerazione di gravità [$9,81 \text{ m/s}^2$]
- μ è il coefficiente di viscosità dinamica dell'aria [$1,8 \cdot 10^{-5} \text{ Ns/m}^2$]

Coefficiente k_w

Il coefficiente k_w dipende dalla velocità dell'aria di ventilazione w nell'intorno della SE e dalla velocità di sedimentazione u_t ; esso può essere ricavato dalla seguente tabella:

Condizione	k_w
Se $\frac{w}{u_t} > 5$	3
Se $5 > \frac{w}{u_t} > 3$	2
Se $\frac{w}{u_t} \leq 3$	1

dove:

u_t velocità di sedimentazione [m/s]

w velocità dell'aria di ventilazione nell'intorno della SE [m/s]

In pratica, il coefficiente k_w produce un aumento della distanza a cui può giungere la polvere, in considerazione del rapporto tra la velocità dell'aria di ventilazione (w) e la velocità propria delle particelle di polvere (assunta pari alla velocità di sedimentazione, U_t).

Coefficiente k_{ta}

Il coefficiente k_{ta} dipende dal tipo di ambiente in cui avviene l'emissione e può essere ricavato dalla seguente tabella:

Tipo di ambiente	Campo di variazione del Coefficiente	Coefficiente consigliato
Aperto	da 0,5 a 0,7	0,5
Aperto con ostacoli	da 0,7 a 1,0	0,8
Chiuso	da 1,0 a 1,2	1,0

Coefficiente k_u

Il coefficiente relativo al contenuto di umidità della polvere k_u può essere ricavato dalla seguente tabella:

Contenuto di umidità della polvere, valore %	Campo di variazione del Coefficiente	k_u
dal 40% al 50%	da 0,3 a 0,5	0,3
dal 15% al 40%	da 0,7 a 1,0	0,8
inferiore al 15%	da 1,0 a 1,2	1,0

6. Conclusioni

Le polveri di legno sono combustibili, pertanto i luoghi ove sono trattate o depositate sono, in prima analisi, da considerare luoghi con pericolo di esplosione, in quanto è ipotizzabile la formazione di un'atmosfera esplosiva prodotta dalla dispersione in aria della polvere. Inoltre, gli strati di polvere eventualmente presenti potrebbero sollevarsi a formare nuove nubi esplosive, anche distante dal luogo di emissione, oppure produrre innesco di incendio nel caso siano a contatto di superfici calde.

Peraltro, solo una valutazione accurata è in grado di determinare l'effettivo rischio, in funzione delle condizioni ambientali (ventilazione, umidità etc.), della tipologia e della granulometria della polvere.

Un corretto approccio alla valutazione del rischio deve avere origine dalla classificazione del luogo, eseguita sulla base dei documenti normativi nazionali ed internazionali, in modo da identificare l'estensione e il tipo delle zone pericolose, determinate con severità crescente in funzione della probabilità di formazione dell'atmosfera esplosiva.

Sulla base della classificazione così eseguita è quindi possibile adottare gli idonei provvedimenti di bonifica e/o realizzare gli impianti elettrici e non elettrici nelle zone classificate minimizzando il rischio di innesco della polvere.

Bibliografia

- Norma CEI EN 61241-10 (CEI 31-66) - "Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di polvere combustibile. Parte 3: Classificazione dei luoghi dove sono o possono essere presenti polveri combustibili" (2006);
- Guida CEI 31-56 - "Costruzioni per atmosfere esplosive per la presenza di polveri combustibili - Guida all'applicazione della Norma CEI EN 50281-3 (CEI 31-52) - Classificazione dei luoghi dove sono o possono essere presenti polveri combustibili". Fasc. 7527 - (feb. 2005).
- Rolf K. Eckoff. - "Dust explosion in the process industry" - Butterworth Heinemann 1997 – ISBN 07506 32704
- R. Tommasini, E. Pons, S. Toja - "The italian approach to the classification of areas where combustible dusts may be present" - Proceeding of the 5th IASTED International Conference on Power and Energy Systems", EuroPES June 15-17, 2005, Benalmadena, Spain.
- R. Tommasini: "Classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di polveri combustibili" - Unificazione & Certificazione (U&C), Organo Ufficiale UNI-CEI-SANAL-SINCERT, n. 7, luglio /agosto 2005, pag. 13-16
- F. Lembo, G. Grammoliti, M. Patrucco, M. L. Debernardi, L. Marmo, S. Nobile, R. Tommasini - "Esplosione da Polveri nei processi di finitura di manufatti in alluminio e leghe" Volume edito da Regione Piemonte (2006). ISBN-10: 88-902249-0-8 ISBN-13: 978-88-902249-0-4.

Indicazioni operative: valutazione del rischio e igiene ambientale

L. Settimi^{a*}, R. Cecchetti^b

^a Servizio PSAL, Dipartimento di Prevenzione Medico, ASL della provincia di Como

^b Servizio PSAL, Dipartimento di Prevenzione Medico, ASL della provincia di Milano 3

Riassunto. Nella letteratura nazionale ed internazionale sono reperibili tutta una serie di documenti e lavori scientifici che riguardano, più o meno direttamente, vari aspetti della salute e della sicurezza dei lavoratori impiegati nelle attività esponenti a polveri di legno. Con lo sviluppo nel corso degli ultimi due anni dello Studio PPTP-Legno, sotto l'impulso della Regione Lombardia, il nostro gruppo di lavoro ha individuato e valutato i rischi in ordine alla sicurezza e alla salute durante il lavoro esponente a polveri di legno, con particolare attenzione alla verifica dei livelli espositivi ed all'individuazione delle variabili ambientali e di processo di interesse, giungendo ad elaborare proposte concrete per l'impostazione di interventi appropriati ed efficaci nell'ambito del sistema della prevenzione aziendale. L'esperienza della Regione Lombardia conferma l'efficacia di una formula integrata che coniuga il monitoraggio approfondito dei fenomeni con politiche di formazione, indirizzo e controllo mirate alle principali criticità e si propone alla problematica delle polveri di legno con un approccio di respiro europeo.

Parole chiave: Polveri di legno; Valutazione del rischio; Modello; Esposizione professionale.

1. Introduzione

Nella letteratura nazionale ed internazionale sono reperibili tutta una serie di documenti e lavori scientifici che riguardano, più o meno direttamente, vari aspetti della salute e della sicurezza dei lavoratori impiegati nelle attività esponenti a polveri di legno. I dati europei denotano, in diversi settori produttivi, la presenza di situazioni espositive a concentrazioni elevate, superiori al limite di esposizione occupazionale per polveri di legno duro (o polveri miste contenenti sia legni duri che

* Telefono: 031 370422 Fax: 031 370517

Indirizzo: Via Castelnuovo, 1 – 22100 Como

E-mail: settimi@asl.como.it

teneri) indicato dalla Direttiva 1999/38/CE di 5 mg/m³. Una buona parte di queste situazioni lavorative è rappresentata da carpentieri e posatori in opera di infissi, manufatti in legno e parquet, che operano con l'ausilio di vari macchine per lavorazione del legno in ambienti confinati (cucine, cabine armadio, saune) e in assenza di adeguati dispositivi di generali di protezione in grado di controllare la polverosità. Si aggiungono poi i mobilifici (operatori dei macchinari per la lavorazione del legno) e la costruzione e riparazione di navi ed imbarcazioni.

L'adozione di misure per contenere al massimo l'esposizione dei lavoratori alle polveri diventa oltremodo necessaria alla luce del fatto che i sintomi respiratori (tosse, asma, oppressione toracica, ecc.), dovuti in particolare a fenomeni di sensibilizzazione, compaiono per concentrazioni di polveri anche molto basse:

- inferiori ad 0,5 mg/m³: effetti da legno di Cedro Rosso dell'Ovest
- tra 0,5 e 1 mg/m³: effetti da legni vari su singoli lavoratori
- superiori a 1 mg/ m³: relazioni chiare dose-effetto e dose-risposta.

A ciò si aggiunge l'accertato effetto cancerogeno (tumore nasosinusale), per il quale non è attualmente conosciuto il meccanismo tossicodinamico anche se indicazioni da confermare con maggiore forza sembrano suggerire la sua comparsa a concentrazioni superiori a quelle di altri effetti respiratori.

Considerato lo stato delle attuali conoscenze, inoltre, emerge in Europa la possibilità molto consistente di un abbassamento del Valore Limite di Esposizione attualmente in vigore, in conformità alle indicazioni del Comitato Scientifico per i Limiti d'Esposizione Professionale (SCOEL) dell'Unione Europea. D'altro canto negli Stati Uniti d'America sono già state fornite analoghe indicazioni:

- l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), stabilisce per il Cedro Rosso Occidentale un TLV-TWA (su 8 ore lavorative/die per 40 ore settimanali) di 0,5 mg/m³ (frazione inalabile) a causa delle caratteristiche sensibilizzanti; per tutti gli altri legni il TLV è pari ad 1 mg/m³ (frazione inalabile);
- il National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) fissa per le polveri di legno (duro, tenero e Cedro Rosso dell'Occidente) un Recommended Exposure Levels (RELs) pari a 1 mg/m³ (valore medio ponderato su 10 ore).

Con lo sviluppo nel corso degli ultimi due anni dello Studio PPTP-Legno, sotto l'impulso della Regione Lombardia, il nostro gruppo di lavoro ha individuato e valutato i rischi in ordine alla sicurezza e alla salute durante il lavoro esponente a polveri di legno, con particolare attenzione alla verifica dei livelli espositivi ed all'individuazione delle variabili ambientali e di processo di interesse, giungendo ad elaborare proposte concrete per l'impostazione di interventi appropriati ed efficaci nell'ambito del sistema della prevenzione aziendale.

2. Valutazione del rischio

Alla base dell'impostazione di interventi appropriati ed efficaci, nell'ambito del sistema della prevenzione, vi è una corretta e completa conoscenza dei rischi corredata da una loro attenta valutazione. L'esperienza della Regione Lombardia ha confermato l'efficacia di una formula integrata che coniuga il monitoraggio approfondito dei fenomeni con politiche di formazione, indirizzo e controllo mirate alle principali criticità. Nel processo di valutazione del rischio, così come disposto dal D.Lgs 81/2008, che recentemente ha sostituito il D.Lgs 626/1994, si deve instaurare una virtuosa collaborazione tra le figure chiave del sistema della prevenzione: datore di lavoro, responsabile del servizio di prevenzione e protezione (RSPP), medico competente e rappresentante dei lavoratori per la sicurezza (RLS). In particolare un aspetto da sviluppare, che porta a notevoli vantaggi sul piano pratico gestionale, è la consultazione dei lavoratori, diretta o attraverso il responsabile dei lavoratori per la sicurezza (aziendale o territoriale).

L'indagine sviluppata con lo studio PPTP-Legno ha consentito di formulare considerazioni e spesso anche conclusioni e indicazioni operative in questo senso:

- **Prima fase: valutazione preliminare**

L'art. 236 del D.Lgs 81/2008 al comma 1 prevede per il datore di lavoro l'obbligo di effettuare una valutazione dell'esposizione ad agenti cancerogeni, nel nostro caso a polvere di legno, i risultati della quale sono riportati nel Documento di Valutazione dei Rischi.

Detta valutazione analizza, tra l'altro, le caratteristiche delle lavorazioni, la loro durata e frequenza, i quantitativi di sostanze utilizzate, la loro concentrazione e le loro caratteristiche tossicologiche.

- **Seconda fase: interventi correttivi**

L'art. 236 del D.Lgs 81/2008 al comma 3 prevede per il datore di lavoro l'obbligo, in relazione alla valutazione, di adottare le misure preventive e protettive adattandole alle particolarità delle situazioni lavorative.

In questo senso la prevenzione e la protezione degli addetti dal rischio derivante ad esposizione a polveri di legno passano attraverso due tipi di azione:

- a) contenimento della quantità di polvere nell'aria ambiente (prevenzione)
- b) mezzi per limitare il contatto dei lavoratori con la polvere (protezione).

- **Terza fase: verifica**

L'art. 237 del D.Lgs 81/2008 al comma 1, lettera d indica come il datore di lavoro debba provvedere alla misurazione degli agenti cancerogeni o mutageni (polveri di legno) per verificare l'efficacia delle misure adottate e per individuare precocemente le esposizioni anomale con metodi di misurazione conformi alle indicazioni dell'allegato XLI.

Per quanto concerne in particolare il contenimento dei livelli di esposizione, è necessario portare a termine una corretta progettazione dell'impianto di aspirazione, seguita da regolare e idonea manutenzione, ed una corretta pulizia degli ambienti. In effetti, dall'efficienza degli impianti d'aspirazione dipende essenzialmente il rispetto dei valori limite di esposizione e pertanto si possono formulare le seguenti indicazioni operative specifiche:

- Tutti i punti di lavoro devono essere aspirati.
- Laddove ci siano fasi lavorative polverose e non aspirate (es. levigature a banco, ecc.), seppur saltuarie, devono essere isolate.
- È essenziale che i singoli punti di aspirazione siano sezionati con serrande di intercettazione affinché funzionino solo quando il corrispondente impianto di lavorazione è in funzione.
- Periodicamente vanno effettuati interventi di manutenzione e di controllo dell'efficienza secondo le indicazioni del costruttore.
- Esistono impianti già dotati di pressostato differenziale, con possibilità di controllo in continuo della situazione ed eventuale pulizia automatica dei filtri. In alternativa è possibile periodicamente (al massimo ogni sei mesi) misurare con anemometro la velocità dell'aria, preferibilmente nella sezione del condotto.
- È fondamentale che vengano formalizzate e idoneamente diffuse istruzioni relative alle procedure di pulizia e manutenzione delle macchine e/o degli impianti, compresi i documenti comprovanti l'avvenuta manutenzione. I documenti si intendono correttamente compilati quando fanno esplicito riferimento alle parti di macchina interessate dall'intervento e alla tipologia dello stesso.

Non di minor rilievo è poi l'attività di pulizia degli ambienti di lavoro che deve avere una frequenza elevata:

- È fondamentale verificare la sua organizzazione (modalità, periodicità, momento di effettuazione).
- Si consiglia la pulizia giornaliera effettuata al termine dell'attività lavorativa ed eseguita con mezzi meccanici dotati di aspirazione, evitando l'uso di scope ed in particolare vietando l'uso di aria compressa.
- Ideale è l'utilizzazione di un condotto flessibile collegato alla rete di aspirazione.

In riferimento ai mezzi per limitare il contatto dei lavoratori con la polvere (protezione) è opportuno ricordare alcuni obblighi fondamentali cui è tenuto il datore di lavoro:

- Fornire al lavoratore idonei indumenti protettivi da riporre in modo separato dagli abiti civili.
- Fornire dispositivi di protezione delle vie aeree per lo svolgimento di operazioni particolarmente polverose.
- Predisporre il divieto di assumere cibi e bevande sul posto di lavoro.

- Divieto di fumo: per la sicurezza (incendio, esplosione) oltre che per evitare un possibile effetto sinergico con le polveri di legno.

Di rilievo anche un'attività di formazione ed informazione circa la corretta movimentazione di lastre ed altri materiali, così da evitare il più possibile il formarsi di polvere. Inoltre, la normale attività di formazione ed informazione, in relazione alla mutata situazione legislativa, per i lavoratori esposti dovrà essere integrata includendo specifici argomenti relativi alla cancerogenicità delle polveri di legno duro e alle misure di prevenzione e protezione anche individuale necessarie e messe in atto.

Rispetto alle misurazioni ambientali di polvere, che, in continuità con il D.Lgs 626/1994 e con l'interpretazione del Comitato Stato Regioni, il D.Lgs 81/2008 prevede espressamente per verificare l'efficacia delle misure adottate, si ricorda quanto indicato nelle Linee Guida redatte a cura del Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome:

- Tale misurazione deve intendersi parte di un articolato processo di valutazione dell'esposizione che dovrà ripercorrere i precetti della Norma UNI-EN 689:1997. Le misurazioni ambientali devono cioè essere considerate la tappa finale di verifica di un processo di riduzione delle esposizioni e del mantenimento in essere delle condizioni (misurazioni periodiche) con il quale le Aziende possano documentare e tenere sotto controllo il livello di esposizione raggiunto e implicitamente il rispetto del valore limite.
- Per quello che riguarda la misura occorre ricordare la necessità di rispettare la correttezza di tutte le fasi, per non incorrere in errori finali anche gravi di valutazione. In particolare vanno eseguite correttamente tutte le fasi come:
 - a) il posizionamento dei campionatori
 - b) la taratura degli stessi e la scelta dei filtri
 - c) il controllo del flusso
 - d) il corretto posizionamento della bocca di aspirazione
 - e) il tempo di campionamento
 - f) la fase analitica

3. Utilizzo del modello previsionale per la stima dei livelli di esposizione

Un modello previsionale per la stima dei livelli di esposizione è stato costruito a seguito dello Studio PPTP-Legno. Sono state oggetto di indagine un totale di 54 aziende del settore della lavorazione del legno, di cui 34 nella zona di Como da parte dell'Università dell'Insubria e della ASL di Como, e 20 nella zona di Milano da parte della UOOML di Desio in collaborazione con l'ASL di Milano 3.

Di seguito è indicata l'equazione del modello previsionale predisposto:

$$Ln_{-}(Esp) = 0,06f_{cn} + 0,25f_B + 0,37f_M + 0,36f_C + 0,5f_L + 0,43f_{Sq} + 0,63f_T + 0,72f_{Sb} - 0,61_{Asp} + 0,39_{Mob} - 0,27_{Dip} + \varepsilon$$

f_{cnc} = frazione delle ore lavorative alla CNC
 f_B = frazione delle ore lavorative al banco
 f_{Sq} = frazione delle ore lavorative alla squadratrice
 f_L = frazione delle ore lavorative alla levigatrice
 f_C = frazione delle ore lavorative alla carteggiatura
 f_{Sb} = frazione delle ore lavorative alla squadrabordatrice
 f_T = frazione delle ore lavorative alle macchine da taglio
 f_M = frazione delle ore lavorative ad altre macchine
 Asp = coefficiente aspirazione localizzata
 Mob = coefficiente tipo di produzione
 Dip = coefficiente numero di dipendenti

Il modello può essere utilizzato nella fase di valutazione preliminare che il datore di lavoro deve mettere in atto (vedi fase 1). Nel dettaglio la proposta di utilizzo delle risultanze è la seguente:

- a) Tutte le mansioni ad un valore inferiore a 1 mg/m³: verifica periodica dell'efficacia/efficienza dei sistemi di controllo (impianto di aspirazione, pulizia); entro il triennio effettuazione della misura dell'esposizione.
- b) Valore in almeno una mansione compreso tra 1,1 e 3 mg/m³: preventiva verifica di cui al punto a) come al punto a) e misura dell'esposizione entro 2 anni.
- c) Valore in almeno una mansione superiore a 3 mg/m³: effettuazione interventi correttivi su ambienti, procedure ed impianti e documentazione dell'efficacia di tali interventi con misurazioni entro 1 anno

Oltre che per programmare le misure, il modello può orientare ai punti più critici di esposizione, in cui concentrare le misure stesse.

Di particolare rilievo appare l'uso del modello per gli adempimenti previsti, sempre nel Titolo IX "Sostanze pericolose" all'articolo 223 del D.Lgs 81/2008, laddove in riferimento alla "Protezione da agenti chimici" si dispone che nel caso di un'attività nuova la valutazione dei rischi e l'attuazione delle misure di prevenzione sono predisposte preventivamente e si ribadisce che tale nuova attività può avere inizio solo "dopo che si sia proceduto alla valutazione dei rischi che essa presenta e all'attuazione delle misure di prevenzione".

L'utilizzo di un modello previsionale in altri Paesi europei permette di sostituire le misurazioni. Anche in presenza di una legislazione come la nostra, che prevede l'obbligo della misura, può comunque contribuire a rendere la valutazione complessiva meno impegnativa e allo stesso tempo più efficace.

Bibliografia

1. American Conference of Governmental Industrial Hygienists – Industrial ventilation, a manual of recommended practices – ACGIH ed. – Cincinnati, 1998
2. Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome – Titolo VII D.Lgs n°626/94 “Protezione da agenti cancerogeni mutageni” - Linee Guida, 2002
3. Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome – Titolo VII-bis D.Lgs n°626/94 “Protezione da agenti chimici” - Linee Guida, 2002
4. T. Kauppinen et al. - Ann Occup Hyg - 2006; 50(6): 549-561
5. International Agency for Research on Cancer (IARC) - IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks of to Humans: Wood Dust and Formaldehyde - vol. 62 - Lione, 1995
6. National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH guide to industrial respiratory protection – Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention ed. – DHHS (NIOSH) Publication No 87-116 – Cincinnati, 1987
7. SCOEL - Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits: risk assessment for wood dust. - SCOEL/SUM/102final, 2003

Studio della funzionalità respiratoria e delle mucose nasali in 90 soggetti esposti a polveri di legno duro. Indicazioni operative per la sorveglianza sanitaria

M.R. Aiani^{a*}, S. Porro^b, P. Mascagni^b, L. Settimi^a, F. Toffoletto^b

^a*Servizio di Prevenzione Sicurezza Ambienti Lavoro (SPSAL), ASL Como*

^b*Unità Operativa di Medicina del Lavoro (UOML), Ospedale di Desio (MI)*

Riassunto. Sono stati studiati 90 falegnami con età media di 53 anni, con esposizione professionale a polveri di legno particolarmente prolungata (anzianità lavorativa media: 33 aa). Sono state eseguite prove di funzionalità respiratoria a riposo a 90 falegnami ed a 50 di essi (nonché a 48 soggetti di controllo) sono state anche valutate le condizioni delle mucose delle cavità nasali mediante rinoscopia e con lo studio del citogramma nasale.

Le prove di funzionalità respiratoria (curva flusso-volume) non hanno segnalato una particolare broncolabilità nei soggetti indagati né un particolare decremento annuo medio per età dei soggetti sia per la VC che per il FEV1. I soggetti con valori ai limiti inferiori di norma hanno svolto il controllo di VR e DLCO, senza riscontro di patologie riconducibili all'esposizione a polveri di legno.

Il 44% degli esposti (EE) e il 33,4% dei controlli (CC) hanno presentato una alterazione macroscopica della mucosa. L'esame citometrico è alterato nel 24% degli EE e nel 12,5% dei CC. Tali differenze non sono per altro significative. E' stata invece rilevata una differenza significativa a riguardo del riscontro di secrezioni, presenti nel 28% degli EE e nell'11,4% dei CC (PR 2,69; IC 95% 1,05-6,89).

I risultati dello studio della funzione respiratoria non sembrano confermare l'ipotesi che una prolungata esposizione professionale a polveri di legno determini alterazioni della funzione respiratoria (fatta eccezione per l'asma bronchiale).

I risultati dello studio delle mucose nasali non consentono di considerare la rinoscopia come una tecnica routinaria per l'identificazione precoce di alterazioni della mucosa nasale predittive di una possibile successiva degenerazione neoplastica.

Si conclude con una proposta operativa per la sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti.

Parole chiave: polveri di legno; funzione respiratoria; mucose nasali; sorveglianza sanitaria.

* *Telefono:* 031 999209 *Fax:* 031 999359

Indirizzo: Via Roma, 61 – Olgiate Comasco (CO)

E-mail: aiani@asl.como.it

1. Introduzione

La patologia nasale indotta da polvere di legno (PL) duro è nota da tempo in letteratura, mentre per le vie aeree profonde non è mai stato descritto, neppure dal Gruppo di Studio per l'Indagine sulla Salute Respiratoria della Comunità Europea (ECRHS), un aumento di patologia a carico delle vie respiratorie come la bronchite cronica, né una riduzione della pervietà delle vie aeree ad eccezione dell'asma allergico. Scopo di questo studio è la valutazione della funzionalità respiratoria mediante curva flusso volume ed il confronto con il decremento annuo medio in lavoratori con prolungata (>33 aa) esposizione a PL.

L'asma bronchiale invece, ben documentata in lavoratori del settore, è una malattia respiratoria caratterizzata da ostruzione bronchiale reversibile, iperreattività bronchiale, infiammazione bronchiale, sensibilizzazione a uno o più agenti specifici che suscitano risposte anche a basse dosi; tali agenti non causano asma in soggetti non sensibilizzati. La sensibilizzazione si sviluppa solo in una parte di soggetti esposti e dopo un certo periodo di latenza di mesi o anni.

I sintomi principali si manifestano come difficoltà respiratorie, tosse secca, fischi respiratori e senso di oppressione toracica che possono comparire durante l'esposizione alla sostanza scatenante o durante le ore notturne quando prevale la componente parasimpatica. Come in tutti i casi di sensibilizzazione professionale il test arresto-ripresa può documentare il nesso di causa.

In particolare l'associazione tra esposizione a polvere proveniente dalla lavorazione del cedro rosso occidentale (*Thuja Placata - Western red cedar*) e lo sviluppo di asma è attualmente ben documentata. Alcuni studi hanno dimostrato che il rischio di sviluppare un'asma di chiare origini professionali aumenta con l'incremento del livello di concentrazione di polvere di legno. La maggioranza degli studi non indica un livello di esposizione riconosciuto come sicuro, tuttavia alcuni fra questi suggeriscono la necessità di mantenere livelli di concentrazione inferiori a 1 mg/m³ per prevenire l'insorgere di nuovi casi di asma occupazionale.

Per ciò che concerne la patologia ostruttiva cronica non è convincente la relazione di causa effetto con l'esposizione a polveri di legno. In effetti solo il 25-30% della massa di polvere ha diametro aerodinamico <5 µm, quindi in grado di depositarsi a livello delle vie aeree profonde causandone un danno. Due studi hanno dimostrato che soggetti con elevata iperreattività bronchiale (senza asma da polveri di legno) esposti a concentrazioni di polvere di legno di 11,5 mg/m³ e 35,5 mg/m³ non hanno avuto alcuna risposta broncospastica. Tuttavia altri studi hanno mostrato una debole associazione con la riduzione della funzionalità respiratoria.

Pertanto l'asma allergico, con documentata origine IgE mediata, resta la forma più comune di patologia associata all'esposizione a polveri di legno (soprattutto Cedro Rosso, Iroko, Tanganika).

Accanto all'asma allergico va segnalata la rinite di natura allergica.

2.1 Studio della funzionalità respiratoria

I 90 soggetti esposti a polveri di legno, sono stati sottoposti a prove di funzionalità respiratoria a riposo e sono stati studiati i principali indici funzionali (VC, FEV1, FEV1/VC%).

E' stata raccolta l'anamnesi fisiologica, in particolare per quanto riguarda l'abitudine soggettiva a fumo di sigaretta, l'anamnesi patologica e quella lavorativa.

Nella Tabella 1 è riportata la percentuale di lavoratori fumatori e non fumatori.

Fumatore	Non fumatore
15 (16%)	75 (83%)

Tabella 1

Distribuzione della popolazione in relazione all'abitudine al fumo di sigaretta

La suddivisione in classi di fumatori secondo l'indice di fumo suggerito dai parametri CECA (fumatore lieve, medio, forte) non è stata effettuata considerato il numero esiguo di fumatori, 15 pari al 16% del totale.

Ex Fumatore	Mai fumatore
32 (43%)	43 (57%)

Tabella 2

Distribuzione della popolazione di non fumatori

Dei 75 soggetti non fumatori, il 43% dichiara di essere un ex fumatore ed il 57% di non avere mai fumato. Tuttavia tale fattore di rischio individuale, correlato all'esposizione a polveri di legno, sembra non aver influito significativamente sulla funzionalità respiratoria. Questo ultimo dato non si riscontra in altri settori lavorativi e sembrerebbe essere correlato anche all'elevato rischio di incendio presente nel comparto del legno.

I 90 soggetti esposti a polveri di legno sono stati sottoposti a spirometria di base effettuata secondo i criteri raccomandati dall'American Thoracic Society, con utilizzo di spirometro a campana Biomedin.

2.2 Risultati

La capacità vitale e il FEV1 sono stati posti a confronto con i parametri CECA71-Knudson in rapporto all'età, peso e altezza del singolo soggetto per la valutazione di eventuali deficit ventilatori.

Diagnosi	N Tot	%
Normale	74	82
Atteggimento ostruttivo	2	2,2
Atteggimento restrittivo	5	6
Deficit ostruttivo	3	3,3
Deficit restrittivo	2	2,2
Deficit misto	1	1,1
Risultato non attendibile	3	3,3

Tabella 3

Esiti delle prove di funzionalità respiratoria di base

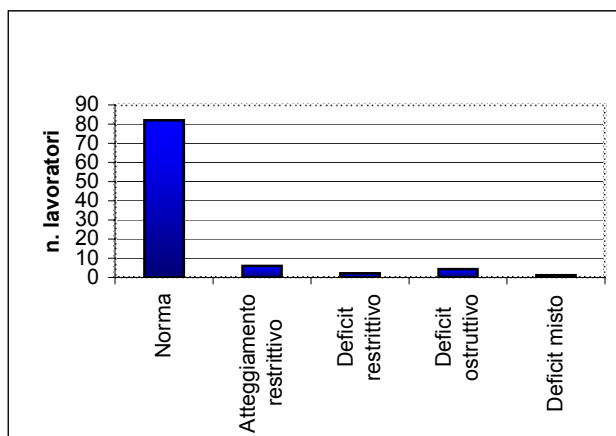


Figura 1

Distribuzione diagnosi

L'82% dei soggetti indagati ha evidenziato parametri rientranti nella normale variabilità, i soggetti che hanno deficit funzionali di tipo restrittivo sono stati sottoposti a prove di funzionalità respiratoria complete di diffusione alveolo capillare dei gas e volume residuo. La DLCO ed il VR dei soggetti indagati non hanno rilevato variazioni statisticamente significative. Tre soggetti hanno inoltre effettuato il test di reversibilità bronchiale dopo uso di B2 stimolanti con buona risposta parziale.

E' stato inoltre considerato l'indice di Tiffenau quale parametro indicatore di un decremento più accelerato rispetto all'atteso ($FEV_1 > 50$ ml/anno). Il confronto delle spirometrie eseguite negli anni, ha evidenziato una riduzione non superiore a 30 ml/anno nel 92% dei casi e solo l'8% ha avuto una riduzione dell' indice di Tiffenau (IT < 75% dell'atteso).

Considerata l'età media (53 anni) dei soggetti ed il fisiologico decremento funzionale medio annuo per i due parametri VC (Capacità Vitale) e FEV_1 , non si evidenzia un

decremento superiore all'atteso dei due valori come riportato in letteratura in particolare per il FEV1 >50 ml/anno come comunemente accettato.

Infine, nella nostra casistica degli ultimi 20 anni, si segnalano cinque casi positivi al test di provocazione bronchiale specifica per polveri di legno esotico quali: iroko, obeche, tanganica, akatio, pernambuco.

2.3 Discussione

Le prove di funzionalità respiratoria dei soggetti esposti a polveri di legno non hanno evidenziato la presenza di deficit respiratori significativi. Si sono evidenziati (Tabella 3) 5 quadri spirometrici con atteggiamento restrittivo legati verosimilmente alle struttura somatica (peso e altezza) di alcuni soggetti e solo 2 casi con deficit restrittivo. Tre spirometrie non sono risultate attendibili per mancata compliance da parte dei soggetti. Nella maggior parte di questi lavoratori del legno, sicuramente esposti in passato a concentrazioni superiori all'attuale limite adottato per la polvere di legno, non è stato rilevato un decremento funzionale polmonare significativo.

Dall'analisi condotta nel presente studio, non risulta ipotizzabile un rapporto diretto tra entità dell'esposizione a polveri di legno e riduzione dei valori degli indici di pervietà bronchiale.

Ciò è verosimilmente dovuto alla distribuzione granulometrica delle polveri di legno. Infatti, dai dati evidenziati in letteratura, solo il 25-30% della polvere ha diametro aerodinamico inferiore a 5 micron e pertanto in grado di raggiungere le vie aeree profonde.

Infine deve essere considerato l'effetto di "selezione" dei lavoratori occupati nel settore dei mobilifici che avviene sia in fase di preassunzione, che per abbandono o trasferimento ad altre mansioni meno a rischio, di quei lavoratori broncolabili che abbiano lamentato sintomi respiratori in corso di attività di falegnameria.

Tale fenomeno, noto in letteratura sotto la dicitura di "lavoratore sano" limita la possibilità di studiare la prevalenza di patologie del settore mediante uno studio trasversale.

3.1 Utilità della valutazione della mucosa nasale

Nel 1995 la IARC ha incluso la polvere di legno (PL) fra gli agenti sicuramente cancerogeni per l'uomo (Gruppo 1) specificando che la valutazione si basava su un evidente eccesso di tumori naso-sinusali fra gli esposti a PL duro.

In Italia il DLgs 66/2000, che recepisce la direttiva europea 1999/38/CE, modifica il Titolo VII del DLgs 626/94 includendo fra i cancerogeni anche l'attività lavorativa comportante esposizione a PL duro. Stabilisce inoltre il limite di 5 mg/m³ come valore di riferimento per l'esposizione a tali polveri. Le Linee Guida sull'applicazione del titolo VII del DLgs. 626/94 relative alle lavorazioni che espongono a PL duro propongono protocolli di sorveglianza sanitaria graduando il livello di approfondimento diagnostico in rapporto ai livelli di esposizione.

Dal 2001 l'ACGIH pone il TLV-TWA ad 1 mg/m³ per i legni duri ed a 5 mg/m³ per i legni dolci con TLV-STEL di 10 mg/m³.

Il presente lavoro ha come scopo la valutazione della mucosa delle cavità nasali nei lavoratori con prolungata esposizione professionale a PL per individuarne eventuali alterazioni, nell'ipotesi che tali alterazioni, seppur di modesta entità, possano costituire gli effetti iniziali dell'esposizione cronica a polveri di legno e il possibile substrato patologico per la successiva degenerazione neoplastica.

Sono stati arruolati 50 soggetti esposti (EE) provenienti da aziende del settore della seconda lavorazione del legno della provincia di Como aventi le seguenti caratteristiche: sesso maschile, almeno 20 aa di esposizione lavorativa a PL, nessuna esposizione pregressa a polveri di cuoio e/o cromo, nessuna esposizione attuale a fumi di saldatura o altri fumi e/o vapori potenzialmente irritanti, assenza di rinite acuta in atto. Numerose aziende del Comasco, appartenenti al settore, sono state preliminarmente oggetto di un'indagine di igiene industriale che ha mostrato livelli medi di esposizione a PL pari a 1,29 mg/m³ (DS 1,28).

Il gruppo di controllo è formato da 48 soggetti (CC), senza esposizione a PL né ad altri agenti irritanti, con età paragonabile agli EE.

I dati anamnestici raccolti dai soggetti EE a PL e dai CC sono i seguenti: età, abitudine al fumo, pregressi interventi chirurgici al naso, pregressi traumi nasali condizionanti intervento medico, utilizzo di farmaci per via nasale, atopia nota.

Negli EE sono state inoltre valutate i seguenti aspetti: anzianità lavorativa, descrizione dell'attività lavorativa, utilizzo di dispositivi di protezione individuale per le vie respiratorie attuale e/o pregresso, adozione di misure di prevenzione, quali: presenza di impianto di aspirazione (attuale e pregresso) localizzato al piano di lavoro, uso di aspiratore per il depolveramento, cambio d'abito al termine del lavoro. A tutti i soggetti è stato somministrato il questionario per lo studio dei disturbi nasali proposto dalle "Linee Guida sull'applicazione del titolo VII del DLgs 626/94 relative alle lavorazioni che espongono a PL duro". Il questionario, secondo le linee guida, è mirato alla individuazione di disturbi nasali necessitanti approfondimenti specialistici.

Gli EE e i CC sono stati sottoposti a visita otorinolaringoiatrica comprendente rinofibroscopia. In particolare sono state valutate le alterazioni della mucosa quali l'iperemia, l'ipertrofia, la distrofia, l'atrofia, l'ulcerazione. E' stata ricercata la presenza di secrezioni (sierose, mucose, purulente, ematiche) e di polipi.

E' stato effettuato lo studio citometrico sullo striscio nasale (a livello del turbinato inferiore sx) da tamponcino cotonato. Lo striscio nasale è stato esaminato al microscopio ottico (a 1000 X) per la conta della cellularità (neutrofili, eosinofili, basofili), con metodo di classificazione quantitativa/semiquantitativa.

Per valutare le effettive differenze tra i risultati ottenuti negli EE e nei CC è stato utilizzato il rapporto di prevalenza (RP) con IC95%.

3.2 Risultati

I 50 EE hanno un'età media di 51,1 anni e un'anzianità lavorativa media nel settore della lavorazione del legno di 33,5 anni (tabella 4).

	Soggetti esposti	Soggetti non esposti
N° soggetti	50	48
Range età	36-71	43-67
Età media (DS)	51,1 (5,9)	51,7 (5,9)
Range anzianità	23-55	/
Anzianità di esp. a PL media (DS)	33,5 (6,2)	/
Anzianità di esp. a PL mediana	33	/
Fumatori	18 %	6.2 %

Tabella 4
Statistica descrittiva

Gli EE sono falegnami addetti alla seconda lavorazione del legno per il 58% addetti alla lavorazione meccanica, 14% alla carteggiatura/levigatura, il 28% ad entrambe. Nel 98% dei casi gli EE utilizzano anche legni duri. Gli impianti di aspirazione collocati al piano di lavoro sono presenti da svariati anni nell'ambito del settore. La maschera protettiva delle vie aeree è utilizzata con regolarità solo nel 7% degli EE. L'aspiratore per il depolveramento non è mai utilizzato; il cambio d'abito al termine del lavoro è effettuato saltuariamente.

L'applicazione del questionario mostra che poco meno della metà degli EE e dei CC segnalano un disturbo rinologico (PR 1,14 IC95% 0,72-1,80).

La rinoscopia ha mostrato alterazioni macroscopiche della mucosa nel 44% degli EE e nel 33,4% dei CC (RP 1,32 IC95% 0,79-2,19). Le alterazioni più frequenti, in entrambe le popolazioni, sono l'iperemia e l'ipertrofia. Sono presenti in numero superiore negli EE anche altre alterazioni della mucosa quali la distrofia e l'atrofia, senza tutta via raggiungere la significatività statistica (RP 2,40 IC 95% 0,49-11,78).

Alla rinoscopia è stata valutata la presenza di secrezioni a livello delle cavità nasali; il ristagno di secrezioni è possibile espressione di paralisi o rallentamento della clearance muco-ciliare. La prevalenza di secrezioni risulta più elevata negli EE (28% EE vs 11,4% CC; RP 2,69 IC95% 1,05-6,89).

L'analisi microscopica degli strisci nasali mostra un aumento rilevante dei granulociti neutrofili in 11 casi tra gli EE (2 in fumatori) e in 5 casi tra i CC (nessuno fumatore), un caso tra gli EE di aumento significativo degli eosinofili ed uno tra i CC [RP 1,92 IC95% 0,78-4,71].

Le alterazioni citometriche si rilevano, negli esposti come nei controlli, sia fra i soggetti con alterazioni macroscopiche delle mucose che fra i soggetti con mucose normali, senza differenze significative.

3.3 Discussione

Alla base dell'indagine condotta vi era l'ipotesi che un accurato controllo della mucosa delle cavità nasali potesse evidenziare, in soggetti con elevata esposizione a PL, una significativa frequenza di alterazioni da attribuire all'effetto della prolungata esposizione a PL.

I risultati ottenuti non sembrano confermare l'ipotesi. In effetti le alterazioni macroscopiche delle mucose sono moderatamente più frequenti negli EE rispetto al gruppo di controllo, ma tale differenza non raggiunge la significatività statistica. Le alterazioni dell'esame citometrico dello striscio nasale mettono in luce una maggior frequenza di soggetti con aumento dei granulociti, senza che tale differenza rispetto ai CC raggiunga la conferma statistica. La sintomatologia soggettiva nelle due popolazioni è praticamente sovrapponibile e non è in accordo con i rilievi macroscopici e microscopici. Soltanto la presenza di secrezioni nasali alla rinoscopia ha una frequenza più elevata negli EE rispetto ai CC, con conferma statistica (RP 2.69, IC95%: 1.05-6.89).

I nostri risultati mettono in luce nei CC una inaspettata prevalenza di disturbi soggettivi (42%), di alterazioni della mucosa (33%), di aumento patologico dei granulociti (11%), dati sorprendenti se si considera che i CC svolgono attività lavorative "pulite". Questi risultati possono essere interpretati come conseguenza di "insulti" di origine non professionale, ad esempio eventi di natura infettiva, allergopatie, abitudine al fumo, inquinamento atmosferico generale.

Le infezioni nasali acute di natura virale e/o batterica non possono aver giocato alcun ruolo causale in quanto la loro presenza al momento dell'indagine è stata considerata criterio di esclusione dallo studio. Non può essere invece escluso un potenziale danno cronico causato dalla reiterazione di ripetuti eventi infettivi in soggetti predisposti. Il fumo di sigaretta, sembra avere scarsa rilevanza, in parziale contrasto con la letteratura, anche se il dato deve tener conto della limitata numerosità dei soggetti.

Per quanto concerne l'inquinamento atmosferico possiamo osservare che le rilevazioni dell'ARPA evidenziano nell'area della bassa Brianza livelli di inquinamento elevati, non molto differenti da quelli dell'area urbana milanese.

Assumendo come possibile l'azione dell'inquinamento atmosferico già segnalata in letteratura, i nostri risultati possono suggerire che l'effetto delle PL, di per sé di modesta entità, si sovrapponga agli effetti degli inquinanti atmosferici.

Tuttavia, mentre per i quadri morfologici frequenti (iperemia, ipertrofia) gli eventuali effetti delle PL si confondono con quelli verosimilmente prodotti dall'inquinamento atmosferico, per le alterazioni più significative (quali distrofia, atrofia, ristagno delle secrezioni) dai nostri dati sembra di poter evidenziare un effetto più specifico delle PL, anche se la scarsa numerosità di tali quadri consente di raggiungere la significatività statistica solo per la presenza di secrezioni. Pur nei limiti di incertezza di queste considerazioni e in attesa di ulteriori conferme su popolazioni più ampie, si ritiene di poter già avanzare dubbi sull'utilità di effettuare routinariamente valutazioni specialistiche ORL per gli esposti a PL (come indicato dalle Linee Guida già citate in precedenza). Non sembra di poter individuare

indicatori utili per una possibile diagnosi precoce delle neoplasie naso-sinusali. La relativa modestia degli effetti a carico delle mucose nasali da noi riscontrata in soggetti con esposizione particolarmente elevata sembra suggerire che il dibattito attualmente in corso sulla riduzione dei VLE delle Polveri di Legno dovrebbe focalizzarsi sulla prevenzione della patologia allergica e delle neoplasie, e non sugli effetti irritativi.

4. Proposte per la sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a polveri di legno

- Visita medica annuale con attenzione all'apparato respiratorio ed alle mucose nasali: raccolta anamnesi e sintomatologia locale guidata da questionari validati (ReNaTuNS) ed esame rinoscopico anteriore
- Prove di funzionalità respiratoria a riposo con curva flusso volume: periodicità biennale.
- L'esame obiettivo deve considerare attentamente l'apparato cutaneo specialmente nelle attività con utilizzo di legni esotici
- A seguito del rilievo di sintomi o segni clinici di significato patologico (ostruzione nasale monolaterale, epistassi, rinorrea, dolore e parestesie all'arcata dentaria superiore, alterazioni olfattive, tumefazioni facciali, marcato dolore ai seni paranasali) potranno essere richiesti, da parte del Medico Competente approfondimenti specialistici presso strutture ospedaliere o universitarie di Medicina del Lavoro per eventuali accertamenti rinoskopici (in sede ORL), o per valutazioni allergologiche o di funzionalità respiratoria.
- Esami ematochimici eventualmente suggeriti dal Medico Competente sulla base dei risultati della visita.

Altri esami strumentali mirati ad altri rischi lavorativi del settore (rumore, vibrazioni, MMC, solventi...) non sono oggetto di questa trattazione.

Bibliografia

8. Zock JP, Sunnnyer J, Kogevinas M, Kromhout H, Burney P, Antò JM, ECHRS Study Group. Occupation, chronic bronchitis, and lung function in young adults. An international study. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 163: 1572 - 1577.
9. Chan-Yeung M: Western red cedar and other wood dusts. In Bernstein L, Chan-Yeung M, Malo J, Bernstein DI (eds). *Asthma in the workplace*. New York: Marcel Dekker. 1993, 503 - 531
10. Brooks SM, Edwards JJ Jr, Apol A, Edwards FH: An epidemiologic study of workers exposed to western red cedar and other woods dust. *Chest*. 1981, 80: 305 – 325
11. Chan-Yeung M, Desjardins A: Bronchial Hyperresponsiveness and level of exposure in occupational asthma due to western red cedar (*Thuja plicata*). Serial observations before and after development of symptoms. *Am. Rev Respir Dis*. 1992, 146: 1606 - 1609

12. Vedal S, Chan-Yeung M, Enarson D, Fera T M, Mac lean L, Tse KS, Langille R. Symptoms and pulmonary functions in western red cedar workers related to the duration of employment and dust exposure. *Arch Environ Health*. 1986, 41: 179 – 183
13. De Luca S, Caire N, Cloutier Y et al: Acute exposure to sawdust does not alter airway calibre and responsiveness to histamine in asthmatic subjects. *Eur Respir J* 1988; 1: 540 - 546.
14. Innocenti A, Scancarello G, Tofanelli A, Mariano A: La polvere di legno di per sé non è in grado di indurre risposte broncospastiche in soggetti iperreattivi. *Atti 52° Congresso SIMLII – Palermo 1989: 467 - 470*
15. Teschke K, Hertzman C et al. :Level and idtribution of employee exposures to total and respirable wood dust in two Canadian sawmills, *Am Ind Hyg Assoc J*, 1994, 55: 245 - 250
16. Goldsmith DF: An epidemiologic study of respiratory health effects in a group of North Carolina furniture workers., Shy CM. *J Occup Med*. 1988 Dec;30(12): 959 – 65
17. Gobba F, Scaringi M, Raccatto L: Il decremento funzionale respiratorio in esposti ad alti livelli di polveri di legno.
18. Glindmeyer HW, Diem JE, Jones RN, Weill H. Noncomparability of longitudinally and cross-sectionally determined annual changes in spirometry. *Am Rev Resp Dis* 1982; 125: 544 - 548.
19. Innocenti A, Ciapini C, Cassinelli C, Nerozzi F, Pippi PG, Selmi M. L'esposizione a polveri di legno nella rifinitura dei fusti in legno per salotti. *Atto 20° Congresso Nazionale AIDII, Viterbo, 2002, 118 - 121.*
20. Alfonzo S., Calabretta M: I profili di rischio chimico-fisico nel comparto produzione manufatti in legno 2002
21. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans vol 62: Wood dust and formaldehyde, IARC Press, Lyon, 1995: 3 - 215
22. Leopold DA Pollution: The nose and the sinuses *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1992 Jun;106 (6): 713 - 9. Review
23. Linee guida sull'applicazione del titolo VII 626/94 relative alle lavorazioni che espongono a polveri di legno duro. Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle regioni e delle province autonome. Settembre 2002
24. Naclerio RM: Rhinitis. Mechanism and Management. *Lung biology and health disease Vol. 123* Executive editor: Claude Lenfant

Misura delle polveri di legno e di formaldeide in aziende del pannello truciolare della Provincia di Mantova

E. Mossini*, A. Righi, S. Tieghi

Servizio Prevenzione e Sicurezza Ambienti di Lavoro, ASL della Provincia di Mantova

Riassunto. Vengono presentati i risultati di campionamenti in ambienti di lavoro di due aziende del settore della produzione di pannelli truciolari della provincia di Mantova, effettuati come Studio Speciale nell'ambito del Progetto Prevenzione Tumori Professionali nel settore legno (PPTP-Legno) della Regione Lombardia. Le misure si riferiscono alle polveri di legno totali rilevate in diverse postazioni della linea produttiva e alle concentrazioni di formaldeide utilizzata come componente della colla indispensabile per la realizzazione del pannello

Parole chiave: polveri di legno; formaldeide.

Nella provincia di Mantova sono presenti alcune importanti aziende del settore della produzione di pannelli truciolati e di sfogliato, largamente impiegati nella realizzazione di mobili e complementi di arredo.

Si tratta di aziende distribuite prevalentemente nel territorio vicino a Mantova e nella zona sud della provincia. Esse occupano circa 1100 addetti su un totale di circa 3500 lavoratori del settore legno (dati del 2005).

L'attenzione del Servizio PSAL di Mantova al rischio in questo settore si è concentrato sugli aspetti infortunistici legati alla estrema pericolosità di alcune delle attrezzature utilizzate e sugli aspetti di tossicologia industriale conseguenti all'inquinamento da polveri di legno e all'utilizzo di colle a base di formaldeide impiegate per la realizzazione dei pannelli.

Il legno truciolare è il sottoprodotto di altri processi di lavorazione del legno della più diversa provenienza; in generale, si tratta di legni appartenenti alla categoria dei legni teneri (soprattutto pioppo), ma non si può escludere che una quota del materiale sia costituito da legni duri.

* *Telefono:* 0376 334460 *Fax:* 0376 334461
Indirizzo: Via dei Toscani, 1 – 46100 Mantova
E-mail: spsal.mantova@aslmn.it

Nel periodo 2004 – 2005, come Studio Speciale nell'ambito del Progetto Prevenzione Tumori Professionali nel settore del legno (PPTP-Legno) promosso dalla Regione Lombardia, il Servizio PSAL ha effettuato delle misure di polverosità ambientale in due aziende di produzione dei pannelli truciolari accompagnate da rilevazioni delle concentrazioni nell'ambiente di lavoro della formaldeide.

Sono stati utilizzati in tutte le postazioni dei campionatori fissi.

Le postazioni verificate e i risultati delle analisi sono evidenziati nelle tabelle 1, 2 e 3:

POSTAZIONI	REPARTO	IMPIANTO	POLVEROSITA' (mg/m ³)
1	Formazione pannello	Inizio linea formaz.	2.05
2	Presse	Formatrice	0.89
3	Presse	Formatrice	0.28
4	Presse	Taglio materasso	0.72
5	Presse	Nastro trasportatore	0.78
6	Presse	Sala quadri	1.17
7	Presse	Resinatura	<0,05
8	Essiccatoio	Tamburo rotante	0.91
9	Essiccatoio	Vagli	0.27
10	Mulini	Macinazione verde	1.05
11	Mulini	Macinazione verde	1.09
12	Formazione pannello	Linea formazione	0.3
13	Formazione pannello	Linea formazione	0.33
14	Formazione pannello	Formatrice	<0.05
15	Formazione pannello	Taglio materasso	0.08
16	Formazione pannello	Sala quadri	0.05
17	Formazione pannello	Resinatura	0.14
18	Essiccatoio	Tamburo rotante	0.14
19	Essiccatoio	Vagli	0.51
20	Inceneritore		0.7
21	Mulini	Macinazione verde	0.56
22	Mulini	Macinazione verde	0.62

Tabella 1 Azienda 1 – misure di polverosità totale

POSTAZIONI	REPARTO	IMPIANTO	POLVEROSITA' (mg/m ³)
1	Legno pannelli	Squadratrice A	0.92
2	Legno pannelli	Squadratrice B	1.4
3	Legno pannelli	Sfogliatrice	1.04
4	Legno pannelli	Pressa truciolare	3.75
5	Legno pannelli	Pressa	1.35
6	Legno pannelli	Pressa	1.45
7	Legno pannelli	Essiccatoio	2,6

Tabella 2 Azienda 2 – misure di polverosità totale

AZIENDA	REPARTO	VALORE MINIMO (mg/m ³)	VALORE MASSIMO (mg/m ³)
1	Presse	0.12	0.34
1	Collante	0.02	0.05
2	Presse	0.001	0.04
2	Truciolare/Compensati	0.003	0.095

Tabella 3 livelli di formaldeide

I risultati delle analisi mostrano, per quanto attiene alle polveri di legno, valori inferiori al VLE di 5 mg/m³ (frazione inalabile) stabilito dal Decreto Legislativo 81/2008 per le polveri di legno duro; il riferimento a tale limite è opportuno considerando che il truciolare si deve considerare una miscela di polveri di legno, contenente perciò anche frazioni di legni duri. Oltre la metà delle misurazioni, inoltre, fa rilevare una concentrazione di polveri <1 mg/m³, valore da ritenersi maggiormente cautelativo e raggiungibile con adeguate soluzioni di bonifica¹.

Le misure di formaldeide sono state riportate in quanto l'industria del pannello truciolare utilizza ancora con sistematicità questa sostanza classificata cancerogena dalla IARC (Gruppo 1)² e con classificazione in revisione (attualmente è in categoria 3) dell'Unione Europea³; il processo produttivo del pannello sembra, al momento attuale, ancora caratterizzato dall'impiego di colle contenenti formaldeide: i dati rilevati evidenziano quale valore più elevato 0.34 mg/m³, molto vicino al TLV-C di 0.37 mg/m³ dell'ACGIH⁴, suggerendo la necessità di una maggiore attenzione al problema della formaldeide e della sua sostituzione con prodotti alternativi.

Bibliografia

- Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome – Titolo VII Decreto Legislativo 626/94 – Protezione da agenti cancerogeni – Lavorazioni che espongono a polveri di legno duro – LINEE GUIDA 2002
- IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans – Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-tert-Butoxy-2-propanol – Vol. 88, 2-9 June 2004
- P.E. Cirila, I. Martinotti, V. Foà – Formaldeide – in «Materiali Plastici. Salute e sicurezza nello stampaggio della plastica» - ed. CIMAL – Milano, maggio 2007
- ACGIH – Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices – Cincinnati, OH, 2007

Compatibilità ambientale nella produzione di mobili in legno massello: esempio di applicazione pratica

E. Foppa Pedretti*, A. Cazzago

Foppapedretti S.p.A./Foppapedretti Technology S.r.l., Bergamo

Foppapedretti nacque nel 1945 ad opera di Ezio Foppa Pedretti come azienda produttrice di giocattoli in legno, utilizzando anche materiale riciclato dagli scarti di altre falegnamerie; alla fine degli anni '50 le mutate esigenze del mercato resero necessaria la diversificazione dell'assortimento nella serie di articoli per la prima infanzia, trampolino di lancio dell'azienda e suo biglietto da visita per decenni; successivamente, negli anni ottanta, si aggiunse l'ideazione e la produzione di mobili per giardino e per terrazzo e di oggetti per la casa.

Attualmente l'azienda occupa oltre duecento dipendenti, operanti in due unità produttive in provincia di Bergamo che si estendono per un totale di 152.000 m², dove si svolge l'intero ciclo integrato di produzione, a partire dall'ideazione, proseguendo con la progettazione, fino a giungere alla lavorazione e trasformazione del legno massiccio in prodotti finiti, in larga parte oggetto di brevetto.

L'identificazione di Foppapedretti con un'importante risorsa naturale come il legno, ha orientato l'azienda verso la promozione ed il sostegno concreto di un nuovo modello di sviluppo, basato sulla compatibilità tra industria e salvaguardia ambientale.

Esempi emblematici di questa filosofia sono l'appartenenza a BIOFOREST, un'Associazione ONLUS senza scopo di lucro nata per volontà di un gruppo di industriali e piccoli imprenditori allo scopo di promuovere una cultura produttiva più sensibile contribuendo concretamente al ripristino ed alla salvaguardia di risorse naturali in Italia e all'estero ed il recente ottenimento del marchio FSC (Forest Stewardess Council) che identifica i prodotti contenenti legno proveniente da foreste gestite in maniera corretta e responsabile secondo rigorosi standard ambientali, sociali ed economici.

Anche nel concepire il ciclo di lavorazione e nell'ideare i prodotti offerti ai consumatori la scelta di Foppapedretti è stata coerente coi principi sopra esposti: la scelta di utilizzare esclusivamente vernici a solvente acquoso, seppur onerosa dal

* *Telefono:* 035 830497 *Fax:* 035 831283
Indirizzo: Via A. Volta, 11 – 24064 Grumello del monte (BG)
E-mail: info@foppapedretti.it

punto di vista economico, ha portato alla drastica riduzione delle emissioni nocive nell'ambiente con il recupero e reintegro dei residui di vernice, all'estrema sicurezza per gli operatori addetti ed alla garanzia di atossicità per il consumatore, garantendo notevoli vantaggi per l'ambiente esterno e di lavoro.

Come detto, del legno, per tradizione aziendale, non si butta via nulla: gli scarti di lavorazione vengono sfruttati in molteplici modi e, nell'ottica di un bilancio integrato di impatto ambientale, tutti residui di legno, trucioli e segagione vengono recuperati, frantumati e, mediante un processo molto elaborato, riutilizzati come combustibile per il riscaldamento di tutti gli stabilimenti e gli uffici senza l'utilizzo di alcun combustibile fossile.

Nei mesi invernali, stante la maggior richiesta energetica, l'impatto carbonico nullo è reso possibile dall'utilizzo di un avanzatissimo impianto di aspirazione e parziale ricircolo: l'aria all'interno degli stabilimenti viene continuamente aspirata, filtrata e parzialmente reimpressa nell'ambiente produttivo con il completo recupero delle polveri, il tutto nel completo rispetto dei più stringenti standard di Igiene del Lavoro e della Norma Europea EN 12779/2005 "Safety of woodworking machines – Chip and dust extraction systems with fixed installation – Safety related performances and safety requirements", in particolare del punto 5.4.3.2.2 – "Residual dust in separator outlet/return air".

L'impianto, il primo del genere in Italia, è in regime di autorizzazione sperimentale da parte della Regione Lombardia, costantemente monitorato nel suo corretto funzionamento e con frequenti verifiche analitiche della concentrazione delle polveri di reimmissione e nell'ambiente di lavoro.

FOPPA PEDRETTI TECHNOLOGY S.p.A.						
Aria in uscita dal filtro a tasche - 2° stazione di filtrazione						
Rilievi eseguiti il giorno 22 ottobre 2007						
Pressione differenziale indicata		- 0.4 mbar				
Caratteristiche fisiche emissione.						
<small>Si veda il rapporto di prova n° 07.2070694 - 1</small>						
Portata effettiva		mc/h		26371		
Portata normalizzata		Nmcs/h		24273		
Dati caratteristici emissione - particellato						
	Rapporto di prova Lab. EST	Periodo di misura		Volume aspirato Nmcs	Particellato	
	N°	inizio	fine		Concentrazione mg/Nmcs	Flusso di massa g/h
1° misura	07.4043	13.37	14.37	0.570	0.02	0.53

A solo titolo di esempio si è sopra riportato l'esito di una indagine analitica sull'aria reimmessa, che dimostra come quanto riscontrato dall'analisi in oggetto (0.02 mg/Nm^3) sia addirittura dieci volte inferiore ai limiti prescritti dalla Norma EN 12779 precedentemente citata (0.2 mg/Nm^3) ed anche inferiore agli standard medi di polverosità dell'aria dell'ambiente esterno di molte zone della Provincia di Bergamo, come risultante da dati delle centraline ARPA. Di conseguenza estremamente confortanti sono anche i risultati relativi alle polveri nell'ambiente di lavoro, le cui concentrazioni medie risultano essere intorno a 0.4 mg/m^3 , con oscillazioni tra 0.22 e 0.69 mg/m^3 , meno della metà del limite obiettivo regionale di 1 mg/m^3 .

La storia della nostra azienda dimostra come la meticolosa attenzione alla progettazione del prodotto e dei più minuti particolari del ciclo di lavorazione, unita ad un costante impegno di manutenzione e di monitoraggio, possa rendere decisamente limitato l'impatto ambientale globale della produzione di mobili in legno massello, con benefici effetti anche sulla tutela del lavoratore.

INDICE PER AUTORI

Aiani M.R., 157
Foà V., 54, 63, 69
Baj A., 13
Bertazzi P.A., 63
Bregante G., 87
Cavallo D.M., 13
Cazzago A., 171
Cecchetti R., 150
Cirila A.M., 36
Cirila P.E., 54, 63, 69
Foppa Perdetti E., 171
Innocenti A., 27
Martinotti I., 54, 63, 69
Mascagli P., 157
Mensi C., 120
Mossini E., 167
Peruzzo C., 87
Porro S., 157
Quaianni T., 111
Redaelli M.L., 111
Riboldi L., 120
Righi A., 167
Settimi L., 150, 157
Tiegghi S., 167
Toffeletto F., 157
Tommasini R., 131

Questo volume è stato realizzato da
Centro Italiano Medicina Ambiente e Lavoro (CIMAL)
e terminato nel mese di maggio 2008 in Milano

