

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PARMA

Dottorato di ricerca in Scienze della Prevenzione

Ciclo XXVII

Polveri di legno e Tumori naso sinusali. Dalla patologia
all'esposizione: studio di dinamiche trasversali nelle
esposizioni professionali con individuazione analitica di
cancerogeni potenziali responsabili

Coordinatore:
Chiar.mo Prof. Antonio Mutti

Tutor:
Dott.ssa Lucia Miligi

Dottorando: Marco Vitelli

Indice

1. INTRODUZIONE.....	6
1.2 La ricerca presentata	11
1.3 Obbiettivi dello studio	14
2. EFFETTI DELL'ESPOSIZIONE ALLE POLVERI DI LEGNO SULLA SALUTE UMANA.....	15
2.2 Tumori naso sinusali.....	16
3. IL LEGNO	18
3.2 Il cracking della lignina.....	23
3.3 I fenoli	26
3.4 Le fasi sperimentali.....	28
4. LE ESPOSIZIONI PROFESSIONALI: UNA PROSPETTIVA POCO RASSICURANTE.....	37
4.2 Il caso di un distretto toscano.....	38
4.3 Il problema della diffusione delle polveri nella progettazione degli spazi di lavoro	45
5. INQUADRAMENTO NORMATIVO IN ITALIA.....	50

6. <i>IL REGISTRO NAZIONALE TUMORI NASO SINUSALI.....</i>	<i>52</i>
7. <i>IL PROBLEMA DELLA TRASVERSALITÀ DEI COMPARTI.....</i>	<i>54</i>
8. <i>DATI SPERIMENTALI DI ESPOSIZIONE: ESPOSIZIONI NON NOTE IN COMPARTI NON TRADIZIONALI.....</i>	<i>58</i>
8.2 <i>Le emissioni diffuse, un problema di sanità pubblica.....</i>	<i>58</i>
8.3 <i>Diossine in ambiente confinato.....</i>	<i>62</i>
8.4 <i>Le polveri di legno in metalmeccanica.....</i>	<i>63</i>
9. <i>CONCLUSIONI E PROSPETTIVE.....</i>	<i>76</i>
10. <i>LIMITI DELLO STUDIO E POTENZIALITÀ DI SVILUPPO.....</i>	<i>79</i>
11. <i>BIBLIOGRAFIA</i>	<i>80</i>

ALLEGATI :

(A) *Articolo in corso di pubblicazione su rivista E&P:*

*“Industria del legno e diossine. Studio prospettico su un caso di manutentori
delle caldaie a scarti di legno e trucioli”.*

(B) *Elenco pubblicazioni e riconoscimenti inerenti la ricerca presentata.*

RINGRAZIAMENTI:

Desidero ringraziare il Coordinatore del corso di dottorato in Scienze della Prevenzione dell'Università di Parma, Prof. Antonio Mutti, per le sue fondamentali raccomandazioni ed indicazioni che hanno orientato il lavoro svolto nei tre anni.

Un sentito ringraziamento va poi alla mia tutor, la Dottoressa Lucia Miligi dell' ISPO, Istituto per lo Studio e la prevenzione Oncologica, SC di Epidemiologia Ambientale ed Occupazionale di Firenze, per le opportunità di crescita professionale offertemi e per avermi sostenuto, indirizzato e consigliato nello sviluppo del lavoro, grazie alla quale è stato possibile valorizzare quanto evidenziato nella presente ricerca.

Infine ringrazio per le preziose indicazioni e supporto nelle diverse fasi della ricerca il Dott. Gianfranco Sciarra, Direttore del Laboratorio di Sanità Pubblica Area Vasta Toscana Sud Est Azienda USL 7, ed il Dott. Daniele Paciacconi del Servizio Prevenzione Igiene Salute e Sicurezza del Lavoro della USL di Viterbo.

“Lentamente muore chi non capovolge il tavolo, chi è infelice sul lavoro, chi non rischia la certezza per l’incertezza per inseguire un sogno, chi non si permette almeno una volta nella vita di fuggire ai consigli sensati”.

Pablo Neruda.

*Ai miei genitori, esempio di vita,
per tutto ciò che mi hanno insegnato..
A Giada, per i suoi sorrisi.*

1. Introduzione

L'industria del legno conta ad oggi in Italia più di 200.000 addetti (Fonte: Istat 2013 “competitività dei settori produttivi”), una cifra stimata comprendendo tutto il personale che opera nell'intera filiera produttiva: dall'operaio forestale fino a giungere al finitore mobiliere.

**Distribuzione degli addetti delle unità locali delle imprese per provincia
- Anno 2010**

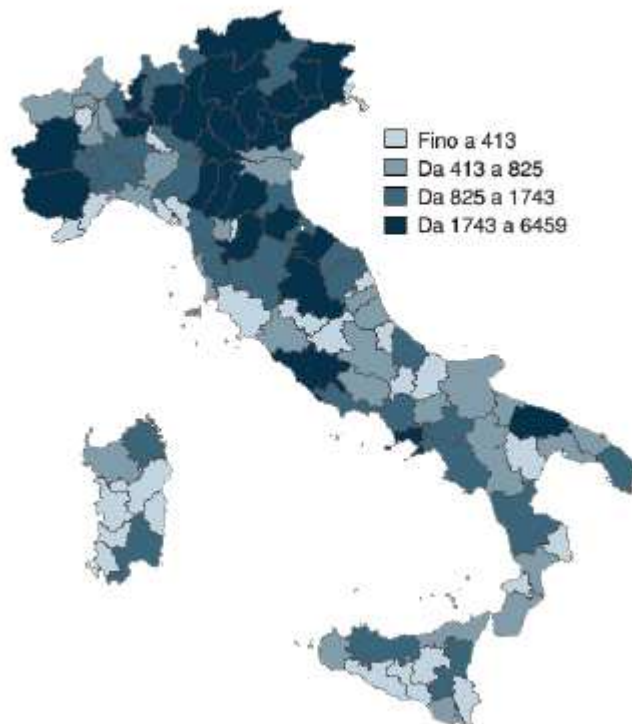


Fig.1: da “Competitività dei settori produttivi”, ISTAT 2013

Considerando tutti i profili professionali relativi ai lavoratori ritenuti potenzialmente esposti alle polveri di legno, ivi compresi forestali, carpentieri edili, cartari, al 1993 si sarebbero contati in Italia

319.000 lavoratori ⁽¹⁾ con un trend decrescente aggiornato al 2003 che viene ridimensionato da studi successivi a 280.000 unità ⁽²⁾

L'esposizione a polveri di legno può determinare effetti di vario tipo sulla salute umana, proprio perché ritroviamo in questa materia prima la somma di più fattori che possono interagire a più livelli con il metabolismo umano:

- fattori biologici: possono dare luogo a reazioni a sostanze (es. funghi e muffe) contenute nei diversi legni;
- fattori fisici: la granulometria della polvere determina la sua capacità invasiva delle vie di accesso nell'organismo umano, dalla quale possono scaturire processi infiammatori
- fattori chimici: in alcune fasi di trasformazione del legno, le sostanze contenute naturalmente in esso, possono subire degradazioni a molecole diverse, determinando potenziali rischi per la salute dei lavoratori.

Possono pertanto essere indotte reazioni a carattere acuto, o cronico, anche in relazione ai tempi di esposizione alle polveri.

La polvere di legno può essere distinta in inalabile, toracica e respirabile a seconda della dimensione delle particelle che la compongono ⁽³⁾, più le polveri risultano “fini”, maggiore ne risulta la capacità di penetrazione delle vie aeree.

Una delle più gravi patologie per le quali è stata correlata con certezza l'esposizione alle polveri di legno ⁽⁴⁾ è il tumore del naso e seni nasali (abbr. TuNs o SNC: Sino nasal cancer).

L'esposizione alle polveri di legno, in particolare a quelle di legno "duro", è stata correlata con certezza allo sviluppo del tumore del naso e dei seni nasali ⁽⁵⁾ e, benché sia abbastanza ben nota l'associazione causa/effetto, rimangono molti interrogativi sulla genesi e sui fattori espositivi che ne determinano l'insorgenza.

E' comprensibile che lo studio di una patologia avente latenza pluridecennale, non può non tener conto di basi dati forti sulle quali poter condurre una attività di ricerca mirata ed organizzata.

Il lavoro presentato è per di più un esempio della importanza che la collaborazione tra enti di ricerca, cura e controllo riveste in una ottica di ottimizzazione della prevenzione.

La base dati di fonte primaria è stata desunta dal "Registro dei tumori naso sinusali della Toscana" anche in considerazione del fatto che la Toscana riflette l'andamento nazionale occupazionale nel settore, attestandosi a circa 355 addetti alla lavorazione del legno x100.000 abitanti nel 1996, con un decremento complessivo dal '71 al '96 del 22% ⁽⁶⁾

La nascita ed il successivo sviluppo, di un sistema nazionale organizzato di raccolta ed elaborazione dei dati relativi ai casi di

tumore naso sinusale, che trova la sua espressione nel Registro Nazionale dei Tumori naso sinusali (ReNaTuNS), è di particolare importanza per ciò che concerne la comprensione delle storie pregresse in termini di esposizione potenziale dei soggetti registrati, benché anche quest'ultima non sia sempre così ben chiara.

Il dato espositivo è infatti un dato desumibile dall'anamnesi lavorativa del singolo soggetto tramite una intervista mirata a mezzo di questionari strutturati.

Una domanda che ci siamo posti all'inizio della ricerca presentata, è stata proprio fondata sull'eventualità che potessero essere svelati ulteriori elementi importanti da poter indagare tali da fornirci indicazioni su esposizioni non note.

In diversi casi, abbiamo potuto ricostruire, anche in tempistiche successive alle indagini effettuate, una esposizione a polveri di legno in nesso diretto con lo sviluppo della patologia ⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾

Nel corso dello studio, abbiamo poi avuto modo di verificare esposizioni a cancerogeni originati da alcune lavorazioni del legno ⁽¹¹⁾, che sono anch'esse da porre in nesso causale con l'insorgenza dei Tumori Naso sinusali (TuNS), e di testare lo "stato di salute" di un campione rappresentativo di aziende del settore (articolo in corso di revisione GIMLE , Residual exposure in hardwood industry:limits of extraction systems aut.:Vitelli M., Paciacconi D.)

.

Ad oggi è possibile una stima annuale del livello di incidenza del tumore naso sinusale, ottenuta dal totale dei casi rilevabili dai registri regionali dei tumori naso sinusali ,che risulta di circa 0.2-1.9 casi su 100,000 negli uomini e 0.1- 0.6 nelle donne (fonte: Registri Tumori Naso Sinusali), ma a causa della non omogenea attivazione dei registri su scala nazionale e delle connesse difficoltà di raccolta dei dati, è ragionevole ritenere che il dato sia piuttosto sottodimensionato.

A tal proposito, è utile ricordare che uno studio prospettico statunitense, ha stimato che su circa 350.000 soggetti, ben 11.541 addetti alla lavorazione del legno hanno un rischio relativamente più alto di mortalità a causa di malattie polmonari, rispetto a soggetti che non sono stati esposti. ⁽¹²⁾

1.2 La ricerca presentata

La ricerca si basa sul concetto base che dovrebbe definire una prevenzione efficace, e cioè, che lo scambio di conoscenze tra fonti di raccolta ed elaborazione dati, enti di controllo e strutture di cura e ricerca è un presupposto imprescindibile ai fini della tutela della salute dei lavoratori e più in generale, della cittadinanza tutta.

Oggi più che mai, i percorsi di razionalizzazione di personale e strutture sanitarie, indotti dalla necessità di contenimento della spesa pubblica, ci spingono a soluzioni tendenti alla massima resa con minima spesa e pertanto, tutti gli interventi devono essere sempre più precisi e mirati.

La collaborazione tra i vari soggetti impegnati nella prevenzione non è più solo auspicabile, ma diviene necessaria.

Così, avendo avuto modo di affrontare nell'attività lavorativa la questione delle esposizioni professionali alle polveri di legno, ed avendo avuto l'occasione di condividere osservazioni e spunti di approfondimento con la mia tutor, è stato possibile strutturare un percorso di ricerca che fosse funzionale nella comprensione dei casi di tumore naso sinusale riportati nell'omonimo registro, oltre che nello studio di potenziali esposizioni non note, ma osservate con sospetto proprio durante la mia quotidiana attività professionale.

L'articolazione dello studio è stata suddivisa in più fasi, ed ha riguardato :

- o acquisizione del background bibliografico;
- o studio di casi di tumore naso sinusale non correlabili con esposizioni note;
- o indagini preliminari sullo “stato di salute” di un campione rappresentativo di ditte operanti in un distretto toscano, al fine di verificare il grado di esposizione ad oggi, tenuto conto delle potenziali migliorie dei sistemi di abbattimento introdotte dall'evoluzione tecnologica. Questa fase è stata reputata opportuna, tenuto conto dei lunghi tempi di latenza del tumore, soprattutto per avere una idea del potenziale trend futuro;
- o indagini laboratoristiche, nelle quali si sono accertate esposizioni a cancerogeni strettamente legate alla lavorazione del legno non soltanto limitate alla sola industria;
- o indagini ambientali, nelle quali si è evidenziato un problema di esposizione correlata alle lavorazioni del legno;
- o indagini osservazionali con conseguenti indagini analitiche, di alcuni casi osservati nello sviluppo dello studio e che aggiungono contributi importanti in termini di conoscenza di esposizioni, ad oggi non note.

In conclusione dello studio si è potuto dimostrare che a partire da evidenze cliniche è possibile evidenziare ed accertare esposizioni professionali non note, inoltre, modelli e sperimentazioni laboratoristiche hanno permesso di meglio comprendere il processo di formazione di alcuni cancerogeni compatibili con la formazione di tumori il cui bersaglio sia il primo tratto respiratorio (tannini, benzene, diossine).

Questo a dimostrazione di quanto sia sempre più importante un approccio multidisciplinare nella prevenzione per la tutela della salute dei lavoratori.

Va da sé che nella qualità delle esposizioni risulta determinante la granulometria delle polveri nella capacità invasiva delle vie aeree, e pertanto nella capacità di azione cinetica, meccanica e chimica nell'organismo umano.

Ne consegue in via generale che le attività che danno origine a polveri più fini, sono anche le attività che assoggettano gli operatori ad un rischio espositivo maggiore, benché recenti studi dimostrino livelli di esposizione da non sottovalutare anche per gli operatori forestali dalla cui attività prevalente di taglio per mezzo di seghe a catena da cui originano polveri e scarti più grossolani (trucioli, polveri a maggior granulometria, ecc).

Anche in queste attività è stata infatti rilevata una esposizione alle polveri di legno non trascurabile con valori di esposizione entro 1 mg/m³ in più del 50% dei casi, e di esposizione entro i 3 mg/m³ nel 10% dei casi ⁽¹³⁾

1.3 Obbiettivi dello studio

A partire da considerazioni fatte sui casi di tumore naso sinusale riportati nel Registro dei tumori del naso della Toscana, è stato condotto uno studio retrospettivo e prospettico, con lo scopo di verificare le associazioni esposizione/patologia di alcuni casi in cui non era evidente una attività specifica tale da poter essere correlata all'insorgenza del tumore naso sinusale.

La complessa strutturazione dello studio ha inoltre consentito, attraverso alcune fasi sperimentali ed osservazionali, di aggiungere elementi di conoscenza che riteniamo essere un prezioso contributo nella comprensione di dinamiche espositive non note.

2. Gli effetti dell'esposizione alle polveri di legno sulla salute umana

L'esposizione alle polveri di legno, sia duro che tenero, può indurre nell'organismo umano reazioni di varia intensità e natura, in altre parole, per essere estremamente esplicativi, può essere la “causa dello starnuto” come la causa di una formazione neoplasica.⁽¹⁴⁾

Le polveri di legno possono determinare effetti acuti sulla salute, sia a carattere reversibile, che permanente.

Uno studio condotto in una fabbrica di mobili ⁽¹⁵⁾ e in una segheria ⁽¹⁶⁾ hanno rivelato una diminuzione di 1 secondo volume espiratorio forzato (FEV1) e della capacità vitale forzata (FVC), accompagnato da un aumento significativo di insorgenza di affanno e apnee con sensazione di oppressione al petto⁽¹⁷⁾, ed inoltre sono ben documentati casi di asma, irritazione, riniti, sanguinamento nasale, e infezioni dei seni nasali.

Diversi studi dimostrano come la polvere di legno possa avere influenze negative nelle cavità nasali con danni dell'epitelio ciliato e sulla riduzione della sensibilità olfattiva ⁽¹⁸⁾ ⁽¹⁹⁾.

2.1 I tumori naso sinusali

I tumori maligni naso-sinusali (TuNS) comprendono le neoplasie delle cavità nasali, dei seni mascellare, sfenoidale, etmoidale ed accessori, e vengono codificati rispettivamente con i codici 160 e C30-C31 rispettivamente secondo la IX e la X revisione dell'International Classification of Diseases (ICD), includendo anche i tumori maligni localizzati nell'orecchio medio e nella tromba d'Eustachio

Tra questi gli istotipi più frequenti sono l'adenocarcinoma ed il carcinoma a cellule squamose.

A differenza di altri istotipi, in cui la relazione tra esposizione a polvere di legno e sviluppo del tumore naso sinusale non è così diretta, l'associazione tra adenocarcinoma ed esposizione a polveri di legno è stata ben documentata, tanto da rientrare nella casistica delle esposizioni “certe” ⁽²⁰⁾.

Il periodo di latenza istotipo, riferito in letteratura è compreso in un range di 20-40 anni.

La sopravvivenza media è del 52% a 5 anni dalla diagnosi ⁽²¹⁾, 47% negli uomini e del 51% nelle donne, con alta percentuale di complicazioni post-operatorie e bassa qualità della vita a seguito di intervento chirurgico, a causa delle deformità facciali derivanti.^{(22) (23)}

A differenza della maggior parte dei tumori, per i quali il fumo di tabacco e la dieta sono i più importanti fattori di rischio, le esposizioni occupazionali sarebbero i principali agenti eziologici degli SNC, soprattutto, come detto, per ciò che concerne l'adenocarcinoma.

La rarità di questi tumori rende improbabile che vengano riscontrate significative evidenze in coorti di lavoratori che non siano costituite da migliaia di soggetti, ed in cui siano misurabili la mortalità o l'incidenza nel corso di molti anni.

Un'elevata incidenza di TuNS è stata osservata nella lavorazione del legno e produzione di manufatti in legno, nelle raffinerie del nichel e nella manifattura delle scarpe ed di altri prodotti in pelle.



Fig. 2: Artico M, *Anatomia Umana-Principi*, Edi-Ermes, Milano

3. Il legno

Il legno è composto in prevalenza da polimeri strutturali quali lignina (15-35%), cellulosa (40-50%), ed emicellulosa (15-35%);

la maggior presenza dell'uno o dell'altro dà origine a legni classificabili come “legni duri” con la quale definizione vengono intese le latifoglie (noce, castagno, pioppo, tiglio, ecc) , e “legni teneri”, la quale definizione si riferisce alle aghifoglie (larice, pino, abete, ecc) , più ricche in cellulosa (Tabelle II,III,IV)

E' proprio la classificazione l'aspetto che più ci interessa dal punto di vista dell'esposizione professionale; essa indica intrinsecamente il potenziale di polverosità in quanto più un legno è compatto, più le sue polveri possono essere fini, diffusibili ed inalabili.

La loro diversa lavorabilità permette di utilizzarli in settori diversi:

il legno duro, avendo fibre più sottili e compatte, viene utilizzato in falegnameria ed ebanisteria, mentre il legno tenero, avendo fibre più larghe, trova ampio utilizzo nella realizzazione di semilavorati, carpenteria, produzione paste per carta, ecc. (Tabella I)

Va comunque puntualizzato che la definizione “botanica” sopra enunciata di legno duro o dolce non ricalca la classificazione utilizzata ai fini della salute e della sicurezza sul lavoro.

Un caso evidente è rappresentato dal legno di pioppo che seppur considerato dolce in termini di lavorabilità, è compreso tra i legni duri nell'elenco riportato nella Monografia IARC vol. 62: Wood dust and formaldehyde (IARC press, Lyon, 1995, pagg.3-215)

Tabella I. Esempio di impiego di alcuni legni comuni

TIPO LEGNO	PROPRIETA'	UTILIZZO
TENERO		
Pioppo	Poco resistente e lavorabile	Mobili, pasta da carta, compensati
Betulla	Leggero e pieghevole	Costruzioni, compensati, pasta da carta
Larice	Elastico e resistente	Barche, infissi, pavimenti
Abete	Facile da lavorare	Costruzioni, mobili, compensati
Pino	Molto resinoso e resistente	Barche, costruzioni, matite
DURO		
Faggio	Molto compatto	Barche, mobili, attrezzi da lavoro
Noce	Compatto e resistente	Mobili, rivestimenti
Frassino	Resistente e flessibile	Mobili, rivestimenti, utensili
Quercia	Molto compatto e resistente	Barche, travi, contenitori
Mogano	Molto compatto e resistente	Mobili e rifiniture
Palissandro	Molto compatto e resistente	Mobili, lavorazioni artistiche, rivestimenti
Ebano	Molto compatto e difficile da lavorare	Creazioni artistiche, strumenti musicali

Tabella II. Legni duri di utilizzo comune

Genere e specie	Nome comune inglese	Nome comune italiano
Hardwood (legno duro)		
<i>Acer</i>	Maple	Acero
<i>Alnus</i>	Alder	Ontano
<i>Betula</i>	Birch	Betulla
<i>Carya</i>	Hickory	Hickory
<i>Carpinus</i>	Hornbeam, white beech	Carpino o faggio bianco
<i>Castanea</i>	Chestnut	Castagno
<i>Fagus</i>	Beech	Faggio
<i>Fraxinus</i>	Ash	Frassino
<i>Juglans</i>	Walnut	Noce
<i>Platanus</i>	Sycamore	Platano
<i>Populus</i>	Aspen, poplar	Pioppo
<i>Prunus</i>	Cherry	Ciliegio
<i>Salix</i>	Willow	Salice
<i>Quercus</i>	Oak	Quercia
<i>Tilia</i>	Lime, basswood	Tiglio
<i>Ulmus</i>	Elm	Olmo

Tabella III. Legni duri tropicali

Genere e specie	Nome comune inglese	Nome comune italiano
Tropical hardwood (legno duro tropicale)		
<i>Agathis australis</i>	Kauri pine	Pino kauri
<i>Chlorophora excelsa</i>	Iroko	Iroko
<i>Dacrydium cupressinum</i>	Rimu, red pine	Pino rosso
<i>Dalbergia</i>	Palisander	Palissandro
<i>Dalbergia nigra</i>	Brazilian rosewood	Palissandro Brasiliano
<i>Diospyros</i>	Ebony	Ebano
<i>Khaya</i>	African mahogany	Mogano africano
<i>Mansonia</i>	Mansonia, bete	Mansonia
<i>Ochroma</i>	Balsa	Balsa
<i>Palaquium hexandrum</i>	Nyatoh	Nyatoh
<i>Pericopsis elata</i>	Afrormosia	Afrormosia
<i>Shorea</i>	Meranti	Meranti
<i>Testona grandis</i>	Teak	Teak
<i>Terminalia superba</i>	Limba, afara	Frakè bianco
<i>Triplochiton scleroxylon</i>	Obeche	Ayous

Tabella IV. Legni teneri

Genere e specie	Nome comune inglese	Nome comune italiano
Softwood (Legno dolce)		
<i>Abies</i>	Fir	Abete
<i>Chamaecyparis</i>	Cedar	Cedro
<i>Cupressus</i>	Cypress	Cipresso
<i>Larix</i>	Larch	Larice
<i>Picea</i>	Spruce	Picea-Abete
<i>Pinus</i>	Pine	Pino
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Douglas fir	Douglas
<i>Sequoia sempervirens</i>	Redwood	Sequoia
<i>Thuja</i>	Thuja, arbour vitae	Tuia
<i>Tsuga</i>	Hemlock	Tsuga

Tabelle II-IV riepilogative dei legni duri e legni teneri (tratto da MONOGRAFIA 62

“Wood dust and ormaldehyde” IARC, Lione 1995 -Da Vaucher 1986)

3.2 Il cracking della lignina

Durante una fase dello studio affrontato, riportato nell'articolo dal titolo "*Hardwood dust and lignin cracking products: Evidence of exposure to carcinogens*" (Vitelli M., Paciacconi D., 2013), si è voluto indagare un aspetto della composizione del legno (lignina-cellulosa-emicellulosa) nell'assumere un ruolo nel determinare rischi di genesi tumorale (es. TuNS), partendo dall'assunto che evidenze consolidate attribuiscono alle polveri di legno duro maggiore cancerogenicità rispetto a quelle risultanti da legno tenero.

In questo primo studio, si è partiti dalla considerazione che uno dei fattori critici nella lavorazione del legno, è dato dalla temperatura di contatto tra utensili e materia prima.

Questa interazione, innesca processi di variazione nella struttura del legno e può dar luogo a reazioni correlate.

Analogamente ad altri processi diversi, (esempio nella reazione di Maillard), in cui la temperatura è fattore determinante nella formazione di nuove molecole (es. acrilammide, con proprietà cancerogene dall'amido), la lignina (fig.3) contenuta nel legno sottoposto a stress termico, va incontro a deterioramento mediante un processo di cracking che può dar luogo alla formazione di nuove

molecole ⁽²⁴⁾ , alcune con note proprietà cancerogene e/o tossiche per l'uomo (tab V).

Inoltre, in determinate fasi di lavorazione, non è escluso un ruolo catalizzante dei metalli ossidati che vengono a contatto con il legno.

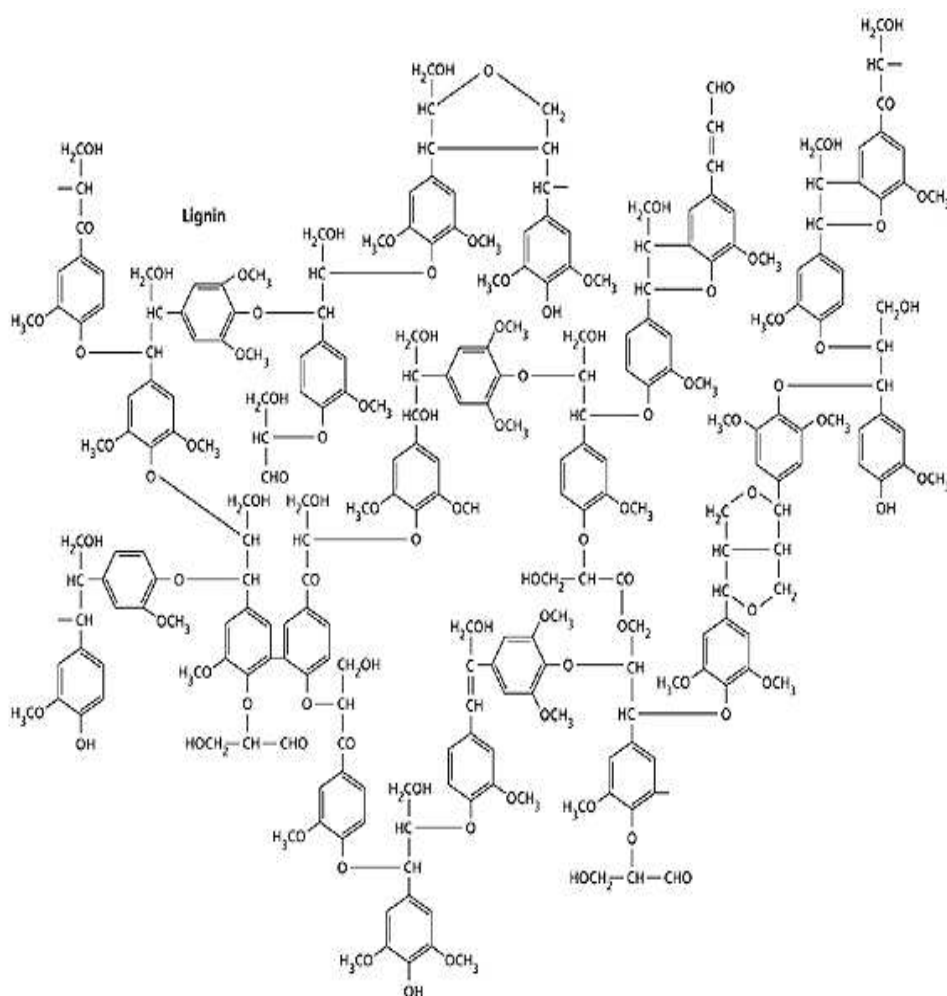


Fig.3 Struttura della lignina

La lignina è un polimero composto da numerosi monomeri di numerose molecole aromatiche che si legano tra loro in vari modi ⁽²⁵⁾.

Uno dei processi degenerativi della lignina porta alla formazione di tannini che contengono vari acidi (gallico, vanilico, salicilico, ecc) in funzione delle caratteristiche intrinseche della pianta. Questi acidi posseggono tutti un gruppo aromatico fenolico (fig.4)

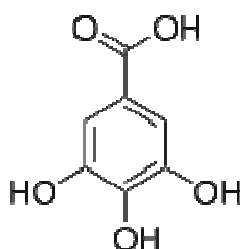


Fig.4 Esempio di struttura dell'Acido gallico

Proprio questo gruppo aromatico è oggetto di interesse in quanto in fase di cracking della lignina può ritrovarsi sotto diverse forme.

Il processo di cracking della lignina, sebbene piuttosto conosciuto e documentato in bibliografia, è stato indagato fondamentalmente per reazioni che avvengono in impianti di trattamento di biomasse, mentre non abbiamo trovato documentazione per ciò che concerne l'esposizione professionale dei lavoratori.

Durante la pirolisi, che avviene solo sotto determinate condizioni, si ha la formazione di varie sostanze di diversa natura ⁽²⁶⁾.

Nel presente studio, assunto il fatto che le temperature di contatto non sono particolarmente elevate considereremo solo quelle relative al gruppo dei fenoli in quanto sospettate di giocare un ruolo importante nella genesi tumorale.

3.3 I fenoli

I fenoli sono composti aromatici derivati dal benzene, aventi un gruppo OH (fig.5).

Questo legame, è piuttosto stabile, e la sua eventuale degradazione, ad esempio per azione enzimatica o fisica (temperatura e catalizzazione) può in linea teorica portare alla formazione di benzene (fig.6)

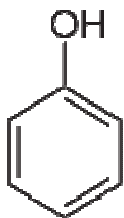


Fig. 5. struttura fenolo

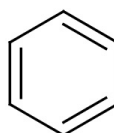


Fig. 6. struttura benzene

In tabella V viene riportato un prospetto riepilogativo di prodotti da cracking, estrapolato da diversi studi su impianti a biomasse per il recupero dei derivati a scopi energetici ^{(27) (28)}

Prodotti	Prodotto da Cracking
Fenolo	Si
Cresolo	Si
Acido Cresilico	Si
Xilenolo	Si
Etil e-propilfenoli	Si

Tab. V Esempio degradazione della lignina a seguito cracking

Il fenolo è collocato in classe 3 dallo IARC ed in classe 2 nella lista delle sostanze classificate cancerogene e/o mutagene dalla CE nel 19°, 20°, 21°, 22°, 23°, 24°, 25°, 26°, 27° e 28° Adeguamento al progresso tecnico della Direttiva 67/548/CEE.

Sulla scorta di queste informazioni, assunto il dato che in alcune lavorazioni del legno che prevedono una azione meccanica di sfregamento, quali ad esempio il taglio o la perforazione, durante le quali si può raggiungere il “punto di fumo” del materiale lavorato o addirittura il punto di perdita di tempra dei metalli, si riscontrerebbero teoricamente le condizioni di cracking della lignina e sempre in via teorica, vi sarebbero le condizioni per la formazione di molecole cancerogene, tossiche, o che possono fungere da attivatori di processi tumorali (ad esempio fenolo e benzene).

3.4 Le fasi sperimentali

A partire da questa ipotesi, si è quindi provveduto ad effettuare un primo screening conoscitivo in campo, sulla base del quale effettuare valutazioni in merito all'opportunità di approfondire la ricerca.

A seguito di questo screening, in cui si è potuta rilevare presenza di benzene, si è ritenuto opportuno procedere con indagini più approfondite.

Le analisi successive sono state effettuate sui fumi derivanti da lavorazioni appositamente “forzate”, mirate a riproporre le condizioni tali da innescare il fenomeno del cracking, scegliendo come materia prima delle tavole di rovere, in quanto ricco di lignina, molto duro, e quindi più facile da portare a temperature di cracking.

Inoltre il rovere è molto diffuso nelle lavorazioni industriali ed artigianali e può rappresentare un buon indicatore.

Le misure sono state effettuate su un arco temporale di diversi giorni, per una durata di 2 ore per ciascuna fase di lavoro.

L'attività prevalente dell'operatore è consistita nel taglio di tavole di legno grezzo di spessore variabile tra 30 mm e 60 mm (di largo impiego) tramite utilizzo di seghe circolari, nonché nell'attività di modanatura a fresa di tali assi, propedeutica a lavorazioni successive.

L'utilizzo della termocamera ha potuto evidenziare che durante il punto di fumo, determinato dal forte attrito dei metalli sul legno, si sono riscontrate temperature superiori ai 300 °C al punto di contatto tra lama e legno.

E' da sottolineare che tali temperature, sono in stretta correlazione con il tipo di lama utilizzato, la densità del legno, la velocità di esercizio del macchinario, e di altre variabili che potrebbero influenzare sensibilmente il risultato.

Ciò per dire che ben difficilmente troveremmo gli stessi dati comparando ad esempio l'attività di un hobbista che compie lavorazioni similari utilizzando utensili commerciali.

Verosimilmente in questi casi, dovremmo aspettarci valori molto diversi, relazionabili ad una peggiore qualità dei materiali e delle tecniche utilizzate.

Metodi

Durante la fase di indagine preliminare, è stato utilizzato un PID selettivo a riconoscimento automatico di fiala a lettura diretta che ha evidenziato la presenza di benzene, fornendo un valore di circa 0,11 mg/m³ .

Questa attività è stata condotta per valutare se proseguire con un campionamento più puntuale e quindi più impattante sul processo lavorativo dell'operatore.

Preliminarmente è stato misurato il valore di fondo ambientale dell'area di attività che è risultato essere $2,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, piuttosto basso apparentemente, ma probabilmente legato al fatto che lo stabilimento è ubicato a circa 500 mt dal più vicino centro abitato, quindi che risente meno del traffico veicolare, ed al fatto che era in funzione il sistema di estrazione forzata dell'aria.

Si è così deciso di utilizzare una metodologia che permettesse una maggior precisione nella lettura del campione e conseguentemente una maggior accuratezza.

Il metodo utilizzato per la ricerca del benzene è quello ad adsorbimento su fiala a carboni attivi e successiva analisi al gascromatografo.

Inoltre, è stata approntata una linea in parallelo per la ricerca di fenolo e cresolo utilizzando fiale selettive X AD 7 con metodo NIOSH 2546/94

Per questa seconda indagine si è scelto di eseguire la sola lettura qualitativa in HPLC delle sostanze presenti sul materiale adsorbente,

in quanto ciò che ci interessava in questa fase, non è un raffronto con valori limite di esposizione, ma verificare se esiste una esposizione a prodotti di questo gruppo aromatico.

I prelievi sono stati effettuati con pompe personali a bassa portata in 2 ore ad un flusso di 0,1 l/m.

.

Il cromatogramma relativo all'analisi dei fumi su fiala X AD 7, ha confermato la presenza di fenoli con una concentrazione media di 2,3 mg/m³, similmente, l'analisi cromatografica per la ricerca del benzene, ha fornito conferma della presenza di questa sostanza con una concentrazione media di circa 0,06 mg/m³

In esperimenti successivi condotti su modelli ricreati in laboratorio che ricalcavano le attività indagate, sono state simulate le condizioni lavorative di un addetto al taglio del legno e della carteggiatura, in quanto, come osservato, sono le condizioni in cui si produce maggiore polverosità con minore granulometria.

L'attività è stata volta alla ricerca di informazioni non assimilabili in sede di attività lavorativa delle ditte per oggettivi problemi di compatibilità con le fasi produttive.

E' stato pertanto approntato un modello fisico/cinetico in grado di simulare la respirazione umana in termini di captazione di aria.

Si è così proceduto a lavorare sui parametri di:

velocità del flusso di aria in fase di inspirazione: 1,2 m/s

quantità inspirata al minuto durante le fasi di lavoro: 6-8 l/m

volume medio al minuto di aria aspirata dalla pompa 0,008 m³ (8l/m)

da cui si è calcolato che il flusso d'aria equivalente dovesse essere campionato utilizzando un ugello da 12 mm di diametro.

Durante le fasi di taglio sono state misurate con termo camera:

- temperatura picco del flusso polveroso (aria+particelle): 45 °C
- temperatura picco alla lama: 310 °C
- diametro medio (analisi microscopica): 26 micro/m
- in casi di contatto prolungato ed annerimento della lama con conseguente aumento della fumosità del legno, è stata registrata una temperatura di picco intorno ai 400 °C (prossima alla temperatura di "stempratura")

Si tenga presente che a queste temperature, non è esclusa la formazione di diossine già nel legno vergine. Questa evenienza sarebbe ancora più importante in termini probabilistici quando, come accertato nella fase di indagine, si è in presenza di legni trattati, in

quanto alcune molecole già di per se potenzialmente cancerogene, sono precursori delle diossine ⁽²⁹⁾

L'attività di carteggio ha fornito i seguenti dati:

temperatura del flusso polveroso: inferiore ai 30°C

temperatura sulla superficie trattata 35-45°C

diametro medio inferiore ai 10 micro/m

All'origine di questo studio, siamo partiti da alcune constatazioni:

- Le polveri di legno duro sono cancerogeni accertati
- I legni duri posseggono una maggior quantità di lignina rispetto ai teneri
- I legni duri producono, in fase di lavorazione, maggiori polveri di più bassa granulometria rispetto ai legni teneri
- I legni duri determinano con maggiore facilità e per motivi legati alle loro caratteristiche fisico/chimiche un surriscaldamento delle lame o delle punte per foratura che non di rado generano fumo e bruciature da contatto

In bibliografia esistono molti studi sul fenomeno del cracking (pirolisi) della lignina, dal quale originano diversi composti tra i quali

si possono individuare quelli della famiglia dei fenoli, ma non ci risultano studi sulla potenziale o effettiva esposizione dei lavoratori dell'industria del legno.

Questo dato, unito alle constatazioni premesse, ci ha spinto ad indagare se i menzionati processi di “micro pirolisi” che possono avvenire nelle fasi di lavorazioni del legno tramite utensili meccanici, possano generare formazioni qualitativamente analoghe a quelle già note in bibliografia.

Si è pertanto provveduto a campionare ed analizzare i fumi prodotti dalle lavorazioni creando le condizioni critiche che portano al punto di fumo e di prossimità di stempratura le lame e le punte degli utensili, con particolare attenzione a verificare la presenza di fenoli o benzene, tenuto conto che questo tipo di indagine non viene normalmente eseguita negli ambienti di lavoro.

Il risultato è qualitativamente apprezzabile e degno di nota.

Si è potuta riscontrare la formazione di composti aromatici della famiglia dei fenoli, un dato importante nella valutazione dei processi che portano alla genesi dei TuNs in quanto è noto che alcuni fenoli sono sostanze tossiche che rientrano nelle sostanze favorenti processi degenerativi.

Per di più, con incremento piuttosto consistente rispetto al valore che si può trovare in molti ambienti di vita ⁽³⁰⁾, è stata riscontrata la presenza di benzene, anch'esso probabile risultato dalle micro combustioni ⁽³¹⁾ delle particelle del legno in fase di surriscaldamento degli utensili da lavoro.

La scelta di utilizzare un metodo diretto per la verifica dell'esposizione e non tramite concentrazione dei metaboliti del benzene che si possono riscontrare nelle urine dei soggetti esposti, è dovuta alla volontà di escludere eventuali fattori disturbanti (es. soggetti fumatori, esposizione ad altri inquinanti, ecc) ed al fatto che ciò che ci interessa conoscere dell'agente esogeno è l'azione locale, quindi in questo caso nelle cavità sinusali, e non quella sistemica.

Quanto emerso confermerebbe quindi, anche le supposizioni di un ruolo di responsabilità dei tannini nel rischio espositivo.

Relativamente alle polveri di legno tenero, gli studi non ne escludono le potenzialità di contributo alla genesi tumorale, ma la casistica non sembra tale da far ipotizzare, al momento, una correlazione così solida come per l'esposizione a polveri di legno duro.

Proprio quest'ultima affermazione sarebbe coerente con quanto riportato nel presente studio: le polveri di legno tenero, oltre ad avere una maggiore granulometria (minore accessibilità e minore permanenza alle vie aeree) sono molto meno ricche in lignina e tannini, e di conseguenza di gruppi aromatici

4. Le esposizioni professionali: una prospettiva poco rassicurante

Il continuo perfezionamento delle tecniche e degli impianti di abbattimento delle polveri negli ambienti confinati, unito ad una crescente formazione dei lavoratori in tema di prevenzione delle esposizioni alla polvere di legno e di conseguenza alla maggior coscienza della necessità di utilizzo di dispositivi di protezione e non ultima una più attenta normativa in termini di igiene del lavoro, contribuiscono, o meglio dovrebbero agire, in modo determinante nella riduzione di questa tipologia di rischio espositivo.

Tuttavia, negli ultimi tempi la situazione reale è ben diversa da quella teorica. Le difficoltà economiche che stiamo attraversando influiscono in modo negativo sulle capacità di spesa delle aziende, determinando minore attenzione alla manutenzione degli impianti, ai relativi tempi di operatività di questi, con il risultato che vi è una sensibile perdita di efficienza ed efficacia funzionale.

Inoltre, la minore disponibilità economica delle aziende, implica la necessità di maggiore rotazione del personale (che progressivamente diminuisce) con il risultato di una minor incisività nella formazione specifica e maggior compressione sui tempi di lavoro.

4.2 Il caso di un distretto Toscano

Nello studio presentato, è stata affrontata la questione del livello di efficacia/efficienza dei sistemi di abbattimento e la conseguente esposizione alle polveri di legno degli addetti, in diverse ditte operanti nel settore del legno in una provincia Toscana, i cui risultati hanno permesso di apprezzare e confutare quanto premesso.

E' stata condotta una indagine su un vasto territorio, tale da fornire uno spaccato sulla condizione attuale di alcune aziende operanti nel settore della lavorazione del legno aventi un numero di dipendenti compresi tra uno (artigiani) e dieci (piccole imprese), rappresentative della situazione generale.

Per ciascuna ditta e per ciascuna fase di lavorazione, sono stati misurati i livelli di esposizione degli operatori, come riportato nel Grafico 1.

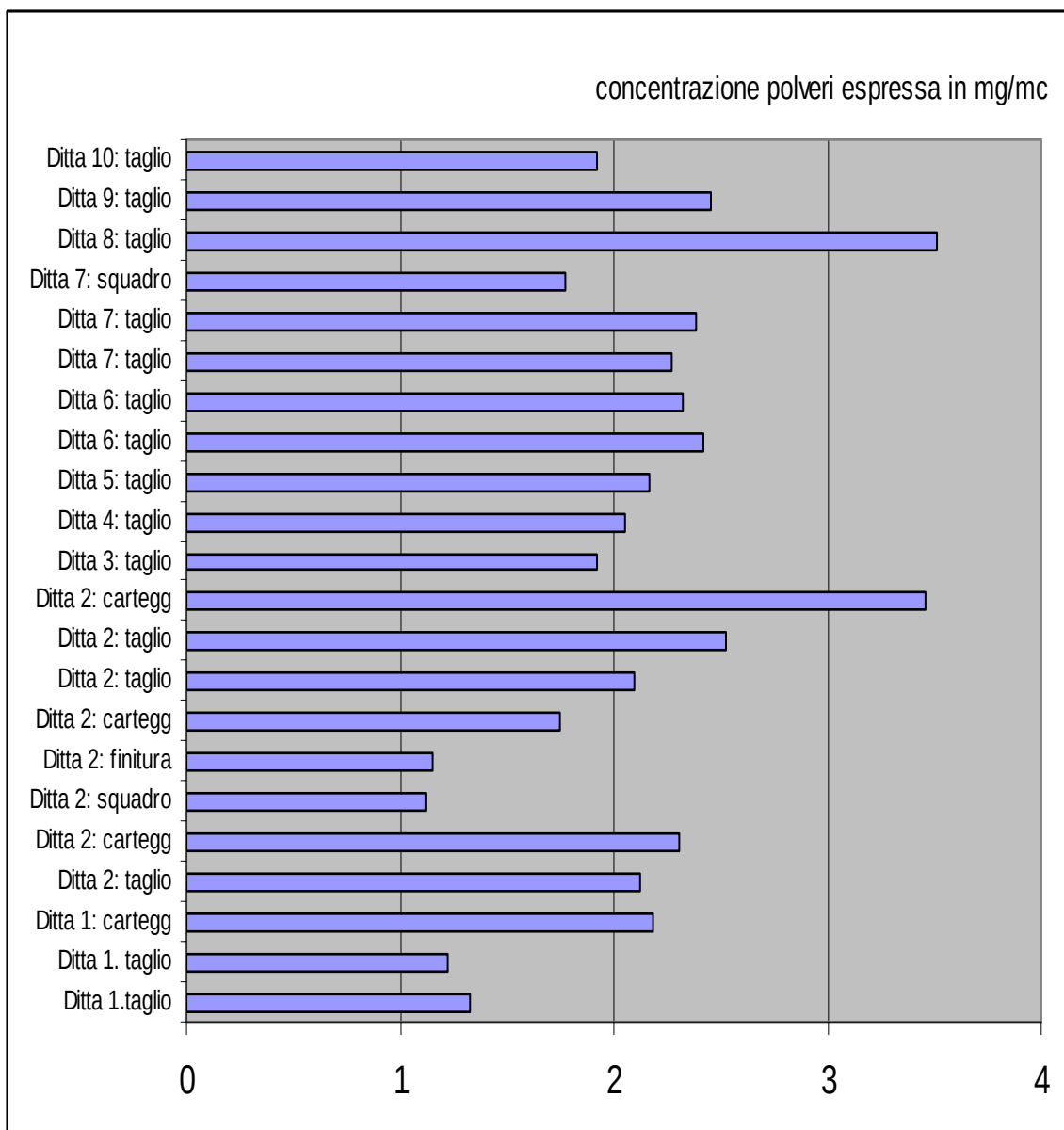


Grafico 1. Concentrazione media polveri per tipologia di lavorazione

La scelta di indagare in modo approfondito il livello di funzionalità degli impianti di abbattimento, è legata alla ragionevole supposizione che la necessità di contenimento dei costi di gestione, strutturali ed organizzativi, possa influire negativamente sugli investimenti in termini di prevenzione.

Metodi

Abbiamo suddiviso le attività in :

Studio in loco delle lavorazioni effettuate in diverse industrie manifatturiere e relative esposizioni personali

Studio e verifica della funzionalità degli impianti di abbattimento delle polveri con differenziazione di efficacia ed efficienza di funzionamento

L'ultima parte ha riguardato l'elaborazione e l'interpretazione dei dati.

La strumentazione utilizzata, certificata e tarata in linea alle norme ISO, era così composta:

Pompa a portata variabile Tecora

Bilancia analitica a 5 cifre decimali

Campionatore personale del tipo IOM (metodo NIOSH 0500 e HSE-MHDS 14.3)

Pad in pvc per recupero polveri

Anemometro a filo caldo

Risultati:

Il primo e più efficace sistema di abbattimento e di riduzione drastica dell'esposizione alle polveri di legno, è rappresentato dal sistema di aspirazioni localizzate.

Diversi studi dimostrano abbattimenti che possono raggiungere il 100% al variare dei sistemi di captazione ⁽³²⁾

Per ciascuna ditta si è testata l'efficacia dei sistemi di captazione, dalla quale si è ottenuto un grafico percentuale delle condotte funzionanti/attive o comunque con una velocità di almeno 20m/sec sul punto di captazione (Grafico 2)

Come evidente nelle ditte "2", "5", "7", la bassa efficienza dei sistemi di aspirazione è sufficiente per mantenere alto il livello di attenzione sugli aspetti squisitamente strutturali.

Per ciò che concerne l'efficacia, cioè l'effettiva funzionalità dei sistemi, considerato quanto detto più sopra, possiamo affermare che il dato medio di esposizione, risultato essere maggiore di $2\text{mg}/\text{m}^3$ con punte $>$ di $3\text{mg}/\text{m}^3$ (Grafico 3), non può lasciarci tranquilli in termini di tutela della salute dei lavoratori, pur risultando dentro i valori limite che l'attuale legislazione impone.

Posto l'ovvio auspicio di ridurre a zero l'esposizione, siamo ancora ben oltre i valori di soglia di allarme dati dalla comunità scientifica.

La posizione degli impianti di aspirazione ed il posizionamento dell'operatore in relazione al pezzo trattato sono ancora due variabili importanti nell'esposizione del lavoratore stesso alle polveri e fumi derivanti.

In fase preliminare si è osservato empiricamente come ancora oggi vi siano carenze strutturali e una generale sottovalutazione del rischio legato all'esposizione dei lavoratori operanti nel distretto del legno.

Benché si sia potuto apprezzare che molti datori di lavoro abbiano sufficientemente introiettato una cultura della prevenzione, e che siano stati fatti sforzi economici da parte delle aziende per i sistemi di abbattimento delle polveri di legno, emerge una urgente necessità di rivedere la progettazione del sistema di captazione per le diverse realtà produttive.

Il posizionamento delle macchine, il tipo di utilizzo (che può risentire della esperienza e delle abitudini del singolo operatore), il sistema di correnti che si generano all'interno del luogo di lavoro per l'utilizzo contemporaneo di strumenti ad alta velocità come trapani o seghe circolari, l'utilizzo diffuso dell'aria compressa per operazioni di varia natura, sono fattori dai quali non si può prescindere nello studio del corretto funzionamento dei sistemi di abbattimento. Seppure i sistemi

siano efficienti dal punto di vista tecnico e costruttivo, spesso si dimostrano carenti dal punto di vista dell'efficacia, proprio perché manca una progettazione degli spazi.

Abbiamo constatato che da questo insieme di fattori deriva ancora una esposizione professionale che non ci lascia affatto tranquilli dal punto di vista della tutela della salute del lavoratore, e che i valori riscontrati sono ancora all'interno di un range di allarme piuttosto elevato (SCOEL 2003).

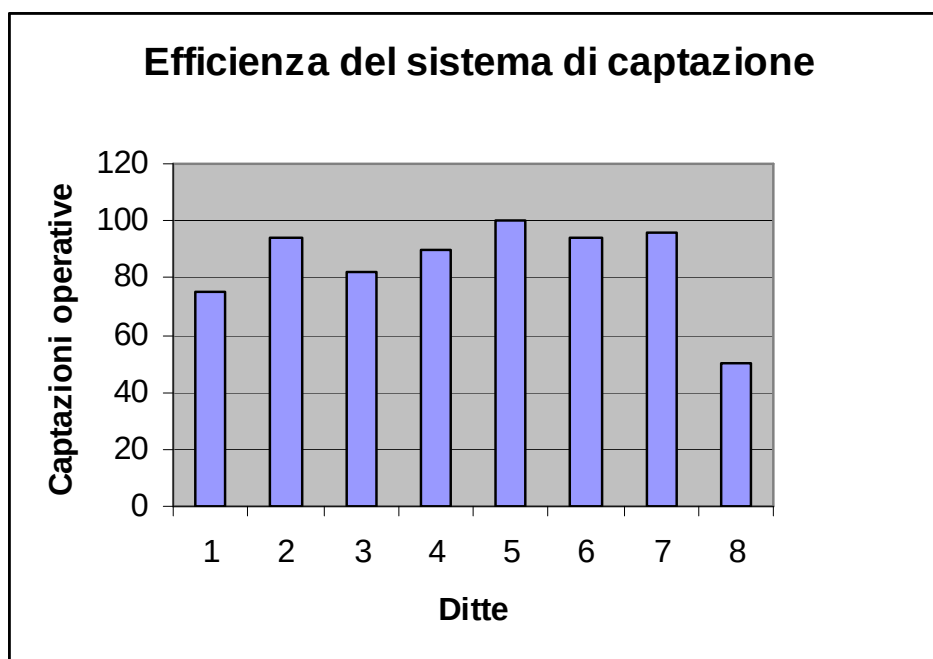


Grafico 2. Efficienza percentuale del sistema di aspirazione

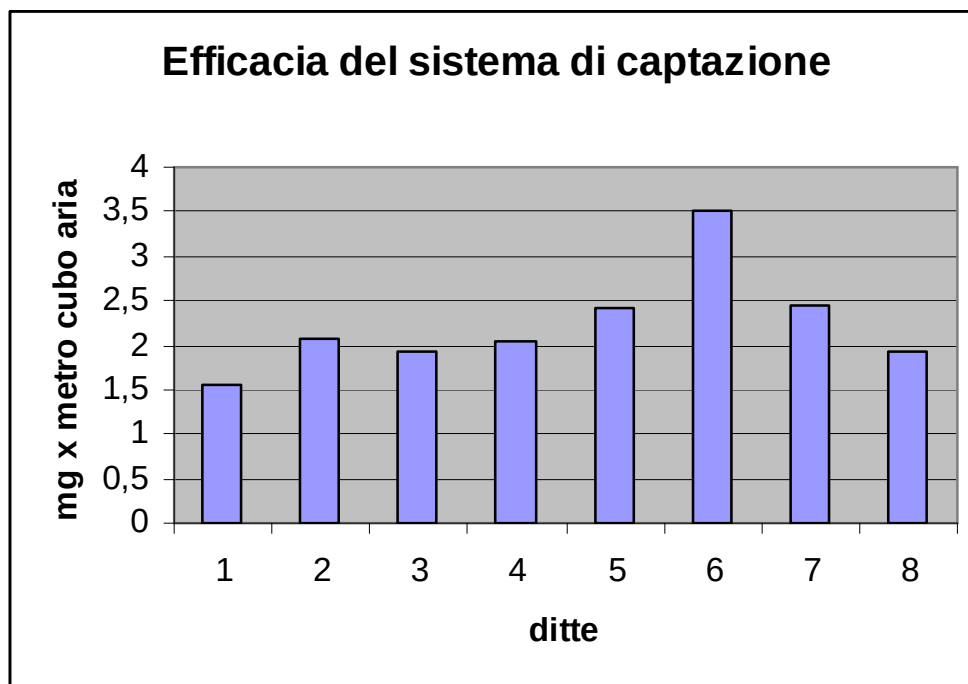


Grafico 3. Efficacia percentuale del sistema di aspirazione

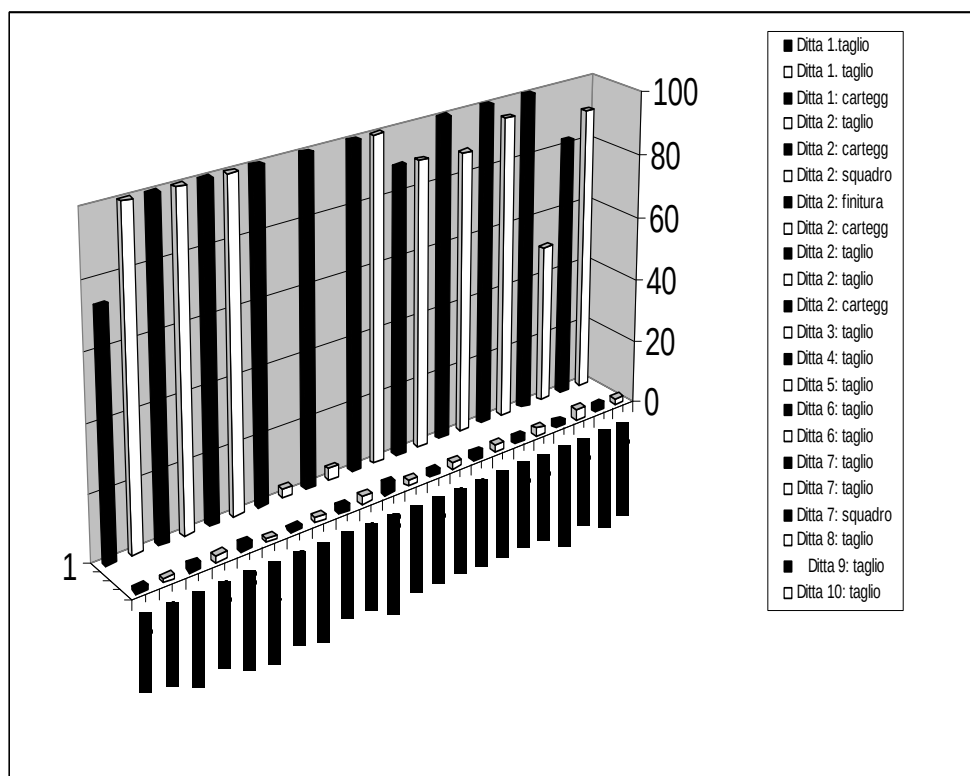


Grafico 4. Grafico di raffronto efficienza sistema di aspirazione ed esposizione misurata

4.3 Il problema della diffusione delle polveri nella progettazione degli spazi di lavoro (Articolo inviato a GIMLE)

Quanto affermato rispetto alla necessità di una maggior attenzione alla progettazione specifica di spazi di lavoro, che non può seguire principi generali di architettura industriale, è stato verificato in un frangente della ricerca nel quale si è potuto apprezzare come, a parità di condizioni di utilizzo di un utensile a rotazione ad alta velocità, vi sia una diversa distribuzione spaziale delle polveri in base alle modalità individuali di operatività.

Si è condotto uno studio, consistente in 60 prove di verifica della distribuzione radiale delle polveri di legni diversi, effettuate da due operatori, destrorso e sinistrorso, che ha fornito informazioni importanti sulla prevalenza direzionale delle polveri.

Su un supporto che riproduce un piano di lavoro sono stati tracciati dei cerchi progressivi concentrici con una maggiorazione del raggio di ciascun cerchio incrementale di 1 cm rispetto al precedente, fino ad arrivare ad un raggio di 20 cm.

Successivamente il piano è stato suddiviso da due rette bisettrici formanti 4 quadranti con angoli di 90° e centro nel punto di operatività dell'utensile rotante.

Questi quadranti sono stati numerati progressivamente in senso orario a partire dal numero uno posto sulla sinistra, vicino all'operatore, fino ad arrivare al numero quattro posto sulla destra dell'operatore, adiacente al numero uno.

L'utensile è stato poi posto in funzione con una fresa a legno e sono state effettuate lavorazioni ripetute fino ad ottenere evidenza visiva della distribuzione delle polveri generate.

Sono state effettuate un totale di 60 prove, 20 per ciascun caso, così suddivise:

- Fresa montata su supporto fisso
- Fresa utilizzata manualmente con operatore destrorso
- Fresa utilizzata manualmente con operatore sinistrorso

Tale operazione è stata effettuata variando il tipo di legno lavorato, al fine di escludere che tale comportamento fosse correlato alle caratteristiche del materiale trattato (ad esempio la direzione delle venature) ma questo non ha fornito elementi apprezzabili in termini di sostanziali differenze nelle caratteristiche della distribuzione.

Risultati:

Si può facilmente rilevare che a seconda di come viene maneggiato

l'utensile, si ha una diversa variabilità della dispersione radiale delle polveri.

- Diffusione uniforme in tutti i quadranti (foto1)
- operatore destrorso: diffusione preponderante nel quadrante 4 (foto2)
- operatore sinistrorso: diffusione preponderante nel quadrante 1 (foto3)

L'inclinazione che assume l'utensile, dovuta ad una pressione non omogenea quando viene utilizzato manualmente, sortisce l'effetto di far lavorare di più un settore della fresa piuttosto che un altro, lasciando che la parte a minor pressione, rimanendo più libera, possa offrire maggior superficie esposta che trasporta nella rotazione le polveri nel settore di maggior lavoro.

A riprova di quanto affermato, è sufficiente osservare che questo non accade quando la pressione è omogenea.

Questo esperimento permette di desumere visivamente la direzione preponderante di polveri generate da strumenti a rotazione ad alte velocità nei diversi impieghi.

Ciò dovrebbe essere considerato nella progettazione degli spazi e nella distribuzione delle postazioni di lavoro, oltre che nel posizionamento dei sistemi di captazione.

L'esperienza descritta evidenzia inoltre l'importanza della scelta di idonei punti di campionamento ambientale nella determinazione di polveri aerodisperse, i quali possono influenzare in maniera determinante gli esiti e quindi la lettura dei dati raccolti.

A titolo esemplificativo, il posizionamento di un campionatore nelle vicinanze del quadrante 1, potrebbe fornire dati che si scostano in modo apprezzabile da uno posizionato nelle vicinanze del quadrante 3, in cui vi è minor deposizione nella breve distanza (e quindi maggiore dispersione) e falsare la lettura del dato stesso.

Foto 1. Distribuzione polveri di legno, utilizzo su supporto fisso (Vitelli M. Ragazzini R.)



Foto 2. Distrib. polveri di legno, utilizzo manuale operatore destrorso (Vitelli M. Ragazzini R.)



Foto 3. Distrib. polveri di legno, utilizzo manuale operatore sinistrorso (Vitelli M. Ragazzini R.)



5. Inquadramento normativo in Italia

La provata cancerogenicità delle polveri di legno per ciò che concerne i tumori naso sinusali ha portato il legislatore italiano per mezzo del Dlgs 81/2008 Capo II, Titolo IX “Protezione da agenti cancerogeni e mutageni”, a definire una soglia espositiva pari a 5 mg/m³.

Il dibattito più recente vede però la comunità scientifica, concorde nella necessità di rivedere in modo più tutelante limiti di esposizione alla polvere di legno passando dagli attuali 5mg/m³ introdotto in Italia, nel febbraio del 2000, con il D.Lgs.66/2000 (recepimento della Direttiva N° 99/38/CE), agli auspicabili 3mg/m³ ⁽³³⁾, anche in considerazione del fatto che alcuni paesi hanno adottato limiti più tutelanti (Tab. VI), come ha già fatto ad esempio la Francia in cui tale limite è stato posto ad 1mg/m³. ⁽³⁴⁾

Tale revisione è da ritenersi ormai un passo necessario, considerata la certezza della cancerogenicità delle polveri oggetto dello studio nonché il fatto che il progresso tecnologico e progettuale permetterebbe una drastica riduzione dell'esposizione professionale dei soggetti coinvolti .In particolare l'Allegato XLII riporta esplicitamente, nell'elenco di sostanze, preparati e processi: "il lavoro comportante l'esposizione a polveri di legno duro".

La sorveglianza epidemiologica dei tumori professionali, definita dall'art. 244 del D.Lgs. n. 81/2008, comprende i “casi di neoplasie delle cavità nasali e dei seni paranasali, sotto la denominazione di Registro Nazionale dei Tumori Nasali e Sinusali (ReNaTuNS)” (comma 3, lettera b).

E' stato conseguentemente istituito il Registro Nazionale Tumori Naso sinusali (Re.Na.TUNs) da articolare con l'istituzione di un Registro in ciascuna regione.

Tabella VI. Esposizione professionale in Europa (Fonte INAIL 2012 Esposizione lavorativa a polveri di legno)

PAESE	DEFINIZIONE	OEL (mg/m ³)
Finlandia	Polvere di legno (tutte le essenze)	2
Irlanda	Polvere di legno (tutte le essenze)	5
Italia	Polvere di legno duro o mista contenente legno duro	5
Regno Unito	Polvere di legno (tutte le essenze)	5
Spagna	Polvere di legno duro	5
Belgio	Polvere di legno (tutte le essenze)	3
Austria	Polvere di legno (tutte le essenze)	2
Danimarca	Polvere di legno (tutte le essenze)	1
Germania	Polvere di legno (tutte le essenze)	2
Ungheria	Polvere di legno (tutte le essenze)	5
Lussemburgo	Polvere di legno duro o mista contenente legno duro	2
Olanda	Polvere di legno duro	2
Svezia	Polvere di legno (tutte le essenze)	2
Norvegia	Polvere di legno duro Polvere di legno tenero	1 2
Francia	Polvere di legno (tutte le essenze)	1

6. Il ReNaTuns

Lo scopo del ReNaTuNS è realizzare sul territorio, con un ruolo centrale dei Centri Operativi Regionali (COR) e facendo riferimento alle Linee Guida nazionali, la ricerca attiva dei casi di tumore naso-sinusale e l'analisi delle modalità di esposizione, con produzione e diffusione dei risultati.

Tale obiettivo viene perseguito attraverso una rete informativa a livello regionale per la rilevazione dei casi stabiliti per i tipi istologici di tumore naso-sinusale considerati.

E' stato inoltre sviluppato un questionario da somministrare alle persone che hanno sviluppato casi di tumore naso sinusale, costituito da una parte generale ed una specifica, e sono stati fissati i criteri di definizione della esposizione.

Il questionario è così articolato:

- a) Caratteristiche dell'intervistato;
- b) Fattori di rischio extraprofessionali (es.abitudine al fumo, patologie rinosinusali)
- c) Storia professionale:
- d) Attendibilità delle risposte

Ad oggi le regioni che risultano aver attivato il registro sono :

Toscana, Emilia Romagna, Liguria, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Umbria, Marche, Sicilia, Campania, Sardegna.

Altre regioni come ad esempio il Lazio, sono in corso di attivazione.

E' importante notare come i casi riportati nei registri (Grafici 4 e 5) siano in trend crescente, chiaramente da correlare ai tempi di latenza della patologia.

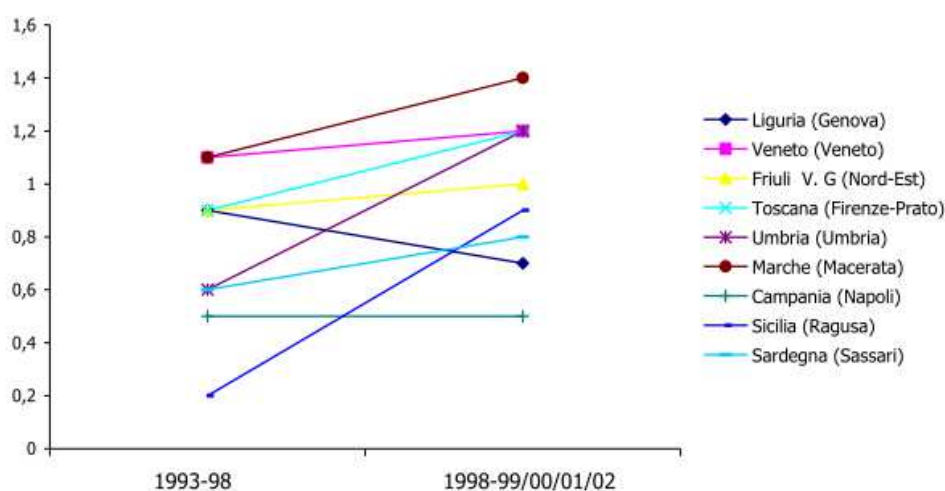


Grafico 5 (fonte ReNaTuNS). Incidenza TuNS Maschi desunta dai registri riportati (st X 100000)

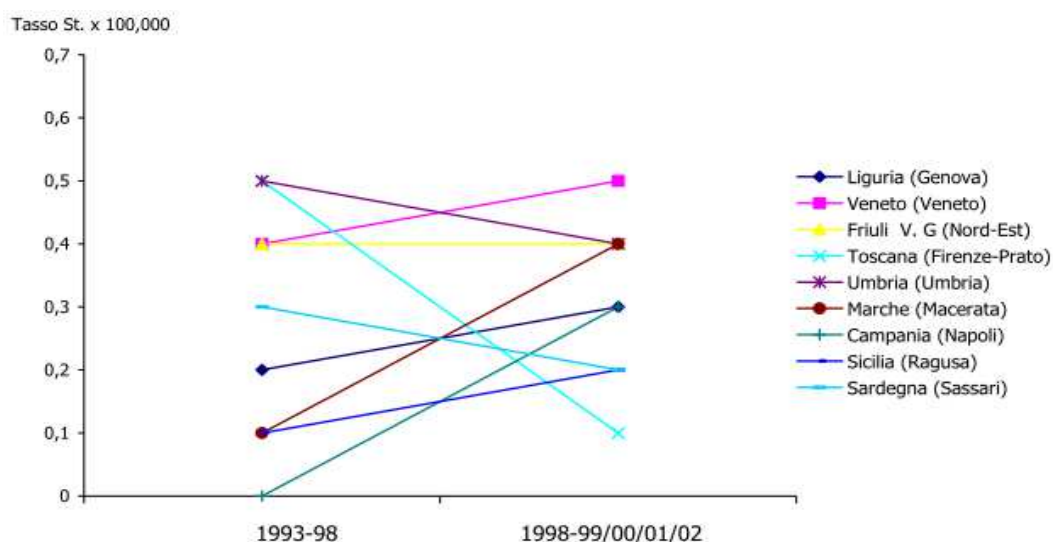


Grafico 6 (fonte ReNaTuNS). Incidenza TuNS Femmine desunta dai registri riportati (st X 100000)

7. Il problema della trasversalità dei comparti

Notoriamente, il legno viene utilizzato anche in settori non tradizionali.

Il legno, dagli assi alla segatura, vede largo impiego in una molteplicità di lavorazioni sia artigianali che industriali. In modo particolare per ciò che concerne la segatura, il cui utilizzo non risulta mai valutato in termini di potenziale rischio espositivo.

Largo uso ne viene fatto ad esempio in edilizia (cassoni per armature, contenimenti, strutture di cantiere, ecc), nelle vetrerie (costruzione di cornici), nella produzione di prodotti da riscaldamento (pellet), in avicoltura ⁽³⁵⁾ (lettiere per gli animali), inoltre spesso ci siamo imbattuti in caldaie di cogenerazione che utilizzano scarti di legno di lavorazione per il loro funzionamento.

Durante le fasi del presente studio, abbiamo avuto modo di constatare che viene utilizzato anche in settori nei quali mai ci saremmo aspettati un suo utilizzo, tanto meno così massiccio:

Produzione laterizi: come distaccante e per produrre l'effetto antichizzato sui mattoni in cotto (foto 4-5)

Foto 4. Sacchi di segatura utilizzata come distaccante per mattoni dagli stampi
(Vitelli M. “Esposizione inusuale a polveri di legno / unusual wood dust exposure”)



Foto 5. Segatura dispersa da silos di approvvigionamento stampi
(Vitelli M. “Esposizione inusuale a polveri di legno / unusual wood dust exposure”)



Settore orafo: come inglobante di preziosi da incenerire per il recupero dei metalli (foto 6-7)



Foto 6. Settore orafo: particolare di sacchi di segatura e parti di forni di incenerimento



Foto 7. Settore orafo: preparazione segatura per recupero spazzature contenenti preziosi

Con un tale serbatoio di spunti, abbiamo preso in analisi alcuni casi dal Registro tumori della Toscana ed abbiamo visto che alcuni soggetti avevano sviluppato la patologia senza apparente associazione ad esposizione specifica a polveri di legno.

8. Dati sperimentali di esposizione (esposizioni non note in comparti non tradizionali)

Come abbiamo già premesso in introduzione, parte della ricerca è stata volta ad indagare dei casi nei quali non era stato possibile porre la patologia in nesso causale con una esposizione, sia essa professionale che non.

Per questi casi, che riguardano:

- persona non occupata professionalmente, residente vicino ad una falegnameria;

- operaio metalmeccanico e manutentore senza attività hobbistiche che prevedono utilizzo di legno;

e' stato possibile ricostruire degli scenari non emersi dall'anamnesi, che evidenziano importanti esposizioni pregresse alle polveri di legno.

8.2 Le emissioni diffuse: un problema di sanità pubblica

In questa ricerca sono state prese in considerazione due ditte che utilizzano sia legni teneri che duri nel processo di produzione e sono state condotte due campagne di campionamento in differenti tempistiche cercando di prevedere situazioni climatiche diverse, in quanto è supponibile che il fattore climatico possa avere una influenza sulla dispersione di polveri.

La ditta che convenzionalmente chiameremo “X” produce solai e campate in legno per la costruzione di capannoni e case in legno, la ditta che chiameremo “Y” produce prevalentemente giochi per parchi pubblici.

Entrambe hanno dei piazzali esterni con capannoni dove sono depositati pannelli, travi, assi e pali in legno di grandi dimensioni che vengono movimentati con mezzi meccanici (carroponte, muletto, nastri trasportatori).

La pavimentazione presenta, malgrado l’asserita pulizia settimanale, un film di polveri di legno, da porre verosimilmente in relazione all’azione meccanica di sfregamento tra pezzi di grandi dimensioni e di peso elevato.

Nel capannone della ditta X, è posta una caldaia a trucioli di legno vergine, condottati da aspirazione proveniente dal capannone di lavorazione che presenta nelle giunzioni evidenti tracce di polvere di legno.

Ditta X:

Il capannone di deposito materiali è chiuso su due lati (ad L), al suo interno opera un carro ponte, due muletti, ed è attiva una linea di trasporto a rulli sulla quale 2 operatori posizionano i materiali da trasportare nella zona di lavorazione.

La caldaia a trucioli di legno vergine è posta nell'angolo creato dalle due pareti esistenti.

Per il punto di posizionamento del campionatore è stato scelto il lato lungo aperto in quanto considerato di maggior "diluizione" ed a maggior turbolenza.

Il vento misurato durante le fasi di campionamento era di 3 m/s (medio) con la prima tornata di rilevamenti effettuata in una giornata soleggiata (alta pressione), e la seconda effettuata con tempo variabile (nuvoloso con schiarite)

Ditta Y:

Nel piazzale di deposito di questa ditta sono presenti due grandi tettoie, sotto le quali sono stoccate le materie prime.

La movimentazione avviene a mezzo di muletti e di trans pallet sui quali vengono caricati a mezzo di paranco su ruote i fogli e le travi da portare in lavorazione.

Il piazzale viene lavato all'occorrenza con idropulitrice ed al momento del sopralluogo non presentava depositi di polveri evidenti.

E' da evidenziare che nei giorni precedenti il primo ciclo di campionamenti vi erano state abbondanti piogge, mentre nel secondo ciclo il tempo era stabilmente sereno.

Il vento misurato era di 4,16 m/s con tempo variabile (nuvoloso).

Il campionatore è stato posto all'aperto tra le due tettoie in quanto è il punto di maggior transito degli operatori.

Per la ditta X, il dato medio ottenuto dai campionamenti è così riassumibile:

prima tornata di campionamenti: concentrazione di circa $0,42 \text{ mg/m}^3$

seconda tornata di campionamenti: concentrazione di circa $0,36 \text{ mg/m}^3$ (entrambe sensibilmente inferiori ai limiti previsti)

Nella ditta Y il valore medio campionato ha fornito i seguenti risultati:

prima tornata di campionamenti : $0,25 \text{ mg/m}^3$

seconda tornata di campionamenti: $0,53 \text{ mg/m}^3$

Pur in presenza di dati sensibilmente inferiori ai limiti di esposizione previsti da normativa, si è rilevata una generale potenzialità di esposizione alle polveri di legno.

Infine, non possiamo non notare che la seconda tornata di campionamenti della ditta "Y" ha fornito un dato medio di captazione che supera di più del doppio quello ottenuto nella prima giornata, la qual cosa permette di congetturare che le piogge cadute a ridosso del primo rilevamento abbiano attenuato le dispersioni di polveri.

La commistione di legni di vario tipo (pino russo, acero) non permette di evidenziare eventuali prevalenze di legno duro.

L'esposizione della cittadinanza residente limitrofa alle ditte considerate, ed a maggior ragione gli operatori ivi presenti (non dotati di dpi per le vie aeree) risultano interessati da questa esposizione. In particolare, nella seconda ditta, la pulizia a mezzo idropulitrice, potrebbe per di più generare aerosol contenenti polveri di legno. Entrambi i valori medi riscontrati sono sensibilmente inferiori ai limiti previsti, ma c'è da dire che diversi fattori come vento, materiali movimentati, gestione delle pulizie, ecc possono influenzare questi dati in modo sensibile.

8.3 Diossine in ambiente confinato

Nell'articolo in corso di pubblicazione (Allegato A) sulla rivista Epidemiologia e Prevenzione, dal titolo "Industria del legno e diossine. Studio prospettico su un caso di manutentori delle caldaie a scarti di legno e trucioli" (Aut. M.Vitelli, D.Paciacconi), si è indagata l'esposizione alle diossine in ambiente interno.

Normalmente tale indagine non è prevista per ambienti indoor, ma quanto emerso nell'ambito della ricerca ci ha spinto a verificare se in determinate mansioni, quale quella del manutentore caldaista qui indagata, potessero esporre i lavoratori a tale contaminante.

Il dato che ne è emerso pur se non del tutto inaspettato, è stato comunque una sorpresa.

Nel caso studiato, abbiamo potuto accertare che il rischio espositivo è un rischio reale e l'individuazione analitica delle diossine, condotta in accordo con il Metodo 1613 (US EPA -1994), dalla quale si è potuta apprezzare una presenza di PCDD-PCDF pari a circa 3,6 ng/Kg (3600 pg/Kg) ha confermato i nostri sospetti .

Questo studio è stato presentato dallo scrivente nel seminario: *“Il registro dei tumori naso sinusali e il sistema Occam sui tumori a bassa frazione eziologia in Regione Toscana”*, 28 gennaio 2014 - Educatorio di Fuligno Via Faenza, 48 Firenze- Istituto Studi per la Prevenzione Oncologica.

8.4 Le polveri di legno in metalmeccanica

Capita spesso nella medicina del lavoro di affrontare problematiche che sono comuni a diversi ambiti di lavoro che apparentemente non hanno alcun punto di convergenza tra loro.

Nell'ambito del progetto di ricerca presentato, dal Registro Nazionale Tumori Naso Seni paranasali (Re.Na.TuNs) sono emersi tra gli altri, alcuni casi relativi a persone la cui anamnesi lavorativa viene ricondotta ai settori metalmeccanico ed agronomico (allevatore avicolo)

Il registro dei Tumori naso sinusali della Lombardia afferente al Registro Nazionale (ReNaTuNS) ha descritto recentemente un caso di tumore in una lavoratrice di un'azienda metalmeccanica addetta alla pulizia dei pezzi di acciaio e ferro che ha utilizzato considerevoli quantità di segatura che si presentava finissima ed asciutta e per queste caratteristiche la polverosità dell' ambiente lavorativo raggiungeva livelli elevati ⁽³³⁾ .

Anche in altri registri, tra cui quello toscano, sono stati rilevati casi di lavoratori in cui l'esposizione principale è risultata essere riconducibile alla segatura di legno: si è pensato quindi di indagare in maniera più approfondita le fasi di lavorazione tipiche del settore metalmeccanico avendo avuto modo di constatare che diverse ditte metalmeccaniche, in special modo quelle a vocazione artigiana, utilizzano nella quotidianità quantitativi importanti di segatura di legno, e che dall'utilizzo di questo materiale per assorbire olii e liquidi in generale, nelle varie fasi di lavorazione si possa determinare una esposizione costante nel tempo a polveri di legno (IARC Monografia 100 D) .

L'azione meccanica dei mezzi impiegati, le varie turbolenze di aria all'interno dell'ambiente di lavoro, il continuo calpestio dei trucioli di

segatura, contribuiscono a frantumare e disperdere in ambiente le polveri di segatura che si generano da queste attività.

In questa indagine abbiamo preso in considerazione tre laboratori in cui vengono effettuate lavorazioni di diverso tipo su materiali ferrosi: tornitura, taglio, battitura, perforazione, molatura.

Dalle attività studiate, abbiamo volutamente voluto escludere le fasi di saldatura, in quanto i fumi captati dai campionatori, potevano alterare il dato di captazione e di conseguenza, falsare l'interpretazione dei risultati.

In tutte le ditte sono presenti diversi macchinari che hanno bisogno di lubrificazione e raffreddamento costante e questo implica la presenza di olii e liquidi vari sulla pavimentazione (foto 8).

Tutte le realtà analizzate prevedono attività di spargimento e raccolta, dopo “esaurimento”, della segatura, e tali attività vengono condotte manualmente senza ciclicità stabilita.

Naturalmente, una minor frequenza di raccolta implica una maggiore frantumazione dei trucioli di segatura, con conseguente maggiore polverosità generale dell'ambiente, ma d'altro canto, anche una maggior frequenza nel ricambio della superficie assorbente, determina una maggiore polverosità, dovuta alla movimentazione del materiale.

Per pulire i macchinari, in due ditte vengono utilizzate delle pistole ad aria compressa con conseguente dispersione aerea di limature e

polveri di varia natura, ivi compresa quella relativa alla componente più fine della segatura.

Nelle ditte “1” e “2” si possono apprezzare polveri di legno sulle canaline e scatole degli impianti elettrici presenti, nonché su vari supporti fissi o mobili che costituiscono l’arredamento degli spazi di lavoro .

Metodi:

I campionamenti personali sono stati eseguiti in coerenza con i metodi NIOSH 0500 e HSE-MHDS 14.3, optando come da Linee guida ISPESL membrane filtranti in PVC con porosità 0,8 micrometri su campionatori IOM e sono stati effettuati includendo le fasi di “condizioni peggiori” (UNI EN 689) quali sono spandimento e raccolta parziale della segatura.

La durata per ciascun camponamento è stata di 4 ore in fasi distinte ripartite su più giornate.

La velocità di aspirazione, è stata impostata a 2l/m

L’analisi delle polveri campionate è stata poi effettuata mediante “pesatura” con bilancia analitica a 5 decimali e dopo essiccazione per 24 ore.

Ditta 1

Nella ditta “1”, è presente un artigiano la cui attività prevalente è quella di tornitura di pezzi metallici. L’orario di lavoro si protrae spesso oltre le 8 ore, per rispettare i tempi di consegna dei pezzi finiti.

A detta dell’artigiano, il consumo della segatura può variare da uno a tre sacchi la settimana in relazione all’attività prevalente (ogni sacco pesa 5,5 kg).

Per chiusure prolungate (es. ferie) è prevista una attività di raccolta totale della segatura e successiva nuova distribuzione al fine di rendere i locali già pronti all’uso per la riapertura.

L’ambiente di lavoro misura una superficie calpestabile di circa 150 mq per una altezza di circa 3,20 metri.

Sono state effettuate 3 misure in due diverse giornate per un totale di 6. campioni (Tab. VII)

Nella seconda tornata di campionamenti, si è effettuata la misurazione posteriormente alle attività di raccolta e successiva ridistribuzione della segatura utilizzata come materiale assorbente.

Risultati:

L’attività di campionamento ha fornito un dato medio di captazione, sul campionatore personale, di circa 0.33 mg/m^3 (Grafico 7) di

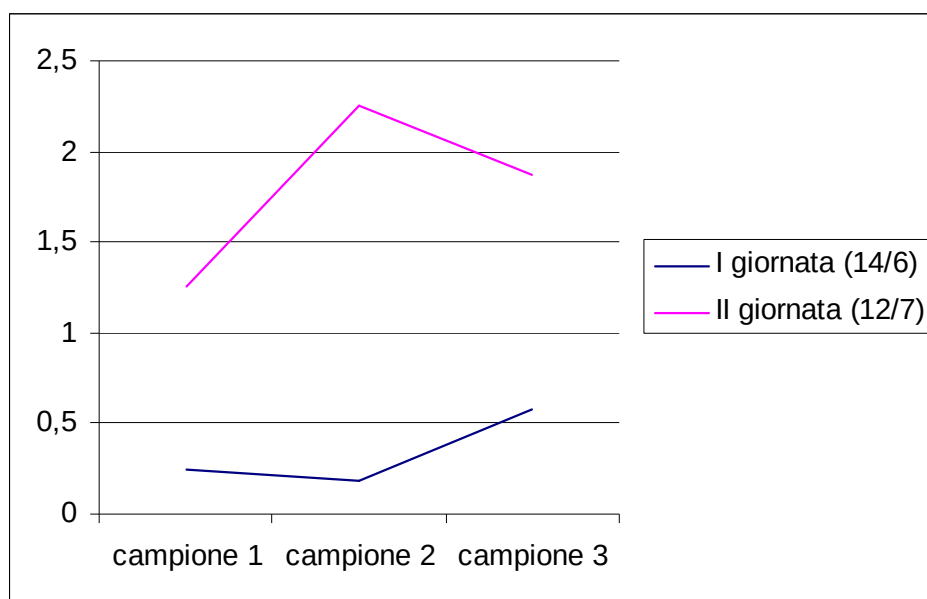
polvere di legno per la prima giornata durante la quale non sono state effettuate lavorazioni sulla segatura sparsa.

La seconda tornata di campionamenti, durante la quale è stata movimentata la segatura, ha fornito un dato medio di $1,87 \text{ mg/m}^3$ (Grafico 7)

Tabella VII. Esposizione in mg/m^3 misurata nelle due fasi di campionamento ditta “1”
(Vitelli M. “Esposizione inusuale a polveri di legno / unusual wood dust exposure”)

	I giornata	II giornata
Campione 1 (mg/m^3)	0,25	1,26
Campione 2 (mg/m^3)	0,18	2,25
Campione 3 (mg/m^3)	0,58	1,87

Grafico 7. Campionamenti delle polveri espressi in mg/m^3 nelle diverse giornate
(Vitelli M. “Esposizione inusuale a polveri di legno / unusual wood dust exposure”)



Ditta 2

La ditta è specializzata nella costruzione di scaffalature e banchi da lavoro in metallo, le lavorazioni prevedono anche attività in esterno (montaggio del prodotto finito). Vengono utilizzate seghe a nastro e circolari, mole (da banco o manuali) e trapani.

Sono spesso fatti interventi di saldatura in esterno, anche se come abbiamo premesso, non sono state fasi incluse nel campionamento.

L'ambiente di lavoro non è molto grande, circa 50 m², il materiale in attesa di essere lavorato è tenuto nel resede di pertinenza.

L'officina è posta sul piano stradale e si presenta come fondo di un condominio ad uso residenziale.

Non vi è presenza di impianto di aspirazione ed i ricambi d'aria avvengono con areazione naturale (porte a vetri aperte).

Anche qui viene utilizzata la segatura sia per tenere il pavimento asciutto, sia per asciugare e sgrassare i pezzi in metallo da lavorare. Il titolare ha fornito un dato medio di utilizzo di segatura di 50 chilogrammi settimanali ma il dato non risulta essere certo.

Sono stati eseguiti 12 campionamenti (2 al giorno per 3 giornate, su ciascun operatore).

Risultati:

Giorno 1: il campionamento è durato in totale 8 ore (2 x 4 ore) ed ha fornito un dato medio di captazione (Grafico 8) di 0,57 mg/m³

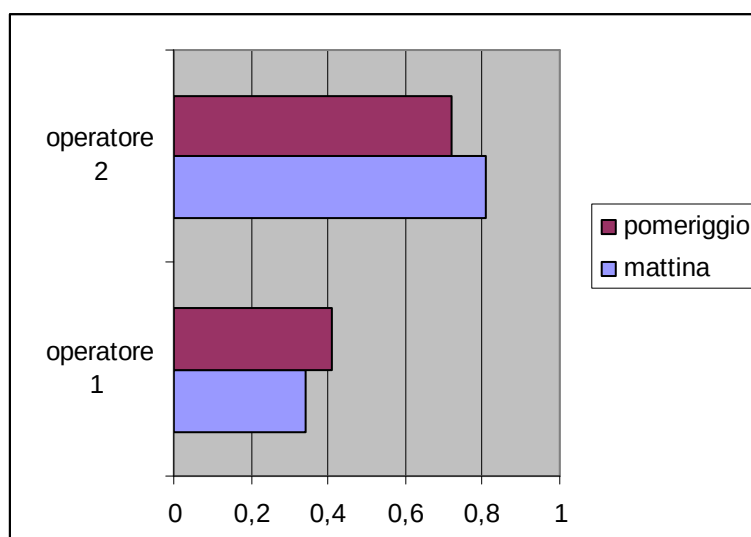


Grafico 8: Valori di esposizione in mg/m³ per ciascun operatore

Giorno 2: anche qui la durata è stata di 8 ore (2 x 4 ore) con un dato medio di captazione (Grafico 9) di 0,53 mg/m³

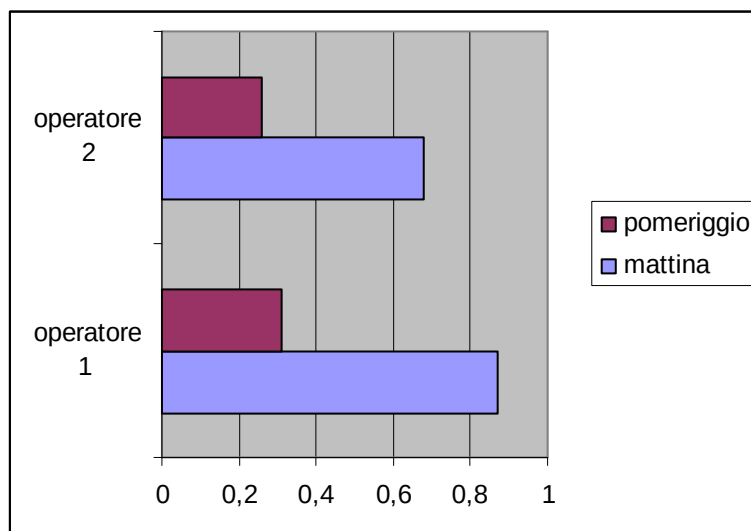


Grafico 9: Valori di esposizione in mg/m³ per ciascun operatore

Giorno 3: stesso intervallo di campionamento, ma nel secondo campionamento è stato chiesto di raccogliere e ridistribuire la segatura. Il risultato è un dato medio di $1,52 \text{ mg/m}^3$ di polveri campionate. Anche in questo caso, benché entro i limiti previsti dalla normativa, rileviamo in entrambi gli operatori un valore di esposizione che si aggira intorno ai 2 mg/m^3 (Grafico 10)

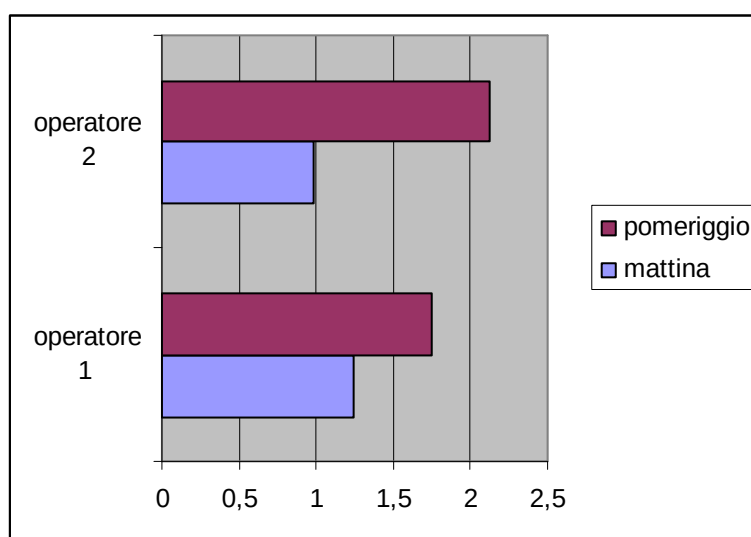


Grafico 10: Valori di esposizione in mg/m^3 per ciascun operatore

Nel grafico che segue (Grafico 11) abbiamo riportato i valori espositivi di insieme che forniscono il quadro di variazione nel tempo per ciascun operatore.

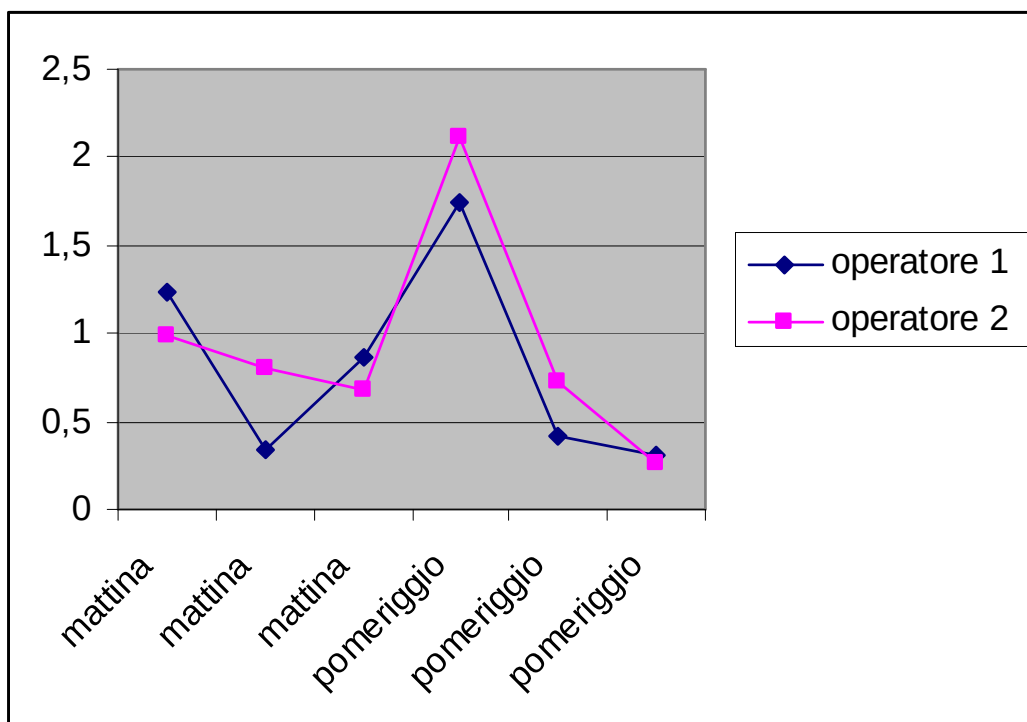


Grafico 11: Andamento valori di esposizione in mg/m^3 per ciascun operatore

Ditta 3 :

Questa ditta è composta da due lavoratori, titolare e collaboratore, ma quest'ultimo con presenza non costante. Si occupa per lo più di costruzioni di cancelli e ringhiere in ferro, ed assemblaggio di infissi di alluminio.

La saldatura è una fase essenziale dell'attività e costituisce la gran parte della lavorazione insieme a taglio e molatura dei pezzi.

L'officina è posta in un seminterrato di un nucleo abitativo composto di soli due appartamenti posto lungo una strada urbana.

La superficie dello spazio di lavoro è di circa 100 metri quadri, l'ambiente presenta una finestratura su un solo lato, posta in alto con aperture lunghe e strette, tipiche appunto dei locali seminterrati.

Non è presente aspirazione forzata e l'uso della segatura è perlopiù da correlare alle pulizie di fine giornata lavorativa.

A differenza degli altri casi la segatura viene usata durante l'attività solo all'occorrenza, mentre viene sparsa e raccolta ad ogni fine turno lavorativo.

Risultati:

Il dato medio fornito da due campionamenti di 4 ore ciascuno è risultato inferiore a $0,10 \text{ mg/m}^3$.

Come dimostrano le evidenze del presente studio, l'esposizione a polveri di legno è una realtà presente anche nell'industria metalmeccanica.

Sarebbe pertanto importante rivalutare in fase di indagine questa evenienza sia per ciò che concerne l'attività degli organismi ispettivi, sia per ciò che concerne le indagini epidemiologiche nella ricerca di eventuali correlazioni esposizione/malattia, sia per ciò che concerne le fasi di valutazione del rischio di lavoratori metalmeccanici che risulterebbero potenzialmente esposti a polveri di legno proprio per l'utilizzo di questo materiale sotto forma di materiale assorbente.

Proprio questa trasversalità dell'utilizzo della segatura nelle più varie attività, rende il fenomeno particolarmente interessante e degno di attenzione in quanto, lavorazioni che all'apparenza non dovrebbero determinare esposizione a polveri di legno, risulterebbero invece una fonte di pericolo per la salute dei lavoratori.

Dalle attività di pulizia, dove ancora in alcuni casi si utilizza per asciugare i pavimenti, alle attività di manutenzione stradale (per assorbire olii), agli allevamenti zootecnici (usato per pavimentare gabbie e/o stalle) ove peraltro si sono verificati casi di tumore naso sinusale, alla metalmeccanica come abbiamo visto nel presente studio, questo materiale viene utilizzato in modi e quantità che implicano studi, analisi, e valutazioni diverse, ma che pur non andrebbero sottovalutate.

La questione delle esposizioni "inusuali" alle polveri di legno è una questione complessa che meriterebbe ulteriori approfondimenti; lo studio presentato, seppur con i limiti dati per definizione in una indagine portata avanti in una singola ditta ed in un lasso di tempo relativamente breve, si affianca ad altri studi che evidenziano analoghe problematiche in settori di esposizione non tipica ⁽³⁶⁾ e che quindi rendono urgente la risposta al problema dello studio di

esposizioni inusuali alle polveri di legno, ai fini della tutela della salute dei lavoratori.

Foto 8. Tornio – particolare di macchie d’olio e segatura

(Vitelli M. “Esposizione inusuale a polveri di legno / unusual wood dust exposure”)



9. Conclusioni e prospettive :

Quanto emerso dimostra in generale che lo studio sistematico delle malattie professionali può condurre a rilevare fattori espositivi non valutati.

Nello specifico, i casi di esposizione presentati, analizzati su base anamnestica di soggetti che hanno sviluppato il tumore del naso, sono emblematici di quanto abbiamo ancora da conoscere sui reali rischi lavorativi per esposizioni a cancerogeni accertati.

Le evidenze riportate, rivelano sì una compatibilità tra l'insorgenza del tumore naso sinusale e l'esposizione accertata, ma ancor di più rivelano che in tema di esposizioni professionali e di malattie professionali è necessario un approccio di approfondimento e ricerca puntuale.

Anche a parità di comparto lavorativo vi possono essere abitudini, consuetudini, peculiarità ambientali, tali da fornire chiavi determinanti nella comprensione dei rischi da valutare; emblematici sono i casi di esposizioni alle polveri di legno dovute all'utilizzo della segatura, la qual cosa apre ampi scenari in termini di necessità di tutela della salute delle persone.

Nel corso della ricerca, dopo aver verificato personalmente il reale rischio di esposizione professionale che questo materiale determina,

non ho potuto fare a meno di notare quanto sia diffuso il suo impiego anche nel quotidiano: bar, sale da ballo, officine, negozi di animali, rimesse.....la versatilità di questo materiale che può venir impiegato come distaccante (abbiamo visto l'esempio dei mattoni antichizzati), inglobante (utilizzo negli orafi), adsorbente (oli e altri liquidi), antisdrucchiolo e puliture (sale da ballo, bar..), è direttamente proporzionale alla potenzialità di rischio che da esso può derivare.

Sarebbe interessante effettuare una indagine commerciale su quanta segatura viene prodotta per la vendita, sia all'ingrosso che al dettaglio, al fine di avere una idea più precisa dell'entità dell'impiego ad oggi, e sarebbe ancor più interessante verificare il trend di produzione degli ultimi venti anni....a sensazione, verrebbe da pensare che negli anni passati il suo utilizzo doveva essere veramente massiccio.

Comprendere le dinamiche di formazione di alcuni cancerogeni permette di tutelare la salute del lavoratore in modo efficace.

Abbiamo avuto modo di constatare quanto sia importante la comprensione dei rischi reali che alcune attività determinano e di come tale comprensione permetterebbe con pochi accorgimenti di limitare il rischio espositivo dei lavoratori.

Pochi esempi riconducibili a quanto emerso nello studio presentato:

- per evitare la formazione di IPA (e fenoli), sarebbe appropriato intervenire sulle temperature di lavorazione
- per evitare la formazione di diossine, necessitano interventi sulla velocità di abbattimento della temperatura delle polveri....

Si è inoltre potuto constatare che le situazioni reali presentano problematiche più complesse di quelle teoriche;

l'interazione tra organizzazione, macchine, spazi, caratteristiche umane, architettura dei luoghi di lavoro, merita di essere analizzata come globalità, attribuendo a ciascun aspetto il proprio peso, ma tenendo ben in considerazione che l'esposizione professionale ad agenti esogeni, non è la somma delle esposizioni calcolate su base teorica, piuttosto una valutazione stimata di un range quantitativo che, come negli studi presentati, può fornire una esposizione maggiore a quella misurata durante delle fasi isolate di lavoro.

Per questo lo studio reale dei meccanismi di interazione è di primaria importanza nel complesso mondo della prevenzione e della salute nei luoghi di lavoro; per questo è importante completare i modelli teorici con i modelli operativi, che forniscono una adeguata preparazione nella conoscenza di una fase, o un insieme di fasi, che possano sintetizzare la reale esposizione dei lavoratori.

10. Limiti dello studio

Come spesso avviene negli studi di coorte su patologie che hanno tempi di latenza molto lunghi, anche nello studio presentato, per la parte relativa alle esposizioni non note, le evidenze riscontrate necessiterebbero di un monitoraggio dei soggetti costante nel tempo al fine di verificarne l'attendibilità.

Inoltre, i risultati ottenuti dallo studio del limitato numero di casi esaminati, potrebbero non rappresentare un campione così solido, considerando peraltro la variabilità intrinseca di lavorazioni tra loro assimilabili, che potrebbe determinare risultanze molto diverse.

Tuttavia, possiamo prendere atto dei dati emersi per il loro utilizzo in termini prevenzionistici e per una più globale conoscenza delle reali esposizioni nei vari processi di lavorazione.

11. Bibliografia

⁽¹⁾ Occup.Environ Medi 2000 Jan;57 10-18. Occupational exposure to carcinogens in the European Union.

T.Kauppinen et al.

⁽²⁾ Int J Occup Environ Health, 2005 Jan-Mar; 11(1): 53-63

Occupational Exposures to carcinogens in Italy.

Mirabelli D., Kauppinen T.

⁽³⁾ ISO 7708:1995 Air Quality- Particle size fraction definitions for Health related sampling

⁽⁴⁾ International Agency for Research on Cancer (IARC).

Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, vol. 69, 1997, Lyon, IARC

⁽⁵⁾ International Agency for Research on Cancer. volume 26, 1995

Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans.

Wood dust and Formaldehyde

⁽⁶⁾ CSPO ISPESL. , 2010 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 fattibilità della attivazione di tali sistemi di sorveglianza epidemiologica.

⁽⁷⁾.Epidemiologia e prevenzione, 2014; 38(5)

Industria del legno e diossine. Studio prospettico su un caso di manutentori delle caldaie a scarti di legno e trucioli.

Vitelli M., Paciacconi D., Sarrini D.

⁽⁸⁾ Prevention & Research, 2013 (54) anno 3, trimestre 3.

Outdoor Wood dust in woodworking.

Vitelli M.

⁽⁹⁾ Igiene e Sanità pubblica, vol.4 anno 2013

Polveri di legno e Tumori del naso e seni paranasali: indagine sul campo e sperimentazione laboratoristica per un contributo allo studio dei meccanismi d'attacco alle vie aeree superiori nei lavoratori esposti

Vitelli M. - Sarrini D

⁽¹⁰⁾ Revista Cubana de Hygiene y Epidemiologia (in corso di pubblicazione 2015)

Unusual exposure to wood dust in a metalworker.

Vitelli M., et al.

⁽¹¹⁾ I. Journ Occup Health Environ Y 2013 4(4). Hardwood dust and lignin cracking products: evidence of exposure to carcinogens.

Vitelli M. Ragazzini R.

⁽¹²⁾ .American Journ Indust Medicine 34:238-243 (1998)

Non malignant respiratory disease mortality among woodworkers

Demers PA et al.

⁽¹³⁾.GESAAF-UNIFI-ISPO-CNRIVALSA-ASL 7 Toscana,(2013)

“Progetto di ricerca Esposizione a polveri di legno e gas di scarico di motoseghe degli operatori durante le operazioni di utilizzazione forestali”

⁽¹⁴⁾ INAIL, settore ricerca, ed. 2012

Esposizione lavorativa a polveri di legno

Amaro P., Angelosanto F. et al

⁽¹⁵⁾ Am.Ind.Hyg. Assoc. J., 1981 42(3):178-186

Pulmonary Function Status of Workers Exposed to Hardwood or Pine dust.

Whitehead L.W, Ashigaka T., Vacek P.

⁽¹⁶⁾.Chest, 1995 108(3):642-646

Lung health in sawmill workers exposed to pine and spruce

Hessel PA et al.

⁽¹⁷⁾.Physical and biological Hazards in the workplace, 1994

Wood dust – Imbus H.

⁽¹⁸⁾.Ugeskr Laeger, 1975 Oct27;137(44):2593-9

Airway function and symptoms in wood workers

Solgaard J., Andersen J.

⁽¹⁹⁾ Occup Environ Med, 1996 Feb;53(2):112-117

Work related impairment of nasal function in Swedish woodwork teachers

Ahman M. et al.

⁽²⁰⁾ International Agency for Research on Cancer (IARC), 1995

Monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans n.62

Wood dust and formaldehyde

⁽²¹⁾ The Oncologist 2003 vol.8(6):541-552

Cancer survival and incidence from the surveillance, epidemiology
and end results (SEER) Program.

Ries L.A. et al

⁽²²⁾ Head & Neck, 2005 27:575-584

Craniofacial resection for malignant paranasal sinus tumors: report of
an international collaborative study.

Ganly I et al.

⁽²³⁾ J. Otolaryngol, 2005 34:379-383

Treatment outcome of nasal and paranasal sinus carcinoma.

Hicsonmez A., Andrieu MN, Karaca M., et al

⁽²⁴⁾ Energy & Fuels 1987

Molecular characterization of the pyrolysis of biomass.

Evans R.J., T.A. Milne

⁽²⁵⁾ J. Analytical and Applied Pyrolysis, 1999 vol.51, n.1-2

Principles and practice of biomass fast pyrolysis processes for liquids

Bridgwater et al 1999

⁽²⁶⁾.Journal of analytical and applied pyrolysis, 2000

Characterization of the water-insoluble fraction from fast pyrolysis liquids

Scholze B.,Meier D.

⁽²⁷⁾.Politecnico di Milano- 2006

Fenomenologia della combustione di biomasse

Faravelli T. et al

⁽²⁸⁾ XV Meeting of the International Humic Substances Society

Tenerife , Canary Islands, Spain, 2010

De Wild P.J.,Van der Laan R.R.,Wilberink R.W.A

⁽²⁹⁾.Igiene e Sicurezza n.20 2007

Lavoratori ed esposizione a benzene:è ancora un problema?

G.Tranfo

⁽³⁰⁾ Giornale Italiano Med Lav Erg 2009; 31:4 pag.325-32

Turci R. , Minoia C., et. al

⁽³¹⁾.World Health Organization Regional Office for Europe

Air Quality Guidelines for Europe,1987

⁽³²⁾ Atti. Firenze 5/7/2013 Caratterizzazione granulometrica ed abbattimento delle polveri emesse nelle operazioni di foratura di legno e derivati.

⁽³³⁾.Wiley VCH Verlag GMBH & Co DGF

list of MAK and BAT Values 2004. Report n.40

Fioravanti M., Goli G

⁽³⁴⁾.Med Lav. 2007 Jan-Feb;98(1):18-24.

Cancer of the nasal cavity and paranasal sinuses in poultry breeders.

An unsuspected occupation at risk.

Barbieri PG, Pezzotti C, Bertocchi C, Lombardi S

⁽³⁵⁾.Med Lav 2010 ,101, 6):471-473 Mensi C et al

⁽³⁶⁾.Occup Environ Med. 2008 Aug;65(8):567-74.

Occupational exposure levels to wood dust in Italy, 1996-2005

Scarselli A, Binazzi A, Ferrante P, Marinaccio A