

Università Politecnica delle Marche

FACOLTÀ DI MEDICINA E CHIRURGIA



CORSO DI LAUREA IN TECNICHE DELLA PREVENZIONE
NELL'AMBIENTE E NEI LUOGHI DI LAVORO

**TESI DI LAUREA
IN**

***“MATERIALI SOSTITUTIVI ALL'AMIANTO:
I RISCHI COLLEGATI ALLA SALUTE E ALLA SICUREZZA”***

RELATORE:

CH.MO PROF. BRACCI MASSIMO

TESI DI LAUREA DI:

LETIZIA LEONI

ANNO ACCADEMICO 2021/2022

INDICE

2. Capitolo I: Introduzione (Pag. 2)

2.1: “Amianto, problematica ancora presente in Italia” (Pag. 2)

2.2: “Impatto sulla salute e la sicurezza” (Pag. 5)

3. Capitolo II: “I materiali sostitutivi all’amianto” (Pag. 6)

3.1: “Fibre di vetro” (Pag. 6)

3.2: “Fibre ceramiche refrattarie” (Pag. 11)

3.3: “Lana di roccia” (Pag. 16)

4. Capitolo III: “I rischi attuali per la salute e sicurezza dei materiali sostitutivi all’amianto” (Pag. 21)

5. Capitolo IV: “Strategie di prevenzione per ridurre i rischi” (Pag. 37)

7. Capitolo V: Conclusioni (Pag. 47)

8. Capitolo VI: Bibliografia e Sitografia (Pag. 49)

9. Capitolo VII: Ringraziamenti (Pag. 52)

2. Capitolo I: Introduzione

2.1: “Amianto problematica ancora presente in Italia”

L'amianto, chiamato anche asbesto, è un minerale naturale a struttura microcristallina e di aspetto fibroso appartenente alla classe chimica dei silicati e alle serie mineralogiche del serpentino e degli anfiboli.

È presente in natura in diverse parti del globo terrestre e si ottiene facilmente dalla roccia madre dopo macinazione e arricchimento, in genere in miniere a cielo aperto.

Sotto il nome di amianto sono compresi 6 composti distinti in due grandi gruppi: anfiboli e serpentino, e precisamente:

Gli ANFIBOLI (silicati di calcio e magnesio), i quali comprendono:

1. La Crocidolite (amianto blu dal greco: fiocco di lana - Varietà fibrosa del minerale riebeckite);
2. L'Amosite (amianto bruno acronimo di "Asbestos Mines Of South Africa" nome commerciale dei minerali grunerite e cummingtonite);
3. L'Antofillite dal greco: garofano;
4. L'Actinolite dal greco: pietra raggiata;
5. La Tremolite (dal nome della Val Tremola in Svizzera).

Il SERPENTINO (silicati di magnesio), il quale comprende:

1. Il Crisotilo (amianto bianco dal greco: fibra d'oro).

L'amianto e i prodotti che lo contenevano furono banditi nel 1992, con la legge 257, nella loro estrazione, importazione, produzione e commercializzazione.

Nonostante ciò, negli anni successivi al D.M. del 1994, l'amianto ha continuato ad essere presente causando problematiche di salute sia negli ambienti di vita che di lavoro.

Dopo questa premessa, vorrei riportare delle situazioni reali con dati alla mano della presenza dell'amianto in Italia dalla sua proibizione nel 1992:

1. Solo il 25% di quello installato è stato rimosso. Continuando con questi ritmi, rende noto un'inchiesta di Legambiente, per liberarsene del tutto serviranno altri 75 anni ^[1];
2. Dal Rapporto del registro nazionale dei mesoteliomi, è emerso anche che degli oltre 31 mila casi di mesotelioma pleurico registrati dal 1993 al 2018, l'80% è riconducibile proprio all'esposizione alle fibre d'amianto ^[1];
3. Ancor più crudi poi i numeri dell'Osservatorio nazionale amianto che per il 2020, tenendo conto anche delle altre patologie legate all'esposizione a fibre, parlano di 7 mila decessi solo in Italia, sono 54.744 gli edifici pubblici censiti con amianto sui tetti (i cosiddetti manufatti in cemento-amianto) ^[1];
4. Tra i lavoratori maggiormente colpiti rimangono poi quelli edili, visto la presenza massiccia di amianto negli edifici costruiti prima del 1992. Un ulteriore approfondimento epidemiologico segnala come ci sia un trend crescente di mesoteliomi tra i lavoratori nel settore costruzioni, passato dal 15.8% dei casi nel periodo tra il 1992 e il 1998 al 23.9% tra il 2014 e il 2018 ^[1].

L'amianto, quindi, non è solo una pesante eredità del nostro passato industriale, ma resta un dramma dei giorni nostri che ricade e ricadrà, sulle spalle delle nuove generazioni.

La diffusione della fibra minerale cancerogena, infatti, sembra ancora più estesa di quanto non avevamo scritto nel 2015, nell'inchiesta di *Wired Italia* "Il prezzo dell'amianto" ^[2].

La mappatura dei siti contaminati, indispensabile per identificare le aree da bonificare con la massima urgenza tra cui scuole, ospedali, caserme, rimane ancora incompleta o non accessibile per i cittadini, le associazioni delle vittime e i giornalisti.

Ad oggi, le stime ufficiali riportate nelle sezioni del sito web del ministero della Transizione ecologica (Mite) ^[3], sia quella dedicata ai siti contaminati di interesse nazionale (Sin) che quella dedicata al Piano nazionale amianto (Pna), varato nel 2012 e mai messo davvero in pratica, parlano ancora di 108mila siti contaminati e solo 7.905 siti bonificati al 30 dicembre 2020.

Dati che dovrebbero essere comunicati puntualmente dalle amministrazioni regionali al Mite il 30 giugno di ogni anno. Mentre alcune regioni, come il Piemonte, hanno reso disponibili i dati in formato open data e geolocalizzato, altre, come la Lombardia, non lo hanno ancora fatto.

Tutto questo ci fa capire come parlare dei suoi materiali sostitutivi, che creano anch'essi dei rischi aggiuntivi, sia di fondamentale importanza, soprattutto per far smuovere le coscienze verso quello che sarà un fardello grande della nostra generazione.

I dati a nostra disposizione evidenziano un'attività di bonifica che procede in maniera piuttosto lenta, infatti sono solo 636 le opere di bonifica già effettuate ^[3].

Le cause di una così allarmante inazione, per quanto ingiustificabile, potrebbero essere diverse. Prima fra tutte, attorno alla quale ruotano tutte le altre possibili motivazioni, gli esorbitanti costi richiesti per bonificare i siti ^[3]. Inoltre, specie nei piccoli comuni, si potrebbe ipotizzare una carenza di personale competente. Mentre, più in generale, è verosimile che molti rallentamenti dipendano da una carenza di discariche di prossimità idonee a smaltire in sicurezza i rifiuti contenenti amianto. Senza questi impianti disponibili sul territorio è inevitabile ricorrere all'export dei rifiuti contaminati, come frequentemente avviene – riporta un'analisi del Centro studi enti locali – aumentando però vertiginosamente i costi ambientali ed economici dell'operazione.

Oltretutto anche l'ONA lo definisce un grave e predominante rischio: “L'emergenza inquinamento amianto in Italia è drammatica, ci sono ancora 58 milioni di mq di

coperture in cemento-amianto, oltre a 40 milioni di tonnellate di materiali contenenti amianto, con conseguente condizione di rischio” [4].

Ci sarebbe molto da riflettere su come l’utilizzo dei soli materiali sostitutivi non risolva del tutto la problematica presente, anzi forse la potrebbe aggravare.

2.2: “Impatto che ancora sta avendo sulla salute e la sicurezza”

È importante soffermarsi a pensare alle tracce latenti degli oltre 30.000 casi indagati dei quali il rapporto di cui si parlerà subito dopo ha ricostruito le modalità di esposizione per 24.864. Di questi, circa il 70% è collegato direttamente alle condizioni negli ambienti di lavoro [3].

Il settore più coinvolto è l’edilizia (16,2% del totale), seguono metalmeccanica (8,8%) e cantieri navali (7,4%). Situazioni di esposizione sono però state riscontrate anche in settori non tradizionalmente considerati a rischio, dove però permangono latenti tracce di amianto: non solo impianti di raffinazione e petrolchimici, ma anche zuccherifici. Ci sono poi casi documentati di esposizione ad amianto tra i lavoratori dello spettacolo, in agricoltura per la presenza di manufatti in cemento-amianto, fra i meccanici di automobili per via di parti in amianto negli impianti frenanti di vecchia generazione. La situazione è critica anche nelle scuole, con 121 casi di mesotelioma riscontrati nel personale docente e non docente (dati Renam), 2.292 istituti interessati (dati 2021) e 356.900 studenti potenzialmente esposti [3].

A questi vanno aggiunte altre 50.000 persone che lavorano negli edifici scolastici.

L’amianto è presente in molti più luoghi di quanto pensavamo non solamente ambienti di lavoro.

Questo evidenzia afferma il responsabile del Renam [3] è correlata al grande uso di amianto in molti e spesso inattesi ambiti industriali che si è avuto in Italia fino al bando

del 1992, con oltre 3,5 milioni di tonnellate di amianto grezzo, fra produzione nazionale e importazioni.

L'impatto dell'amianto è dovuto all' ampia latenza tra l'esposizione e l'insorgenza dei tumori e alla difficoltà a verificare il nesso di causalità della malattia.

In edilizia l'amianto ha avuto maggiori conseguenze relativamente ai rischi per la salute e la sicurezza.

In questa tesi si parlerà di tre materiali sostitutivi all'amianto e di quanto ancora la ricerca stia studiando gli effetti dannosi soprattutto a livello respiratorio.

Capire l'importanza e riflettere sul pericolo che materiali naturali come le fibre di vetro e le fibre ceramiche refrattarie, utilizzate soprattutto nell'isolamento energetico delle strutture, sia fondamentale.

Perché sì, sono una soluzione all'amianto, ma la ricerca sta affermando che comportano rischi di salute anche notevolmente gravi.

3. Capitolo II: “I materiali sostitutivi all'amianto”

3.1: “Fibre di vetro”

Il primo materiale sostitutivo all'amianto di cui si parlerà di seguito è la fibra di vetro, di quali siano le sue caratteristiche chimico fisiche e come sia visibile la fibra attraverso microscopio ottico ed infine tratteremo dei suoi rischi sulla salute e quindi di quali soluzioni nella sicurezza bisogna adottare per tutelarsi.

Il termine fibre vetrose artificiali (Man Made Vitreous Fibers) si riferisce a una famiglia di fibre vetrose sintetiche, inorganiche derivate principalmente da vetro, roccia, scorie o argilla. Queste fibre possono essere classificate in tre gruppi: fibra vetro (Fiber Glass) inclusa lana di vetro (Glass Wool), filamenti di vetro (Glass Filaments) e speciali applicazione fibre di vetro; lana di roccia/scoria (Rock Slag Wool); e refrattario, fibre ceramiche (Refractory Ceramic Fibers). La lana di vetro (Glass Wool)

e la lana di roccia/scoria (Rock Slag Wool) comprendono la maggior parte delle fibre vetrose artificiali prodotte sono ampiamente utilizzati per l'isolamento termico e acustico nell'edilizia residenziale e commerciale.

Nell'edilizia le applicazioni sono svariate tra cui:

1. Rinforzo per le murature;
2. Ristrutturazioni soprattutto nei sistemi a cappotto;
3. Rasature di pareti;
4. Resistenza sismica delle strutture.

Prima di tutto si può parlare delle sue proprietà chimico fisiche che sono illustrate relativamente ad uno studio di K.K. Chawla, in Enciclopedia dei materiali: scienza e tecnologia del 2001 [\[5\]](#).

Questo studio parla della composizione di una particolare fibra di vetro e dei suoi utilizzi specifici, corredati da tabelle e grafici per avere una panoramica completa su questo tipo di fibra.

La fibra di vetro a base di silice è in circolazione da molto tempo. La maggior parte delle fibre di vetro sono a base di silice (~50–60% SiO₂) e contengono altri composti tra cui ossido di calcio, ossido di boro, etc.

Sono comunemente usati per il rinforzo di polimeri termoindurenti e termoplastici.

La tabella 1 fornisce le composizioni di alcune fibre di vetro comunemente usate nei compositi.

La designazione E sta per elettrico in quanto E-glass è un buon isolante elettrico oltre ad avere una buona resistenza, C sta per corrosione in quanto il vetro C ha una migliore resistenza alla corrosione chimica; S è sinonimo di alto contenuto di silice e S-glass è in grado di resistere a temperature più elevate rispetto ad altri. La maggior parte della fibra di vetro continua prodotta è del tipo E-glass.

A.TAB 1 composizione chimica di alcune fibre di vetro con silice

Composto	E-vetro	C-vetro	S-vetro	Cemfil
Rin ₂	55.2	65.0	65.0	71.0
Al ₂ O ₃	8.0	4.0	25.0	1.0
Vietare	18.7	14.0		
MgO	4.6	3.0	10.0	
Na ₂ O	0.3	8.5	0.3	Na ₂ O+K ₂ O=11
Okay ₂ O	0.2			
Li ₂ O	7.3	5.0		<1,0

Altri studi approfondiscono in maniera più esplicativa le proprietà delle fibre di vetro (GF acronimo inglese che sta per “Glass Fibers”) e soprattutto le loro applicazioni.

Un altro importante studio della materia è quello di Mehdi Derradji, Wenbin Liu, in Resine e compositi ftalonitrilici del 2018 [6].

Esso analizza altri composti aggiunti alle fibre di vetro ovvero gli ossidi e come le loro proprietà siano differenti.

Le fibre di vetro (GF) sono le più comuni tra tutte le fibre di rinforzo nel campo dei compositi polimerici. Fin dalla loro prima concezione nel 1930 da Owens Corning Textile Products, la fibra di vetro (GF) ha rapidamente avviato una rivoluzione nei materiali compositi rinforzati. I principali vantaggi della stessa sono la loro eccezionale resistenza alla trazione, il basso costo di fabbricazione e la resistenza chimica superiore. Pertanto le fibre di vetro (Glass Fibers) sono state ampiamente utilizzate in applicazioni comuni ed esigenti e il loro consumo annuale globale è stato di circa 2,6 milioni di tonnellate nel 2000, valore in continua crescita.

Un gran numero di Glass Fibers disponibili in commercio è prodotto variando la proporzione delle materie prime nel lotto. L'ingrediente principale di tutte le GF (Glass Fibers) è la silice (SiO₂) mentre l'introduzione di altri ossidi come Al₂O₃, B₂O₃, CaO, e così via, permette la modifica delle proprietà finali delle fibre di vetro (GF).

Le Glass Fibers più comunemente usate sono note come E- e S-glass. Le E-glass hanno il costo di produzione più basso e sono designate per GP dove sono richieste resistenza e resistività elettrica. Le S-glass Glass Fiber, note anche come HT GF, sono state inizialmente sviluppate per applicazioni militari, come involucri di missili e componenti di aerei militari.

Di recente un'altra versione (S-2-glass), preparata con un costo di fabbricazione inferiore e prestazioni abbastanza simili, è stata commercializzata per applicazioni civili. Anche altri tipi di GF sono stati progettati per scopi applicativi diversi. Ad esempio, il C-glass Glass Fiber consente una maggiore resistenza alla corrosione indotta da acidi e il vetro AR viene utilizzato in substrati cementizi e calcestruzzo. La tabella 2 fornisce le designazioni degli ossidi e le rispettive gamme di peso per i principali tipi di Glass Fibers.

Tipo GF	A-Vetro	C-Vetro	D-Vetro	E-Vetro	ECR-Vetro	AR-Vetro	R-Vetro	S-2-Vetro
Ossido	%	%	%	%	%	%	%	%
Rin ₂	63-72	64-68	72-75	52-56	54-62	55-75	55-60	64-66
Al ₂ O ₃	0-6	3-5	0-1	12-16	9-15	0-5	23-28	24-25
B ₂ O ₃	0-6	4-6	21-24	5-10		0-8	0-0.35	
Vietare	6-10	11-15	0-1	16-25	17-25	1-10	8-15	0-0.2
MgO	0-4	2-4		0-5	0-4		4-7	9.5-10
ZnO					2-5			
Potere		0-1						
Li ₂ O						0-1.5		
Na ₂ O+K ₂ O	14-16	7-10	0-4	0-2	0-2	11-21	0-1	0-0.2
TiO ₂	0-0.6			0-1.5	0-4	0-12		
ZrO ₂						1-18		
Fe ₂ O ₃	0-0.5	0-0.8	0-0.3	0-0.8	0-0.8	0-5	0-0.5	0-0.1
F ₂	0-0.4			0-1		0-5	0-0.3	

B.TAB. 2 per composizione chimica di di fibre di vetro con all'interno ossidi.

Questi studi ci dimostrano come le proprietà in base alle diverse composizioni chimiche siano veramente molte soprattutto di resistenza meccanica e di isolamento elettrico e termico molto apprezzato soprattutto in edilizia e anche nel settore militare. Molto diffuso l'uso delle fibre di vetro con composizioni via via differenti anche in edilizia navale.

Lo studio che esplicita dettagliatamente quali sono le applicazioni del materiale è quello di Shania Zehra Naqvi, Kamal K. Kar, in Manuale di ceneri volanti nel 2022 ^[7] soffermandosi soprattutto sull'utilizzo della stessa come composto polimerico.

Le matrici utilizzate sono poliestere, epossidiche, vinilestere, fenoliche, organiche e termostabili. I compositi polimerici rinforzati con fibre di vetro trovano applicazione nell'area industriale. L'elevata resistenza specifica e la rigidità e la buona resistenza ambientale rendono i compositi polimerici in fibra di vetro stratificata candidati adatti per l'applicazione nell'industria navale e delle tubazioni.

Non meno importante è l'aspetto macroscopico dei diversi tipi di fibra di vetro. Le fibre di vetro sono disponibili in una varietà di forme che includono la fibra continua, il rovings, la fibra in fiocco e il filo tritato. La fibra continua e il filo tritato sono più comuni per la miscelazione con la resina e sono mostrati in Fig. 1.

Sebbene il rapporto resistenza-peso delle fibre di vetro sia elevato, il modulo elastico tende ad essere basso, quindi, queste fibre aumentano la rigidità e riducono l'allungamento del composito plastico. Le fibre di vetro hanno un prezzo molto più basso rispetto alla resina reale.



1. Fibre di vetro sia tritate che a lunghezza continua

3.2: “Fibre ceramiche refrattarie”

Il secondo materiale sostitutivo all'amianto di cui si parlerà di seguito è la fibra ceramica refrattaria.

Tratteremo in particolare le sue caratteristiche chimico fisiche, l'aspetto al microscopio ottico, i rischi per la salute ad essa associati e gli interventi necessari per la sicurezza.

Fibre minerali sintetiche (Synthetic Mineral Fibers) e fibre minerali (Mineral Fibers) costituiscono un gruppo complesso di materiali, che comprendono fibre vetrose sintetiche (Synthetic Vitreous Fibers) e alcuni materiali non vetrosi materiali come lane policristalline (Poly Crystalline Wool).

Le SVF includono lana di vetro, lana di roccia/roccia, lana di scoria, silicato alcalino-terroso (Alkaline Earthy Silicate) lana e lana di alluminosilicato (Aluminum Silicate Wool) e noto anche come fibra ceramica refrattaria (RCF).

La composizione di questi materiali differisce a seconda dell'uso previsto, sebbene in genere includano silicati e altri ossidi minerali. Possono essere estratti

da materie prime minerali lavorate o non lavorate; le fibre sono normalmente prodotte attraverso filatura o soffiaggio del materiale fuso, o con un processo sol-gel.

La maggior parte degli SMF sono utilizzati per applicazioni di isolamento acustico e termico, protezione antincendio, rinforzo e filtraggio.

Le Alkaline Silicate Wool/Refractory Ceramic Fibers, insieme alle lane Alkaline Earthy Silicate e Poly Crystalline Wool, costituiscono una famiglia di fibre note come lane isolanti ad alta temperatura (High Temperature Insulators Wool) quindi in applicazioni industriali specializzate ad alta temperatura come rivestimenti di forni.

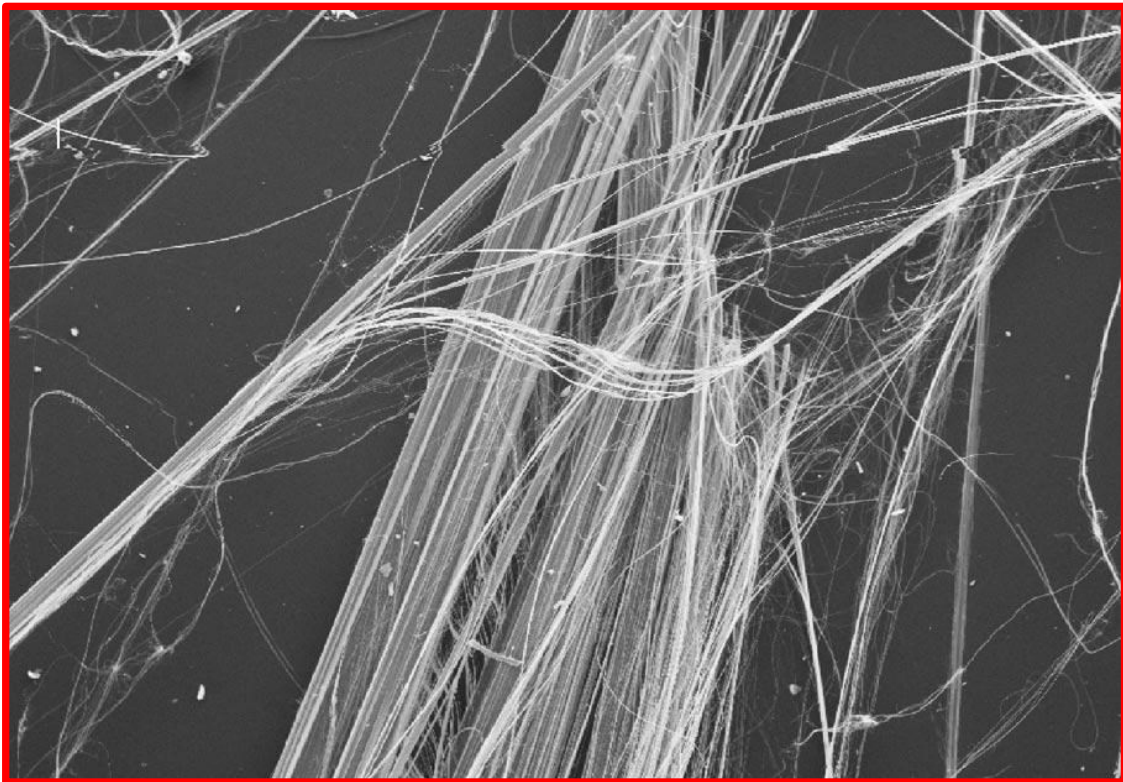
Queste proprietà chimico-fisiche sono esplicate nello studio del 2015 di [\[8\]](#) Paul Harrison a, Philip Holmes a, Ruth Bevan, Klaus Kamps, Leonard Levy c, Helmut Greim.

Un altro studio del 2018 di Mark J. Utella, L.Daniel Maximb ha evidenziato le proprietà chimiche e la respirabilità delle particelle in base ai vari tipi e alle loro dimensioni [\[9\]](#).

Come prodotti o lavorati, alcuni RCF sono respirabili. In termini di dimensioni, le RCF possono essere particelle allungate, anche se non necessariamente.



2. Tessuto in fibra di ceramica non frammentato



3. Fibra artificiale vetrosa al microscopio

Questi includono bassa conduttività termica, basso calore di accumulo (bassa capacità termica volumetrica), elevata resistenza agli shock termici, leggerezza, buona resistenza alla corrosione e facilità di installazione.

A seconda della formulazione, la temperatura massima di utilizzo può raggiungere i 1430 °C. Per questo motivo, le RCF (e alcune altre fibre) sono anche denominate lane isolanti per alte temperature (High Temperature Insulators Wool). La combinazione di bassa conducibilità termica, leggerezza e basso accumulo di calore rendono le RCF utili come materiale isolante leggero ad alta temperatura. A causa di queste proprietà, le applicazioni delle RCF sono principalmente industriali, infatti sono utilizzate come rivestimenti delle fornaci nel settore chimico, petrolchimico, della ceramica, del cemento, della fonderia e della forgiatura.

Inoltre questo secondo studio del 2018 di Mark J. Utella, L.Daniel Maximb ^[9] ha evidenziato le proprietà fisiche comparandole con quelle dell'asbesto:

Passando ora alle proprietà fisiche rilevanti alla potenziale tossicità delle fibre, la maggior parte degli scienziati sottoscrive la cosiddetta teoria 3D (dose-durabilità-dimensione) della tossicità delle fibre.

L'importanza della dose è ovvia: probabile che dosi di esposizione cumulative inferiori si traducano in una risposta inferiore.

Le dimensioni delle fibre (diametro e lunghezza) sono rilevanti per due motivi:

- I diametri delle fibre sono rilevanti perché influenzano la respirabilità delle fibre.

In generale, le fibre con diametri $> 3 \mu\text{m}$ non penetrano nelle vie aeree ramificate per raggiungere la regione polmonare/alveolare distale. Ciò che è rilevante è la distribuzione dei diametri delle fibre che si trovano all'interno o vicino alla zona di respirazione dei lavoratori esposti.

- Le lunghezze delle fibre sono potenzialmente rilevanti perché ci sono prove che le fibre più lunghe (almeno quelle più lunghe di circa $20 \mu\text{m}$) sono potenzialmente più tossiche perché sono troppo grandi per essere completamente fagocitate dai macrofagi. Anche la capacità della fibra di rimanere nel polmone, definita durabilità se misurata in studi in vitro, o biopersistenza se misurata in studi in vivo, è un determinante chiave della tossicità della fibra.

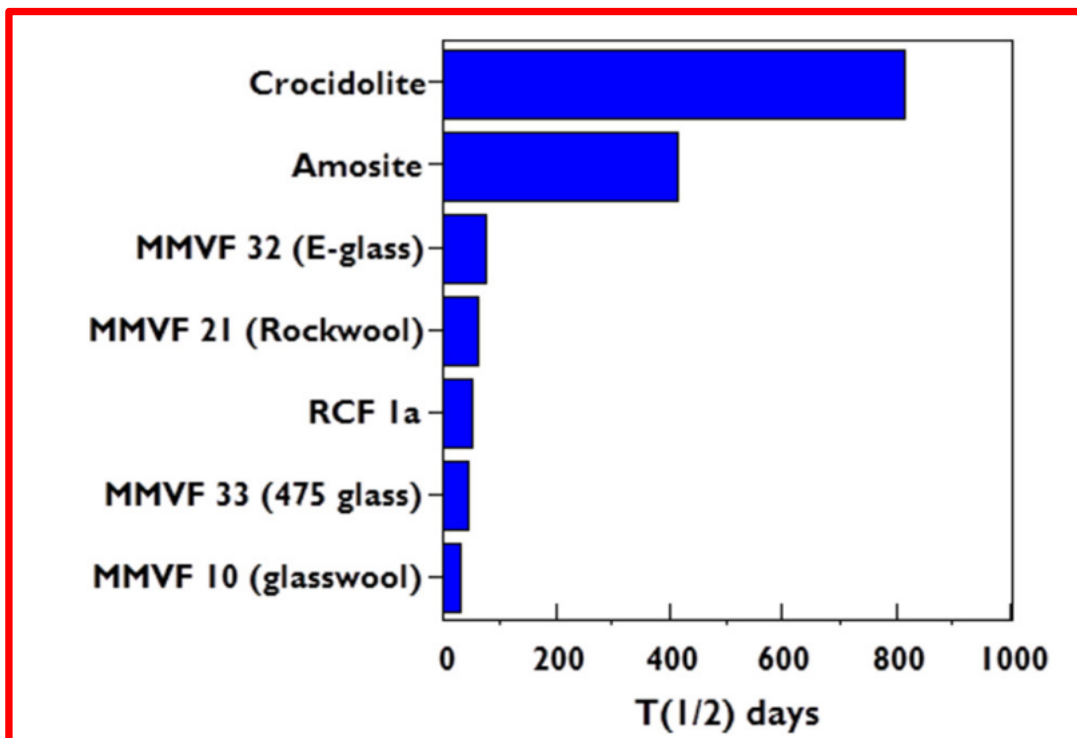
Le fibre che rimangono più a lungo nei polmoni hanno un potenziale maggiore di causare effetti negativi sulla salute.

La durabilità/biopersistenza può essere misurata in vitro mediante un parametro denominato K_{dis} e in vivo come $WT_{1/2}$ a metà tempo ponderato misurato in inalazione o misurazioni intratracheali. Esiste una buona correlazione tra questi due valori metrici.

Il grafico C mostra i tempi di dimezzamento ponderati (giorni) di fibre lunghe ($> 20 \mu m$) da studi di inalazione a breve termine per due tipi di amianto anfibolo (crocidolite e amosite) e diversi Synthetic Vitreous Fibers (incluso RCF).

Come si può vedere, le RCF sono più durevoli e biopersistenti di molte altre SVF, sebbene molto meno biopersistenti dell'amosite o dell'asbesto crocidolite.

Sulla base di questi dati, la potenziale tossicità delle RCF dovrebbe essere più elevata di quella della lana di vetro, paragonabile alla lana di roccia, e molto meno tossica dell'amianto anfibolo.



C: Grafico sui dati di biopersistenza mostrati come tempi di dimezzamento ponderati per amianto crocidolite, amianto amosite, MMVF 21 (lana di roccia), MMVF 32 (vetro E), RCF, MMVF 33 (lana di vetro per applicazioni speciali), MMVF 10 (lana di vetro) e MMVF22 (lana di scoria)

Un ulteriore studio svolto dall'INAIL e in particolare dalla direzione regionale dell'Umbria ha determinato le varie applicazioni di questo materiale sostitutivo ovvero le fibre ceramiche refrattarie, oltre a specificare i vari rischi e i limiti di esposizione associate ad essi di cui si parlerà nel capitolo successivo sui rischi per la salute.

Si è evidenziato soprattutto nel territorio umbro, dove si è svolta la ricerca sperimentale, che questo materiale ed altre fibre vengono utilizzate soprattutto negli altiforni e negli impianti siderurgici.

3.3: “Lana di roccia”

Il terzo e ultimo materiale sostitutivo all'amianto di cui si parlerà di seguito è la lana di roccia, quindi le sue caratteristiche chimico fisiche e di come sia visibile attraverso microscopio ottico ed infine tratteremo dei rischi per la salute e su come bisogna intervenire per tutelarsi.

La famiglia a cui appartiene la lana di roccia è la stessa della fibra di vetro e delle fibre ceramiche refrattarie.

Nello studio del 2014: Prospettive sulla cancerogenicità della fibra ceramica refrattaria (RCF): confronti con altre fibre di ^[10] Helmut Greim, Mark J. Utell, L. Daniel Maxim, and Ron Niebo si mette in comparazione la fibra ceramica refrattaria con le altre fibre come anche la lana di roccia.

Le RCF, chiamate Lane alluminosilicate (Allumino Silicate Wool) sono fibre amorfe che appartengono a una classe di materiali denominati fibre vetrose sintetiche (SVF), che comprendono anche lana di vetro, lana di roccia (roccia), lana di scoria e fibre di vetro per usi speciali.

Gli RCF hanno diverse proprietà desiderabili come la resistenza alle alte temperature, buona capacità di isolamento termico, bassa conducibilità termica, basso accumulo di calore (bassa capacità termica volumetrica), eccellente resistenza agli shock termici, peso leggero, buona corrosione, resistenza e facilità di

installazione. In base alla sua formulazione, la temperatura massima di utilizzo può essere fino a 1430 °C.

Per questo motivo sono denominate lane isolanti ad alta temperatura (HTIW). Come prodotto o lavorato alcuni RCF sono respirabili e le RCF sono relativamente biopersistenti rispetto a molti altre fibre vetrose sintetiche (SVF) (ma molto meno biopersistenti dell'amianto anfibolo).

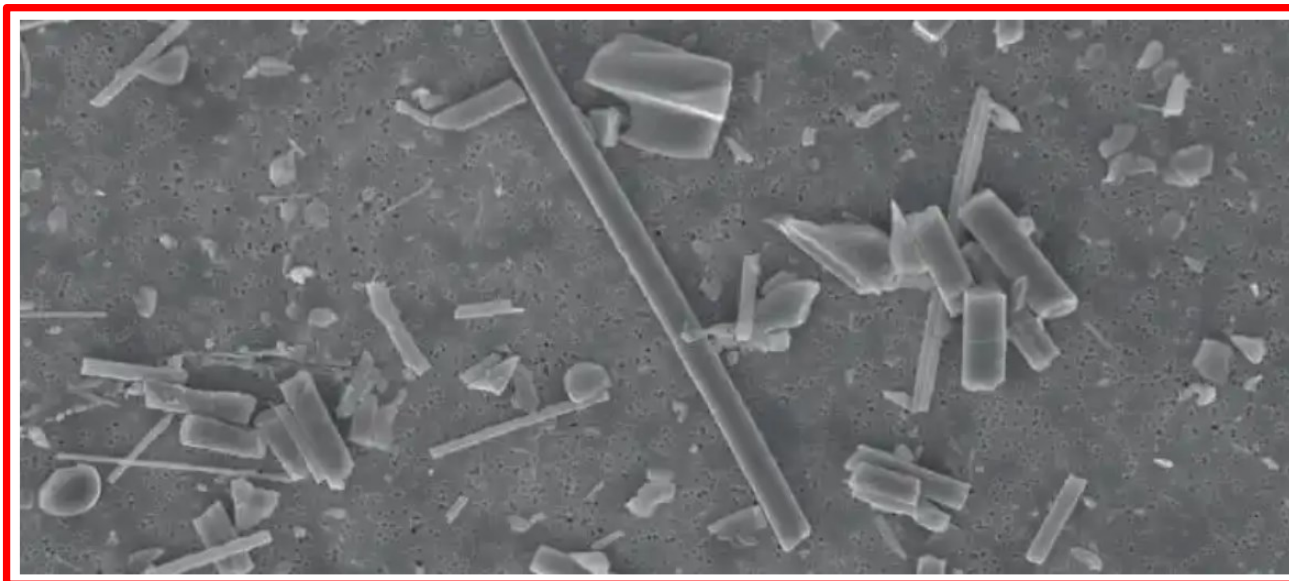
Aumenta relativamente alla respirabilità e alla biopersistenza la preoccupazione per i possibili effetti avversi sulla salute (tra cui cancerogenicità) derivanti dall'inalazione di RCF.

Questo studio afferma che hanno delle caratteristiche peculiari che li portano a far diventare le RCF simili alla lana di roccia essendo appartenente alla stessa famiglia, soprattutto per i rischi derivante dall'inalazione delle stesse.

Prima di parlare del secondo studio è molto interessante analizzare come può essere vista e riconosciuta la lana di roccia sia ad occhio nudo che al microscopio.



4.Lana di roccia in pannelli isolanti



5.Lana di roccia vista al microscopio

Un altro studio del 2002: Esposizione professionale in fibra di vetro e lana di roccia/scorie e installatori fai-da-te di L. Daniel Maxim, Walter Eastes, John G. Hadley, Charles M. Carter, Janis W. Reynolds,d e Ron Niebo ^[11] definisce come varia l'esposizione per l'installatori fai da te e come le fibre di vetro e la lana di roccia siano molto simili per proprietà chimico fisiche e quindi hanno simili rischi collegati alla salute di chi le utilizza.

In particolare si afferma che le fibre di vetro (Fibers Glass) e la lana di roccia/scoria (RSW) hanno molte caratteristiche fisiche simili ed anche per quanto riguarda il loro valore commerciale.

Forse il principale tra questi è la bassa conducibilità termica e capacità termica volumetrica, che consentono di utilizzare questi materiali per l'isolamento di strutture commerciali, industriali e residenziali.

L'isolamento degli edifici (residenziale, commerciale e industriale) hanno rappresentato 3388 milioni (MM) libbre (82%) delle 4126 MM libbre domestiche di spedizioni FG nel 2000.

Ci sono molti tipi e forme fisiche di costruzione e di isolamento. I tipi di isolamento includono la plastica espansa (prodotta da resine espanse e aerato utilizzando agenti

espandenti in un leggero materiale cellulare), perlite, vermiculite, isolamento in cellulosa (fibre di polpa di legno tenero ricavate da carta riciclata incluse vecchia carta da giornale [ONP]), cotone, denim, paglia, calcestruzzo isolante, e FG e RSW.

Le fibre di vetro (FG) rappresentano la maggior parte del mercato dell'isolamento degli edifici in Canada e gli Stati Uniti. Le forme di isolamento includono rotoli (coperte), imbottiture (sezioni pretagliate di isolamento forniti in varie lunghezze e spessori) e loose-fill.

L'isolamento loose-fill (inclusi Refractory Synthetic Wool, Fibers Glass e Cellulose Insulation) è confezionato in buste per installazione mediante soffianti pneumatici.

Alcuni tipi di isolamento (ad es. FG e RSW) sono forniti in tutte le forme, gli altri (ad es. CI) sono forniti solo come isolante sfuso.

Un ultimo, ma non meno importante, studio del 2021: Waste Mineral Wool e le sue opportunità- una rassegna di Zhen Shyong Yap, Nur Hafizah A. Khalid, Zaiton Haron, Azman Mohamed, Mahmood Md Tahir, Saloma Hasyim e Anis Saggaff^[12] si focalizza sulla lana derivante dalla roccia naturale e le sue opportunità derivanti anche dalle sue peculiari caratteristiche chimico fisiche.

In particolare: La lana di roccia è la principale lana minerale con fibre fini e intrecciate prodotto dalla rotazione di rocce fuse ad alta velocità che è simile alla produzione di zucchero filato. La massa di fibre è modellata in fogli con due caratteristiche importanti: bassa densità e elevata porosità, che la rende un'ottima scelta costruttiva per l'assorbimento acustico, l'isolamento termico e la resistenza al fuoco.

Alla luce di queste importanti caratteristiche, iniziò il rapido sviluppo e l'industrializzazione del materiale isolante in lana di roccia all'inizio del XX secolo.

Ad oggi, la lana di roccia è diventata di uso comune come materiale isolante per tubi dove rappresenta più del 50% del materiale isolante mondiale sul mercato. Accanto a questo sviluppo c'è l'enorme quantità di lana di roccia degradata che viene generata e scartata come rifiuto.

Le discariche e le aree di scarico sono praticamente le soluzioni più comuni ai rifiuti

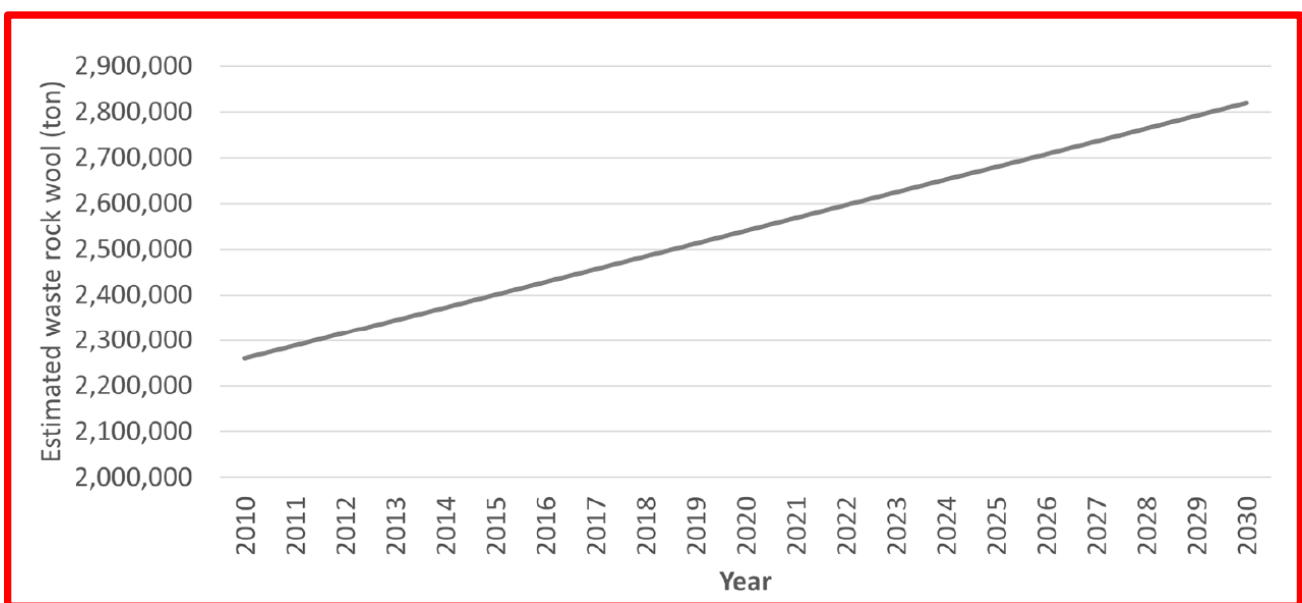
di lana di roccia. Tuttavia, questo comporta una serie di problemi ambientali comuni e la maggior parte sono collegati alle emissioni di gas serra.

Il secondo grande problema riguarda i maggiori spazi e la disposizione logistica necessaria per lo stoccaggio dei rifiuti sfusi e ingombranti di lana di roccia.

Questo problema aggrava ulteriormente le difficoltà legate alla carenza di discariche, di risorse naturali e un aumento dei costi di smaltimento dei rifiuti.

Tutto quanto premesso rappresenta una questione cruciale per l'industria della fibra di lana in tutto il mondo.

Dal grafico sottostante si può evincere tutta la criticità dello smaltimento di questo tipo di materiale.



D: Grafico sulla stima annuale dei rifiuti di lana minerale nei Paesi dell'Unione Europea.

4: Capitolo III: “I rischi attuali per la salute e sicurezza dei materiali sostitutivi all’amianto”

I rischi per la salute sono spesso meno considerati per i materiali sostitutivi all’amianto rispetto a quello che viene fatto per l’amianto.

L’obiettivo di questo capitolo è illustrare questa pericolosità arrivando alla conclusione di definirli cancerogeni o possibili cancerogeni per l’uomo.

Gli studi confermano che in termini di rischi per la salute nei tre materiali sostitutivi all’amianto ve ne sono molteplici.

In uno studio relativo alle fibre sintetiche e naturali sostitutive all’amianto del 2015: “Types and Health Hazards of Fibrous Materials Used as Asbestos Substitutes di Seung-Hyun Park” ^[13] si è definito, studiando le proprietà chimico- fisiche delle stesse, la cancerogenicità della maggioranza di questi materiali riportati in una tabella che verrà riportata sotto.

Nello specifico si è rivista la letteratura sulle tipologie e sulle caratteristiche dei sostituti dell'amianto, lo stato di sviluppo dei materiali privi di amianto e i rischi per la salute dei materiali sostitutivi dell'amianto.

Per esaminare i tipi e le caratteristiche dei sostituti dell'amianto, questo studio ha fatto riferimento alla letteratura chimica e fisica ovvero proprietà e morfologia.

Secondo il rapporto del Servizio geologico degli Stati Uniti sulla fornitura e consumo mondiale di amianto, Stati Uniti e l'Europa ha importato oltre l'80% della produzione mondiale di amianto durante il 1920-1960, che ha causato alti livelli di malattia correlata all'amianto negli Stati Uniti e in Europa.

A seguito di ricerche sul sito dei brevetti, c'erano molti brevetti per i sostituti dell'amianto negli Stati Uniti e in Europa. Lo stato di sviluppo di materiali da costruzione, materiali di attrito, guarnizioni, fogli di giunzione e tessuti privi di amianto è stato identificato dalle risorse brevettuali.

La letteratura sulla valutazione dei pericoli dei sostituti dell'amianto ha fatto riferimento alla relazione sulla valutazione dei pericoli dell'amianto e suoi sostituti

redatta dall'OMS attraverso un workshop di un gruppo di esperti, risorse di valutazione cancerogena di IARC su materiali fibrosi e le risorse ACGIH al limite della soglia dei valori (TLV).

I partecipanti al workshop dell'OMS hanno valutato i rischi per la salute e la cancerogenicità dei sostituti dell'amianto sulla base di prove epidemiologiche, studi su animali da esperimento, test in vitro a breve termine, proprietà fisico-chimiche e biopersistenza.

Il workshop ha deciso di raggruppare i sostituti dell'amianto approssimativamente in gruppi di pericolo di alto, medio e basso rischio.

Lo IARC ha valutato la cancerogenicità di alcuni silicati e fibre vetrose sintetiche basate su studi sul cancro nell'uomo, studi sul cancro negli animali da esperimento, proprietà chimico fisiche, persistenza e biodegradabilità e altri dati relativi alla valutazione della cancerogenicità e del suo meccanismo.

L'ACGIH ha valutato la cancerogenicità delle fibre vetrose sintetiche basata su studi sul cancro negli esseri umani, studi sul cancro negli animali da esperimento, proprietà fisico-chimiche e altri dati rilevanti per la valutazione della cancerogenicità. Successivamente dopo aver valutato questi dati relativi ai materiali fibrosi sostitutivi all'amianto con un gruppo attraverso dei workshop si è arrivati ad una conclusione chiara: I principali fattori di tossicità delle fibre sono le dimensioni delle fibre, la durabilità delle fibre e i tipi di fibre. In termini di dimensione di una fibra, fibre più sottili di 3 µm possono raggiungere le vie aeree inferiori, mentre le fibre più lunghe di 5-10 µm possono rimanere nei polmoni più a lungo di altre fibre più corte.

Inoltre, la lunghezza delle fibre che i macrofagi possono rimuovere è circa 16-17 µm. Considerando la durabilità delle fibre, una fibra generalmente subisce il processo di frammentazione (rottura latitudinale) o scissione (rottura longitudinale) nel corpo umano.

Sia la frammentazione che la scissione possono aumentare il numero e la superficie delle fibre, ma fibre più corte risultanti dalla frammentazione sono facilmente rimossi

dai macrofagi. In caso di scissione, questo non influisce sulla rimozione da parte dei macrofagi.

Invece quando si considera il tipo di fibra, è noto che l'amianto anfibolo rimane nei polmoni più a lungo del crisotilo serpentino.

Considerando il pericolo per la salute in rapporto alla dimensione delle fibre di amianto, l'asbestosi è più strettamente correlata alle fibre lunghe 2 mm o più lunghe e con diametro maggiore o uguale a 0,15 mm, mentre il mesotelioma maligno è più strettamente correlato al numero di fibre con lunghezza maggiore o uguale a 5 mm e diametro minore o uguale a 0,1 mm. In cancro del polmone è più strettamente correlato al numero di fibre che sono 10 mm o più e 0,15 mm o più spesse di diametro.

L'OMS ha valutato i pericoli di 14 tipi di sostituti dell'amianto, incluso il para-aramide, attraverso un seminario condotto da esperti del settore.

Questo seminario ha classificato i rischi dei materiali sostitutivi dell'amianto in tre gradini: alto, medio e basso e i principali fattori di rischio erano i rischi per la salute al cancro del polmone, il mesotelioma maligno e l'asbestosi.

La tabella 2 elenca i risultati della valutazione dei pericoli dei sostituti dell'amianto da parte dell'OMS e la classificazione degli agenti cancerogeni da parte di IARC e ACGIH.

Secondo i risultati della valutazione dell'OMS, le fibre di para-amide hanno fibre respirabili con dimensioni simili a fibre cancerogene e hanno avuto effetti sui polmoni in un test sugli animali.

Poiché ha anche biopersistenza, i suoi pericoli sono stati classificati come medi.

La fibra di attapulgitte respirabile è altamente pericolosa quando contiene fibre lunghe, ma le fibre più corte sono meno pericolose. Nelle vie respiratorie i test sugli animali hanno evidenziato che fibre più lunghe causavano tumori, mentre le fibre più corte no. Le fibre di carbonio avevano un diametro di 5-15 mm e per lo più non respirabile nei siti industriali a basso rischio.

Secondo la classificazione degli agenti cancerogeni della IARC, le fibre di paramide sono state classificate nel gruppo 3 il quale non è classificabile perché cancerogeno per l'uomo.

L'Attapulgite invece secondo lo studio non ha prove sufficienti di cancerogenicità negli esseri umani, ma uno studio di campioni contenenti le fibre che sono 5 mm o più lunghe hanno mostrato l'insorgenza di malignità dei tumori e mesotelioma nella sperimentazione animale.

Tuttavia un piccolo aumento dell'insorgenza di tumori è stato osservato per le fibre che sono più brevi.

Lo IARC classifica le fibre di attapulgite di 5 mm o più nel gruppo 2B (possibilmente cancerogeno per l'uomo) e per le fibre più corte nel Gruppo 3 (non classificabile per cancerogenicità nell'uomo).

Inoltre, le fibre di erionite che causano il mesotelioma maligno e sono cancerogeni per l'uomo sono classificati nel gruppo 1.

Per quanto riguarda le fibre ceramiche resistenti al fuoco, non ci sono prove sufficienti per definirle cancerogene nell'uomo, ma ci sono significative evidenze di cancro ai polmoni e mesotelioma maligno nel test di inalazione a lungo termine del topo.

Pertanto, le fibre ceramiche sono classificate nel gruppo 2B (possibilmente cancerogene per l'uomo).

L'ACGIH classifica alcune fibre vetrose sintetiche secondo la loro cancerogenicità e raccomanda il rispetto del limite TLV. Le fibre ceramiche sono Resistenti al fuoco e sono classificate nel gruppo A2 (sospetto umano cancerogeno) e il TLV raccomandato è 0,2 f/cc. Inoltre, lana di vetro, le fibre di lana di roccia e fibre di lana di scoria sono classificate in Gruppo A3 (cancerogeno riconosciuto per l'animale con rilevanza sconosciuta per l'uomo), e il TLV raccomandato è 1 f/cc.

La classificazione è riportata nella tabella sottostante. Infine si è evidenziato che i materiali sostitutivi che sono stati studiati e sviluppati per molto tempo, dei quali la popolazione è preoccupata per i pericoli degli stessi.

Alcuni materiali fibrosi sono stati valutati sui rischi per la salute, ma ci sono alcuni materiali che possono essere cancerogeni per l'uomo o possono avere effetti sulla salute umana.

La IARC classifica le fibre di erionite nel Gruppo 1 (cancerogeno per umani) e le fibre ceramiche resistenti al fuoco e fibre di attapulgite che sono 5 mm o più nel Gruppo 2B (possibile cancerogeno per umani).

Recentemente, l'OMS ha valutato i rischi di 14 tipi di materiali sostitutivi dell'amianto, tra cui attapulgite e potassio e fibre di ottatitanato. Come risultato della valutazione, l'attapulgite è stato classificato come altamente pericoloso in quanto può causare tumori quando le fibre sono lunghe.

Anche le fibre di ottatitanato di potassio sono state classificate come altamente pericolose. I lavoratori possono essere esposti come fibre respirabili a livello industriale e causare il mesotelioma quando iniettato nell'intraperitoneale. Inoltre ci sono prove di tossicità genetica e biopersistenza.

Nel caso di fibre vetrose sintetiche, biopersistenza le fibre sono state classificate come altamente pericolose, mentre non biopersistenti le fibre sono state classificate come a basso rischio.

La para-aramide ha un livello di pericolosità medio, è nota per essere cancerogena e ci si può essere esposti tramite fibre respirabili.

Inoltre, le fibre di carbonio, la wollastonite, la xonotlite e le fibre di attapulgite hanno un basso rischio. Le Fibre di polietilene, polivinile, fibre di cloruro, fibre di polipropilene e baffi di grafite non sono state definite per livello di rischio da questo studio a causa di dati insufficienti.

La valutazione di questi materiali sostitutivi all'amianto è stata limitata e ulteriori studi saranno necessari in futuro.

È necessario sviluppare materiali da costruzione e materiali di attrito utilizzando materiali sostitutivi che possono sostituire l'amianto. Tuttavia, i materiali fibrosi includono materiali che possono essere cancerogeni e possono avere effetti sulla salute.

Solo alcuni materiali sostitutivi sono stati valutati per i rischi per la salute, e ci sono materiali che non hanno dati di valutazione sufficienti.

Per questo motivo, ci sono ancora molti materiali di cui occuparsi e dei quali non sono stati ancora stabiliti i limiti di esposizione.

Pertanto, dovrebbero essere compiuti sforzi per ridurre al minimo l'esposizione dei lavoratori ai materiali sostitutivi che non contengono amianto.

Materials	Health hazard & carcinogenicity	
	WHO	IARC (ACGIH)
p-Aramid fibers	Medium	Group 3
Attapulgite fibers		
Long fibers, >5 µm	High for long fibers	Group 2B
Short fibers, <5 µm	Low for short fibers	Group 3
Carbon fiber	Low	—
Cellulose fibers	Low for not respirable, indeterminate for respirable	
Continuous filament glass fibers	Refer to synthetic vitreous fibers	Group 3 (A4)
Erionite fibers		Group 1
Glass wool fibers	Refer to synthetic vitreous fibers	Group 3 (A3)
Graphite whiskers	Indeterminate	—
Magnesium sulfate whiskers	Low or indeterminate	—
Polyethylene fibers	Indeterminate	—
Polypropylene fibers	Indeterminate	—
Polyvinyl alcohol fibers	Indeterminate	—
Polyvinyl chloride fibers	Indeterminate	—
Potassium octatitanate fibers	High	—
Refractory ceramic fibers	Refer to synthetic vitreous fibers	Group 2B (A2)
Rock wool fibers	Refer to synthetic vitreous fibers	Group 3 (A3)
Sepiolite fibers	—	Group 3
Slag wool fibers	Refer to synthetic vitreous fibers	Group 3 (A3)
Synthetic vitreous fibers	High for biopersistent, low for nonbiopersistent	—
Wollastonite fibers	Low	Group 3
Xonotlite fibers	Low	—

ACGIH, American Conference of Governmental Industrial Hygienists; IARC, International Agency for Research on Cancer; WHO, World Health Organization.

E: Tabella classificazione rischio per la salute di alcuni materiali fibrosi sostitutivi all'amianto secondo l'ACGIH

Questa classificazione definita nello studio precedente ha messo in luce la pericolosità, anche se non del tutto definita, dei materiali sostitutivi all'amianto soprattutto per la

loro cancerogenicità. I rischi per la sicurezza relativamente ai materiali sostitutivi all'amianto sono principalmente collegati alla protezione dei lavoratori relativamente ai rischi per la salute di natura respiratoria.

Un articolo pubblicato su "Chron" nel 2020 riguardante la sicurezza sul posto di lavoro da esposizione con la polvere di fibra di vetro, stabilisce come il rischio sia ancora presente e importante anche se non ci riferiamo all'amianto ^[14].

In particolare la fibra di vetro, nota anche come lana di vetro o vetro fibroso, contiene minuscole fibre di vetro e altri materiali.

Quando i lavoratori carteggiano, tagliano, segano o tagliano la fibra di vetro, si produce polvere che contiene fibre, come spiegato dal Dipartimento della sanità pubblica dell'Illinois. Lavorare con l'isolamento in fibra di vetro provoca anche irritazione. Queste fibre possono entrare in contatto con la pelle ed entrare negli occhi, mettendo a rischio i lavoratori e causando gravi effetti sulla loro salute.

I capi reparto e i datori di lavoro dovrebbero garantire che i lavoratori sappiano come proteggersi da questi rischi.

I pericoli noti di questo materiale sostitutivo all'amianto e di altri riguarda potenzialmente l'irritazione degli occhi, della pelle e del tratto respiratorio superiore. Questo materiale pone anche diversi altri rischi per la salute dei dipendenti esposti. Se le fibre si incastrano nella pelle, può svilupparsi un'eruzione cutanea. L'inalazione delle fibre può causare irritazione della gola e delle vie nasali.

Inoltre anche l'ingestione delle fibre aumenta il rischio di irritazione allo stomaco. Più le fibre sono piccole più hanno la possibilità di entrare nella parte inferiore dei polmoni, aumentando i rischi associati all'esposizione.

Si può intervenire per questi rischi specifici attraverso una gestione, da parte del datore di lavoro, dei lavoratori che producono polvere di fibre di vetro soprattutto nel settore delle costruzioni.

I datori di lavoro devono inoltre fornire dispositivi di protezione individuale adeguati ad aiutare i dipendenti a proteggersi dall'esposizione alla fibra di vetro. Occhiali o occhiali protettivi che saranno utili ad impedire alle fibre di entrare negli occhi. Le maschere che coprono il naso e la bocca possono impedire ai lavoratori di inalare o deglutire le fibre.

Un'altra misura protettiva riguarda l'indossare guanti che riduce il contatto della pelle con la fibra di vetro e può prevenire l'irritazione. I lavoratori regolarmente esposti a questo tipo di polvere devono indossare maschere con respiratori, che contengono filtri che impediscano alla polvere e ad altre particelle di entrare nella bocca e nel sistema respiratorio.

La selezione degli indumenti giusti può aiutare a ridurre al minimo il contatto con le fibre, riducendo il rischio di irritazioni e lesioni. I lavoratori dovrebbero indossare pantaloni e magliette a maniche lunghe quando lavorano con questo materiale. Il tessuto eviterà che la polvere di fibra di vetro possa irritare la pelle e ridurrà il rischio che le fibre si incastrino nella pelle. È importante rispettare il codice di abbigliamento che il tuo datore di lavoro ha stabilito nel DVR quando si maneggia la fibra di vetro.

I lavoratori inoltre dovrebbero lavarsi la pelle quotidianamente per ridurre il rischio di irritazione cutanea. Se la polvere di fibra di vetro entra negli occhi, il lavoratore deve sciacquare immediatamente l'occhio interessato con abbondante acqua. Il Fiberglass Safety Depot afferma che i lavoratori devono avere accesso alle docce alla fine del loro turno.

I dipendenti devono adottare tutte le misure stabilite per ridurre la loro esposizione alla polvere di fibra di vetro. Un modo per prevenire l'inalazione è lavorare in aree ben ventilate come l'apertura di una finestra o una porta.

I lavoratori dovrebbero anche utilizzare un aspiratore localizzato sulla postazione di lavoro per rimuovere la polvere di fibra di vetro. Tutti gli indumenti indossati mentre si lavora con la fibra di vetro devono essere lavati separatamente dagli altri capi di abbigliamento.

L'Occupational Safety and Health Administration (OSHA) ritiene che i datori di lavoro sono i responsabili della sicurezza sul posto di lavoro. Le normative OSHA sulla fibra di vetro richiedono che i prodotti in fibra di vetro abbiano etichette di avvertenza che indichino che il vetro fibroso è una fibra potenzialmente respirabile e un potenziale cancerogeno. Le fibre respirabili sono fibre che possono penetrare nella regione alveolare del polmone se vengono inalate.

Inoltre l'OSHA afferma che i datori di lavoro devono mantenere le schede dei dati di sicurezza per ogni prodotto in fibra di vetro utilizzato sul posto di lavoro con le istruzioni sulla corretta manipolazione e sulle procedure di emergenza. I dipendenti possono porre domande o presentare un reclamo contattando l'OSHA.

Inoltre relativamente ai rischi per la sicurezza di questi materiali sostitutivi all'amianto vi è uno studio del 2016: "Prevenzione del rischio di cancro nelle fibre di vetro dei dipendenti produttori", scritto da Mukhammatdiyeva G.F. 1, Karimova L.K., Bakirov A.B., Kaptsov V.A., Beygul N.A., Gimaeva Z.F., Mavrina L.N, che si sofferma sulla prevenzione dei rischi dei lavoratori produttori di fibre di vetro.

Lo studio è stato fatto presso una delle più grandi imprese di produzione di fibra di vetro in Russia, utilizzando il laboratorio sanitario, clinico e i metodi statistici e le postazioni di lavoro degli operatori nella produzione di fibre di vetro lunghe.

Lo studio ha coinvolto 170 addetti alla produzione di vetroresina, di cui: 71 pazienti con neoplasia cutanea professionale e 99 operatori della produzione di fibre lunghe di vetro con una patologia occupazionale. Nel gruppo dei pazienti vi era il 53,5% di maschi ed il 46,5% di femmine.

Tra loro prevalevano le persone di età compresa tra 50 e 59 anni e tra 60 e 69 anni. Il gruppo di operatori sani ha incluso 47 donne e 52 uomini. La maggior parte di loro era anziana

30-39 anni e 40-49 anni. Il 46,5% dei lavoratori aveva svolto il seguente lavoro professionale per un periodo inferiore ai 10/11 anni ed oltre il 53,5% dei lavoratori era sotto indagine.

Questi studi hanno dimostrato l'effetto degli inquinanti in un complesso di oli da ammollo, polvere di vetroresina, rumore e microclima sul core profile worker, cioè sugli operatori di fibre di vetro.

L'olio per ammollo utilizzato nella tecnologia di produzione è una miscela multicomponente composta da sostanze nocive della classe di pericolo 2-3d (da alto rischio a moderatamente pericoloso).

Una serie di sostanze (formaldeide, clorometilossirano, cloridrato, acido etanoico e olio minerale spray) presenti nell'olio di ammollo ha effetti cancerogeni.

L'effetto penetrante degli oli da ammollo è stato aumentato con la polvere fine di fibra di vetro contenuta nella zona di lavorazione, che depositandosi sulla superficie contaminata ha causato sulla pelle delle mani l'effetto traumatico e irritante. Inoltre, i fattori aggravanti erano quelli relativi agli oli da ammollo, la temperatura dell'ambiente e la radiazione di calore in eccesso. Tutti i suddetti fattori nel complesso hanno determinato il rischio di dermatopatia professionale nei dipendenti di questo settore.

Un'analisi delle dinamiche di morbilità occupazionale ha mostrato le sue fluttuazioni durante il periodo di osservazione (20 anni). I tassi più alti sono stati registrati nel 1998, 2002, 2006, e realizzati rispettivamente su 89,4, 92,4 e 70,4 per 10.000 dipendenti.

Ci sono 97 persone attualmente registrate nel reparto di consulenza e ambulatorio di FSFI (Istituto Federale Finanziato dallo Stato) "Ufa Research Istituto di Medicina del Lavoro e Umana Ecologia", che hanno tumori della pelle professionali, di cui il 74,2% con ipercheratosi locale e il 25,8% con tumori alla pelle. Allo stesso tempo vengono diagnosticati sei pazienti con due malattie professionali: dermatite da contatto e ipercheratosi locale. Un paziente con due tumori maligni professionali: cancro della pelle e cancro ai polmoni. I pazienti occupazionali erano per lo più di età compresa tra

50 e 59 anni. La neoplasia cutanea professionale era stata diagnosticata principalmente nei lavoratori per cui sono stati impiegati oltre 10 anni (periodo medio $12,6 \pm 2,4$ anni). Il periodo di trasformazione dell'ipercheratosi locale in cancro della pelle in media 5-8 anni. È stato riscontrato che i fattori genetico-molecolari predispongono allo sviluppo della neoplasia cutanea professionale.

Gli studi clinici e igienici completi erano la base per lo sviluppo della prevenzione tramite misure volte a ridurre il rischio occupazionale di neoplasia cutanea nella produzione di fibra di vetro.

Sia a livello aziendale che personale si prevede l'attuazione del principio di prevenzione primaria e secondaria.

La prevenzione primaria delle malattie professionali è finalizzata a prevenire l'insorgenza di tumori maligni della cute e delle malattie benigne che li precedono (ipercheratosi) eliminando o riducendo l'esposizione a fattori di rischio, associato ad uno stile di vita sano.

Le procedure aziendali prevedono la fornitura di condizioni di lavoro sicure, limitando il contatto dei dipendenti con sostanze a rischio cancerogeno e migliorando l'automazione del processo tecnologico, lo sviluppo di nuove formule per oli da ammollo, evitando sostanze dannose con effetto altamente cancerogeno.

La riduzione dell'esposizione ad agenti cancerogeni professionali può essere ottenuta da efficaci sistemi di ventilazione implementati. Ogni dipendente deve essere informato sul lavoro, sulle condizioni lavorative e sul potenziale rischio di sviluppare una neoplasia cutanea professionale, e formato circa la sicurezza sul lavoro e l'uso obbligatorio dei dispositivi di protezione individuale e delle attrezzature.

La prevenzione primaria delle neoplasie cutanee professionali nella produzione di vetroresina comporta anche il preposizionamento e le visite mediche regolari.

Le controindicazioni per l'occupazione nella produzione di fibra di vetro sono malattie croniche della pelle e dell'apparato respiratorio, malattie allergiche di qualsiasi gravità, tumori benigni, la presenza di marcatori polimorfici specifici. Gli individui che hanno avuto in precedenza un'esposizione professionale ad agenti cancerogeni non sono indicati per essere impiegati nella produzione di fibre di vetro. L'Assistenza medica degli occupati nelle imprese con rischio cancerogeno dovrebbe concentrarsi sull'identificazione e il trattamento del background cronico e delle malattie precancerose.

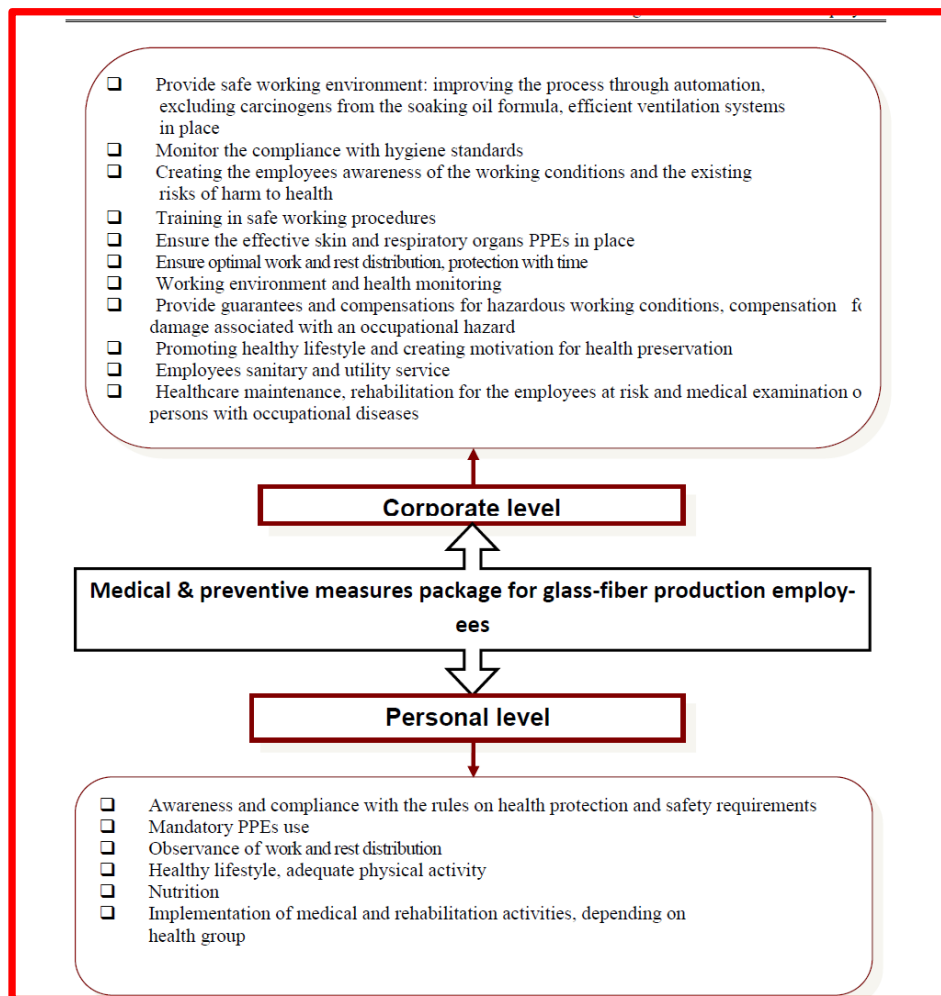
Serve vigilanza oncologica da parte dei medici che effettuano visite mediche regolari agli addetti alla produzione di vetroresina. Alla cessazione del rapporto di lavoro i lavoratori devono sottoporsi ad una visita medica finalizzata alla diagnosi precoce di cancro della pelle professionale.

Al fine di migliorare la selezione professionale dei dipendenti, stimare il rischio di lesioni cutanee professionali e formare i gruppi ad alto rischio di lavoratori, è consigliabile utilizzare studi di genetica molecolare.

L'adesione a studi genetici deve essere una scelta consapevole su base volontaria. Il riscontro di individui suscettibili ridurrà il rischio delle neoplasie cutanee professionali nella produzione di fibra di vetro dipendenti.

Allo stesso tempo, secondo le linee guida dell'Organizzazione Internazionale del Lavoro, il datore di lavoro non deve essere informato sui risultati dell'esame senza il consenso del dipendente. Gli studi dettano la necessità di introdurre la produzione di fibre di vetro nell'elenco dei processi cancerogeni per l'uomo.

F. misure mediche e preventive per i dipendenti della produzione di fibra di vetro



Riguardo le misure di sicurezza da sottolineare per quanto riguarda i materiali sostitutivi all'amianto si evidenzia un altro studio del 2011 relativamente alla fibra di vetro uno tra i tre materiali sostitutivi all'amianto trattati in questa tesi.

Lo studio "Gestione e scienza del prodotto: produzione e utilizzo sicuri della fibra di vetro", scritto da Thomas W. Hesterberg, Robert Anderson, David M. Bernstein, William B. Bunn, Gerald A. Chase, Angela Libby Jankousky, Gary M. Marsh f, Roger O. McClellan ^[16] tratta della produzione e dell'utilizzo in sicurezza della fibra di vetro. In particolare lo studio riporta le ricerche epidemiologiche sui lavoratori, definisce severi limiti di esposizione sul posto di lavoro e prevede un programma di ricerca per valutare la sicurezza di prodotti in fibra di vetro esistenti e guida lo sviluppo di nuovi

prodotti ancora più sicuri. Si è analizzato che le fibre di vetro "meno biopersistenti" non hanno causato tumori delle vie respiratorie.

Analizzando la pericolosità di questo materiale si è evidenziato che:

In considerazione della classificazione effettuata da IARC nel 2002 e delle associazioni di produttori di isolamento nordamericani e della richiesta del National Toxicology Panel, si è svolto il 12° RoC, basato sulla rivalutazione della lana di vetro.

Prorogata la preparazione del 12° Rapporto sugli agenti cancerogeni per un certo numero di anni, si è arrivati alla conclusione dello stesso il 10 giugno 2011.

Lo scopo di questo documento è stato rivedere tutti i dettagli della rivalutazione dell'NTP nel processo di produzione per le fibre di lana e per le fibre di vetro.

Il processo di revisione dell'NTP per la preparazione del dodicesimo RoC è stato svolto attraverso un gruppo di esperti che hanno fornito pareri scientifici di ciascuna delle sostanze in esame.

Nel National Toxicology Panel vi erano nove scienziati altamente qualificati con competenza riconosciuta nella scienza dell'aerosol, nella tossicologia dell'inalazione, nell'igiene industriale, nella pneumologia e nella biologia polmonare/patobiologia e nella valutazione dei pericoli.

Il gruppo di esperti NTP è stato incaricato di applicare i criteri di inserimento della fibra di vetro e lana nel RoC fornendo un parere scientifico per le valutazioni.

Il gruppo di esperti, con un voto di 8 Sì e 0 No, ha raccomandato "che le fibre di lana di vetro, non dovrebbero essere classificate come note per essere cancerogene per l'uomo né come ragionevolmente previste essere cancerogene per l'uomo."

Tuttavia, lo stesso gruppo di esperti ha raccomandato con un voto di 7 sì, 0 no e 1 astensione che solo le fibre di vetro più lunghe, più sottili e meno solubili sono considerate ragionevolmente cancerogene per l'uomo.

Il gruppo di esperti hanno espresso un parere scientifico unanime: le proprietà fisiche e i relativi effetti cancerogeni negli animali da laboratorio per alcune fibre sintetiche giustificavano l'inserimento nell'elenco del RoC delle fibre di vetro più lunghe, più sottili e meno solubili come "ragionevolmente e prevedibilmente cancerogene per l'uomo".

Dopo aver ricevuto le relazioni del gruppo di esperti, l'NTP ha convocato due gruppi di lavoro per incontrarsi in sessioni chiuse per confermare nell'elenco lo stato della fibra di lana e di vetro (come riportato nel processo di revisione del RoC).

I revisori hanno brevemente rivisto le prove scientifiche definite dallo IARC (2002) che ha fornito una valutazione e una classificazione separata dei diversi tipi di fibre sintetiche e hanno approvato la preparazione del 12° Rapporto sugli agenti cancerogeni.

La parola "Alcune" in "Alcune fibre di lana di vetro (inalabili)" è definita come: solo alcune fibre che sono biopersistenti nel polmone o nella regione tracheobronchiale sono definite ragionevolmente cancerogene per l'uomo.

La posizione dell'NTP è coerente con le raccomandazioni del Gruppo di esperti in fibra di lana e di vetro sull'importanza della biopersistenza nel giocare un forte ruolo nella determinazione del pericolo.

La fonte presa in considerazione dal gruppo di esperti per determinare la biopersistenza e quindi il rischio è differente da quella dell'NTP: mentre il gruppo di esperti ha considerato i dati in vitro come un metodo appropriato, l'NTP nel 12° RoC ha considerato le valutazioni sugli animali ovvero i dati in vivo.

I due termini (inalabile e respirabile) sono pertinenti per descrivere le differenze qualitative relativamente alla probabilità che le fibre raggiungano i vari compartimenti delle vie respiratorie. Inoltre è importante sottolineare che nessuno dei due termini, respirabile o inalabile, si rivolge alla solubilità e, quindi, alla biopersistenza delle fibre di vetro.

Il termine Particolato Inalabile sta per identificare la fibra caratterizzata dal suo diametro aerodinamico. Esso viene utilizzato per quei materiali che sono pericolosi se si depositano nel tratto respiratorio.

Al contrario il termine Particolato Respirabile, viene utilizzato per quei materiali che sono pericolosi quando sono depositati nella regione di scambio gassoso.

In realtà, tutte le particelle inalabili includono una frazione respirabile e raramente un aerosol è caratterizzato come inalabile ovvero privo di particelle respirabili. Pertanto, l'uso di "respirabili" o "inalabili" è particolarmente vincolante per le fibre descritte nel Roc come "Alcune fibre di lana di vetro".

Un risultato di questo approccio proattivo alla gestione responsabile del prodotto è stato che la ricerca scientifica ha prodotto nuove informazioni sui potenziali effetti sulla salute delle fibre sintetiche vetrose (Synthetic Vitreous Fibers) ed è stata effettuata la riclassificazione da parte dello IARC delle fibre di lana di vetro, lana di roccia e lana di scoria da "possibilmente cancerogeno per l'uomo (Gruppo 2B)" a "non classificabili come cancerogeni per l'uomo (Gruppo 3)." Il National Toxicology Report (NTP) sugli agenti cancerogeni, ha utilizzato le stesse informazioni per concludere che "Alcune fibre di lana di vetro (quelle inalabili)" sono "ragionevolmente previsti cancerogeni per l'uomo".

Il termine definito dall'NTP come "Alcune fibre di lana di vetro (inalabili)" può essere considerato equivalente a "Fibre di vetro biopersistenti e inalabili" con voluta esclusione delle biosolubili quindi, di quelle meno biopersistenti. Questo approccio è coerente con l'OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment) nell'elencare le fibre di lana e di vetro (inalabili e biopersistenti) come "ragionevolmente previsti cancerogeni per l'uomo".

Il risultato più significativo di questa sostanziale gestione del prodotto è stato che l'industria ha utilizzato i risultati della ricerca per portare a dei cambiamenti nella composizione delle fibre e quindi nei processi produttivi.

Ciò ha portato a commercializzare prodotti in fibra di vetro ancora meno biopersistenti dei precedenti prodotti e quindi più sicuri.

5. Capitolo IV: “Strategie di prevenzione per ridurre i rischi”

Questa tesi ha descritto i materiali sostitutivi all'amianto in particolare le fibre di vetro, di cui esistono numerosi studi sia relativi ai rischi per la salute che per la sicurezza.

Molti studi evidenziano che i principali rischi per la salute dei lavoratori sono rappresentati da danni all'apparato respiratorio, causati dall'inalazione di polveri derivate dalla manipolazione e dalla produzione di queste fibre artificiali, usate soprattutto nei settori dell'edilizia, della siderurgia e nell'industria militare.

Nel 2005 l'INAIL ha condotto un'indagine coinvolgendo diverse aziende siderurgiche umbre ^[17].

Le fibre ceramiche refrattarie (FCR) vengono utilizzate come sostituti dell'amianto per la coibentazione dei forni in ceramica nella terza fase del processo produttivo costituito da tre lavorazioni:

- Realizzazione della carpenteria metallica;
- Attrezzaggio del forno con impiantistica elettrica, impianto di alimentazione, bruciatori;
- Coibentazione finale mediante fibre ceramiche refrattarie e particolari in muratura refrattaria per le pareti, il tetto ed il carrello di base del forno.

Queste aziende che svolgono suddette lavorazioni impiegano due/tre operai specializzati proprio nelle operazioni di coibentazione dove si è sottoposti alla respirazione di fibre ceramiche refrattarie.

Ogni ditta nel territorio umbro trattato in questa indagine dell'INAIL ha proprie tecniche e modalità di utilizzo delle fibre, in particolare alcune ditte ripiegano il materassino su sé stesso sino ad ottenere dei blocchi compatti (Z block) che vengono assemblati incastrandoli l'uno contro l'altro lungo le pareti e il tetto dei forni. Altre invece procedono all'appuntaggio del materassino ritenendo tale sistema più semplice ed efficace.

Le diverse procedure condizionano ovviamente l'entità della diffusione di fibre, ma un contributo ancor più significativo è dato dalle diverse operazioni manuali effettuate dai singoli addetti, vale a dire la variabile umana.

Le strategie messe in atto da numerose ditte valutate in questo studio sono state molteplici, ma c'è da sottolineare che molti datori di lavoro non si sono dimostrati sensibili a questo argomento.

Gli operatori del settore sono stati, in media, informati dai datori di lavoro dei rischi cui erano esposti durante l'attività lavorativa e sono stati loro forniti i necessari DPI da indossare durante le operazioni di manipolazione delle fibre e questi sono: tute monouso in "Tyvek", guanti in crosta di pelle e mascherine del tipo FFP3, quelle cioè a maggiore capacità filtrante.

Nello specifico in riferimento ai DPI i lavoratori usano generalmente tali dispositivi a meno dei guanti che ritengono troppo limitanti nella sensibilità manuale.

Inoltre si è rilevato che non vengono forniti né occhiali protettivi né soprascarpe monouso.

In alcune ditte, a seguito di prescrizioni dell'organo di vigilanza, è stato isolato il reparto in cui si fa utilizzo di fibre ceramiche e si è provveduto ad installare impianti di aspirazione localizzati nei punti di maggiore diffusione delle fibre.

Inoltre un'ulteriore misura attuata, ossia la manutenzione, che riguarda anche la coibentazione realizzata con fibre vetroceramiche, viene, di regola, effettuata

periodicamente presso l'impianto in cui il forno è stato installato, ma talvolta, quando prevede tempi molto lunghi o particolari operazioni, viene effettuata in sede.

La manutenzione dei forni per ceramica prevede, fra le altre, la verifica e la sostituzione del materiale fibroso deteriorato. Questo si presenta spesso bruciato, strappato e molte volte contaminato dai prodotti in cottura, quindi rossastro e polveroso. La sostituzione delle fibre prevede la rimozione di tali elementi deteriorati, la pulizia dello stato coibente di base, spesso realizzata con sistemi ad aria compressa, ed il posizionamento di nuovi elementi modulari, materassini, e fibra al fiocco per riempire gli spazi vuoti e/o correggere tagli effettuati nei materassini precedentemente in opera.

È da rilevare, tra le strategie per ridurre il rischio di inalazione di fibre ceramiche refrattarie, che la manutenzione riduttiva della coibentazione fibrosa dei forni viene spesso effettuata direttamente dagli utilizzatori dei forni stessi, il che crea una coorte occulta di lavoratori esposti a rischio d'inalazione fibre che, molto spesso, non è neanche informata sui rischi che la manipolazione di fibre vetroceramiche comporta.

Vengono mostrate delle immagini di lavoratori in queste industrie con le misure preventive e protettive applicate dalle aziende stesse:

6: *Montaggio del rivestimento in FCR sul tetto di un forno per ceramiche*



7: *Lavori di coibentazione con pannelli in FCR di componenti di un forno*



Questo studio evidenzia come in questi settori vi sia l'utilizzo di questo materiale sostitutivo all'amianto e come anch'esso ha i suoi pericoli soprattutto per l'apparato respiratorio dato dalle polveri che si possono inalare nelle varie lavorazioni.

Inoltre a livello normativo sono state emesse delle linee guida per le FAV (fibre artificiali vetrose) dato che per lo IARC sono classificate come possibili cancerogeni per l'uomo e quindi i lavoratori devono essere tutelati soprattutto per i rischi relativi alla loro salute.

In considerazione del largo impiego delle FAV in edilizia, grazie alle loro buone caratteristiche di isolamento termico e acustico, e dei possibili effetti anche gravi che possono provocare alla salute (effetti irritativi, patologie dell'apparato respiratorio, ecc.), la Conferenza permanente per i rapporti tra Stato e Regioni ha approvato le linee guida del 2015 finalizzate alla riduzione del rischio da esposizione a fibre artificiali vetrose (FAV) ^[18].

Alla luce della normativa vigente, il documento fornisce le procedure utili a consentire una corretta valutazione dei rischi e l'individuazione delle misure di prevenzione da adottare al fine di tutelare la salute della popolazione e dei lavoratori, sia in ambienti di lavoro che di vita.

In particolar modo vengono sottolineate le misure di prevenzione da adottare e i relativi settori di impiego delle stesse nel punto 10, nel punto 5 e nel punto 7.

Vengono definite inoltre le loro caratteristiche chimico-fisiche e le loro classificazioni per la pericolosità e la cancerogenicità delle stesse.

7. ESPOSIZIONE A FIBRE VETROSE ARTIFICIALI (FAV) NEI LUOGHI DI LAVORO (D.lgs.81/08)

L'esposizione alle FAV negli ambienti di lavoro avviene in relazione alle fasi di fabbricazione, lavorazione, installazione, rimozione, bonifica e lo smaltimento di manufatti contenenti FAV. Le situazioni nelle quali si può venire a contatto con le FAV in ambiente di lavoro possono essere le seguenti:

- a) durante la fase di produzione sia della fibra che del prodotto;
- b) durante l'immagazzinamento, sia in stabilimento che presso rivenditori e in cantiere;
- c) durante il trasporto del prodotto;
- d) durante le fasi di lavorazioni successive alla produzione;
- e) durante le fasi di rifinitura del prodotto;
- f) durante la rimozione, la bonifica e lo smaltimento dei manufatti in posa.

I settori maggiormente interessati all'esposizione a FAV sono l'edilizia (isolamento termoacustico), l'industria (isolamento impianti di processo, settore del caldo e del freddo), i trasporti (isolamento termoacustico).

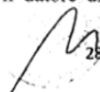
Il contatto può avvenire per inalazione di polvere dispersa in atmosfera o per contatto della pelle con il prodotto.

Per la classificazione delle fibre in relazione alle loro caratteristiche di pericolo si veda quanto detto nei precedenti capitoli.

L'utilizzo di FCR nei settori della lavorazione della ceramica (forni), nel trattamento primario dei metalli, in fonderia, nell'industria petrolchimica e altri processi chimici, implica invece la possibile esposizione lavorativa a materiale classificato come cancerogeno di categoria 1B.

In conformità a quanto previsto dal D.lgs. 81/08 Titolo IX "Sostanze Pericolose" l'esposizione a lane minerali artificiali ricade nell'ambito del campo di applicazione del capo I "Protezione da agenti chimici", mentre la esposizione a fibre ceramiche refrattarie, in quanto classificate cancerogene di categoria 1 B, ricade nel campo di applicazione del capo II "Protezione da agenti cancerogeni e mutageni".

Nel caso di esposizione a lane minerali artificiali classificate come cancerogeno di categoria 2, il datore di lavoro sarà tenuto ad effettuare la valutazione dei rischi ai sensi dell'articolo 223 del D.lgs. 81/08 e in esito alla stessa dovrà adottare le previste misure generali dell'articolo 224 per la prevenzione dei rischi; mentre nel caso di esposizione a fibre ceramiche refrattarie il datore di



lavoro è tenuto ad effettuare la valutazione del rischio ai sensi dell'articolo 236 e in esito alla stessa a prendere in considerazione in primo luogo la possibilità della riduzione o sostituzione del materiale, se tecnicamente possibile, in secondo luogo la possibilità dell'utilizzo in un sistema chiuso e solo in ultima analisi la riduzione al minimo possibile del livello di esposizione (Art. 235).

In tutte le attività in cui vi sia utilizzazione di materiali classificati cancerogeni per inalazione, come nel caso delle fibre ceramiche refrattarie, in applicazione di quanto disposto dal capo II del Titolo IX, che prevede che ai fini della valutazione del rischio occorre tener conto della via di assorbimento per la penetrazione nell'organismo, bisognerebbe preliminarmente prevedere una valutazione del rischio anche attraverso una valutazione strumentale del livello di contaminazione ambientale di fibre aerodisperse, in base alla quale orientare l'adozione delle misure preventive e protettive per i lavoratori, adattandole alla particolarità delle situazioni lavorative. (Art.236).

Per quanto riguarda le operazioni di coibentazione/rimozione di materiali contenenti FCR, con particolare riferimento a quelli in matrice friabile, le indicazioni tecniche da seguire per garantire una protezione adeguata risultano essere le stesse previste nel D.M.6.09.1994, relative alla bonifica di MCA.

Appare opportuno sottolineare che il D.Lgs. 81/08 prevede l'obbligo della valutazione dei rischi in tutte le situazioni in cui si utilizzano materiali che presentano rischi per la salute, categoria nella quale rientrano, sia pure con diversa misura di pericolosità rispetto alla diversa composizione e caratteristiche tutte le FAV e anche di avvalersi del contributo del medico competente nel processo di valutazione del rischio, in caso di obbligo di effettuazione della sorveglianza sanitaria (art. 29, comma 1, D. Lgs. 81/08).

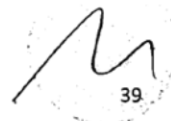
8: Punto 7 delle linee guida relative alle FAV del 2015

Infine, nel punto 10 delle linee guida del 2015, vengono riportate le indicazioni operative ovvero le misure da mettere in atto per prevenire gli eventuali rischi da esposizione a FAV.

10. INDICAZIONI OPERATIVE

Attività di prevenzione da porre in atto nell'utilizzazione di FAV.

Le attività di prevenzione da porre in atto nell'utilizzazione di lane minerali e fibre ceramiche refrattarie sono da distinguere nettamente, in considerazione del fatto che l'attuale produzione di lane minerali risponderebbe a quanto richiesto della nota Q, per cui le stesse risultano non classificate come cancerogene (neppure come sospette cancerogene) e anche non classificate come irritanti per la pelle.



Per le attività di prevenzione da porre in essere per la messa in opere di lane minerali rispondenti alla nota Q, un livello di prevenzione è quello normato dal d.lgs. 81/2008, per cui per l'utilizzo di fibre classificate non pericolose, conformi a nota Q o R, sono da considerare i consigli di prudenza con relativi DPI da utilizzare:

- se si lavora in ambienti non ventilati o per operazioni che possono generare emissioni di polveri, indossare una maschera protettiva usa e getta. Si raccomanda la sua conformità alla EN 149 FFP1.
- utilizzare guanti per prevenire pruriti in conformità alla EN 388.
- indossare occhiali protettivi quando si applicano prodotti al di sopra della testa. La protezione degli occhi in accordo alla EN 166 è consigliata.
- coprirsi con indumenti da lavoro.
- sciacquarsi con acqua fredda prima di lavarsi.

Per la messa in opera di fibre ceramiche refrattarie (FCR) e lane minerali non rispondenti alla nota Q, le misure di prevenzione riguardano:

Imballaggi

Questi prodotti devono essere convenientemente confezionati per il trasporto con involucri in cartone, polietilene, carta ecc. I contenitori devono possedere caratteristiche di robustezza tali da garantire l'integrità della confezione.

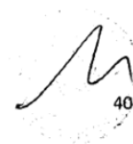
Preparazione delle strutture oggetto del lavoro

Al fine di non sottoporre a successive movimentazioni il materiale isolante già posto in opera, gli installatori dovranno accertarsi che tutti i lavori di posa in opera di cavi elettrici, tubazioni ecc. siano già stati effettuati a regola d'arte.

Delimitazione dell'area di lavoro. (Zona di rispetto o zona B)

Il responsabile dei lavori dovrà predisporre una zona in cui verranno svolti i lavori di installazione di manufatti in fibra minerale. La zona dovrà essere adeguatamente delimitata e segnalata, onde consentirne l'accesso ai soli addetti ai lavori. La superficie da delimitare dovrà comprendere, oltre alla zona di lavoro, anche il deposito temporaneo dei materiali da installare. Qualora siano presenti finestre nella zona delimitata, ad eccezione delle eventuali zone tenute in depressione (Zona A), è consigliabile tenerle aperte per facilitare il ricambio di aria. Tutte le aperture verso altri ambienti non interessati dal lavoro dovranno invece essere tenute chiuse.

Preparazione della zona di lavoro in ambienti confinati. (Zona A)



La preparazione del luogo di lavoro consiste essenzialmente nella creazione di una zona sgombra da suppellettili o altri oggetti non necessari allo svolgimento del lavoro. Qualora non sia praticabile la rimozione degli arredi, questi dovranno essere debitamente rivestiti con teli di polietilene.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta al rivestimento di sedili rivestiti di stoffa, di moquettes per pavimenti, in quanto di difficile pulizia per contaminazioni accidentali. Scopo della prevenzione da contaminazione è quello di facilitare le operazioni di pulizia durante ed al termine del lavoro. Il cantiere di lavoro dovrà inoltre essere dotato di un aspiratore con filtro ad alta efficienza per eventuali necessità di rimozione di sfridi o pulizia.

Manipolazione dei prodotti

La dispersione di fibre in aria aumenta in funzione della forza meccanica applicata ai vari materiali. La manipolazione dovrà quindi essere effettuata con la massima delicatezza, sia per l'estrazione dei materiali dagli imballaggi che per la messa in opera. Qualora siano necessarie operazioni di taglio queste dovranno essere effettuate con utensili manuali. I prodotti del tipo pannelli pressati o cartoni sono quelli che necessitano di una energica azione meccanica per poter essere tagliati, una incisione preliminare eseguita con utensile manuale seguita da una rottura per flessione risulta essere il metodo meno polverulento. I prodotti in fiocco non pressato possono essere facilmente tagliati con coltelli a lama "da pane" o con forbici. Per i prodotti in filamento è consigliabile l'uso delle forbici.

Pulizie dell'area di lavoro

Determinazioni analitiche di fibre minerali artificiali aerodisperse hanno evidenziato diminuzioni fino a dieci volte delle concentrazioni in aria durante operazioni nelle quali si sono seguite in maniera scrupolosa particolari tecniche di pulizia. L'area di lavoro dovrà essere costantemente tenuta in perfetto stato di pulizia rimuovendo prontamente gli sfridi di lavorazione ed evitandone il calpestio. I residui di elevata pezzatura verranno rimossi manualmente ed imbustati in solidi involucri di plastica, mentre i piccoli ciuffi e la polvere dovranno essere asportati mediante aspirapolvere.

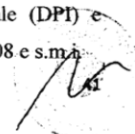
Installazione all'aperto

Quanto sopra riportato vale per la installazione di MMVF in luoghi chiusi, nel caso di installazione all'aperto devono essere mantenute tutte le protezioni individuali e la delimitazione dell'area.

Formazione degli operatori

Coloro che dovranno svolgere questa attività, prima dell'inizio della attività, dovranno essere adeguatamente informati e formati sui rischi ed i danni derivanti dall'esposizione a fibre minerali

artificiali e sulle modalità di utilizzazione dei Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) e collettiva, come previsto dagli Accordi Stato-Regione sulla formazione e dal D.Lgs 81/08 e s.m.i.



Dispositivi di Protezione Individuale

Dovranno essere scelti e graduati in base alla tipologia dei materiali in lavorazione. In tutti i casi dovrà essere tenuto in debito conto che le fibre minerali artificiali causano anche irritazioni cutanee e delle mucose. Pertanto:

- Le maschere respiratorie dovranno essere del tipo a pieno facciale o in alternativa, possono essere utilizzati facciali filtranti (FF) e occhiali a tenuta.
- Le tute monouso integrali sono preferibili in tyvek in quanto risulta essere il materiale più impermeabile e che meno ritiene le fibre; da evitare tute in tessuto di tipo cotone o altro.
- I guanti sono da preferirsi in gomma o altro materiale impermeabile alle fibre.
- Tale attività operative e di prevenzione valgono anche per la rimozione di FCR e lane minerali non rispondenti alla nota Q, che dovranno essere smaltite con le procedure operative di gestione dei rifiuti indicate al punto 9.

9: Punto 10 delle linee guida nazionali del 2015 sulle FAV

Le linee guida pongono l'attenzione sulle misure di prevenzione da adottare per ridurre i rischi dei materiali sostitutivi all'amianto e sull'importanza della scienza e della ricerca per approfondire la conoscenza di questi materiali di largo uso.

7. Capitolo V: Conclusioni

In questa tesi lo scopo è stato porre l'attenzione non solo sul materiale più conosciuto, ovvero l'amianto, e come ancora sia presente e causi danni ai lavoratori che ne sono venuti a contatto, ma anche ai materiali utilizzati per sostituirlo con caratteristiche chimico fisiche molto simili.

Tutto ciò è importante per riflettere su un tema non molto approfondito negli studi internazionali perché non considerato problematico.

La classificazione IARC definisce questi materiali come cancerogeni e possibilmente cancerogeni, in quanto associati a patologie polmonari e cutanee.

Anche il testo unico sulla sicurezza impone delle limitazioni di esposizioni a queste polveri FAV data la loro possibilità di causare danni per la salute [18].

FIBRE VETROSE ARTIFICIALI	TLV - TWA	EFFETTI CRITICI
Fibre Ceramiche Refrattarie	0,2 f/ cm3	Fibrosi polmonare Funzionalità polmonare
Lane di roccia	1 f/ cm3	
Lane di scoria	1 f/ cm3	
Lana di vetro	1 f/ cm3	
Fibre di vetro a filamento continuo	1 f/ cm3	Irritazione apparato respiratorio

G: Valori limite ACGIH adottati nel 2013

Fiber type	1988			2002		
	Human evidence ^a	Animal evidence ^a	Overall evaluation ^b	Human evidence ^a	Animal evidence ^a	Overall evaluation ^b
Glass wool	Inadequate	Sufficient	2B	Inadequate	Limited	3
Continuous glass filaments	Inadequate	Inadequate	3	Inadequate	Inadequate	3
Rock (stone) wool	Limited	Limited	2B	Inadequate	Limited	3
Slag wool	Limited	Limited	2B	Inadequate	Limited	3
Refractory ceramic	No Data	Sufficient	2B	Inadequate	Sufficient	2B
Special purpose	-	-	-	No comment	Sufficient	2B
Newly developed, more biopersistent	-	-	-	No human data available	No comment	No comment
Newly developed, less biopersistent	-	-	-	No human data available	Comment ^c	Comment ^c

H: Classificazione IARC delle FAV del 1998/2002

Queste classificazioni pongono l'attenzione sull'importanza di approfondire ulteriormente la ricerca sui materiali sostitutivi dell'amianto e sugli eventuali danni per la salute e per la sicurezza dei lavoratori ad essi correlati.

Gli impieghi delle FAV e delle altre soluzioni alternative all'asbesto sono molteplici e le categorie di lavoratori esposte sono destinate ad aumentare nel tempo, pertanto è fondamentale porre l'attenzione sul fatto che l'uso di questi materiali non è esente da

rischi. Queste classificazioni pongono l'attenzione sull'importanza di un approfondimento da parte della scienza su queste tematiche e per capire se la sostituzione di materiali come le fibre artificiali vetrose al posto dell'amianto possa creare nel futuro ulteriori danni per la salute e per la sicurezza dei lavoratori.

I: Principali settori di impiego delle FAV

LANE MINERALI	FIBRE CERAMICHE	FILAMENTI CONTINUI	FIBRE PER SCOPI SPECIALI
Edilizia (isolamento termoacustico)	Industria ceramica (forni)	Tessile	Filtri ad alta efficienza
Industria (isolamento impianti di processo)	Fonderie – trattamento primario metalli	Plastici rinforzati	Isolamento aerospaziale
Industria (settore del caldo e del freddo)	Industria petrolchimica (cracking), centrali termoelettriche	Se policristallini, produzione tessili fino a 1600°C	
Applicazioni speciali (barriere acustiche, cabine, schermi)	Industria aeronautica		
Vetroresina	Processi chimici generali		
Trasporti (isolamento termoacustico)	Per isolare processi ad alte temperature (fino a 1600°C)		
	Costruzioni navali In tutti i processi con caldaie/forni		

8. Capitolo VI: Bibliografia e Sitografia

1. Il problema dell'amianto in Italia è ancora lontano dall'essere risolto. Consultato il 12/07/2022...[\Amianto e salute, il lungo inganno _ Scienza in rete.html](#);
2. Il prezzo dell'amianto, un anno di inchiesta. Consultato il 15/07/2022. [C:\Users\barts\Desktop\TESI _materiali sostitutivi all'amianto\Il prezzo dell'amianto, un anno di inchiesta - Wired.html](#);
3. L'amianto continua a uccidere. Consultato il 12/07/2022. [C:\Users\barts\Desktop\TESI _materiali sostitutivi all'amianto\L'amianto continua a uccidere - La Nuova Ecologia.html](#);

4. Giornata mondiale vittime di amianto: nel 2020 in Italia 7000 morti per esposizione alla fibra killer. Consultato il 14/07/2022. [C:\Users\barts\Desktop\TESI_materiali_sostitutivi_all'amianto\Giornata mondiale vittime di amianto_ nel 2020 in Italia 7000 morti per esposizione alla fibra killer - Greenreport_ economia ecologica e sviluppo sostenibile.html](C:\Users\barts\Desktop\TESI_materiali_sostitutivi_all'amianto\Giornata_mondiale_vittime_di_amianto_nel_2020_in_Italia_7000_morti_per_esposizione_alla_fibra_killer_-_Greenreport_economia_ecologica_e_sviluppo_sostenibile.html);
5. K.K. Chawla, Encyclopedia of Materials: Science and Technology, 2001, Elsevier, England, pp. 3541-3545;
6. Mehdi Derradji, ... Wenbin Liu, Phthalonitrile Resins and Composites, 2018, Elsevier, United States, pp. 241-294;
7. Shania Zehra Naqvi, ... Kamal K. Kar, Handbook of Fly Ash, 2022, Butterworth-Heinemann, Oxford, pp. 373-400;
8. Paul Harrison, Philip Holmes, Ruth Bevan, Klaus Kamps, Leonard Levy, Helmut Greim: Regulatory risk assessment approaches for synthetic mineral fibres, 2015, Regulatory Toxicology and Pharmacology, 73, pp. 425-441;
9. Mark J. Utella, L. Daniel Maxim: Refractory ceramic fibers: Fiber characteristics, potential health effects and clinical observations, 2018, Toxicology and Applied Pharmacology, 361, pp. 113-117;
10. Helmut Greim, Mark J. Utell, L. Daniel Maxim, and Ron Niebo: Perspectives on refractory ceramic fiber (RCF) carcinogenicity: comparisons with other fibers, 2014, Inhal Toxicology, 26, pp. 789-810;
11. L. Daniel Maxim, Walter Eastes, John G. Hadley, Charles M. Carter, Janis W. Reynolds and Ron Niebo: Fiber glass and rock/slag wool exposure of professional and do-it-yourself installers, 2002, Regulatory Toxicology and Pharmacology, 37, pp. 28-44;

12. Zhen Shyong Yap, Nur Hafizah A. Khalid, Zaiton Haron, Azman Mohamed 1, Mahmood Md Tahir, Saloma Hasyim and Anis Saggaff: Waste Mineral Wool and Its Opportunities—A Review, 2021, mineral, 14, pp. 1-16;
13. Seung-Hyun Park: Types and Health Hazards of Fibrous Materials Used as Asbestos Substitutes, 2018, Safety and Health at Work, 9, pp. 360-364;
14. Chron contributor, Safety in the Workplace With Fiberglass Dust. Consultato il 26/10/2020. <https://work.chron.com/safety-workplace-fiberglass-dust-12877.html>;
15. Mukhammatdiyeva G.F., Karimova L.K., Bakirov A.B., Kaptsov V.A., Beygul N.A., Gimaeva Z.F., Mavrina L.N.: Prevention of cancer risk in the glass fibers manufacture employees, 2016, Health Risk Analysis, 3, pp. 1-80;
16. Thomas W. Hesterberg a, Robert Anderson b, David M. Bernstein c, William B. Bunn a, Gerald A. Chase d, Angela Libby Jankousky e, Gary M. Marsh f, Roger O. McClellan : Product stewardship and science: Safe manufacture and use of fiber glass, 2011, Regulatory Toxicology and Pharmacology, 62, pp. 257-277;
17. Servizio PSAL della USL 2 - area assisana e INAIL: L'UTILIZZO DELLE FIBRE ARTIFICIALI VETROSE, 2005, Opuscolo 4: La mappa dei rischi nei comparti produttivi Umbri, pp. 1-41;
18. Linee guida del 2015, aggiornamento del 10/11/2016 da conferenza Stato-Regioni, "Linee guida per l'applicazione della normativa inerente ai rischi di esposizioni e le misure di prevenzione per la tutela della salute le Fibre artificiali vetrose (FAV).

9. Capitolo VII: Ringraziamenti

Ringrazio per la fine del mio percorso durato 3 anni, in primis tutta la mia famiglia che mi ha sempre supportato e aiutato in ogni singolo momento, essendo semplicemente presente e questo significa più di mille parole.

Inoltre i miei amici in particolare la mia migliore amica che non ha mai smesso di volermi bene e di credere in me e nel mio percorso, se mai lo leggerai vorrei dirti che sei come la sorella che non ho mai avuto.

Un ringraziamento speciale va anche a mio padre il primo amore che mi ha sempre dato tanta forza, credendo nelle mie abilità e nella mia forza facendomi superare tutte le difficoltà e supportandomi sempre in ogni momento.

Infine ringrazio la persona più importante della mia vita ovvero me stessa, per essere stata tanto determinata, così costante e così fiera di quello che stavo ottenendo passo dopo passo nonostante i momenti difficili del percorso e della vita; ti ringrazio perché mi hai fatto capire che valgo molto e dovrei crederci più in quello che posso riuscire a fare.

E grazie a tutti i docenti incontrati nel percorso, a tutti i colleghi del corso e a tutti i colleghi conosciuti durante i tre anni di tirocinio.

Grazie senza tutti voi non sarei mai arrivata fin qui, semplicemente un grandissimo ringraziamento.