



# Fibre vetrose artificiali

## valutazione del rischio negli ambienti di lavoro

Come integrare le varie normative per arrivare ad una coerente valutazione dei rischi ed individuare le misure di sicurezza da adottare

di Danilo Terradura\*, Stefano Massera\*\*  
Dario Russignaga<sup>o</sup> e Maurizio Coggiola<sup>oo</sup>

**A**ttualmente non esiste in Italia una normativa di riferimento condivisa a livello nazionale per la valutazione del rischio legata alla presenza di fibre artificiali vetrose (nel seguito *MMVFs: Man Made Vitreous Fibres*) in ambienti di lavoro. La difficoltà, quindi, è quella di integrare nella maniera più opportuna le varie normative al fine di ottenere una valutazione coerente in termini di quantificazione del rischio e consigli sulle misure di sicurezza da adottare. Per effettuare questo lavoro di sintesi occorre considerare almeno le norme riguardanti il rischio amianto<sup>1</sup>, le sostanze pericolose<sup>2</sup> e le prime fon-



Quello delle fibre artificiali vetrose è un tema affascinante dell'igiene industriale che ha conosciuto significative evoluzioni normative negli ultimi decenni. Il quadro esistente permette ormai di valutare i rischi legati alla presenza di tali materiali con metodiche e criteri condivisi e di individuare le opportune misure di prevenzione e protezione, coerentemente con i principi espressi dal D.Lgs. 81 .

- \* Amministratore Unico Veram srl
- \*\* Supervisore Sicurezza e Ambiente Veram srl
- <sup>o</sup> RSPP di importanti aziende del terziario
- <sup>oo</sup> Medico competente di importanti aziende del terziario

<sup>1</sup> Legge 27 marzo 1992, n. 257 "Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto"; DM 6 settembre 1994, "Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto".

<sup>2</sup> D.Lgs. 9 aprile 2008, n° 81, "Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".



ti di derivazione regionale<sup>3</sup> come linee guida pubblicata dalla Regione Lombardia.

Sono nel seguito illustrate le fasi salienti delle indagini effettuate negli ultimi anni su molteplici tipologie di manufatti e materiali soffermandosi su uno schema di valutazione sviluppato per l'individuazione delle opportune misure di prevenzione e protezione per questo peculiare fattore di rischio.

### Fibre vetrose artificiali ed igiene del lavoro

Il tema della salubrità delle fibre artificiali vetrose (MMVFs: Man Made Vitreous Fibres) interessa l'igiene del lavoro fin dai primi anni '90, periodo in cui veniva avviata la messa al bando dell'amianto in Italia con la L 257/1992.

L'amianto e le MMVFs hanno alcune caratteristiche simili che li rendono idonei per una moltitudine di usi industriali e che, al contempo, hanno sollevato dubbi sulla salubrità dei materiali oggetto di questo articolo.

I materiali di amianto regolamentati si limitano a 6 specie minerali mentre le MMVFs sono più eterogenee per composizione e caratteristiche dimensionali. Si stima infatti che in commercio ce ne siano almeno 400 diverse tipologie merceologiche. Molte di queste possono costituire un potenziale rischio sia per la salute dei lavoratori che della popolazione generale anche a causa del loro diffusissimo utilizzo in scuole, supermercati, ospedali, locali ricreativi, ecc.

Le due grandi famiglie di MMVFs sono distinte in base alla tecnica di produzione:

- **per estrusione** come filamenti di fibre continue, di lunghezza indeterminata, con diametri uniformi e attentamente stabiliti in fase di produzione (tessuti, filati, cordami, guarnizioni ecc.),
- **per centrifuga, soffiaggio e attenuazione di fiamma** come fibre intricate e discontinue di diametro e lunghezza variabili (lane, materassi, coibentazioni, materiali applicati a spruzzo ecc.).

<sup>3</sup> Decreto Della Giunta Regionale della Lombardia 13541 del 22/12/2010: approvazione delle linee guida per la bonifica di manufatti in posa contenenti fibre vetrose artificiali





### Proprietà delle MMVFs

Esiste un'ampia varietà di composizioni chimiche delle MMVFs. A secondo dell'impiego finale le fibre avranno composizioni differenti necessarie a garantire performance diverse: resistenza meccanica, elettrica o agli attacchi di agenti chimici o ancora resistenza al calore.

In linea di massima le MMVFs derivano da vetro, rocce o scorie e conterranno quindi, oltre alla silice vetrosa, una certa varietà di metalli alcalini e alcalino terrosi (Na, Ca, Al, Mg, K, Ba). Additivi specifici sono utilizzati per scopi speciali: alti tenori di zirconio e alluminio, ad esempio, rendono i filamenti altamente resistenti al calore.

Quando alle caratteristiche fisiche occorre premettere che le MMVFs, a differenza delle fibre di amianto, tendono a spezzarsi solo trasversalmente producendo frammenti più corti e di uguale diametro.

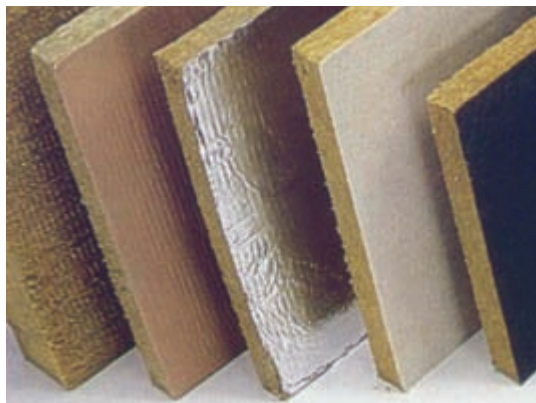
### Usi industriali delle MMVFs

Secondo la IARC (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro) - IARC, 2002<sup>4</sup> - nel settore termoacustico vengono impiegati circa 3 milioni di tonnellate di lana di vetro (prevalentemente nel Nord America) e 3 milioni di tonnellate tra lana di roccia e lana di scoria (prevalentemente in Europa e nel resto del mondo) mentre le fibre di ceramica sono ampiamente usate come isolanti nei processi ad alte temperature (si valuta circa 150.000 tonnellate, di cui 50.000 tonnellate solo in Europa).

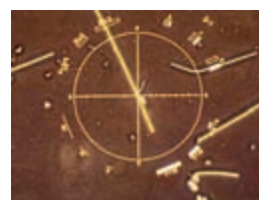
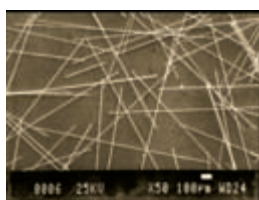
I manufatti e i materiali più comunemente utilizzati in commercio sono prodotti sotto forma di:

- Lana sciolta;
- Coppelle e pannelli preformanti;
- Pannelli pressati;
- Feltri imbustati;
- Fiocco in fibra ceramica;
- Materassi in fibra ceramica;
- Pannelli;
- Feltri isolanti a sandwich;
- Whiskers.

Data l'eterogeneità degli usi e la notevole diversificazione delle stesse fibre, è molto difficile l'identificazione specifica senza adeguate analisi in microscopia ottica e/o elettronica.



Le caratteristiche chimiche e fisiche delle MMVFs rendono i manufatti contenenti tali fibre ottimi isolanti termici ed acustici. Foto in alto pannelli; in basso cordini.



MMVF esaminate per la misurazione del diametro geometrico medio. A sinistra immagine catturata con microscopio elettronico a scansione, a destra immagine acquisita in Microscopia Ottica a Contrasto di Fase (è visibile il reticolo di Walton-Becket utilizzato per le misure).

<sup>4</sup> IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Man-made Vitreous Fibres. Volume 81 (2002) @ <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol81/index.php>



## Classificazione ed etichettatura delle MMVFs

La classificazione delle MMVFs si è evoluta e differenziata negli ultimi anni alla luce dei numerosi studi epidemiologici e tossicologici che ne hanno seguito la diffusione.

La classificazione di cancerogenicità attualmente stabilita per questi materiali da IARC e UE sono riportate in tabella 1.

Per la suddivisione in categorie di queste fibre allo scopo di poterle successivamente classificare, l'UE ha proposto l'utilizzo di un parametro basato sulla percentuale di ossidi alcalini e

alcalino-terrosi.

Le MMVFs sono state quindi raggruppate in 2 categorie (ossidi alcalini e alcalino-terrosi maggiore o minore di 18%) ciascuna delle quali successivamente suddivisa in 2 sottocategorie in base al DLg-2ES, un parametro descrittivo del diametro medio delle fibre che costituiscono il materiale. La Direttiva 97/69/CE<sup>5</sup> ha previsto inoltre i produttori la possibilità di effettuare dei test basati sulla misura in vivo della biopersistenza che permettono di declassificare le fibre sulla base di tali risultati (si tratta delle cosiddette "fibre ecologiche").

La Direttiva citata distingue quindi le due cate-

**Tabella 1 -** Classificazione delle MMVFs ai fini della cancerogenicità

Tipo di MMVFs	Classificazione		
	UE (vecchie definizioni)	UE (definizioni regolamento CLP)	IARC
Fibre di lana di roccia e di vetro (lane minerali)	III categoria (sostanze da considerare con sospetto per i possibili effetti cancerogeni sull'uomo per le quali tuttavia le informazioni disponibili sono insufficienti per procedere ad una valutazione soddisfacente. Esistono alcune prove ottenute da adeguati studi sugli animali che non bastano tuttavia per classificare la sostanza nella categoria 2)	Categoria 2 (sostanze di cui si sospettano effetti cancerogeni sull'uomo. La classificazione di una sostanza nella categoria 2 si basa sui risultati di studi sull'uomo e/o su animali non sufficientemente convincenti per giustificare la classificazione della sostanza nella categoria 1A o 1B tenendo conto della forza probante dei dati e di altre considerazioni)	3 (not classifiable as to its carcinogenicity to humans)
Fibre ceramiche refrattarie	II categoria (sostanze che dovrebbero considerarsi cancerogene per l'uomo. Esistono elementi sufficienti per ritenere verosimile che l'esposizione dell'uomo ad una sostanza possa provocare lo sviluppo di tumori, in generale sulla base di adeguati studi a lungo termine effettuati su animali e altre informazioni specifiche)	Categoria 1B (sostanze di cui si presumono effetti cancerogeni sull'uomo - prevalentemente sulla base di studi sugli animali. La classificazione di una sostanza come cancerogena di categoria 1 avviene con dati epidemiologici e/o dati ottenuti con sperimentazioni su animali)	2B (possibly carcinogenic to humans)
Fibre di vetro a filamento continuo	-	-	3 (not classifiable as to its carcinogenicity to humans)

<sup>5</sup> Direttiva 97/69/CE del 5 dicembre 1997 recante ventitreesimo adeguamento al progresso tecnico della direttiva 67/548/CEE del Consiglio concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose. GUCE L 343 del 13/12/1997



gorie di MMVFs in funzione delle loro caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche:

- 1) **lane minerali**, cioè le fibre artificiali vetrose con orientamento casuale, con un tenore di ossidi alcalini e alcalino-terrosi ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{BaO}$ ) superiori al 18% in peso;
- 2) **fibre ceramiche refrattarie (FCR)**, fibre per scopi speciali, cioè le fibre artificiali vetrose con orientamento casuale, con un tenore di ossidi alcalini e alcalino-terrosi ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{BaO}$ ) pari o inferiori al 18% in peso.

La Direttiva 97/69/CE è stata recepita nell'ordinamento nazionale con il Decreto del Ministero della Sanità 1 settembre 1998<sup>6</sup>, successivamente rettificato con Decreto Ministeriale 2 febbraio 1999<sup>7</sup>. Ai fini della corretta applicazione della norma è stata emessa la Circolare del Ministero

della Sanità n. 4 del 15 marzo 2000<sup>8</sup> che riporta le note esplicative del decreto di cui sopra.

Nell'intervallo 2011-2015 le frasi di rischio e le etichettature di tutti i prodotti dovranno essere adattate al sistema GHS (Globally Harmonised System) alla luce del regolamento CE 1272/2008<sup>9</sup>. Attualmente le MMVFs possono essere quindi classificate sia in base alla direttiva 67/548 CE che alla 2008/1272 CE.

E' molto importante sottolineare che il regolamento CE 790/2009<sup>10</sup> ha eliminato l'applicabilità della frase R38 (irritante) a tali materiali. Questo perché le MMVF non hanno caratteristiche di aggressività chimica tipiche degli altri agenti chimici così classificati. Si suggerisce comunque di considerare con attenzione gli effetti irritativi legati alla sola azione meccanica di tali fibre nei confronti della cute.

La sintesi delle classificazioni vigenti è quindi riportata in tabella 2.

<sup>6</sup> Decreto Ministeriale del 01/09/1998. Disposizioni relative alla classificazione, imballaggio ed etichettatura di sostanze pericolose in recepimento della direttiva 97/69/CE. Gazz. Uff. n° 271 del 19/11/1998



<sup>7</sup> Decreto Ministeriale del 02/02/1999. Rettifica al decreto ministeriale 1 settembre 1998, concernente imballaggio, classificazione ed etichettatura di sostanze pericolose, in recepimento della direttiva 97/69/CE. Gazz.Uff. n° 75 del 31/03/99

<sup>8</sup> Circolare n° 4 del 15/03/2000. Note esplicative del DM 1 settembre 1998 recante: "Disposizioni relative alla classificazione, imballaggio ed etichettatura di sostanze pericolose (fibre artificiali vetrose)". Gazz. Uff. n° 88 del 14 aprile 2000

<sup>9</sup> Regolamento CE n° 1272/2008 del 16 dicembre 2008 relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele che modifica e abroga le direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE e che reca modifica al regolamento (CE) n. 1907/2006. Gazz. Uff. Unione. Europea L 353/1 del 31/12/2008

<sup>10</sup> Regolamento CE n° 790/2009 del 10 agosto 2009 recante modifica, ai fini dell'adeguamento al progresso tecnico e scientifico, del regolamento (CE) n. 1272/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele. Gazz. Uff. Unione. Europea L 235/1 del 5/9/2009



Tipo di fibra	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O +CaO +MgO+BaO	Simbolo	Classificazione	Frase rischio e consigli di prudenza
Fibre a filamento continuo	-			Sono al di fuori del campo di applicazione della circolare 4/2000
Fibre ceramiche refrattarie con DLg-2ES < 6µm	-	 	Cancerogeno II cat. / 1B (cfr. significati in tabella 2)	R49: può provocare il cancro per inalazione; S 53 (Evitare l'esposizione, procurarsi istruzioni particolari prima dell'utilizzazione), S45 (In caso di incidente o di malessere, consultare immediatamente un medico - se possibile, mostrare l'etichetta)- H 351: sospettato di provocare il cancro; P201 (Procurarsi istruzioni specifiche prima dell'uso), 202 (Non manipolare prima di avere letto e compreso tutte le avvertenze), 281 (Utilizzare il dispositivo di protezione individuale richiesto), 308/313 In caso di esposizione o di possibile esposizione: Consultare un medico
Fibre ceramiche refrattarie con DLg-2ES > 6µm	-	-	-	S 53, S45 (Evitare l'esposizione - Procurarsi istruzioni speciali prima dell'uso / In caso di incidente o di malessere consultare immediatamente il medico).
Lane minerali con DLg-2ES < 6µm	> 18%		Cancerogeno III cat. / 2 (cfr. significati in tabella 2)	R40: possibilità di effetti cancerogeni - prove insufficienti; H 350: può provocare il cancro S 2 (Conservare fuori della portata dei bambini. Solo prodotti venduti al dettaglio) S 36/37 (Usare indumenti protettivi e guanti adatti) P201 (Procurarsi istruzioni specifiche prima dell'uso), 202 (Non manipolare prima di avere letto e compreso tutte le avvertenze), 281 (Utilizzare il dispositivo di protezione individuale richiesto), 308/313 In caso di esposizione o di possibile esposizione: Consultare un medico
Lane minerali con DLg-2ES > 6µm o che soddisfano la nota Q sui test bio-tossicologici	>18%	-	-	S 2 (Conservare fuori della portata dei bambini. Solo prodotti venduti al dettaglio) S 36/37 (Usare indumenti protettivi e guanti adatti.)

**Tabella 2** - Schema di classificazione ed etichettatura

La Circolare n. 4 del 15/03/2000 prende in esame anche la classificazione dei materiali a base di fibre ribadendo che la classificazione ed etichettatura previste dal D.M. 10 settembre 1998 si applicano alle fibre minerali immesse sul mercato come tali o sotto forma di preparati.

### **Criteri per la valutazione del rischio e individuazione delle misure di tutela**

Attualmente non esiste una normativa di riferimento specifica riguardo la valutazione del rischio per le MMVFs: le fasi salienti dell'indagine



ne consisteranno quindi in un censimento dei materiali sulla cui base verrà impostata una valutazione ai sensi del titolo IX del D.Lgs 81/08<sup>11</sup> specifico per il rischio chimico con la conseguente individuazione delle misure di prevenzione e protezione.

### Valutazione del rischio

Lo schema di indagine adottato alla luce delle norme applicabili prevede le seguenti fasi:

- I. indagine visiva per la identificazione e caratterizzazione dei materiali e del loro stato;
- II. approfondimento analitico per la classificazione dei materiali individuati;
- III. indagine ambientale per la determinazione della aerodispersione delle fibre negli ambienti indagati;
- IV. elaborazione dei dati rilevati ai fini della classificazione del rischio ai sensi del titolo IX del D.Lgs 81/08.

La presenza di MMVFs in un edificio non comporta di per sé un pericolo per la salute degli occupanti. Le MMVFs hanno alcune analogie con l'amianto (morfologia, utilizzi ecc.) che hanno suggerito, per queste due distinte tipologie di fibre, approcci simili sotto il profilo della valutazione del rischio e delle misure di prevenzione e protezione. Se il materiale è in buone condizioni e non viene manomesso, è improbabile che esista un pericolo apprezzabile di rilascio di fibre. Se invece il materiale viene danneggiato per interventi di manutenzione o per vandalismo, si può verificare un rilascio di fibre che può aumentare il rischio. Analogamente, se il materiale è in cattive condizioni, o se è altamente friabile, le vibrazioni dell'edificio, i movimenti di persone o macchine, le correnti d'aria possono causare il distacco di fibre legate debolmente al resto del materiale. Il protocollo utilizzato e proposto prevede 4 fasi di indagine.

**Per la fase I (indagine visiva)**, data la similitudine dei materiali, può essere preso come ri-

ferimento il DM 6 settembre 1994 relativo all'amianto<sup>12</sup>. La fase di ispezione visiva sarà quindi svolta puntando l'attenzione sulla friabilità del materiale stesso, definita come la possibilità che il materiale venga sbriciolato o ridotto in polvere con la semplice pressione manuale e, di conseguenza, possa liberare fibre nell'ambiente. La valutazione si baserà sullo stato di conservazione dei materiali, con riferimento al pericolo di esposizione degli individui, sulla vicinanza dei materiali all'impianto di ventilazione e sulla presenza di eventuali confinamenti.

Per quanto riguarda la gestione dei materiali, non è obbligatoria, come nel caso dell'amianto la designazione da parte del "proprietario dell'immobile o del responsabile dell'attività che vi si svolge" di "una figura *responsabile con compiti di controllo e coordinamento* di tutte le attività manutentive che possono interessare i materiali di amianto". Tuttavia viene consigliata l'esecuzione di una mappatura dei materiali contenenti MMVFs presenti nell'edificio e la redazione di

**Le fasi dell'indagine consistono in un censimento dei materiali sulla cui base verrà impostata una valutazione ai sensi del titolo IX del D.Lgs 81/08 specifico per il rischio chimico con la conseguente individuazione delle misure di prevenzione e protezione.**

una relazione tecnica (schede di prelievo, certificati analitici, documentazione fotografica e planimetria) di censimento.

**La fase II (approfondimento analitico)** sarà condotta verificando le caratteristiche dimensionali (diametro nominale per i filati o DLgs-2ES per le lane) e di composizione chimica (tenori in ossidi di metalli alcalini e alcalino terrosi) dei materiali indagati. I parametri di cui sopra sono fissati ai fini dell'immissione sul mercato dei pro-

<sup>11</sup> D.Lgs. 9 aprile 2008, n° 81. Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. Gazz. Uff. n° 101 del 30 aprile 2008. Titolo IX: Sostanze pericolose.

<sup>12</sup> DM 6 settembre 1994. Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto. Gazz. Uff. n° 220 del 20 settembre 1994.





dotti più che per la valutazione dei materiali in opera: si tratta in ogni caso del più pertinente riferimento per questo tipo di valutazione, anche se si ritiene che in nessun caso sia vantaggioso applicare i test bio-tossicologici ai prodotti in esercizio. Mentre per l'analisi dimensionale sarà sufficiente operare con una microscopia ottica in contasto di fase, l'analisi composizionale può essere effettuata utilizzando la microscopia elettronica, tecnica che permette un'analisi chimica puntuale e non condizionata dai leganti (appretto) delle fibre.

**La fase III (indagine ambientale)**, verrà condotta con tecniche di indagine derivanti dall'applicazione della normativa tecnica di riferimento: si effettuano campionamenti di aria e successive analisi in microscopia ottica o elettronica a seconda della complessità dei casi. Quanto alla scelta della tecnica di microscopia da adottare si sottolinea il fatto che, a differenza di quanto accade per le fibre di amianto, le MMVFs sono facilmente identificabili in Microscopia Ottica e la loro discriminazione dalle fibre confondenti risulta pertanto agevole: la tecnica della Microscopia Elettronica viene quindi adottata solamente in casi di particolare complessità o per richieste specifiche del committente.

L'allegato XXXVIII al D.Lgs. 81/08 (valori limite di esposizione professionale) non riporta limiti per le MMVF, per i limiti di esposizione professionale si fa quindi solitamente riferimento ai valori ACGIH dettati per ambienti industriali. Tali limiti sono dettati per ambienti industriali nei quali sono presenti lavoratori in età adulta e sotto-

posti a regolari controlli sanitari.

Qualora le indagini indichino la presenza di fibre classificate come cancerogene di II categoria (è il caso peggiore delle fibre ceramiche refrattarie), il datore di lavoro sarà tenuto a integrare la valutazione del rischio alla luce dei contenuti del titolo IX capo II del D.Lgs. 81/08 (protezione da agenti cancerogeni e mutageni).

Lo schema di Tabella 3 illustra il flusso di valutazione di MMVFs in opera in ambienti di vita e di lavoro.

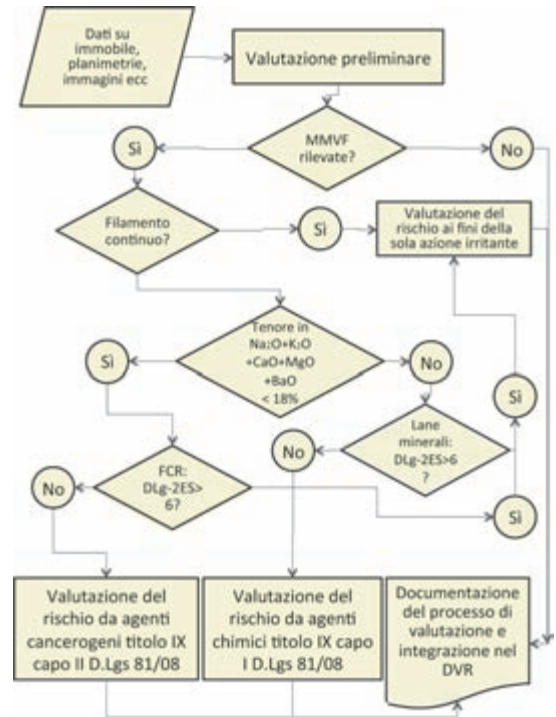


Tabella 3 - Schema di valutazione del rischio da MMVFS



**La fase IV (classificazione dei livelli di rischio)**, la valutazione del rischio per materiali in opera, non può essere effettuata con gli algoritmi comunemente utilizzati nella valutazione del rischio chimico che trovano migliore applicazione in caso di cicli produttivi che prevedono la manipolazione degli agenti chimici. Nel caso in esame la valutazione viene quindi effettuata considerando:

- la classificazione dei materiali;
- l'ubicazione degli stessi;
- il loro stato di conservazione;
- le condizioni degli ambienti di lavoro dal punto di vista dell'aerazione;
- i risultati delle indagini ambientali.





FRASE DI RISCHIO	CONCENTRAZIONE (fibre/litro)	RISCHIO PER LA SALUTE	RISCHIO PER LA SICUREZZA	MISURE DI TUTELA
R40 / H350	< 20	IRRILEVANTE	BASSO	VEDI TABELLE 6 E 7
R40 / H350	> 20	NON IRRILEVANTE	BASSO	VEDI TABELLE 6 E 7 APPLICAZIONE TIT. IX CAPO I, D.LGS 81/08
R49 / H351	< 4	Potenzialmente esposti	BASSO	VEDI TABELLE 6 E 7
R49 / H351	> 4	Esposti	BASSO	VEDI TABELLE 6 E 7 APPLICAZIONE TIT. IX CAPO II, D.LGS 81/08

**Tabella 4** - Sintesi dei criteri per la valutazione dei rischi per MMVFs

Nella successiva tabella (Tabella 4) vengono sintetizzati i criteri per la valutazione del rischio. I valori di qualità di cui sopra sono stati scelti in base alle seguenti considerazioni:

- dal punto di vista analitico per le MMVF non si ritiene che vi siano particolari differenze tra l'analisi in MOCF e in SEM;
- il limite di esposizione professionale per l'amianto è pari a 100 ff/l;
- il valore limite di contaminazione da amianto per gli ambienti di vita è fissato dal DM 6/9/94 in 20 ff/l in MOCF e 2 ff/l in SEM pari rispettivamente a 1/5 e 1/20 del limite di esposizione professionale;
- il limite di esposizione professionale per le lane minerali applicabile in Italia è pari a 1000 ff/l (TLV-TWA ACGIH<sup>13</sup>) mentre quello per le fibre ceramiche è pari a 200 ff/l<sup>14</sup>;
- i valori di qualità di cui sopra sono, in ogni caso, ampiamente cautelativi nel dimostrare il rispetto dei limiti applicabili secondo la norma UNI EN 689:1997<sup>15</sup>.

### Individuazione delle misure di tutela

Le misure di prevenzione e protezione possibili

nei confronti dei materiali sono:

- La rimozione;
- Il confinamento (i materiali sono isolati meccanicamente rispetto agli ambienti di lavoro frequentati);
- Il mantenimento controllato.

I criteri sulla base dei quali tali misure vengono suggerite sono:

- La classificazione dei materiali;
- Il potenziale di rilascio di fibre in relazione alla presenza di ambienti frequentati da impiegati e/o clienti;
- Il fatto che i materiali siano investiti direttamente dall'impianto di ventilazione (per esempio coibentazioni interne di canalizzazioni, materiali esposti investiti da flussi d'aria forzata ecc.);
- Il fatto che i materiali siano confinati o meno (per esempio materassini di lana di vetro al di sopra dei controsoffitti, pannelli sandwich ecc.);
- Il superamento o meno dei valori di qualità dell'aria adottati nella precedente Tabella 4 (4 ff/l per i materiali etichettati R49/H351, 20 ff/l per quelli etichettati R40/H350).

Gli schemi decisionali adottati sono riassunti nelle tabelle che seguono.

<sup>13</sup> Valori limite di soglia e indici biologici di esposizione ACGIH 2010 tradotto da Associazione Italiana degli Igienisti Industriali.

<sup>14</sup> Come nota n° 10.

<sup>15</sup> UNI EN 689:1997. Atmosfera nell'ambiente di lavoro - Guida alla valutazione dell'esposizione per inalazione a composti chimici ai fini del confronto con i valori limite e strategia di misurazione.



**Tabella 5** - Criteri per le azioni da intraprendere nei confronti dei materiali R40/ H350 cancerogeni di III/ii categoria (cfr. definizioni in tab.2)

Ambiente frequentato	Esposti direttamente a ventilazione forzata	Materiale confinato	Concentrazione in aria (ff/l)	Azione suggerita
Sì	Sì	Sì	<20	Mantenere Controllare periodicamente
			>20	Rimuovere
		No	<20	Confinare Controllare periodicamente
			>20	Confinare (e controllare periodicamente) o rimuovere
	No	Sì	<20	Mantenere Controllare periodicamente
			>20	Rimuovere
		No	<20	Confinare Controllare periodicamente
			>20	Valutare caso per caso. Confinare (e controllare periodicamente) o rimuovere
No	Sì	Sì	<20	Mantenere Controllare periodicamente
			>20	Rimuovere
		No	<20	Confinare Controllare periodicamente
			>20	Confinare Controllare periodicamente
	No	Sì	<20	Mantenere Controllare periodicamente
			>20	Rimuovere
		No	<20	Mantenere Controllare periodicamente
			>20	Valutare caso per caso. Confinare (e controllare periodicamente) o rimuovere



**Tabella 6** - Criteri per le azioni da intraprendere nei confronti dei materiali R49/H351 cancerogeni di II/IIb categoria (cfr. definizioni in tab.2)

Ambiente frequentato	Esposti direttamente a ventilazione forzata	Materiale confinato	Concentrazione in aria (ff/l)	Azione suggerita
Sì	Sì	Sì	<4	Mantenere Controllare periodicamente
			>4	Rimuovere
		No	<4	Confinare Controllare periodicamente
			>4	Confinare (e controllare periodicamente) o rimuovere
	No	Sì	<4	Mantenere Controllare periodicamente
			>4	Rimuovere
		No	<4	Confinare Controllare periodicamente
			>4	Valutare caso per caso. Confinare (e controllare periodicamente) o rimuovere
No	Sì	Sì	<4	Mantenere Controllare periodicamente
			>4	Rimuovere
		No	<4	Confinare Controllare periodicamente
			>4	Confinare Controllare periodicamente
	No	Sì	<4	Mantenere Controllare periodicamente
			>4	Rimuovere
		No	<4	Confinare Controllare periodicamente
			>4	Valutare caso per caso. Confinare (e controllare periodicamente) o rimuovere

### Conclusioni e prospettive

Quello delle MMVFs è un tema affascinante dell'igiene industriale che ha conosciuto, di pari passo con l'evoluzione delle conoscenze in materia, significative evoluzioni normative negli ultimi due decenni. Il quadro normativo esistente permette ormai di valutare i rischi legati alla presenza di

li materiali con metodiche e criteri condivisi. L'algoritmo proposto, pur in mancanza di disposizioni cogenti sul tema delle MMVF, è stato utilizzato in molteplici situazioni lavorative e si è dimostrato utile per la valutazione e l'individuazione delle opportune misure di prevenzione e protezione, coerentemente con i principi di cautela espressi da legislatore nella stesura del D.Lgs 81/2008. ■