

# GUIDA TECNICA “POLVERI PERICOLOSE”

**INAIL**

Strategie e misure tecniche  
per il contenimento e la rimozione delle  
polveri pericolose nei luoghi di lavoro

**2026**

COLLANA **SALUTE E SICUREZZA**

A worker in an orange protective suit and helmet with a headlamp and respirator mask working in a dusty environment. The worker is in the foreground, leaning over a piece of machinery. In the background, another worker is visible, also in similar gear, working in a similar environment. The overall scene is hazy with dust or smoke in the air.



# GUIDA TECNICA “POLVERI PERICOLOSE”

**INAIL**

Strategie e misure tecniche  
per il contenimento e la rimozione delle  
polveri pericolose nei luoghi di lavoro

**2026**

## **Pubblicazione realizzata da**

### **Inail**

Consulenza statistico attuariale (CSA)

Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale (DIMEILA)

Consulenza tecnica per la salute e la sicurezza (CTSS)

Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici (DIT)

### **Coordinamento scientifico**

Giuseppe Bucci, Diego De Merich, Carla Simeoni

### **Confimi industria**

Commissione Ambiente e Sicurezza



### **Comitato di coordinamento**

Sara Veneziani, G. Ivo Vogna, A. Danzi

### **Autori**

Giuseppe Bucci<sup>1</sup>, Diego De Merich<sup>2</sup>, Maria Rosaria Marchetti<sup>2</sup>, Patrizia Anzidei<sup>3</sup>, Carla Simeoni<sup>4</sup>, Sara Veneziani<sup>5</sup>, G. Ivo Vogna<sup>5</sup>, Stefania Verrienti<sup>6</sup>, Lorenzo Di Vita<sup>6</sup>, Alessandro Panico<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Inail, Consulenza statistico attuariale

<sup>2</sup> Inail, Dipartimento medicina, epidemiologia, igiene del lavoro ed ambientale

<sup>3</sup> Inail, Consulenza tecnica per la salute e la sicurezza

<sup>4</sup> Inail, Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici

<sup>5</sup> Confimi Industria, Commissione Ambiente e Sicurezza

<sup>6</sup> Afidamp, Aderente Finco, Confimi Industria

## **per informazioni**

Inail - CSA

Via Stefano Gradi, 55 - 00143 Roma  
statisticoattuariale@inail.it

Inail - CTSS

Via Roberto Ferruzzi, 38/40 - 00143 Roma  
ctssinail@inail.it

Inail - DIMEILA

Via Fontana Candida, 1 - 00078 Monte Porzio  
Catone (RM) - dmil@inail.it

Inail - DIT

Via Roberto Ferruzzi, 38/40 - 00143 Roma  
dit@inail.it

**www.inail.it**

© 2026 Inail

ISBN 978-88-7484-990-1

Gli autori hanno la piena responsabilità delle opinioni espresse nella pubblicazione, che non vanno intese come posizioni ufficiali dell'Inail.

Le pubblicazioni vengono distribuite gratuitamente e ne è quindi vietata la vendita nonché la riproduzione con qualsiasi mezzo. È consentita solo la citazione con l'indicazione della fonte.

Tipolitografia Inail - Milano, aprile 2026

# INDICE

<b>INTRODUZIONE - OBIETTIVI DEL LAVORO</b>	5
Finalità del documento	5
Oggetto della guida tecnica	5
Tipologie di polveri pericolose e tecnologie di prevenzione e protezione	6
Polveri e settori - Ambito di riferimento	7
<b>LE MALATTIE PROFESSIONALI DELL'APPARATO RESPIRATORIO</b>	9
Principali malattie professionali dell'apparato respiratorio	11
<b>ANALISI STATISTICA DEI DATI SULLE MALATTIE PROFESSIONALI DELL'APPARATO RESPIRATORIO RICONDUCIBILI AD ESPOSIZIONE DI POLVERI</b>	17
<b>ESPOSIZIONE A POLVERI PERICOLOSE AERODISPERSE NEGLI AMBIENTI DI LAVORO: TECNICHE, NORME E INQUINANTI PER SETTORE</b>	20
Normativa di riferimento	20
Valori limite di soglia per l'ambiente di lavoro e normativa vigente	21
<b>TECNICHE DI CAMPIONAMENTO</b>	24
Inquinanti aerodispersi per settore industriale	26
<b>TECNOLOGIE E MACCHINE PER LA FILTRAZIONE DELL'ARIA: PREVENZIONE E RIDUZIONE DELL'ESPOSIZIONE AI CONTAMINANTI</b>	30
<b>PRINCIPALE NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	34
Nuova regolamentazione UE per la scelta e l'impiego di macchine con captazione/aspirazione integrata	34
Normativa e classificazione dei filtri ad alta efficienza	35
Normativa delle apparecchiature mobili e dei sistemi centralizzati fissi	36
Requisiti specifici per le macchine di classe "M" e "H"	38
Impianti centralizzati e macchinari industriali di grossa taglia	39
La scelta del tipo di aspiratore/estrattore in base all'attività svolta	40
La valutazione della classe di polvere	42
La gestione delle polveri legate al rischio di esplosione	43
<b>MANUTENZIONE DEI SISTEMI DI ASPIRAZIONE</b>	47

<b>INFORMAZIONE, FORMAZIONE E ADDESTRAMENTO DEI LAVORATORI</b>	50
Tipologie di Informazione, Formazione e Addestramento	50
<i>Informazione</i>	50
<i>Formazione</i>	51
<i>Addestramento</i>	53
Formazione sui Dispositivi di Protezione Individuale (DPI)	53
Informazione, formazione e addestramento: tabella riepilogativa	55
<b>DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE</b>	56
Protezione della testa	58
Protezione delle mani	59
Protezione dei piedi	59
Protezione dell'udito	60
Protezione delle vie respiratorie	61
Protezione degli occhi	63
<b>FINANZIAMENTI E AGEVOLAZIONI INAIL PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO DI ESPOSIZIONE A POLVERI PERICOLOSE</b>	65
<b>APPENDICE</b>	67
Esempi virtuosi di applicazione in altri stati UE ed Extra UE	
regolamentazioni USA e Nord Europa	67
Conclusioni	70
<b>BIBLIOGRAFIA E RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	71

## INTRODUZIONE - OBIETTIVI DEL LAVORO

### FINALITÀ DEL DOCUMENTO

Questo lavoro nasce in seno all'accordo tra Inail e CONFIMI INDUSTRIA che mira alla realizzazione di iniziative informative e formative, finalizzate alla promozione dei valori della cultura della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro su specifiche tematiche che accrescano le conoscenze e le competenze dei professionisti, delle imprese e dei lavoratori che operano all'interno delle diverse realtà produttive.

La presente Guida Tecnica è stata redatta con il contributo di AFIDAMP-FINCO, aderenti a CONFIMI INDUSTRIA, il documento si focalizza sulla presenza di polveri pericolose nei luoghi di lavoro che determinano un rischio per la salute e per la sicurezza dei lavoratori.

Il Decreto Legislativo 81/08 e le norme tecniche applicabili in materia definiscono un quadro legislativo di riferimento molto ampio per il quale, considerate le recenti evoluzioni della tecnica e della giurisprudenza, si ritiene utile elaborare una guida tecnica Inail che abbia lo scopo di aggiornare, chiarire e fornire elementi utili di valutazione che orientino datori di lavoro, RSPP, tecnici della prevenzione, figure preposte ed in generale tutti gli attori della filiera coinvolti da interesse o responsabilità in materia.

### OGGETTO DELLA GUIDA TECNICA

La presenza di polveri pericolose nei luoghi di lavoro è prevalentemente generata dalla manipolazione, trasformazione, perdita o scarto delle materie prime utilizzate nel processo di produzione.

Tale emissione può avvenire attraverso attività manuali, attraverso macchinari o impianti di processo. Se non si può eliminare la produzione di polvere dal processo produttivo, il testo unico sulla sicurezza (Decreto Legislativo 81/2008) richiede di prevenire o contenere la sua diffusione con lo scopo di proteggere i lavoratori e l'ambiente. Per poter prevenire l'emissione di polvere le buone prassi suggeriscono di prevedere l'integrazione di sistemi di ventilazione e depolverazione adeguati, atti a captare alla sorgente la diffusione dell'agente/materiale pericoloso, eliminando o riducendo sufficientemente la concentrazione respirabile nell'aria. Inoltre, stabilire procedure di pulizia con l'utilizzo di attrezzature adeguate, consente di eliminarne la stratificazione o l'accumulo. Nel caso in cui le misure di prevenzione e protezione collettive adottate non consentissero la totale eliminazione dell'esposizione, l'utilizzo di idonei Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) permette di evitare il contatto con la cute e l'inalazione.

## TIPOLOGIE DI POLVERI PERICOLOSE E TECNOLOGIE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Le polveri presenti negli ambienti di lavoro sono molto diverse e riconducibili a numerosi processi produttivi molto diversi tra loro. Una valutazione del rischio specifica e accurata è sempre necessaria per ogni lavorazione. I DPI e i sistemi filtranti per la protezione dalle polveri sono classificati dalle norme tecniche di riferimento in base all'efficienza di filtrazione e le dimensioni delle particelle di polvere trattenute.

A titolo esemplificativo:

- a)** Maschere facciali per protezione vie respiratorie: Tipo1, Tipo2, FFP1 FFP2, FFP3, etc.
- b)** Filtri granulometrici per macchine o impianti di pulizia, estrazione o ventilazione: EPA, HEPA, ULPA
- c)** Sistemi filtranti di aspirazione e contenimento: L, M, H

A partire da queste classificazioni è possibile definire aggregati o fasce di rischio utili a semplificare la gestione della complessità del tema e a individuare una metodologia di valutazione che permetta di selezionare le misure di prevenzione e protezione più adeguate in relazione al proprio contesto operativo, che in ogni caso deve essere valutato singolarmente.

Quando, per una determinata tipologia di polvere, è disponibile il valore limite di esposizione professionale (TLV/OEL), l'individuazione del necessario livello di efficienza del sistema di aspirazione (tra un sistema L, M o H) risulta relativamente semplice. Qualora, invece, il valore limite non sia disponibile, la scelta del filtro deve essere effettuata sulla base della granulometria/dimensione e della quantità della polvere presente nell'ambiente di lavoro, che determinano quale efficienza di filtrazione sia necessaria (EPA, HEPA o ULPA). In Italia per le polveri inerti considerate non pericolose sono indicati limiti generici cui fare riferimento; tipicamente  $10 \text{ mg/m}^3$  per la frazione inalabile (particelle di dimensioni più grandi) e  $4 \text{ mg/m}^3$  per la frazione respirabile (particelle più piccole in grado di raggiungere gli alveoli polmonari).

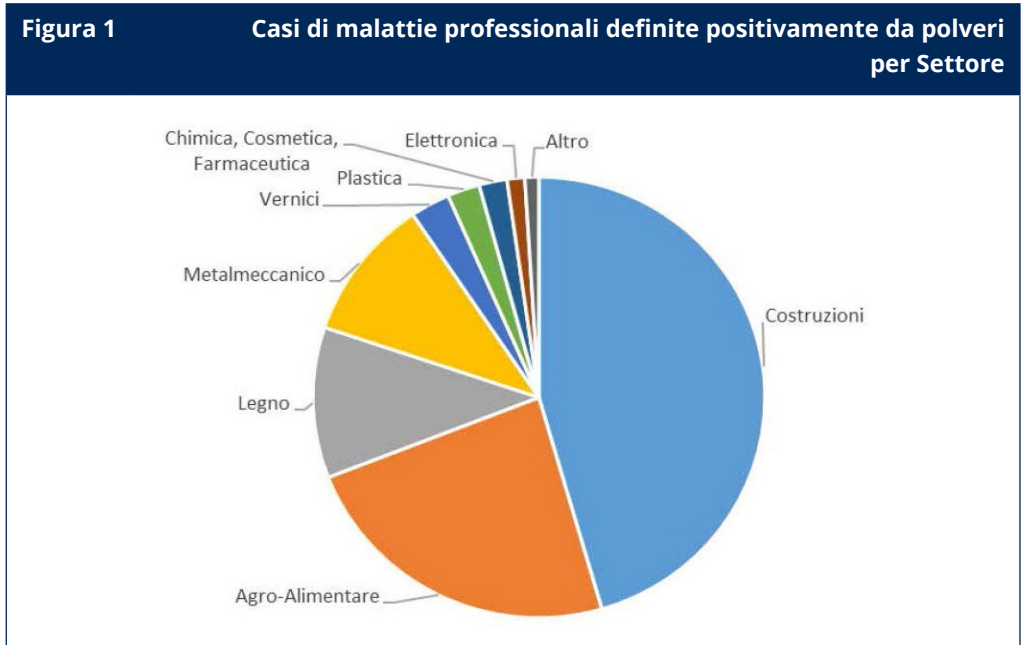
Si suggerisce infine di ricordare che la dimensione delle particelle di polvere è un fattore rilevante per il rischio di generazione di atmosfere esplosive; pertanto, per polveri con granulometria inferiore a 500 micron, in considerazione delle specifiche condizioni operative, deve essere condotta una valutazione del rischio secondo la direttiva ATEX e le altre norme tecniche applicabili che tenga conto di granulometria, concentrazione, umidità, forma, confinamento ed energia di innesco. Gli ulteriori requisiti di sicurezza, richiesti in questi casi, sono stati integrati nel presente documento.

## POLVERI E SETTORI - AMBITO DI RIFERIMENTO

Il presente documento affronta il tema delle polveri pericolose nei luoghi di lavoro a partire dai dati sulle malattie professionali registrate da Inail. Poiché l'obiettivo è analizzare le polveri generate dai processi produttivi attuali, l'amianto è stato escluso dall'ambito di riferimento: non essendo più utilizzabile sul mercato, esso riguarda esclusivamente le attività di bonifica, che richiedono un approccio specifico e dedicato.

Nella Tabella 1 e nel grafico in Figura 1, sotto riportati, sono stati selezionati i settori produttivi i cui processi possono produrre diversi tipi di polveri, che sono la causa di malattie professionali dell'apparato respiratorio, comprese le forme tumorali. I casi registrati sono mostrati suddivisi per settore ATECO in cui era impiegato il lavoratore tecnopatico. Dall'analisi emerge che i primi quattro settori considerati includono oltre il 90% dei casi complessivi. Questo elemento consente di individuare i principali ambiti industriali coinvolti e di definire il perimetro entro cui la presente guida può fornire supporto utile nella analisi dei rischi e nell'identificazione delle misure organizzative, tecniche e procedurali più efficaci per ridurre incidenti e malattie professionali (MP) correlate alla presenza di polveri pericolose.

<b>Tabella 1                      Settori produttivi maggiormente colpiti da casi di Malattie professionali definite positivamente dovute a polveri</b>	
<b>SETTORE</b>	<b>QUOTA %</b>
Costruzioni	46%
Agro-Alimentare	24%
Legno	11%
Metalmeccanico	10%
Vernici	3%
Plastica	2%
Chimica, Cosmetica, Farmaceutica	2%
Elettronica	1%
Altro	1%



Fonte: Banca dati Inail - Aggiornamento ottobre 2024

La presente guida si è, quindi, concentrata sui quattro settori per i quali è riportato il maggior numero di denunce di malattie professionali dell'apparato respiratorio: Costruzioni, Agro-Alimentare, Legno e Metalmeccanica.

## LE MALATTIE PROFESSIONALI DELL'APPARATO RESPIRATORIO

La malattia professionale è una patologia la cui causa agisce lentamente e progressivamente sull'organismo. Il rischio può essere provocato dalla lavorazione che viene svolta, oppure dall'ambiente in cui la lavorazione stessa si svolge. Le malattie dell'apparato respiratorio possono essere causate, aggravate o esacerbate dall'esposizione prolungata ai fattori di rischio propri dell'attività o del luogo di lavoro. Le malattie respiratorie causate da inalazione di polvere sono classificate come pneumoconiosi ovvero patologie caratterizzate da depositi di polveri nei polmoni e dalla reazione del polmone e dell'organismo alla loro presenza.

Le malattie respiratorie causate da esposizione lavorativa a specifiche polveri organiche sono classificate come **bissinosi** (originata da esposizione a polveri di cotone, lino e canapa) e **bagassosi** (da inalazione di polvere di canna da zucchero). Esse non sono considerate pneumoconiosi in quanto il loro meccanismo patogenetico è maggiormente legato a meccanismi immunologici ed allergici piuttosto che all'accumulo di polveri.

Le malattie respiratorie in cui i patogeni occupazionali contribuiscono allo sviluppo o aggravamento di malattie respiratorie sono:

- **Asma professionale:** può essere procurata da molteplici agenti tramite meccanismo allergico, irritativo o misto.
- **Broncopneumopatia cronico ostruttiva:** per esposizione a polveri, gas o vapori.
- **Tumori polmonari:** esposizione a fibre di amianto, gas radon, composti del nichel ed altri.

L'esposizione ad antigeni organici di origine biologica (come muffe, proteine animali o spore di batteri) sul posto di lavoro può essere causa di polmonite da ipersensibilità (o alveolite allergica estrinseca).

Le principali categorie di malattie respiratorie lavoro-correlate, escluse quelle specificamente legate all'amianto e ai tumori maligni, evidenziate dalle statistiche Inail relative al quinquennio 2019-2023, sono: le pneumoconiosi (che costituiscono quasi la metà dei casi totali) seguite da asma (33,4%), bronchiti croniche ostruttive (10,6%) e polmoniti da ipersensibilità (7,2%).

Nel contesto normativo italiano il Testo unico delle disposizioni per l'assicurazione obbligatoria contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali (DPR 1124 del 30 giugno 1965), ha introdotto le tabelle delle malattie professionali (allegati 4 e 5, rispettivamente industria e agricoltura). Gli allegati riportano l'elenco delle patologie e delle lavorazioni per le quali il lavoratore non è tenuto a dimostrare l'origine professionale perché vige la presunzione legale di origine lavorativa. Negli anni a seguire diversi decreti ministeriali hanno apportato modifiche all'elenco, incluso il recente DM 10 ottobre 2023 che, in considerazione dell'evoluzione scientifica e medica, ha ulteriormente aggiornato e integrato le tabelle delle malattie professionali.

Il Decreto ministeriale del 10 giugno 2014 ha, invece, aggiornato l'elenco delle malattie professionali soggette a denuncia obbligatoria ai sensi dell'art. 139 del Testo Unico (D.P.R. 1124/1965). Queste malattie sono raggruppate in tre liste: lista I, malattie la cui origine lavorativa è di elevata probabilità, lista II, malattie la cui origine lavorativa è di limitata probabilità e lista III, malattie la cui origine lavorativa è possibile e sono oggetto di sorveglianza epidemiologica da parte dell'Inail e delle autorità sanitarie.

**NOTA:** Le malattie associate all'esposizione ad amianto, quali l'asbestosi e i mesoteliomi pleurici, sono regolate da una normativa dedicata e non rientrano nell'ambito del presente capitolo; per approfondimenti, si rimanda alla legislazione vigente in materia.

## PRINCIPALI MALATTIE PROFESSIONALI DELL'APPARATO RESPIRATORIO

Nel seguito vengono illustrate le principali patologie respiratorie di origine professionale, con l'indicazione - ove prevista - dei relativi riferimenti tabellari stabiliti dalla normativa vigente, quali il periodo massimo di indennizzo e l'inclusione nelle liste delle malattie professionali.

### ***Broncopneumopatia cronico ostruttiva***

La broncopneumopatia cronica ostruttiva (BPCO) è una malattia dell'apparato respiratorio caratterizzata da un'ostruzione irreversibile delle vie aeree, di entità variabile a seconda della gravità. La malattia è in genere progressiva ed insorge in seguito ad un'esposizione continuativa e prolungata a determinati fattori di rischio. Uno dei principali fattori di rischio è l'abitudine al fumo di tabacco seguito dall'inquinamento ambientale, professionale e indoor.

I lavoratori maggiormente a rischio sono quelli dei settori **alimentare, chimico, estrattivo, metallurgico e tessile**, delle **industrie che producono isolanti, plastica e vernici, i lavoratori delle cartiere, gli agricoltori e gli operai edili**. La BPCO può anche essere associata a **fumi di metallo/saldatura, fumi o vapori di asfalto/catrame nelle operazioni stradali e di copertura e fumo da incendi**.

La BPCO è riconosciuta come malattia professionale con un periodo massimo di indennizzo di 6 anni, ed è presente nell'elenco delle malattie per le quali è obbligatoria la denuncia ai sensi e per gli effetti dell'articolo 139 del d.p.r. n. 1124/65 e successive modifiche e integrazioni, nel Gruppo 1 e nel Gruppo 4 della lista I.

### ***Asma bronchiale***

L'asma è una patologia respiratoria caratterizzata da un'infiammazione diffusa delle vie aeree, broncoostruzione completa o parziale con difficoltà respiratoria, senso di costrizione toracica, respiro sibilante e tosse. La diagnosi si basa sull'anamnesi, sull'esame obiettivo e sulle prove di funzionalità respiratoria. Con il trattamento farmacologico, la prognosi in genere è buona. La sua eziologia è multifattoriale ed i fattori ambientali presenti sul luogo di lavoro possono determinare l'insorgenza della patologia (**asma occupazionale**) oppure aggravare una patologia preesistente (**asma aggravata dal lavoro**).

Le cause sono allergeni o agenti irritanti. Gli allergeni presenti sul lavoro sono numerosi e possono essere di origine chimica o biologica (animali, vegetali, muffe). I principali agenti irritanti, invece, sono di natura chimica.

Il sospetto di asma correlato a fattori di natura lavorativa insorge quando i sintomi si manifestano dopo l'inizio di un nuovo impiego o l'esposizione a sostanze mai utilizzate prima. I sintomi tendono a comparire all'inizio della settimana lavorativa e a peggiorare con l'aumento dell'esposizione al fattore di rischio, migliorando durante il fine settimana o durante i periodi di interruzione delle attività lavorative. Tra le categorie professionali più frequentemente esposte ad allergeni o irritanti occupazionali che

possono provocare asma vi sono agricoltori, panificatori, parrucchieri, falegnami, operai dell'industria chimica, veterinari, operatori sanitari e addetti alle pulizie. L'asma può accompagnarsi ad altri sintomi come infiammazione di faringe e laringe, congiuntivite, rinite e manifestazioni cutanee in quei lavoratori che utilizzano agenti chimici irritanti per le vie respiratorie (ad esempio gli addetti alle pulizie). L'asma bronchiale rientra tra le malattie tabellate. Nella tabella delle malattie professionali sono indicate le lavorazioni riconosciute e il periodo massimo entro cui la malattia deve essere denunciata al fine del suo riconoscimento. La tabella del 2008 riporta, per l'asma causata da esposizione professionale ad agenti chimici o biologici (es. sali di cromo, nichel, isocianati, farine, ecc.), un periodo massimo di indennizzo di 18 mesi. L'asma figura, inoltre, tra le malattie a denuncia obbligatoria (D.M. 10/06/2014), in particolare nella Lista I (elevata probabilità di origine occupazionale), Gruppo 1 (agenti chimici) e Gruppo 4 (allergeni).

### **Silicosi**

La silicosi è una pneumoconiosi professionale causata dall'inalazione di polveri contenenti biossido di silicio cristallino (silice libera cristallina). In natura il biossido di silicio esiste in forma amorfa oppure cristallina; quest'ultima (es. quarzo, arena, granito) è abbondante in molti materiali minerali. Mentre l'inalazione della forma amorfa non sembra causare complicazioni clinicamente significative, l'inalazione del composto cristallino può portare a malattie polmonari. La silicosi è una malattia irreversibile e ad andamento progressivo; può insorgere dopo 10-30 anni dall'inizio dell'esposizione a polveri di silice. Nelle fasi iniziali i sintomi principali sono dispnea da sforzo, tosse ed espettorazione. In assenza di un efficace trattamento specifico della silicosi, l'unico modo per proteggere la salute dei lavoratori è il controllo dell'esposizione alle polveri contenenti silice.

Le particelle a maggior poter fibrotico sono quelle con diametro aerodinamico mediano di massa (MMAD) di 0.5-0.7  $\mu\text{m}$ . I lavoratori possono essere esposti a silice cristallina in una vasta gamma di attività e settori (escavazione mineraria, edilizia, demolizioni, produzione di vetro, ceramica e cemento, fonderie, lavorazione di pietre e materiali contenenti quarzo, ecc.). La silice cristallina è classificata dallo IARC come agente cancerogeno certo per l'uomo (Gruppo 1) sin dal 1997.

La silicosi, o anche la semplice esposizione alla silice senza sviluppo della malattia, è associata con un aumentato rischio di insorgenza BPCO, carcinoma polmonare, tubercolosi, glomerulonefrite, artrite reumatoide, sclerodermia ed altre malattie a carattere autoimmune.

La diagnosi di silicosi si basa sulla storia di esposizione professionale a silice associata ad un quadro radiologico compatibile. L'assicurazione obbligatoria per le malattie professionali prevede, per la silicosi (e per l'asbestosi), disposizioni speciali, al Capo VIII del T.U. 1124/65. In esso è presente l'elenco non esaustivo delle lavorazioni per le quali esiste il rischio di esposizione a silice libera cristallina. Le prestazioni assicurative sono estese alle forme morbose dell'apparato respiratorio e circolatorio che si associano alla silicosi.

Aspetti relativi alla denuncia di malattia professionale sono riportati sia nel Decreto Ministero Politiche Sociali del 14 gennaio 2008 (Elenco delle malattie per le quali è obbligatoria la denuncia ai sensi e per gli effetti dell'articolo 139 T.U. 1124/65), sia del già citato D.M. 9 aprile 2008 (Nuove tabelle malattie professionali nell'industria e nell'agricoltura).

### ***Polmoniti da ipersensibilità***

Le polmoniti da ipersensibilità (o alveoliti allergiche estrinseche) sono patologie provocate dalla sensibilizzazione e dalla successiva ipersensibilità ad antigeni ambientali e occupazionali. La sintomatologia in genere è caratterizzata da tosse, dispnea (difficoltà respiratoria) e astenia.

L'esposizione prolungata all'agente patogeno provoca una infiammazione interstiziale acuta e lo sviluppo di granulomi e fibrosi polmonari. È importante riconoscere precocemente queste malattie in quanto l'allontanamento dall'agente ambientale può prevenire la progressione verso gravi malattie polmonari croniche fibrotiche. Le principali categorie di lavoratori a rischio sono: agricoltori, allevatori, manutentori di impianti di condizionamento, lavoratori del settore alimentare, del tabacco e del legno.

Gli antigeni causali delle polmoniti da ipersensibilità possono derivare da proteine animali e vegetali, spore fungine e sostanze chimiche organiche e inorganiche come ad esempio:

- **Antigeni di origine animale:** proteine sieriche di piccione, proteine aviarie, proteine di bachi da seta, proteine di ratto, ecc.
- **Antigeni derivanti da funghi (muffe) e batteri:** actinomiceti termofili, spore di funghi, aspergilli, pseudomonas sp. ecc.
- **Antigeni chimici:** isocianati, acido citrico, anidridi, enzimi detergenti, ecc.

Le alveoliti allergiche estrinseche sono incluse nelle tabelle delle malattie professionali per l'industria e l'agricoltura (D.M. 9 aprile 2008), con un periodo massimo di indennizzo pari a 3 anni. Inoltre, figurano nell'ultimo elenco delle malattie soggette a denuncia obbligatoria (D.M. 10 giugno 2014), nella Lista I - Gruppo 4 e nella Lista II - Gruppo 1.

### ***Bissinosi***

La bissinosi è una malattia dell'apparato respiratorio provocata dall'esposizione a tessuti grezzi non sintetici (lino, cotone, canapa e derivati) durante il processo di produzione. In passato la bissinosi era nota anche come "polmone del cardatore di cotone", "febbre del lunedì" o "febbre da cotone". Dal punto di vista patogenetico, il danno è prodotto sia dalla polvere prodotta dalla lavorazione dei tessuti grezzi sia dalle endotossine prodotte dai batteri presenti sulle fibre del tessuto. Nelle fasi iniziali della malattia, i sintomi si manifestano come tosse frequente, costrizione toracica, dispnea e, talvolta, respiro sibilante, in particolare entro poche ore dall'e-

sposizione (o riesposizione) sul posto di lavoro. Pertanto, i pazienti di solito riferiscono i sintomi all'inizio della settimana lavorativa e da qui il termine "febbre del lunedì", a differenza dei pazienti con asma professionale che manifestano invece i sintomi verso la fine della settimana lavorativa. Una volta che l'esposizione e l'irritazione polmonare diventano persistenti, i pazienti non presenteranno più sintomi ciclici e passeranno allo stato di bissinosi cronica (malattia polmonare ostruttiva irreversibile).

La bissinosi è riconosciuta come malattia professionale tabellata nell'Industria (D.M. 9 aprile 2008) alla voce n. 65 (ICD-10 J66.0), con un periodo massimo di indennizzo di 3 anni.

### **Antracosi**

La pneumoconiosi dei lavoratori del carbone (antracosi) è determinata dalla deposizione di polvere di carbone nei polmoni. L'esposizione alla polvere di carbone bituminoso o antracitico nell'industria del carbone deve essere prolungata (circa 10-20 anni) al fine dello sviluppo della patologia. La polvere di carbone è relativamente inerte e non provoca reazioni importanti, ma può diffondersi nei polmoni determinando la comparsa alla radiografia del torace di tenui macchie sfumate in genere localizzate attorno ai bronchioli. Solo 1%-2% dei pazienti affetti da questa malattia può sviluppare una forma più grave definita fibrosi massiva progressiva, in cui si formano grosse cicatrici (più di 1,3 cm di diametro) nei polmoni.

Nella tabella delle malattie professionali per l'Industria, approvata con D.M. 9 aprile 2008, tale malattia è presente alla voce n. 53.

### **Berilliosi**

Il berillio è un metallo che viene utilizzato in diverse lavorazioni come l'elettronica, le telecomunicazioni, l'industria aeronautica, automobilistica e aerospaziale, nonché il riciclaggio di rottami metallici e componenti elettronici. La patologia polmonare è legata ad una sensibilità individuale e solo il 2-6% di coloro che vengono a contatto con tale sostanza sviluppa la malattia. In tali soggetti la malattia può comparire anche per esposizioni di breve durata. La berilliosi acuta è caratterizzata da esordio improvviso di tosse e difficoltà respiratoria. Può inoltre interessare la cute (causando eruzioni cutanee) e gli occhi (causando arrossamento e irritazione). Nella forma cronica, tosse, difficoltà respiratoria, perdita di peso, sudorazioni notturne e affaticamento compaiono gradualmente, circa 10 anni dopo l'esposizione. La berilliosi è riconosciuta come malattia professionale tabellata nell'Industria: nel D.M. 9 aprile 2008 essa compare alla voce n. 3 (collegata alle "malattie causate da berillio, leghe e composti").

### **Altre pneumoconiosi**

Oltre a silicosi, asbestosi, antracosi e alle pneumoconiosi già descritte, esiste un gruppo di pneumoconiosi meno comuni causate da varie polveri inorganiche.

La tabella delle malattie professionali nell'Industria (D.M. 9 aprile 2008) elenca, tra le altre, le seguenti pneumoconiosi con i relativi periodi massimi di indennizzo (PMI):

- **Pneumoconiosi non sclerogena da antimonio** - esposizione a polveri di antimonio, sue leghe e composti (PMI 10 anni);
- **Pneumoconiosi benigna da zinco** (zinco stearato) - esposizione a polveri di stearato di zinco (PMI 5 anni);
- **Liparosi** (pneumoconiosi da polvere di pomice) - estrazione, trattamento e utilizzo della pomice (PMI 20 anni);
- **Talcosi** (pneumoconiosi da talco) - estrazione e utilizzo del talco (PMI 20 anni);
- **Pneumoconiosi da mica** - estrazione e utilizzo della mica (PMI 20 anni);
- **Pneumoconiosi da caolino** - estrazione e utilizzo del caolino (PMI 20 anni);
- **Pneumoconiosi da polveri di silicati (argille)** - produzione e utilizzo di terre di Fuller, bentonite, attapulgite (PMI 20 anni);
- **Alluminosi** (pneumoconiosi da polveri/fumi di alluminio) - esposizione a polveri e fumi di alluminio (PMI 5 anni).

### ***Neoplasie polmonari***

Si definiscono tumori professionali quelle neoplasie nella cui genesi ha agito come causa o concausa un'attività lavorativa con esposizione ad agenti cancerogeni. L'Agenda Internazionale per la Ricerca sul Cancro (International Agency for Research on Cancer, IARC), ha proposto la suddivisione degli agenti chimici, fisici, biologici e professionali in 3 categorie a seconda del potenziale di cancerogenicità.

Il **Gruppo 1** comprende le sostanze cancerogene per l'uomo; il **Gruppo 2A** comprende le sostanze probabilmente cancerogene per l'uomo; il **Gruppo 2B** riunisce le sostanze possibilmente cancerogene per l'uomo; il **Gruppo 3** comprende le sostanze non classificabili come carcinogene per l'uomo; il **Gruppo 4** gli agenti probabilmente non cancerogeni per l'uomo.

Il fumo di sigaretta è responsabile di circa l'80-90% dei casi di neoplasia polmonare. La quota restante è attribuibile ad altri fattori eziologici, come l'esposizione professionale a sostanze cancerogene, l'inquinamento ambientale e le radiazioni ionizzanti. I tumori polmonari di origine professionale risultano frequentemente sottostimati per diversi motivi:

- difficoltà nel ricostruire in modo completo tutte le esposizioni subite dal lavoratore durante l'intera vita lavorativa;
- incompletezza o scarsa accuratezza dell'anamnesi lavorativa al momento della diagnosi;
- lunga latenza tra esposizione e insorgenza della neoplasia (anche 20-30 anni);
- impossibilità di distinguere clinicamente un tumore di origine professionale da uno di altra origine;
- interazioni complesse tra esposizioni occupazionali, abitudini di vita (es. fumo di tabacco) e suscettibilità individuale.

I principali agenti ed attività professionali per i quali sia stata dimostrata un'associazione ad aumentato rischio di neoplasia polmonare da parte della IARC sono:

- **Agenti classificati con sufficiente evidenza di cancerogenicità nell'uomo:** la produzione di alluminio; l'arsenico e i suoi composti inorganici; l'amianto in tutte le sue forme; il berillio e i composti del berillio; il bis(clorometil)etere e il clorometilmetiletere (grado tecnico); il cadmio e i suoi composti; i composti del cromo (VI); le emissioni interne derivanti dalla combustione domestica del carbone; la gassificazione del carbone; la pece di catrame di carbone; la produzione di coke; i gas di scarico dei motori diesel; l'estrazione sotterranea di ematite; le fonderie di ferro e acciaio; i regimi chemioterapici combinati come MOPP (vincristina, prednisone, mostarda azotata, procarbazine) e altri agenti alchilanti; i composti del nichel; le pitture; il plutonio; il radon-222 e i suoi prodotti di decadimento; l'industria della produzione della gomma; la polvere di silice cristallina sotto forma di quarzo o cristobalite; la fuliggine riscontrata nell'esposizione professionale degli spazzacamini; il gas mostarda; il fumo di tabacco, sia passivo che attivo; le radiazioni X e gamma; l'esposizione nel processo Acheson; l'inquinamento ambientale e il particolato in esso contenuto; e i fumi da saldatura.
- **Cancerogeni con limitato livello di evidenza:** le nebbie acide inorganiche forti; la lavorazione del vetro artistico, dei contenitori in vetro e degli articoli pressati; le emissioni indoor da combustione domestica di combustibile da biomassa (soprattutto legno); l'esposizione professionale a bitume ossidato durante le operazioni di copertura dei tetti; l'esposizione a bitume duro e alle sue emissioni durante i lavori di asfalto colato; la produzione di elettrodi di carbonio; il cloruro di benzile e i tolueni alfa clorurati; il metallo cobalto con carburo di tungsteno; i creosoti; le emissioni da frittura ad alte temperature; l'esposizione professionale a insetticidi non arsenicali durante l'irrorazione e l'applicazione; i processi di stampa; la 2,3,7,8-tetraclorodibenzoparadiossina; l'ammonio triossido; il benzene; il diazinone; l'idrazina; le fibre di carbonio di silicio; e l'uranio in miscela di isotopi.

*(List of classifications by cancer sites with sufficient or limited evidence in humans, IARC Monographs Volumes 1-134°, 2023).*

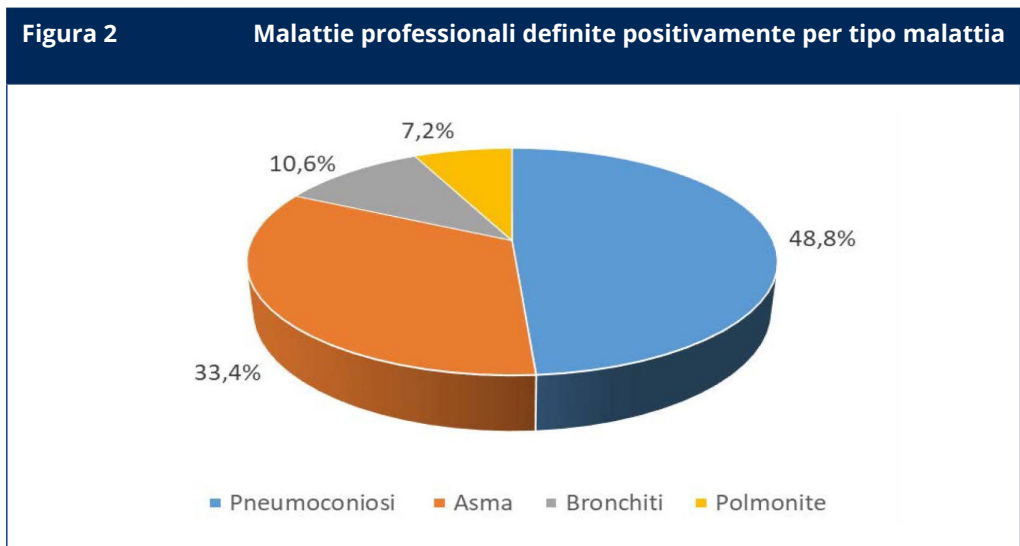
## ANALISI STATISTICA DEI DATI SULLE MALATTIE PROFESSIONALI DELL'APPARATO RESPIRATORIO RICONDUCEBILI AD ESPOSIZIONE DI POLVERI

Verranno presentati in questo paragrafo i dati statistici relativi alle malattie professionali riconosciute positivamente, per le patologie sopra descritte.

Per la definizione di tutti i report e i grafici, sono stati utilizzati i dati presenti negli archivi statistici Inail.

Per identificare le diverse patologie è stata considerata la Classificazione ICD-10 - classificazione internazionale delle malattie (ICD, dall'inglese "*International Classification of Diseases*") - grazie alla quale le malattie e i traumatismi sono ordinati in gruppi sulla base di criteri definiti.

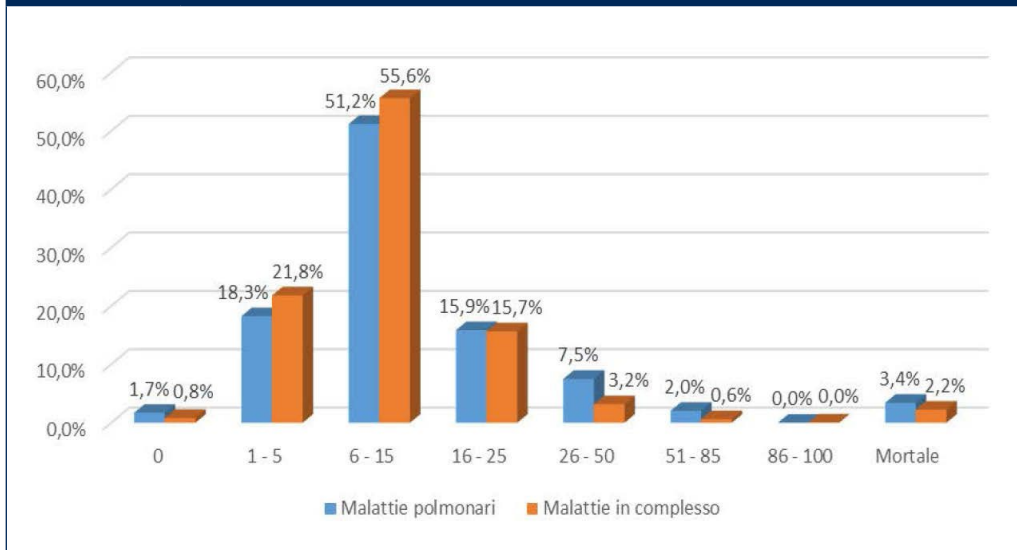
Il periodo preso in esame è l'ultimo quinquennio consolidato disponibile, 2019/2023.



Fonte: Banca dati Inail - Aggiornamento ottobre 2024

Passando all'analisi delle tipologie di malattie professionali accertate (Figura 2), la quota maggiore è relativa alle pneumoconiosi, con quasi la metà dei casi totali, le malattie riconducibili all'asma rappresentano il 33,4%, le bronchiti il 10,6% e le polmoniti il 7,2%.

Figura 3

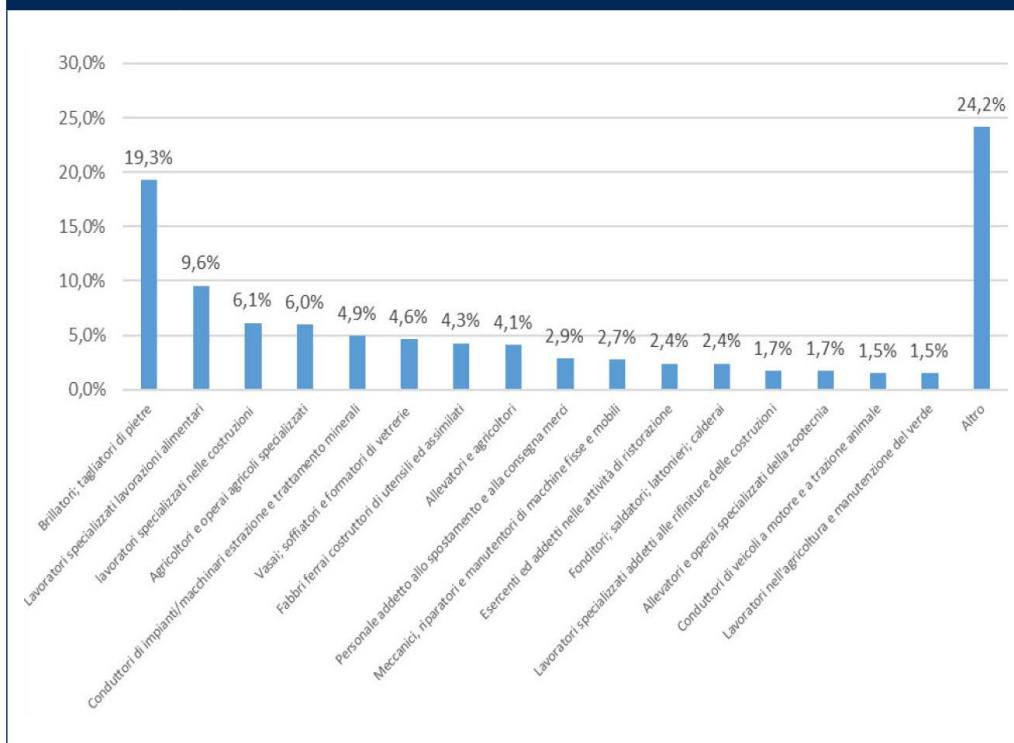
Malattie professionali definite positivamente  
per grado menomazione riconosciuto

Fonte: Banca dati Inail - Aggiornamento ottobre 2024

La Figura 3 mostra il confronto per grado di menomazione accertato tra le malattie professionali, focus della presente analisi, definite polmonari, e le malattie in complesso. Come si può vedere, ad eccezione dei casi senza menomazione, le percentuali dei casi meno gravi, fino al 15° grado di menomazione riconosciuto, sono inferiori rispetto agli stessi casi per le malattie professionali in complesso, a favore dei casi più gravi, con il doppio dell'incidenza per i gradi da 26 a 50 e circa 3 volte quelli da 51 a 85. Importante anche la differenza dei casi mortali, con il 3,4% per le MP polmonari a fronte del 2,2% di quelle totali. Si può concludere che c'è una sensibile differenza, per gravità di MP, per le malattie in studio, che risultano mediamente più gravi rispetto alla media del totale delle MP riconosciute.

Nel grafico successivo (Figura 4) si rappresenta l'incidenza delle MP polmonari per professione identificate utilizzando la classificazione Istat CP2021, che fornisce uno strumento per ricondurre tutte le professioni esistenti nel mercato del lavoro all'interno di un numero limitato di raggruppamenti professionali, da utilizzare per comunicare, diffondere e scambiare dati statistici e amministrativi sulle professioni, comparabili a livello internazionale.

Figura 4

**Malattie professionali polmonari definite positivamente  
per classificazione professionale (CP2021)**


Fonte: Banca dati Inail - Aggiornamento ottobre 2024

I dati mostrano come le professioni interessate al rischio di malattie professionali “polmonari” siano numerose e operanti in diversi settori. La quota principale è rappresentata da brillatori e tagliatori di pietre, per i quali il rischio di operare in un ambiente carico di polveri è chiaramente molto elevato, seguono poi professioni inerenti settori diversi, dal settore alimentare alle costruzioni, fino all’agricoltura e il legno. Da questi dati si evince come il rischio oggetto della presente analisi sia di interesse per un numero molto elevato e differenziato di lavoratori, come dimostrato dalle numerose qualifiche professionali rappresentate da basse percentuali molto simili tra loro, comprese tra l’1,5% e il 3%, e il 24% di casi ascrivibili ad “altre professioni” che non raggiungono l’1,5% di incidenza totale. La distribuzione dei riconoscimenti positivi conferma quanto riportato in introduzione relativamente ai settori ATECO coinvolti nell’analisi.

## ESPOSIZIONE A POLVERI PERICOLOSE AERODISPERSE NEGLI AMBIENTI DI LAVORO: TECNICHE, NORME E INQUINANTI PER SETTORE

L'esposizione a polveri pericolose aerodisperse rappresenta un rischio importante per la salute dei lavoratori in diversi settori industriali (Costruzioni, Legno, Metalmeccanico, ecc.), come illustrato nei paragrafi precedenti sulla base dell'analisi delle malattie professionali.

Queste polveri pericolose sono costituite da particelle di piccole dimensioni, aerodisperse, spesso inodori e incolori, quindi non percepibili a occhio nudo. Possono penetrare in profondità nel sistema respiratorio e determinare patologie acute e croniche, alcune delle quali, come evidenziato, possono comportare gravi conseguenze a lungo termine.

La valutazione e la gestione di questo rischio richiedono un approccio sistematico, che comprenda il campionamento accurato, la conoscenza della normativa vigente e soprattutto l'identificazione degli inquinanti specifici da ricercare per ciascun settore. Dall'analisi dei dati sulle malattie professionali, attenzioneremo i settori risultati maggiormente coinvolti: Legno, Metalmeccanica, Costruzioni, Agro-Alimentare e Chimico (es. galvanica, gomma-plastica, vulcanizzazione della gomma, ecc.).

### NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa in materia di salute e sicurezza sul lavoro per la protezione dai rischi che derivano, o possono derivare, dall'esposizione a sostanze pericolose stabilisce le misure di prevenzione e protezione, i doveri delle figure del sistema di prevenzione e i limiti di esposizione professionale (acronimo italiano VLEP, acronimo europeo OELV) per molte sostanze pericolose. I principali riferimenti normativi includono:

- **Decreto Legislativo 81/2008 (Testo Unico sulla Salute e Sicurezza sul Lavoro) titolo IX e s.m.i.:**
  - **Allegati XXXVIII e XLIII "Valori Limite di Esposizione Professionale" (VLEP):** valori di riferimento che indicano la concentrazione media ponderata nel tempo di un agente chimico e/o cancerogeno nell'aria dell'ambiente di lavoro all'interno della zona di respirazione di un lavoratore in relazione ad un determinato periodo di riferimento per l'esposizione alla quale non si presumono effetti avversi per la salute per la maggior parte dei lavoratori.
- **Norme tecniche UNI EN:** Forniscono linee guida e specifiche sulle **metodiche di campionamento** ed analisi per la misurazione degli agenti chimici negli ambienti di lavoro:
  - **UNI EN 689:** "Guida alla valutazione dell'esposizione per inalazione a composti chimici ai fini del confronto con i valori limite e strategie di misurazione."

La norma propone una strategia operativa per eseguire misurazioni rappresentative dell'esposizione dei lavoratori, per via inalatoria, ad agenti chimici presenti nell'aria degli ambienti di lavoro. L'obiettivo è determinare se i livelli di esposizione sono conformi ai Valori Limite di Esposizione Professionale (VLEP) stabiliti.

Di seguito un elenco, indicativo ma non esaustivo, di ulteriori norme tecniche specifiche utilizzate per la misurazione degli inquinanti aerodispersi:

- **UNI EN 481:** "Definizione delle frazioni granulometriche per la misurazione delle particelle aerodisperse."
- **UNI EN 482:** "Requisiti generali per le prestazioni dei procedimenti di misurazione degli agenti chimici."
- **M.U. 1998:13:** Polveri in Ambienti di lavoro - Determinazione della frazione inalabile delle particelle aerodisperse - Metodo gravimetrico.
- **M.U. 2010:11:** metodo gravimetrico per la determinazione della frazione respirabile delle polveri aerodisperse.
- **OSHA 07:2000:** composti organici volatili in ambiente di lavoro. Adsorbimento dell'aria su fiala in carbone attivo.
- **NIOSH 7301 2003:** metalli. Prelievo su membrana adsorbente e successiva analisi con ICP.
- **NIOSH 7600 1994:** cromo VI. Prelievo su membrana adsorbente e successiva analisi colorimetrica
- **M.U. 759:87:** nebbie oleose. Campionamento su filtro in fibra di vetro e successiva determinazione in FT-IR.
- **NIOSH 5515 1994:** idrocarburi policiclici aromatici. Prelievo su membrana e fiala XAD-2 in serie e determinazione in GC-MS.

## VALORI LIMITE DI SOGLIA PER L'AMBIENTE DI LAVORO E NORMATIVA VIGENTE

I **valori limite di esposizione professionale** degli agenti chimici pericolosi sono stabiliti da organismi scientifici e/o normativi internazionali (ACGIH - *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*), europei (ECHA/RAC - European Chemical Agency/Committee for Risk Assessment) o nazionali ed indicano i livelli di concentrazione in aria che non devono essere superati come media calcolata sul tempo di una giornata lavorativa (8 ore). I VLEP sono considerati sicuri (sulla base di considerazioni sanitarie) per la maggior parte dei lavoratori esposti (condizioni mediche particolari, effetti sinergici o condizioni di suscettibilità individuale potrebbero determinare effetti avversi anche al di sotto dei valori limite di esposizione). Questi valori sono stabiliti per prevenire effetti nocivi acuti e cronici sulla salute derivanti dall'inalazione di polveri e altre sostanze pericolose, per ridurre al minimo il rischio di malattie professionali. La legislazione italiana in materia di salute e sicurezza sul lavoro è dettata dal Testo Unico sulla salute e sicurezza sul lavoro, D. Lgs. n. 81/2008 e s.m.i., ed in particolare, agli allegati **XXXVIII** e **XLIII** fornisce i "**Valori limite di esposizione professionale**"

per alcuni agenti chimici e cancerogeni riscontrabili in ambiente di lavoro.

I valori limite di esposizione professionale (VLEP) e i valori limite biologici (VLB) sono dei parametri di riferimento specifici, applicabili per la valutazione dei rischi dell'esposizione ad agenti chimici sui luoghi di lavoro.

Il D.lgs. 81/08 definisce al Titolo IX Capo I, Articolo 222 il:

- valore limite di esposizione professionale, "se non diversamente specificato, il limite della concentrazione media ponderata nel tempo di un agente chimico nell'aria all'interno della zona di respirazione di un lavoratore in relazione ad un determinato periodo di riferimento". Questi valori, spesso espressi in ppm (parti per milione) o mg/m<sup>3</sup> (milligrammi per metro cubo), indicano i livelli di concentrazione di un agente chimico nell'aria che non devono essere superati affinché un lavoratore non subisca effetti negativi sulla salute.
- valore limite biologico (VLB), "il limite della concentrazione del relativo agente, di un suo metabolita, o di un indicatore di effetto, nell'appropriato mezzo biologico ". Il VLB è quindi uno strumento di valutazione del rischio chimico che permette di monitorare l'effettiva esposizione professionale (poiché tiene conto di tutte le modalità e non solo di quella respiratoria, per esempio la cutanea e l'ingestione) e di intervenire tempestivamente per prevenire eventuali danni alla salute dei lavoratori.

Per quelle sostanze di cui la normativa italiana non fornisce i limiti, ai fini della valutazione del rischio si può fare riferimento **ai limiti proposti dall'ACGIH** (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*), secondo la quale sono previsti, ad oggi, dei valori limite di esposizione per circa 700 sostanze pericolose.

Essa propone tre diverse tipologie di limite:

- TLV-TWA (*Threshold Limit Value-Time Weighted Average*): concentrazione media ponderata nel tempo (calcolata su una giornata lavorativa convenzionale di otto ore o su 40 ore lavorative settimanali) alla quale si ritiene che quasi tutti i lavoratori possano essere ripetutamente esposti senza effetti negativi.
- TLV-STEL (*Threshold Limit Value-Short Term Exposure Limit*): concentrazione media ponderata su 15 minuti, che non dovrebbe mai essere superata durante la giornata, anche se il TLV-TWA non è superato, in grado di prevenire gli effetti acuti o a breve termine sulla salute dovuti ad esposizioni elevate e di breve durata a una sostanza:
  - irritazione,
  - sensibilizzazione della pelle,
  - vertigini
  - nausea
  - riduzione dello stato di vigilanza di grado sufficiente ad accrescere le probabilità di infortuni o influire sulle capacità di mettersi in salvo o ridurre materialmente l'efficienza lavorativa.

- TLV-C (*Threshold Limit Value-Ceiling*): concentrazione di una sostanza che non deve mai essere superata durante il turno di lavoro. Nella pratica convenzionale di igiene industriale, il campionamento istantaneo non è sempre possibile; per la valutazione di un TLV-C si ricorre al campionamento della durata di 15 minuti, fatta eccezione per quelle sostanze che possono dare luogo a irritazione o narcosi a seguito di esposizione molto breve.

## TECNICHE DI CAMPIONAMENTO

Come anticipato, la norma **"guida"** per la misurazione è la **UNI EN 689**, che fornisce una strategia per eseguire misurazioni rappresentative dell'esposizione dei lavoratori, per via inalatoria, ad agenti chimici presenti nell'aria degli ambienti di lavoro, con l'obiettivo di determinare se i livelli di esposizione sono conformi ai Valori Limite di Esposizione Professionale (VLEP) stabiliti. Esistono diverse tecniche di campionamento, ciascuna con specifiche applicazioni (campionamento gravimetrico, campionamento dimensionale, campionamento personale, campionamento ambientale o stazionario); le tecniche più ricorrenti nelle relazioni tecniche di indagine degli inquinanti aerodispersi, sono:

- **Campionamento Gravimetrico:** metodo più comune per quantificare la concentrazione di polveri totali e delle diverse frazioni, classificate in base alle dimensioni delle particelle in inalabili e respirabili. L'aria viene aspirata attraverso un filtro, e la differenza di peso del filtro prima e dopo il campionamento permette di calcolare la massa delle polveri raccolte.
  - **Frazione Inalabile:** particelle che possono essere inalate attraverso il naso e la bocca, si fermano nel tratto superiore delle vie respiratorie.
  - **Frazione Toracica:** particolato di piccole dimensioni che può penetrare fino ai bronchi e ai bronchioli.
  - **Frazione Respirabile:** particelle di dimensioni  $< 4 \mu\text{m}$ , che possono raggiungere gli alveoli polmonari, la zona più profonda del polmone dove avvengono gli scambi gassosi.

In relazione alla tipologia di ambiente di lavoro e delle lavorazioni effettuate è bene considerare i seguenti campionamenti:

- **Campionamento Personale:** il campionatore è posizionato vicino alla zona respiratoria del lavoratore, per misurare l'esposizione individuale durante l'attività lavorativa. Questo metodo fornisce una stima più accurata dell'esposizione rispetto al campionamento ambientale.
- **Campionamento Ambientale (o Stazionario):** il campionatore è posizionato in un punto fisso dell'ambiente di lavoro, per valutare la concentrazione di polveri in una determinata area. È utile per identificare le sorgenti di emissione e valutare l'efficacia delle misure di controllo.

Qualora sia necessario ricorrere alle misurazioni, la norma **UNI EN 689:2019** prevede la possibilità di eseguire un **"TEST PRELIMINARE"** qualora si abbiano a disposizione dalle tre alle cinque misurazioni dell'esposizione sui lavoratori appartenenti a un **Gruppo di Esposizione Similare (SEG) o gruppo omogeneo di lavoratori** (un gruppo di lavoratori aventi lo stesso profilo di esposizione generale per l'a-

gente chimico in esame a causa della similarità e della frequenza delle operazioni unitarie eseguite, dei materiali e dei processi con cui lavorano e della similarità del modo in cui eseguono i compiti).

Tabella 2		Risultati delle misurazioni
MISURAZIONI	RISULTATO	
Se 3 misurazioni su 3 sono inferiori al 10% dell'OELV* Se 4 misurazioni su 4 sono inferiori al 15% dell'OELV Se 5 misurazioni su 5 sono inferiori al 20% dell'OELV	<b>Conformità</b>	
Se solo una delle misurazioni è superiore all'OELV	<b>Non conformità</b>	
Qualora si disponga di un numero di misurazioni superiore (almeno a 6) si può calcolare l'intervallo di confidenza e la probabilità di superamento dell'OELV, attraverso un test statistico	<b>Non decisione</b> <b>"TEST STATISTICO"</b> (richieste minimo 6 misurazioni per agente chimico). Tale valutazione serve a stabilire, con almeno il 70% di confidenza, se meno del 5% delle esposizioni nel SEG è maggiore dell'OELV.	

\*OELV: Valori limite di esposizione professionale dell'ECHA/RAC

La norma **UNI EN 689** definisce infine la **periodicità di rivalutazione del rischio** da effettuarsi in base ai risultati della precedente valutazione:

Tabella 3		Periodicità di rivalutazione del rischio intervallo di ripetizione delle misure
MEDIA ARITMETICA O GEOMETRICA VALORE INDICE	INTERVALLO RIPETIZIONE MISURE	
Media dei dati < 10% dell'OELV (Indice inferiore a 0,1)	36 mesi	
10% dell'OELV < Media dei dati < 25% dell'OELV (Indice compreso tra 0,1 e 0,25)	24 mesi	
25% dell'OELV < Media dei dati < 50% dell'OELV (Indice compreso tra 0,25 e 0,50)	18 mesi	
50% dell'OELV < Media dei dati (Indice compreso tra 0,50 e 1)	12 mesi	

Se l'indice è **superiore a 1** sono necessari interventi di mitigazione del rischio e ripetizione valutazione.

## INQUINANTI AERODISPERSI PER SETTORE INDUSTRIALE

La natura e la pericolosità delle polveri aerodisperse variano notevolmente a seconda del settore produttivo.

Per procedere accuratamente all'indagine degli inquinanti aerodispersi da ricercare è molto importante l'analisi preventiva dettagliata di tutte le Schede di Sicurezza degli agenti chimici impiegati nei processi produttivi nonché delle materie prime utilizzate e degli intermedi di lavorazione.

Tali analisi vanno effettuate dal Datore di lavoro in collaborazione con il Servizio di prevenzione e protezione e lo specialista a cui si affida la campagna di monitoraggio degli inquinanti aerodispersi nei luoghi di lavoro.

Una scheda di sicurezza (SDS) è un documento che fornisce informazioni complete sulla composizione, le proprietà fisiche e chimiche, gli effetti sulla salute e gli impatti ambientali di una sostanza o miscela.

Nella *SEZIONE 8* della SDS "**Controlli dell'esposizione/della protezione individuale**" sono elencati i valori limite di esposizione professionale applicabili e le necessarie misure di gestione dei rischi.

### 1) Lavorazione del legno

Nel settore del legno, gli inquinanti aerodispersi principali da ricercare sono le polveri di legno, che sono cancerogene. Altri inquinanti potenziali possono essere sostanze chimiche utilizzate nei trattamenti del legno o nei processi di produzione.

- **Polvere di legno (\*):** generata dalla lavorazione del legno (segatura, levigatura, fresatura). La polvere di legno è classificata come cancerogena per l'uomo con particolare riferimento ai tumori naso-sinusali e rinofaringei. L'esposizione può causare anche irritazione delle vie respiratorie, asma e alveoliti allergiche. Nel 2023 il VLEP è stato abbassato da 5 a 2 mg /m<sup>3</sup> (frazione inalabile sulle 8 ore)
  - **Polveri di legno duro:** le polveri di legno duro, come quelle di quercia, noce o faggio, sono cancerogene certe per l'uomo e devono essere monitorate attentamente.
  - **Polveri di legno tenero:** le polveri di legno tenero, come quelle di pino o abete, possono causare irritazione alle vie respiratorie, alla pelle e agli occhi, oltre a possibili reazioni allergiche; sono considerate cancerogene per l'uomo seppure con un profilo di rischio più sfumato rispetto a quello dei legni duri.
- **Sostanze chimiche:** alcuni trattamenti del legno utilizzano sostanze chimiche che, se disperse nell'aria, possono rappresentare un rischio per la

salute. Per esempio, vernici, solventi, colle e impregnanti possono contenere sostanze tossiche o irritanti e possono diffondere nell'ambiente anche come contaminanti delle polveri. Inoltre, la **formaldeide**, un composto organico volatile (COV) classificato cancerogeno certo per l'uomo, è ancora ampiamente utilizzata nella lavorazione del legno.

## 2) Lavorazione dei metalli

Nel settore metalmeccanico possono generarsi diversi inquinanti aerodiffusibili in grado di causare problemi respiratori o altri disturbi importanti per la salute dei lavoratori. Durante lavorazioni meccaniche come la tornitura, la fresatura e la saldatura si producono, infatti, nebbie oleose, polveri metalliche, aerosol solidi, ossidi di metalli pesanti e fibre che, qualora non catturati da sistemi di captazione localizzata, si disperdono in aria.

Si riportano i principali inquinanti aerodispersi nel settore metalmeccanico (elenco indicativo non esaustivo):

- **Nebbie oleose:** si formano durante la lavorazione dei metalli, per esempio durante la tornitura, a causa dell'uso di oli lubrificanti (evaporazione dell'olio); possono causare irritazioni cutanee e qualora inalate problemi respiratori.
- **Polveri e fumi metallici:** prodotti da processi come saldatura, molatura, taglio termico e fusione. La composizione varia a seconda del metallo lavorato (ferro, acciaio, alluminio, cromo, nichel, piombo, cadmio). L'inalazione può causare patologie respiratorie o intossicazioni specifiche (es. saturnismo da piombo) e alcuni metalli sono classificati come cancerogeni.

Esempio indicativo, non esaustivo di inquinanti ricercati - aziende metalmeccaniche (lavorazione meccaniche, saldatura, taglio, ecc.):

- Nebbie oleose;
- Polveri inalabili e respirabili;
- Cromo totale, Cromo metallico e composti del Cromo inorganico (II) e (III);
- Composti di Cromo VI;
- Ossido di ferro (come Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>);
- Nichel (composti inorganici solubili);
- Piombo inorganico e suoi composti;
- SOV - Solventi Organici Volatili.

In particolare, per la saldatura:

- Polveri inalabili
- Polveri respirabili
- Cadmio
- Cobalto
- Cromo totale
- Manganese

- Nichel
- Piombo
- Rame
- Stagno

### 3) Comparto Edile - Costruzioni

Nei comparti edili, in particolare per le realtà coinvolte in attività di scavo, posa di sottoservizi stradali e simili, gli inquinanti aerodispersi sono spesso rappresentati da polveri inalabili e respirabili, silice libera cristallina, fibre, ecc.; inoltre, è necessario valutare anche l'eventuale presenza di elevate concentrazioni di inquinanti emessi dai gas di scarico degli automezzi presenti in cantiere o, nel caso di cantieri stradali, generati dal traffico circostante. Inoltre, nelle attività di demolizione si producono polveri di cemento e altre polveri miste derivanti da demolizioni, scavi e movimentazione del materiale di risulta che possono contenere sostanze pericolose, tra cui metalli, silice, cemento, gesso, fibre e altri minerali.

- **Silice cristallina respirabile:** è presente in materiali come rocce, sabbia, argilla, ghiaia, granito, calcestruzzo, malta e laterizi. Le lavorazioni di questi materiali, in fasi di taglio, molatura, perforazione, ecc. producono polveri fini che possono causare silicosi, una grave malattia polmonare, e aumentare il rischio di cancro al polmone.

### 4) Agro-alimentare e Alimentare

Anche nel settore agro-alimentare si possono generare inquinanti aerodispersi, in particolare derivanti dalla lavorazione di cereali, farine, zucchero, caffè, cacao, ecc. che sono polveri organiche da monitorare mediante campionamento della frazione inalabile.

Sia la farina che lo zucchero, in forma di polvere se disperse nell'aria, ad una certa concentrazione al di sotto di una specifica granulometria, rappresentano un rischio infortunistico per il pericolo di esplosione qualora venissero a contatto con una fonte di innesco.

### 5) Chimico/Gomma e Plastica/Galvanica

Nel settore produttivo della chimica e nella lavorazione della gomma e della plastica è molto importante conoscere bene i processi per identificare gli eventuali inquinanti aerodispersi che possono generarsi durante la lavorazione. La lettura delle schede di sicurezza di tutte le sostanze e miscele utilizzate permette di individuare gli inquinanti per i quali è stato fissato un valore limite di esposizione professionale (*punto 8* della scheda di sicurezza).

Di seguito alcuni esempi di inquinanti aerodispersi tipici del settore chimico e della gomma plastica e galvanica:

- **Polveri di materie plastiche e additivi:** quali per esempio polveri di polimeri, cariche, pigmenti, stabilizzanti e plastificanti.

- **Sostanze chimiche (vapori e aerosol):** generati dalla manipolazione, miscelazione e reazione di sostanze chimiche quali per esempio solventi, acidi, basi, monomeri, catalizzatori, ecc.
- **Fumi di vulcanizzazione della gomma:** che contengono composti organici volatili e particolato.

Le aziende galvaniche possono generare inquinanti aerodispersi durante i loro processi di lavorazione dei metalli, in genere sotto forma di vapori, nebbie e particolato derivanti dalle soluzioni chimiche utilizzate e dai trattamenti superficiali dei metalli. Tra questi inquinanti si trovano metalli pesanti, composti organici volatili (COV) e acidi:

- **Vapori:** di soluzioni acide o alcaline utilizzate nei bagni galvanici, (es. acido solforico, acido cloridrico, ecc.);
- **Nebbie:** possono formarsi durante il processo di elettrolisi, rilasciando particelle liquide sospese nell'aria.
- **Particolato:** che può essere costituito da particelle metalliche o di ossidi metallici derivanti dalla lavorazione dei pezzi (es. polveri di cromo, nichel, zinco, ecc.).

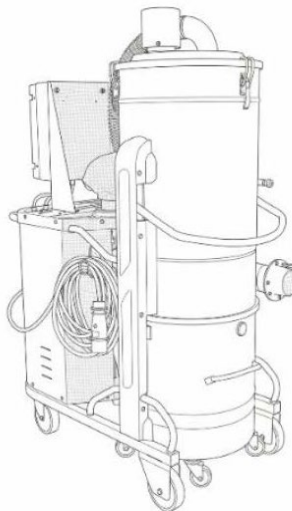
## TECNOLOGIE E MACCHINE PER LA FILTRAZIONE DELL'ARIA: PREVENZIONE E RIDUZIONE DELL'ESPOSIZIONE AI CONTAMINANTI

Il mercato offre un'ampia gamma di soluzioni, sia sotto forma di macchine mobili che di impianti fissi, progettate per prevenire l'esposizione dei lavoratori e limitare la contaminazione dell'aria e degli ambienti di lavoro da polveri pericolose o altri agenti contaminanti. Le principali tipologie di queste macchine sono:

- A.** Aspirapolvere mobili professionali ed industriali
- B.** Depolveratori mobili
- C.** Impianti centralizzati di pulizia fissi ed estrattori di processo
- D.** Estrattori mobili per trattamento aria
- E.** Impianti centralizzati per trattamento aria
- F.** Trasportatori Pneumatici

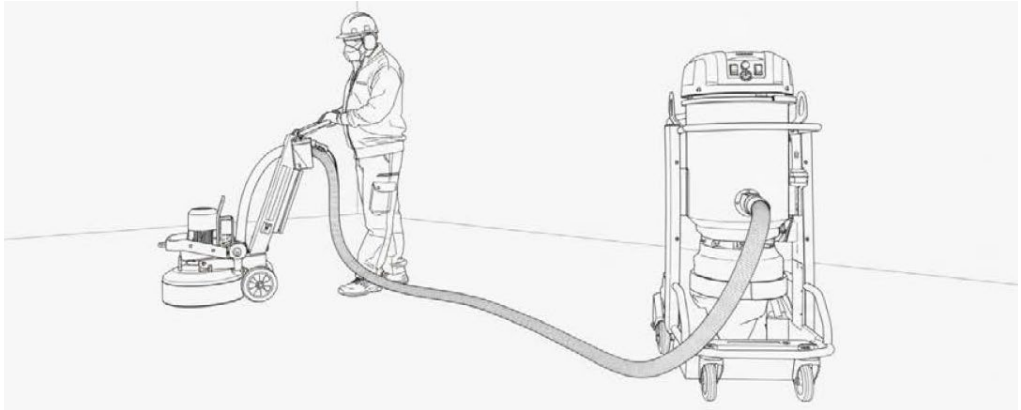
### **A.** Aspirapolvere mobili professionali ed industriali

Apparecchiature mobili, dotate di un ventilatore azionato da motore elettrico, in grado di generare una depressione sufficiente ad aspirare particelle solide attraverso specifici accessori manuali. Questi dispositivi sono appositamente progettati per la rimozione di strati o accumuli di polveri pericolose presenti sulle superfici e sono equipaggiati con sistemi di filtrazione e caratteristiche tecniche rispondenti a requisiti specifici di sicurezza e prestazione.



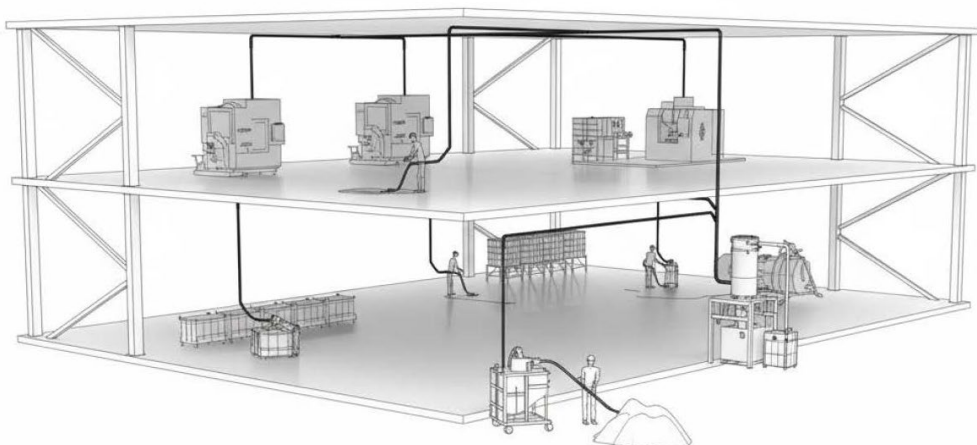
## B. Depolveratori mobili

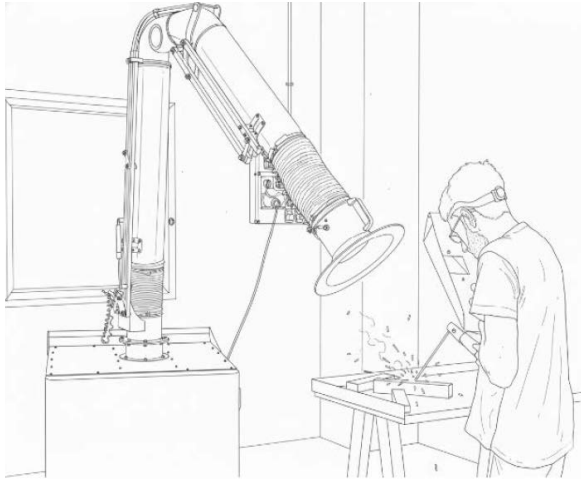
Apparecchiature mobili specificamente progettate per il collegamento diretto ad utensili o ad altri macchinari che generano polveri pericolose durante il loro funzionamento. Tali dispositivi consentono la captazione delle polveri direttamente alla fonte, riducendo in modo significativo il rischio di dispersione nell'ambiente di lavoro.



## C. Impianti centralizzati di pulizia fissi ed estrattori di processo

Gli impianti sono generalmente costituiti da un'unità di aspirazione ad alta depressione, un separatore filtrante e un quadro comandi che gestisce gli automatismi. Installati in modo permanente all'esterno o in un locale tecnico, vengono collegati a una rete di condutture distribuite nello stabilimento. Attraverso le bocche di aspirazione presenti nei reparti è possibile collegare tubi flessibili e accessori per rimuovere polveri pericolose dalle superfici o aspirarle direttamente alla fonte, collegandosi ai macchinari di processo.

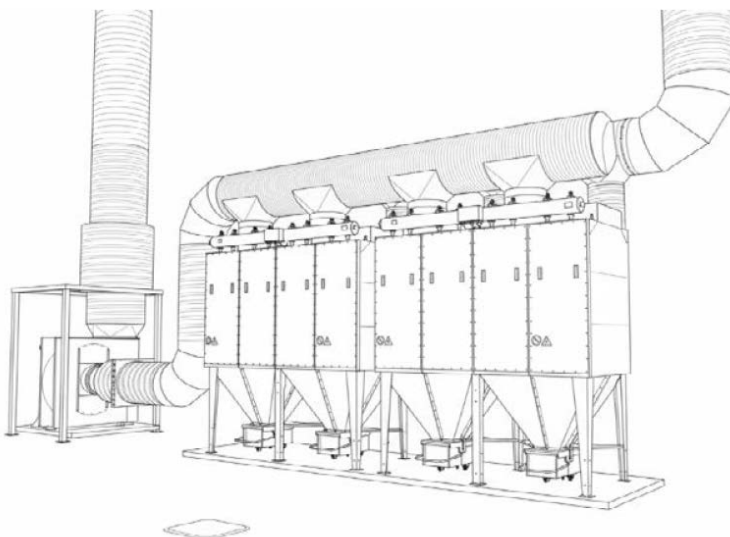


**D. Estrattori mobili per trattamento aria**

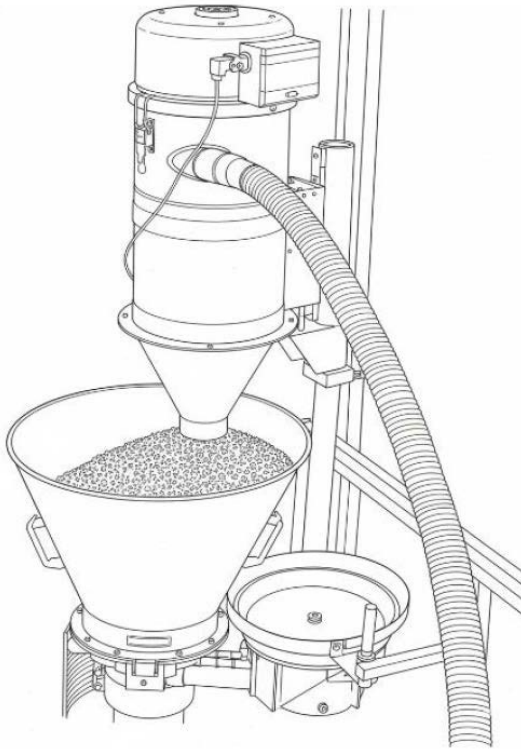
Macchinari che si connettono dall'esterno ad una glove box o lavorano in un locale o ambiente confinato per garantire una purificazione dell'aria o un'aspirazione localizzata. Attraverso una tubazione di grande diametro o un braccio, fanno sì che le polveri in sospensione non fuoriescano e che vengano direzionate verso il filtro, oppure che vengano estratte o captate alla fonte sostanze pericolose generate da lavorazioni o utilizzo di altri macchinari di processo.

**E. Impianti centralizzati per trattamento aria**

Un impianto per trattamento aria è un sistema per la ventilazione meccanica controllata e opportunamente filtrata a bassa depressione ed altissima portata, ovvero una o più macchine concepite per il ricambio continuo dell'aria in ambienti indoor civili, sanitari o industriali. La scelta di integrare un impianto di ventilazione è essenziale per assicurare un corretto ricambio d'aria nei locali chiusi in tutte le situazioni in cui a causa della presenza di sostanze pericolose per la salute o l'ambiente non è possibile utilizzare la ventilazione naturale.



## F. Trasportatori Pneumatici



Il trasportatore pneumatico rappresenta una soluzione ideale per l'automazione dei processi produttivi industriali, consentendo il trasferimento di materie prime, quali polveri o granuli, in modo efficiente e sicuro. Questo sistema elimina la necessità di operazioni manuali potenzialmente rischiose per gli operatori, contribuendo al contenimento delle polveri e alla prevenzione della contaminazione dei prodotti o dell'ambiente. Il materiale movimentato viene mantenuto in un ambiente chiuso e controllato lungo l'intero percorso, dal punto di prelievo fino a quello di rilascio. Tali sistemi consentono di integrare automazioni, funzioni di dosaggio o di sicurezza, efficientano i processi ed evitano l'esposizione dei lavoratori.

## PRINCIPALE NORMATIVA DI RIFERIMENTO

### NUOVA REGOLAMENTAZIONE UE PER LA SCELTA E L'IMPIEGO DI MACCHINE CON CAPTAZIONE/ASPIRAZIONE INTEGRATA

Nella prevenzione dell'esposizione a polveri pericolose, la scelta e l'impiego di aspiratori, sistemi di estrazione/depolverazione e soluzioni di captazione alla fonte assumono un ruolo centrale. Il Regolamento (UE) 2023/1230 ("**Regolamento Macchine**"), obbligatorio dal 20 gennaio 2027, rafforza i requisiti essenziali di sicurezza e tutela della salute pertinenti quando, nell'uso previsto o ragionevolmente prevedibile, una macchina può determinare rischi di inalazione, ingestione, contatto con la pelle, gli occhi e le mucose e di penetrazione attraverso la pelle delle materie e sostanze pericolose prodotte.

In particolare, l'Allegato III, punto 1.5.13 ("**Emissioni di materie e sostanze pericolose**"), richiede che le macchine o prodotti correlati siano progettati e costruiti per evitare i rischi connessi all'esposizione. Qualora il pericolo non possa essere eliminato, la macchina deve essere equipaggiata in modo che le sostanze pericolose emesse possano essere contenute, captate o aspirate, filtrate o trattate con un metodo altrettanto efficace; inoltre, quando il processo non è totalmente chiuso, i dispositivi di contenimento > captazione > filtrazione > separazione > aspirazione devono essere collocati in modo da produrre il massimo effetto.

Questo quadro rende pienamente coerente, in chiave prevenzionistica, privilegiare soluzioni già progettate per la captazione/aspirazione alla fonte, ad esempio **utensili predisposti per il collegamento a depolveratori o macchine di processo dotate di sistemi di captazione integrati**, poiché tali soluzioni riducono la dispersione nell'ambiente di lavoro e costituiscono una misura tecnica primaria di controllo del rischio, oltre che di efficienza produttiva.

Ai fini della valutazione del rischio e di una scelta consapevole, è inoltre rilevante che, quando la progettazione della macchina consente emissioni di sostanze pericolose, le istruzioni per l'uso riportino le **caratteristiche dei dispositivi di captazione/filtrazione o scarico da utilizzare e informazioni tecniche** quali portata di emissione necessari, indicazioni sulla presenza e concentrazione delle emissioni nell'area attorno alla macchina durante l'uso, efficacia della filtrazione richiesta per garantire efficienza nel tempo.

#### **Misure operative da adottare o considerare**

- Richiedere e rendere disponibili, per le macchine impiegate che possono generare emissioni di polveri o sostanze pericolose, la dichiarazione UE di conformità e le istruzioni per l'uso pertinenti, con particolare attenzione alle indicazioni su captazione/filtrazione, prestazioni dichiarate (ove previste) e condizioni per mantenerle efficaci nel tempo.

- In caso di retrofit o adattamenti che incidono sul contenimento (captazione/convogliamento/filtrazione), valutare se ricorra una modifica sostanziale: in tal caso, il soggetto che effettua la modifica è considerato fabbricante ai fini del Regolamento ed è tenuto ai relativi obblighi, inclusa l'applicazione della pertinente procedura di valutazione della conformità.
- Nelle macchine o prodotti correlati che possono contenere residui di sostanze o miscele pericolose, verificare che la pulizia delle parti interne possa essere effettuata senza dover accedere all'interno, e che l'eventuale svuotamento completo sia eseguibile dall'esterno; se l'accesso interno non è evitabile, assicurare che la macchina consenta la pulizia in condizioni di sicurezza (anche in termini di procedure operative).

## NORMATIVA E CLASSIFICAZIONE DEI FILTRI AD ALTA EFFICIENZA

I filtri HEPA (o ULPA) hanno la capacità di garantire, se correttamente progettati, un flusso di aria sterile. La normativa europea che ne determina la classificazione è la EN 1822. L'efficienza è basata sul conteggio delle particelle delle dimensioni per cui la penetrazione è più elevata nel range tra 0,02 e 0,5 micron (MPPS), analoga alla norma internazionale ISO 29463.

Tabella 4		Classificazione dei filtri EPA, HEPA e ULPA secondo la norma EN 1822		
TIPOLOGIA	CLASSIFICAZIONE	EFFICIENZA	PENETRAZIONE	
EPA	E10	>85%		"filtri semiassoluti" ad alta efficienza
	E11	>95%		
	E12	>99,5%		
HEPA	H13	>99,95%	≤0,05%	"filtri assoluti" ad altissima efficienza
	H14	>99,995%	≤0,005%	
ULPA	U15	>99,9995%	≤0,0005%	"filtri assoluti" a bassissima penetrazione
	U16	>99,99995%	≤0,00005%	
	U17	>99,999995%	≤0,000005%	

La norma si applica ai filtri per l'aria ad alta e altissima efficienza e a bassissima penetrazione (EPA, HEPA e ULPA), utilizzati nel campo della ventilazione e del condizionamento dell'aria, come pure in processi tecnologici quali la tecnologia delle camere bianche o dell'industria farmaceutica. Essa stabilisce un procedimento per la determinazione dell'efficienza sulla base di un metodo di conteggio delle parti-

celle per mezzo di un aerosol liquido (o in alternativa solido) di prova e permette di classificare questi filtri, in modo normalizzato, in funzione della loro efficienza. Esistono altre norme che determinano la classificazione dell'efficienza dei filtri a seconda del settore o della nazione di riferimento. La metodologia di classificazione può variare a seconda della normativa di riferimento. Questo può modificare i parametri di riferimento e rendere difficoltosa una valutazione della conformità dei requisiti di prodotto, nella scelta di quale sia idoneo utilizzare. È importante per cui comprendere quale normativa è stata utilizzata dal fabbricante del macchinario che si intende utilizzare, acquistare o valutare in genere. La EN1822 e la sua analoga ISO 29463, sono considerate le più restrittive. Parlare solo di filtri HEPA, e non parlare di efficienza dell'intera macchina, può essere rischioso. Un filtro potrebbe essere efficiente ma sottodimensionato rispetto al flusso d'aria generato dalla macchina o dall'impianto di aspirazione, inoltre la tenuta delle guarnizioni o la modalità di installazione nel macchinario potrebbero causare delle perdite.

## **NORMATIVA DELLE APPARECCHIATURE MOBILI E DEI SISTEMI CENTRALIZZATI FISSI**

I fabbricanti di macchinari mobili o impianti centralizzati di aspirazione, pulizia, depolverazione, estrazione, trasporto di polveri dispongono di una norma di tipo C (norma di prodotto) che definisce quali sono i requisiti costruttivi in termini di sicurezza da adottare nella fabbricazione di tali sistemi. La norma di riferimento è la EN IEC 60335-2-69, armonizzata con la Direttiva Macchine Europea 2006/42/EC. Questo standard si applica anche alle macchine che trattano polveri pericolose come polveri tossiche, cancerogene, patogene o combustibili in atmosfere diverse da quelle esplosive. I requisiti costruttivi per queste macchine sono definiti nell'allegato specifico: Allegato AA.

La norma EN IEC 60335-2-69 classifica le polveri in tre tipologie in base al loro livello di rischiosità per la salute e definisce i requisiti che devono possedere gli aspiratori, gli aspirapolvere o gli impianti centralizzati di aspirazione (allegato AA). Nella Tabella 5, sulla base della classe di polvere presente nell'ambiente di lavoro e in considerazione del valore limite di esposizione (OEL), sono riportati i requisiti minimi necessari al fine di garantire un efficace contenimento.-

**Tabella 5** Classi di polvere (L, M, H) e requisiti dei sistemi di aspirazione

CLASSE DI POLVERE ETICHETTA LIVELLO RISCHIO	IDONEITÀ PER POLVERE PERICOLOSA CON UN VALORE LIMITE DI ESPOSIZIONE IN FUNZIONE DEL VOLUME OCCUPATO MG X MC	PENETRAZIONE %	CERTIFICAZIONE DEL MATERIALE DEL FILTRO BASE	CERTIFICAZIONE DELL'ELEMENTO DEL FILTRO BASE ( CARTUCCIA/ PENNELLO)	CERTIFICAZIONE DELL'APPARECCHIO ASSEMBLATO
<b>L</b> Basso Rischio	>1	<1	RICHIESTA ALMENO UNA DELLE 3 CLASSIFICAZIONI		
<b>M</b> Medio Rischio	≥0,1	<0,1	RICHIESTA ALMENO UNA DELLE 2 CERTIFICAZIONI		RICHIESTA SEMPRE
<b>H</b> Alto Rischio	<0,1 comprese le polveri cancerogene e quelle contaminate da agenti cancerogeni e/o patogene	<0,005	NON RICHIESTA	RICHIESTA SEMPRE	RICHIESTA SEMPRE

Fonte: Annex AA della EN IEC 60335-2-69

Come illustrato nella tabella, il livello di rischio associato alla polvere determina requisiti progressivamente più stringenti in merito alla conformità del sistema di filtrazione.

Per le macchine classificate come **"L"** (basso rischio), è richiesta la certificazione dell'efficienza del materiale filtrante o dell'efficienza del relativo elemento del filtro di base o dell'efficienza di filtrazione dell'intera macchina assemblata.

Nel caso delle macchine di classe **"M"** (medio rischio), è richiesta la certificazione dell'efficienza del materiale filtrante o dell'efficienza del relativo elemento del filtro di base e la certificazione dell'efficienza di filtrazione dell'intera macchina assemblata, al fine di verificarne la capacità di contenimento.

Per le macchine di classe **"H"** (alto rischio) è richiesta la certificazione dell'efficienza di filtrazione dell'intera macchina assemblata e la certificazione dell'efficienza del relativo elemento del filtro di base. Sulle macchine H, il filtro di sicurezza (HEPA) deve superare anche un test individuale specifico, a garanzia del massimo livello di protezione, disponendo di un test report per ogni filtro che dovrà essere identificato tramite un numero seriale, per garantire la tracciabilità e l'integrità.

## REQUISITI SPECIFICI PER LE MACCHINE DI CLASSE "M" E "H"

**Rimozione del sistema di raccolta materiale:** deve avvenire con il minimo rilascio di polveri e la minima esposizione dell'operatore. È richiesto l'utilizzo di mezzi di raccolta a perdere, come i sacchi di raccolta sicura, per ridurre le perdite durante lo smaltimento.

**Progettazione della macchina:** deve impedire l'ingresso accidentale o il rilascio di polveri pericolose durante i periodi di inattività. Esempi di soluzioni efficaci includono tappi di sicurezza o dispositivi di chiusura dedicati.

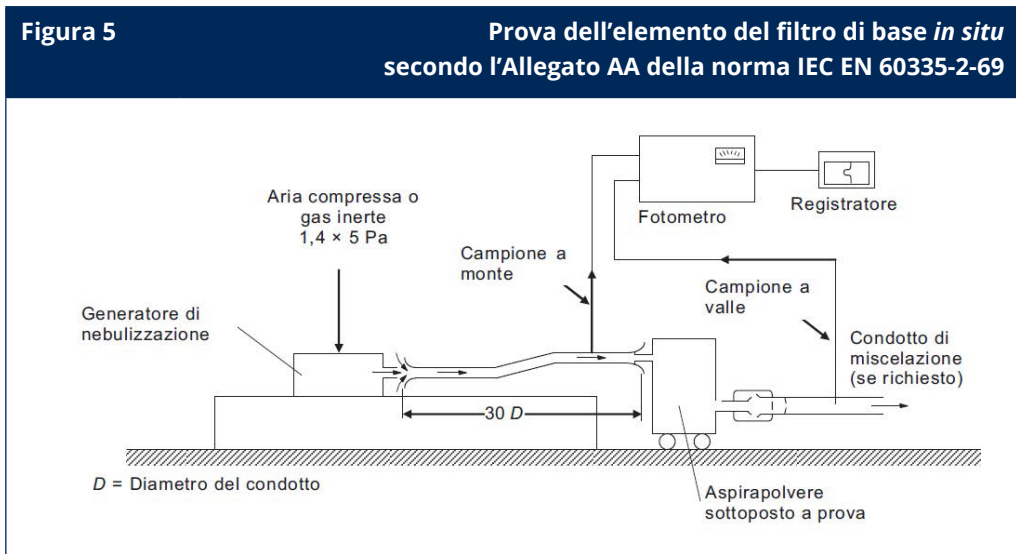
**Blocco del filtro principale:** il filtro può essere installato o rimosso solo tramite utensili, al fine di evitare manipolazioni non controllate.

**Sistemi di allarme:** le apparecchiature devono essere dotate di indicatori visivi e/o acustici che segnalano la riduzione dell'efficienza di filtrazione dovuta a intasamenti, blocchi o cali di pressione. L'allarme si attiva quando la velocità dell'aria nella sezione più ampia del condotto o del tubo flessibile di aspirazione scende sotto i 20 m/s.

**Documentazione tecnica obbligatoria:** le macchine devono essere fornite con istruzioni specifiche relative alla sicurezza, alla manutenzione, alla sanificazione e all'impiego in ambienti contaminati da agenti patogeni.

## IMPIANTI CENTRALIZZATI E MACCHINARI INDUSTRIALI DI GROSSA TAGLIA

La norma di prodotto IEC EN 60335-2-69 Allegato AA si applica, come abbiamo visto sopra, non solo su macchinari mobili di piccole dimensioni, ma anche su macchinari mobili di grandi potenze e taglie, piuttosto che impianti fissi di aspirazione centralizzata. Questi macchinari o impianti sono costituiti da filtri di grandi dimensioni che richiederebbero delle camere di prova adeguate per poterli inserire al proprio interno. I laboratori di prova non dispongono allo stato dell'arte di camere di testing di queste dimensioni per cui sarebbe necessario utilizzare quanto indicato dalla norma come "Prove *in situ*":



Anche questo tipo di test non è facilmente reperibile sul mercato in quanto richiede di strumentazione mobile (fotometro, registratore etc.) non comune. In alternativa è possibile utilizzare una metodologia più diffusa nel settore dell'igiene industriale e del monitoraggio delle emissioni in ambiente, ovvero pompe di campionamento normate associate a polveri surrogate con caratteristiche simili alle polveri reali da aspirare, analizzabili in laboratorio accreditato ISO 17025 per analisi chimiche. A livello metodologico/operativo, per effettuare questo test, si può seguire quanto attualmente in uso nel settore farmaceutico definito dal "Manuale del contenimento" pubblicato dall'ISPE (International Society for Pharmaceutical Engineering) che ha introdotto le linee guida SMEPAC, definendo in sintesi la seguente modalità:

- Si posizionano le pompe di campionamento dell'aria attorno al sistema di aspirazione e nel punto di emissione dell'aria per misurare la quantità di particolato aerodisperso durante il funzionamento normale, o per verificare la dispersione durante le fasi di manutenzione o scarico del contenitore di raccolta.



<b>Tabella 6 (segue)      Attività professionali e tipologie di polveri previste</b>	
<b>PROFESSIONI</b>	<b>POLVERI PREVISTE</b>
Fabbro	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Polvere di metallo (ferro, cromo, nichel, alluminio, ecc.)</li> <li>■ Plastica</li> <li>■ Particelle di vernice</li> </ul>
Costruttori di calcestruzzo e muratori	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Polvere minerale contenente quarzo</li> </ul>
Tettoia	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Fibre di vecchie lane minerali</li> <li>■ Polvere minerale (ardesia, quarzo, argilla)</li> </ul>
Elettricista	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Polvere minerale contenente quarzo</li> <li>■ Gesso</li> </ul>
Pittore	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Polvere di vernice contenente piombo/cromato</li> <li>■ Particelle di vernice</li> <li>■ Riempitivo</li> </ul>
Costruzione di muri a secco	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Polvere minerale</li> <li>■ Gesso</li> <li>■ Vecchia lana minerale</li> </ul>
Costruttore di container	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Materiali in fibra di vetro</li> <li>■ Materiali in fibra di carbonio</li> <li>■ Polvere di metallo</li> </ul>
Meccanico d'auto/ingegnere meccatronico, carrozziere	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Particelle di fuliggine</li> <li>■ Abrasione dei rivestimenti di attrito</li> <li>■ Polveri di stucco e di vernice</li> <li>■ Polveri metalliche</li> </ul>
Spazzacamino	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Fuliggine, polvere di legno (ad esempio, di sistemi di riscaldamento a pellet)</li> </ul>
Costruzione del riscaldamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Polvere minerale</li> <li>■ Fuliggine (solo per i sistemi di combustione domestici)</li> <li>■ Polvere di legno (ad esempio, per i sistemi di riscaldamento a pellet)</li> </ul>
Costruzione del forno	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Lana per alte temperature</li> <li>■ Polvere minerale</li> </ul>
Tecnico dell'assistenza per le apparecchiature per ufficio	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Polvere di toner</li> </ul>
Addetto alle pulizie degli edifici (pulizia di manutenzione) *	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Polvere domestica</li> </ul>
Detergente per edifici (pulizia finale)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Polvere minerale contenente quarzo</li> </ul>



<b>Tabella 7 (segue)</b>	
<b>Classe minima di aspiratore in funzione della tipologia di polvere</b>	
<b>Tipi di polvere previsti</b>	<b>Classe di polvere secondo EN 60335-2-69 (minimo)</b>
Polvere minerale contenente quarzo	M
Fibre di vecchia lana minerale	M
Polvere di vernice contenente piombo	M
Gesso	L
Materiali in fibra di vetro	H
Materiali in fibra di carbonio	M
Particelle di fuliggine (di forni domestici)	M
Lana per alte temperature/polvere minerale	M
Polvere di toner	H
Organismi patogeni (es: muffe ecc.)	H
Materiali residui di abrasione	H
Polvere di farina	H
Polvere di grano	L
Polvere di zucchero	L

## LA GESTIONE DELLE POLVERI LEGATE AL RISCHIO DI ESPLOSIONE

Le polveri pericolose possono essere suddivise in due principali macrocategorie: quelle che rappresentano un rischio per la salute e quelle che possono generare atmosfere esplosive. La valutazione del rischio deve tenere conto del tipo di polvere presente e dell'eventuale OEL (anche indicato come *Threshold Limit Value - Time Weighted Average* o TLV-TWA). Nel caso di polveri di materiali combustibili (zucchero, farina, legno, carbone, alluminio ecc.) è importante considerare la dimensione delle particelle, poiché se la granulometria è inferiore a 500 micron, la polvere è considerata anche potenzialmente esplosiva. È possibile che una polvere sia contemporaneamente pericolosa per la salute e potenzialmente esplosiva.

Se la polvere non può generare atmosfere potenzialmente esplosive si utilizza un sistema di aspirazione classificato 'L', 'M' o 'H', in funzione dell'OEL della polvere, facendo riferimento alla norma di prodotto per i sistemi di aspirazione EN IEC 60335-2-69 AA.

Per le polveri potenzialmente esplosive, si possono distinguere due scenari per definire quale sistema utilizzare, in base all'area di lavoro classificata o meno come ATEX\*:

1. Aree non classificate ATEX: macchine classificate ACD secondo la norma IEC 60335-2-69:2021 AA.
2. Aree classificate ATEX: macchine marcate ATEX conformi alla Direttiva 2014/34/UE, idonee per la Zona di utilizzo definita dalla Direttiva 1999/92/CE:
  - in **Zona ATEX 22**, secondo le norme EN 17348 e/o IEC EN 62784;
  - in **Zona ATEX 1, 2, 21**, secondo la norma EN 17348.

\* *Un'area classificata ATEX è una zona in cui, a seguito di una valutazione del rischio, è stata identificata la probabile presenza di un'atmosfera potenzialmente esplosiva, ossia una miscela di aria e sostanze infiammabili (gas, vapori, nebbie o polveri) che, in determinate condizioni, può innescare un'esplosione. Le aree ATEX sono suddivise in **Zone**, in base alla frequenza e durata della presenza dell'atmosfera esplosiva:*

#### **Gas, vapori o nebbie:**

- **Zona 0:** presenza continua o frequente.
- **Zona 1:** presenza probabile durante il normale funzionamento.
- **Zona 2:** presenza improbabile o di breve durata

#### **Polveri combustibili:**

- **Zona 20:** presenza continua o frequente.
- **Zona 21:** presenza probabile durante il normale funzionamento.
- **Zona 22:** presenza improbabile o di breve durata.

Si ricorda che non è obbligatorio utilizzare una norma per dimostrare la conformità alle direttive; tuttavia, l'adozione di norme armonizzate con le direttive di riferimento consente di beneficiare della **presunzione di conformità**.

Tabella 8

**Sistemi ACD e ATEX:**  
**marcature e requisiti tecnici per polveri combustibili**

ETICHETTATURE	DESCRIZIONE/ MARCATURE	SPECIFICHE TECNICHE
	<p>I sistemi classificati <b>ACD</b> sono progettati per aspirare polveri combustibili in aree non classificate ATEX, che devono essere chiaramente etichettate con un simbolo specifico. Tutti i requisiti delle classi L, M o H devono essere considerati nella progettazione.</p>	<p><b>Filtri</b> realizzati con materiali statico-dissipativi (<math>10^8 \Omega</math>). <b>L'intera struttura è messa a terra</b> per evitare la generazione di cariche elettrostatiche, con un limite di resistenza pari a <math>1 M\Omega</math>. Queste macchine sono conformi al grado di protezione <b>IP</b>. I motori a flusso passante non sono ammessi. Per garantire un adeguato livello di protezione, è consigliato adottare un sistema a doppio stadio di filtrazione con efficienza HEPA.</p>
	<p>La <b>marcatura Ex</b> deve essere riportata sulla <b>targhetta della macchina</b>, così come nei <b>manuali tecnici</b>, nelle <b>schede prodotto</b> e <b>dichiarazioni di conformità CE</b>.</p> <p>Per le <b>polveri combustibili</b>, la marcatura è la seguente in base alla zona di utilizzo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Zona 20:</b> Categoria 1D</li> <li>■ <b>Zona 21:</b> Categoria 2D</li> <li>■ <b>Zona 22:</b> Categoria 3D</li> </ul> <p>Per i <b>gas</b>, la classificazione è la seguente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Zona 0:</b> Categoria 1G</li> <li>■ <b>Zona 1:</b> Categoria 2G</li> <li>■ <b>Zona 2:</b> Categoria 3G</li> </ul> <p>La <b>marcatura del prodotto</b> identifica anche la <b>tipologia di polvere o gas</b> che il sistema è in grado di aspirare e la temperatura massima che il macchinario può raggiungere. Tutte informazioni essenziali da verificare in base alla polvere trattata e alle caratteristiche di esplosività.</p>	<p>Queste macchine richiedono che <b>motore, interruttore, cavo e componenti elettrici</b> siano conformi alle norme EN IEC 60079-0 e EN IEC 60079-31. Girante, tubo flessibile, utensili e parti non metalliche devono essere conformi alle norme <b>EN ISO 80079-36</b> e <b>EN ISO 80079-37</b>.</p> <p>Ulteriori requisiti aggiuntivi sono definiti nelle seguenti norme di prodotto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>IEC 62784:2018</b></li> <li>■ <b>IEC 17348:2022</b></li> </ul> <p>Tutti i requisiti delle classi <b>L, M o H</b> della <b>IEC 60335-2-69 AA</b> devono essere considerati nella progettazione in base alla pericolosità della polvere.</p>

I sistemi **ATEX** e **ACD** sono entrambi progettati per la raccolta di polveri combustibili. La conformità della costruzione, finalizzata a garantire l'assenza di pericoli di innesco all'interno del contenitore di raccolta, è un requisito comune a entrambe le tipologie. La differenza principale riguarda l'ambito di utilizzo: i sistemi **ACD** operano in aree non classificate, ovvero prive di rischio di esplosione all'esterno, mentre i sistemi **ATEX** devono garantire l'assenza di sorgenti di innesco anche all'esterno del contenitore.

La norma **EN 17348** introduce tre tipologie di sistemi, ciascuna con requisiti specifici:

- **Tipo secco (*Dry Type*)**: per la raccolta di polveri combustibili, escludendo quelle auto-innescanti o reattive;
- **Tipo umido (*Wet Type*)**: per la neutralizzazione di polveri auto-innescanti o reattive, come le polveri conduttive;
- **Collettore a liquido (*Liquid Collector*)**: per la raccolta di liquidi infiammabili o non infiammabili.

La maggior parte delle polveri con granulometria inferiore ai 500 micron presenta rischi significativi per la salute; per questo motivo, **la classificazione LMH si integra a queste indicazioni, fornendo un ulteriore livello di valutazione del pericolo.**

## MANUTENZIONE DEI SISTEMI DI ASPIRAZIONE

Come previsto dalla direttiva europea 1999/92/CE, recepita in Italia con il Decreto n° 233 del 12 giugno 2003, e dal **Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81** ("Testo Unico sulla salute e sicurezza sul lavoro"), i responsabili della gestione dei sistemi di aspirazione devono garantire che gli "apparati" (nel nostro caso i sistemi di aspirazione o trasporto) mantengano il livello di sicurezza per il quale sono stati progettati e realizzati.

Ai sensi del D.lgs. 81/2008, durante le attività di **manutenzione ordinaria e straordinaria**, il datore di lavoro deve garantire l'adozione di misure preventive e protettive specifiche contro i rischi derivanti da **polveri pericolose** (Titolo IX) e da **potenziali atmosfere esplosive** (Titolo XI).

Va considerato che gli interventi di manutenzione possono comportare:

- **disturbo e dispersione di polveri combustibili, tossiche, cancerogene o patogene;**
- **apertura di impianti o contenitori** in cui possono accumularsi residui pericolosi,
- **emissione di sorgenti di innesco** (utensili elettrici, attriti, cariche elettrostatiche).

È quindi obbligatorio aggiornare il DVR e, ove applicabile, il **Documento sulla Protezione contro le Esplosioni**, includendo procedure operative sicure, dispositivi di protezione adeguati, formazione specifica per il personale addetto alla manutenzione e il coordinamento con eventuali ditte esterne. Queste misure devono garantire la sicurezza sia dei manutentori sia di altri lavoratori potenzialmente esposti.

La conservazione dello stato di sicurezza dei sistemi di aspirazione nel tempo dovrà quindi essere mantenuta e verificata periodicamente, seguendo le prescrizioni del fabbricante in considerazione sia delle reali condizioni di impiego, sia delle condizioni ambientali.

Tutte le apparecchiature classe H o con filtrazione assoluta richiedono una manutenzione annuale obbligatoria come indicato dalla norma IEC 60335-2-69 che prevede che il filtro assoluto sia sostituito ogni anno con un nuovo filtro già testato o che il macchinario o sistema centralizzato di aspirazione nel suo insieme sia testato in termini di efficienza di filtrazione per valutarne l'idoneità.

*"Il produttore, o una persona qualificata, deve eseguire un controllo tecnico almeno una volta l'anno, che consiste, per esempio, nel controllo dei filtri alla ricerca di danni relativi alla tenuta di aria della macchina e del funzionamento corretto dei meccanismi di funzionamento e di sicurezza. Inoltre, sulle macchine di classe H l'efficacia di filtraggio deve essere sottoposta a prova almeno una volta l'anno o più frequentemente, nel caso sia richiesto dalle prescrizioni nazionali. Il metodo di prova che si può utilizzare per verificare l'efficacia del filtro della macchina è specificato in 22.AA.201.2 (test di penetrazione). Nel caso in cui la prova fallisca o non possa essere effettuata, deve esser applicato un nuovo **filtro di sicurezza** che ha già superato tali test."*

Il sistema di filtrazione della macchina deve essere sostituito senza esporre a contaminazione l'operatore. Bisogna stabilire delle procedure chiare e fare formazione in modo che l'addetto alla sostituzione possa maneggiare il filtro dall'esterno attraverso una membrana impermeabile (per esempio un sacco di plastica o un contenitore a perdere) opportunamente sigillata, utilizzando gli idonei DPI.

La Direttiva 1999/92/CE, relativamente alle Zone ATEX non dà informazioni circa la frequenza e il tipo di verifiche/revisioni periodiche; suggerisce però il supporto delle norme emesse da Comitati Tecnici Europei. Nel caso di verifica e manutenzione di apparati per atmosfere esplosive è possibile fare riferimento allo standard EN 60079-17, di cui si riportano di seguito le indicazioni operative per la pianificazione delle verifiche periodiche.

### ***Installazioni fisse***

La definizione dell'intervallo tra verifiche periodiche richiede una valutazione caso per caso. In particolare, la profondità della verifica e la frequenza dovrebbero essere stabilite considerando, almeno, la tipologia di apparecchiatura e di impianto, le eventuali indicazioni del costruttore, i fattori che possono accelerare il deterioramento (condizioni ambientali, modalità d'uso, urti/vibrazioni, agenti chimici, polveri), la classificazione dell'area in cui l'apparecchiatura è installata e gli esiti delle verifiche precedenti. Una volta definito un criterio applicabile a apparecchiature e contesti analoghi, è opportuno capitalizzare l'esperienza maturata per strutturare una strategia di verifica omogenea e documentabile.

In linea prudenziale, l'intervallo tra verifiche periodiche non dovrebbe superare i 3 anni, salvo motivata valutazione condotta con il supporto di competenze tecniche qualificate. Qualora si ritenga opportuno adottare intervalli superiori, la scelta dovrebbe essere sostenuta da una valutazione documentata basata su informazioni tecniche pertinenti (stato di conservazione rilevato, storico dei guasti/anomalie, condizioni di esercizio, eventuali misure di protezione adottate e risultati di controlli precedenti).

### ***Apparecchiature elettriche movibili (portatili, mobili e trasportabili)***

Le apparecchiature elettriche movibili sono generalmente più esposte a danneggiamenti, urti e impieghi non corretti; di conseguenza, può risultare necessario programmare verifiche più ravvicinate rispetto alle installazioni fisse.

Come criterio operativo, è opportuno prevedere:

- una verifica ravvicinata almeno annuale (ogni 12 mesi) per le apparecchiature elettriche movibili;
- una verifica approfondita almeno semestrale (ogni 6 mesi) per custodie o parti che vengono aperte frequentemente, tenendo conto che le manovre ripetute possono compromettere nel tempo l'integrità delle chiusure e delle protezioni.

In aggiunta ai controlli programmati, è raccomandabile che l'utilizzatore effettui una verifica visiva prima dell'uso, per individuare eventuali danni evidenti o condizioni

anomale che possano pregiudicare la sicurezza (ad esempio segni di urto, rotture, deformazioni, cavi/pressecavi danneggiati, elementi di chiusura non integri).

La formazione del personale è essenziale e deve essere eseguita in base allo specifico macchinario utilizzato da personale competente, coerentemente con quanto stabilito dal fabbricante nel manuale di istruzioni obbligatoriamente fornito.

## INFORMAZIONE, FORMAZIONE E ADDESTRAMENTO DEI LAVORATORI

Uno dei temi fondamentali che il Decreto Legislativo 81/08 affronta nel dettare le disposizioni per la tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori riguarda l'informazione, la formazione e l'addestramento, strumenti fondamentali per prevenire infortuni sul lavoro e malattie professionali.

La formazione e l'addestramento hanno lo scopo di permettere ai lavoratori di acquisire le competenze necessarie per svolgere il loro lavoro minimizzando i rischi per la salute e la sicurezza propria e degli altri lavoratori.

Gli obiettivi sono:

- **Aumentare la consapevolezza dei rischi del lavoratore** che deve sempre essere conscio dei rischi legati alla propria attività e dei pericoli presenti nell'ambiente di lavoro.
- **Fornire informazioni pratiche ad ogni lavoratore** affinché sia in grado di riconoscere le misure di prevenzione e protezione da adottare, sia a livello individuale che collettivo.
- **Sviluppare competenze pratiche specifiche per i lavoratori** che svolgono attività per le quali è previsto un addestramento specifico per l'utilizzo di attrezzature, macchinari, sostanze pericolose e DPI.

### TIPOLOGIE DI INFORMAZIONE, FORMAZIONE E ADDESTRAMENTO

Il Decreto Legislativo 81/2008 prevede attività di tipo informativo e diverse tipologie di formazione e addestramento a seconda del tipo di attività svolta, delle mansioni, dei rischi associati e delle attrezzature utilizzate.

#### **Informazione**

Il datore di lavoro deve provvedere affinché ciascun lavoratore riceva una adeguata informazione:

- a) sui rischi per la salute e sicurezza sul lavoro connessi all'attività dell'impresa in generale;
- b) sulle procedure che riguardano il primo soccorso, la lotta antincendio, l'evacuazione dei luoghi di lavoro;
- c) sui nominativi dei lavoratori incaricati di applicare le misure di primo soccorso e antincendio;
- d) sui nominativi del responsabile e degli addetti del servizio di prevenzione e protezione, e del medico competente.
- e) sui rischi specifici cui è esposto in relazione all'attività svolta, le normative di sicurezza e le disposizioni aziendali in materia;

- f) sui pericoli connessi all'uso delle sostanze e delle miscele pericolose sulla base delle schede dei dati di sicurezza previste dalla normativa vigente e dalle norme di buona tecnica;
- g) sulle misure e le attività di protezione e prevenzione adottate.

### **Formazione**

Il Datore di Lavoro deve assicurare, a tutti i lavoratori, una formazione sufficiente ed adeguata in materia di salute e sicurezza, anche rispetto alle conoscenze linguistiche, con particolare riferimento a:

- a) concetti di rischio, danno, prevenzione, protezione, organizzazione della prevenzione aziendale, diritti e doveri dei vari soggetti aziendali, organi di vigilanza, controllo, assistenza;
- b) rischi riferiti alle mansioni e ai possibili danni e alle conseguenti misure e procedure di prevenzione e protezione caratteristici del settore o comparto di appartenenza dell'azienda.

La formazione e, ove previsto, l'addestramento specifico devono avvenire in occasione:

- a) della costituzione del rapporto di lavoro o dell'inizio dell'utilizzazione qualora si tratti di somministrazione di lavoro;
- b) del trasferimento o cambiamento di mansioni;
- c) dell'introduzione di nuove attrezzature di lavoro o di nuove tecnologie, di nuove sostanze e miscele pericolose.

### **Formazione base per lavoratori, art. 37 comma 1 e 3 D.lgs. 81/08 e s.m.i.**

Il corso ha i seguenti obiettivi:

- a) far conoscere i diritti, i doveri e le sanzioni per i vari soggetti aziendali;
- b) far conoscere i concetti di rischio, danno, prevenzione, protezione;
- c) illustrare l'organizzazione della prevenzione aziendale e le funzioni degli organi di vigilanza, di controllo e assistenza;
- d) far conoscere i rischi riferiti alle mansioni e ai possibili danni e alle conseguenti misure e procedure di prevenzione e protezione adottate dal datore di lavoro.

### **Formazione Generale**

Con riferimento alla lettera a) del comma 1 dell'articolo 37 del D.lgs. n. 81/2008, la durata del modulo generale **non deve essere inferiore alle 4 ore**, e deve essere dedicata alla presentazione dei concetti generali in tema di prevenzione e sicurezza sul lavoro.

### **Formazione Specifica**

La formazione specifica deve essere riferita ai rischi individuati sulla base della valutazione del rischio e, quindi, mirare ai rischi specifici dell'attività, incentrandosi

sui pericoli e rischi insiti nelle mansioni specifiche e sulle relative conseguenze da prevenire nonché sull'individuazione e la conoscenza delle misure di sicurezza da adottare nello svolgimento delle proprie mansioni e di contesto lavorativo.

Con riferimento alla lettera b) del comma 1 e al comma 3 dell'articolo 37 del D.lgs. n. 81/08, la formazione deve avvenire nelle occasioni di cui alle lettere a), b) e c) del comma 4 del medesimo articolo, ed avere **durata minima di 4, 8 o 12 ore**, in funzione dei rischi riferiti alle mansioni e ai possibili danni e alle conseguenti misure e procedure di prevenzione e protezione caratteristici del settore o comparto di appartenenza dell'azienda. Tali aspetti e i rischi specifici di cui ai Titoli del D.lgs. n. 81/08 successivi al I costituiscono oggetto della formazione.

***Formazione del datore di lavoro, dei dirigenti e dei preposti, art. 37 comma 7, 7bis 7ter D.lgs. 81/08 e s.m.i.***

Il datore di lavoro, i dirigenti e i preposti ricevono un'adeguata e specifica formazione e un aggiornamento periodico in relazione ai propri compiti in materia di salute e sicurezza sul lavoro, secondo quanto previsto dall'Accordo CSR del 17 aprile 2025. Per assicurare l'adeguatezza e la specificità della formazione nonché l'aggiornamento periodico dei preposti le relative attività formative devono essere svolte interamente con modalità in presenza e devono essere ripetute con cadenza almeno biennale e comunque ogni qualvolta sia reso necessario in ragione dell'evoluzione dei rischi o all'insorgenza di nuovi rischi.

***Formazione del Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza, art. 37 comma 10, D.lgs. 81/08 e s.m.i.***

Il rappresentante dei lavoratori per la sicurezza ha diritto ad una formazione particolare in materia di salute e sicurezza concernente i rischi specifici esistenti negli ambiti in cui esercita la propria rappresentanza, tale da assicurargli adeguate competenze sulle principali tecniche di controllo e prevenzione dei rischi stessi.

La durata minima dei corsi è di 32 ore iniziali, di cui 12 sui rischi specifici presenti in azienda e le conseguenti misure di prevenzione e protezione adottate, con verifica di apprendimento.

***Formazione per l'emergenza e le situazioni di rischio art. 36 comma 1 e 37 comma 10, D.lgs. 81/08 e s.m.i.***

Tutti i lavoratori incaricati dell'attività di prevenzione incendi e lotta antincendio, di evacuazione dei luoghi di lavoro in caso di pericolo grave ed immediato, di salvataggio, di primo soccorso e, comunque, di gestione dell'emergenza devono ricevere un'adeguata e specifica formazione e un aggiornamento periodico con riferimento alle specifiche normative ed in particolare il D.M. 388/2003 per la formazione di primo soccorso e il D.M. 02.09.2021 per la formazione antincendio.

**Addestramento**

I lavoratori devono ricevere, a cura del Datore di Lavoro, un addestramento che è effettuato da persona esperta e sul luogo di lavoro. L'addestramento consiste nella prova pratica, per l'uso corretto e in sicurezza di attrezzature, macchine, impianti, sostanze, dispositivi, anche di protezione individuale; l'addestramento consiste, inoltre, nell'esercitazione applicata, per le procedure di lavoro in sicurezza. Gli interventi di addestramento effettuati devono essere tracciati in apposito registro anche informatizzato.

**FORMAZIONE SUI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE (DPI)**

Il lavoratore deve essere formato (e ove previsto addestrato) sull'uso corretto dei DPI che gli sono stati forniti in base alla valutazione dei rischi specifici della sua mansione.

La formazione deve riguardare:

- Tipologia di DPI (guanti, maschere filtranti, scarpe antinfortunistiche, ecc.);
- Modalità di utilizzo, cura e manutenzione dei DPI.

In ogni caso l'addestramento è indispensabile:

- a) per ogni DPI appartenenti alla terza categoria;
- b) per i dispositivi di protezione dell'udito.

**Aggiornamento Periodico della Formazione**

Il Decreto 81/2008 stabilisce che la formazione dei lavoratori deve essere **periodicamente aggiornata**, per garantire che i lavoratori siano sempre informati sulle nuove normative e sugli eventuali cambiamenti delle condizioni di lavoro o dei rischi. L'aggiornamento dei lavoratori e delle varie figure aziendali deve avvenire con una cadenza specifica che è stabilita dall'Accordo CSR del 17 aprile 2025.

La formazione di aggiornamento non è intesa solo come un rispetto agli obblighi di legge, ma deve intraprendere un percorso di formazione continua, stabile nel tempo, nell'ottica del "lifelong learning" con l'obiettivo di aggiornare le competenze operative, le capacità relazionali e quelle relative al ruolo, tenendo conto anche dei cambiamenti normativi, tecnici ed organizzativi del contesto operativo.

**Modalità di realizzazione della formazione**

La durata, i contenuti minimi e le modalità della formazione dei Lavoratori, dei Preposti, dei Dirigenti, del RSPP, e del Datore di Lavoro sono definiti mediante Accordo in sede di Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province autonome di Trento e di Bolzano adottato, previa consultazione delle parti sociali. L'Accordo CSR del 17 aprile 2025 individua la durata, i contenuti minimi e le modalità dei percorsi formativi in materia di salute e sicurezza, di cui al D.lgs. n. 81 del

2008 ivi compresi i lavoratori, datori di lavoro e lavoratori autonomi che operano in ambienti sospetti di inquinamento o confinati, secondo quanto previsto dall'articolo 2 del DPR n. 177 del 14 settembre 2011.

Inoltre, l'Accordo individua le modalità di verifica finale di apprendimento obbligatoria per i discenti di tutti i percorsi formativi e di aggiornamento obbligatori in materia di salute e sicurezza sul lavoro e delle modalità delle verifiche di efficacia della formazione durante lo svolgimento della prestazione lavorativa. La formazione potrà essere erogata, a seconda dei casi, attraverso le seguenti modalità:

- presenza fisica
- video conferenza sincrona
- e-learning
- modalità mista.

L'Accordo CSR del 17 aprile 2025 regola in particolare la seguente formazione:

- CORSO PER LAVORATORI, PREPOSTI E DIRIGENTI
- CORSO PER DATORE DI LAVORO
- CORSO PER DATORE DI LAVORO CHE SVOLGE DIRETTAMENTE I COMPITI DI PREVENZIONE E PROTEZIONE DAI RISCHI ai sensi dell'art. 34 del D.lgs. n. 81/2008
- CORSO PER RESPONSABILE E ADDETTO AL SERVIZIO DI PREVENZIONE E PROTEZIONE DAI RISCHI ai sensi dell'art. 32 del D.lgs. n. 81/2008
- CORSO DI FORMAZIONE PER I COORDINATORI PER LA PROGETTAZIONE E PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI (ALLEGATO XIV D.lgs. 81/08)
- CORSO PER LAVORATORI, DATORI DI LAVORO E LAVORATORI AUTONOMI CHE OPERANO IN AMBIENTI SOSPETTI DI INQUINAMENTO O CONFINATI (dpr n. 177/2011)
- CORSI PER L'ABILITAZIONE DEGLI OPERATORI PER LE ATTREZZATURE DI CUI ALL'ARTICOLO 73, COMMA 5, DEL DECRETO LEGISLATIVO 9 APRILE 2008, n. 81/2008

**INFORMAZIONE, FORMAZIONE E ADDESTRAMENTO: TABELLA RIEPILOGATIVA**

Nella sottostante Tabella 9 di sintesi vengono indicati i riferimenti degli articoli del D.lgs. 81/08 e s.m.i. relativi ad ulteriori indicazioni inerenti alla informazione/formazione/addestramento per rischi specifici.

<b>Tabella 9</b>		<b>Informazione, formazione e addestramento</b>			
		<b>Tabella riepilogativa</b>			
<b>DESTINATARI</b>	<b>RISCHI SPECIFICI</b>	<b>ARTICOLO</b>	<b>INFORMAZIONE</b>	<b>FORMAZIONE</b>	<b>ADDESTRAMENTO</b>
Lavoratori	Uso delle attrezzature di lavoro	ART. 73	X	X	X
Lavoratori	Uso dei dispositivi di protezione individuale	ART. 77	X	X	X
Rappresentante dei lavoratori per la sicurezza e i Lavoratori	Segnaletica di salute e sicurezza sul lavoro	ART. 164	X	X	
Lavoratori	Movimentazione manuale dei carichi	ART. 169	X	X	X
Rappresentante dei lavoratori per la sicurezza e i Lavoratori	Rumore, ultrasuoni, infrasuoni, vibrazioni meccaniche, campi elettromagnetici, radiazioni ottiche, di origine artificiale, microclima	ART. 184	X	X	
Rappresentante dei lavoratori per la sicurezza e i Lavoratori	Protezione da agenti chimici	ART 227	X	X	
Lavoratori	Esposizione ad agenti biologici	ART. 278	X	X	

## DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE

I *dispositivi di protezione individuale*, di seguito denominati DPI, sono attrezzature destinate ad essere indossate o tenute dal lavoratore allo scopo di proteggerlo contro uno o più rischi per la salute o la sicurezza.

I DPI devono essere utilizzati quando i rischi non possono essere eliminati o sufficientemente ridotti dalle misure di prevenzione, i mezzi di protezione collettiva e l'organizzazione del lavoro.

I dispositivi di protezione individuale devono soddisfare alcuni requisiti generali, tra cui:

- essere marcati CE e possedere tutte le certificazioni previste dalla normativa di riferimento;
- essere forniti con le istruzioni di utilizzo, manutenzione e/o smaltimento oltre alle informazioni sui limiti d'uso, la conservazione e la scadenza, scritte in italiano o comunque in una lingua comprensibile al lavoratore;
- essere adeguati al tipo di rischio da prevenire in considerazione delle condizioni esistenti sul luogo di lavoro, innocui per il lavoratore e non devono comportare rischi aggiuntivi;
- essere adatti per l'utilizzatore tenendo conto delle esigenze ergonomiche e della tenuta, valutata in funzione delle specifiche caratteristiche fisiche;
- essere compatibili con gli altri eventuali DPI o mezzi di correzione (per esempio gli occhiali per la correzione della vista) in caso di utilizzo simultaneo.

Il regolamento europeo UE 2016/425 definisce tre categorie di rischio da cui i DPI sono destinati a proteggere gli utilizzatori:

### **Categoria 1** - rischi minimi

- lesioni meccaniche superficiali
- contatto con prodotti per la pulizia poco aggressivi o prolungato con acqua
- contatto con superfici calde la cui temperatura non sia superiore a 50°
- lesioni oculari dovute all'esposizione alla luce del sole
- fenomeni atmosferici non estremi

### **Categoria 2** - rischi che non rientrano nelle altre due categorie

**Categoria 3** - rischi che possono causare conseguenze molto gravi quali morte o danni alla salute irreversibili, a causa di:

- sostanze e miscele pericolose per la salute
- atmosfere con carenza di ossigeno
- agenti biologici nocivi

- radiazioni ionizzanti
- ambienti ad alta temperatura aventi effetti comparabili a quelli di una temperatura dell'aria di almeno 100 °C
- ambienti a bassa temperatura aventi effetti comparabili a quelli di una temperatura dell'aria di - 50 °C o inferiore
- cadute dall'alto
- scosse elettriche e lavoro sotto tensione
- annegamento
- tagli da seghe a catena portatili
- getti ad alta pressione
- ferite da proiettile o da coltello
- rumore nocivo.

I dispositivi di protezione possono essere:

- **monouso**, utilizzabili una sola volta e poi smaltiti secondo le istruzioni fornite dal datore di lavoro;
- **ad uso limitato**, indossati per brevi periodi di tempo o fino a quando non si realizzi una condizione che ne richieda lo smaltimento (contaminazione, rottura...);
- **riutilizzabili**, costruiti con materiali resistenti, possono essere usati, puliti, riparati e riutilizzati in sicurezza.

Al fine di mantenere la massima efficienza, i DPI riutilizzabili devono ricevere una adeguata manutenzione, essere mantenuti in buone condizioni igieniche ed essere sostituiti quando necessario.

L'individuazione e la scelta dei DPI coinvolgono le figure del servizio di prevenzione e protezione che collaborano con il datore di lavoro alla valutazione dei rischi, in particolare il medico competente e il responsabile del servizio di prevenzione e protezione (RSPP), ed è basata sul tipo di pericolo e il livello di rischio valutato per ciascuna attività lavorativa.

I DPI possono offrire protezione per la testa, l'udito, gli occhi, il viso, le vie respiratorie, le mani, le braccia, i piedi, le gambe, il tronco, l'addome o contemporaneamente all'intero corpo in base al rischio individuato sul luogo di lavoro e alla sua entità. Ogni lavoratore riceve una adeguata formazione sul corretto utilizzo dei dispositivi di protezione e sui rischi dai quali lo proteggono e, quando il tipo di DPI lo prevede, è addestrato per l'uso pratico.

L'addestramento è obbligatorio per tutti i DPI destinati a proteggere l'udito e in generale dai rischi di terza categoria (specifici rischi che possono causare conseguenze molto gravi, quali morte o danni alla salute irreversibili).

I lavoratori, inoltre, provvedono alla cura dei DPI messi a loro disposizione e:

- non devono apportare modifiche;
- al termine dell'utilizzo riconsegnano i dispositivi secondo quanto indicato dalle procedure aziendali;
- segnalano immediatamente al datore di lavoro o al dirigente o al preposto qualsiasi difetto o inconveniente da essi rilevato nei DPI messi a loro disposizione.

## PROTEZIONE DELLA TESTA

Durante l'attività di pulizia in ambienti particolari, la testa degli operatori potrebbe essere esposta al rischio di urto e/o di caduta di materiale dall'alto, di conseguenza si potrebbe rendere necessario indossare un elmetto protettivo. Gli elmetti possono essere di materiale plastico resistente (policarbonato termoplastico), rinforzato con fibra di vetro o di metallo.

I dispositivi di protezione della testa devono essere in grado di:

- assorbire gli urti e agli impatti
- resistere alla perforazione
- resistere alle alte e basse temperature, per mantenere la propria efficienza anche se esposti a rischio termico.

Inoltre, devono essere:

- idrorepellenti
- resistenti alla luce solare
- non infiammabili
- lavabili e disinfettabili.

Il lavoratore ha l'obbligo di indossarlo correttamente, tenendolo ben saldo sul capo e di controllare regolarmente l'integrità di tutte le sue parti; l'elmetto deve essere pulito periodicamente rispettando le indicazioni date dal costruttore e dal datore di lavoro, al fine di evitare l'utilizzo di solventi o altri prodotti chimici che potrebbero causare il deterioramento del dispositivo.

EN 397, protezione dagli oggetti in caduta

EN 812, protezione dagli urti

UNI EN 11114, dispositivi di protezione individuale - elmetti di protezione - Guida alla selezione

## PROTEZIONE DELLE MANI

Spesso, durante l'attività lavorativa di pulizia, può essere necessario utilizzare i guanti per proteggere le mani dal rischio meccanico, chimico, biologico, dalle vibrazioni o per garantire l'ergonomia e la stabilità della presa durante l'utilizzo delle attrezzature e delle macchine.

Nel caso di guanti riutilizzabili, è necessario controllarne quotidianamente l'integrità, non utilizzarli se degradati o strappati e sceglierli della misura più adeguata, troppo stretti limiterebbero i movimenti e causerebbero una eccessiva sudorazione, troppo grandi potrebbero essere un pericolo e un ostacolo durante alcune operazioni manuali.

### Ergonomia, rischio meccanico

EN 388, guanti protettivi contro i rischi meccanici

### Rischio chimico e biologico

UNI EN 374-2, Guanti di protezione contro gli agenti chimici e microorganismi pericolosi - parte 2 resistenza alla penetrazione

UNI EN 374-4, Guanti di protezione contro gli agenti chimici e microorganismi pericolosi - parte 4 resistenza alla degradazione per i prodotti chimici

UNI EN 16523-1, resistenza dei materiali alla permeazione di prodotti chimici in condizioni di contatto continuo

### Rischio vibrazioni

UNI EN ISO 10819, valutazione della trasmissibilità delle vibrazioni dai guanti al palmo della mano

## PROTEZIONE DEI PIEDI

I rischi per i piedi possono essere molteplici, e le scarpe di sicurezza presentano caratteristiche differenti in base al rischio da cui devono proteggere. Di seguito alcuni esempi non esaustivi:

- schiacciamento, il puntale della scarpa è rinforzato in metallo
- perforazione, la suola della scarpa è dotata di una lamina antiforo
- urti, possibilità di protezione del metatarso
- scariche elettriche, materiale isolante
- scivolamento, soles antiscivolo
- vibrazioni, soles con potere assorbente

Nell'attività di pulizia di particolari ambienti di lavoro "polverosi", potrebbero crearsi situazioni a rischio di esplosione qualora si generassero scariche elettrostatiche impreviste; pertanto, può essere necessario l'utilizzo di scarpe antinfortunistiche di tipo ESD, la sigla ESD deriva dall'inglese *ElectroStatic Discharge* e indica una scarica di energia statica che passa da un corpo a un altro.

Le calzature marcate ESD si distinguono dalle normali scarpe antinfortunistiche antistatiche (marcatatura di antistaticità - A), perché sono elettricamente dissipative, ovvero scaricano costantemente al suolo l'elettricità statica accumulata dal corpo umano.

### **Scarpe antiscivolo**

UNI EN 20345, calzature di sicurezza

### **Scarpe con puntale rinforzato**

UNI EN ISO 20346, calzature di protezione

### **Scarpe ESD**

EN ISO 20345, calzature di sicurezza

UNI/TR 11430, Calzature di sicurezza, di protezione e da lavoro - Criteri per la scelta, l'uso, la cura e la manutenzione

## **PROTEZIONE DELL'UDITO**

L'utilizzo di macchinari e/o attrezzature di lavoro rumorose può causare danni all'orecchio con conseguente riduzione dell'udito, l'entità della riduzione della capacità uditiva dipende dall'intensità e dalla frequenza delle onde sonore, oltre che dalla durata dell'esposizione; i danni all'apparato uditivo sono permanenti.

Qualora la valutazione dei rischi evidenziasse il superamento del valore inferiore d'azione, pari a un valore medio ponderato per una giornata lavorativa di 8 ore di 80 dB(A), al fine di prevenire possibili danni all'udito è obbligatorio per il datore di lavoro fornire gli otoprotettori; oltre gli 85 dB(A) diviene obbligatorio per i lavoratori indossarli.

Per i rumori di intensità non troppo elevata gli otoprotettori più comunemente utilizzati sono gli inserti per le orecchie:

- tappi modellabili: in cera o altro materiale deformabile, normalmente monouso, igienici ed economici
- tappi su misura: modellati sulla forma dell'orecchio, riutilizzabili e duraturi devono essere puliti e igienizzati regolarmente
- tappi pre-modellati: sono in gomma, silicone o plastica e si adattano facilmente all'orecchio, sono riutilizzabili e durevoli devono essere puliti e igienizzati regolarmente.

In funzione dell'intensità del rumore, del lavoro da svolgere e del tipo di ambiente circostante possono essere utilizzati diversi tipi di cuffie acustiche in grado di fornire un abbattimento del rumore da 15 a 30 dB. Indossare contemporaneamente i tappi e le cuffie permette di raggiungere la massima protezione.

UNI EN 352-1, Cuffie

UNI EN 352-2, Inserti

UNI EN 458, Protettori dell'udito - Raccomandazioni per la selezione, l'uso, la cura e la manutenzione - Documento guida

## PROTEZIONE DELLE VIE RESPIRATORIE

In caso di rischio di inalazione di sostanze chimiche o biologiche pericolose (tossiche, irritanti, soffocanti, asfissianti, infettive o allergizzanti) è necessario indossare i dispositivi di protezione delle vie aeree.

La scelta del dispositivo di protezione tiene conto del tipo di rischio cui è esposto il lavoratore che può derivare dalla presenza di:

- polveri/fibre, particelle solide usualmente generate dalla frantumazione di materiali solidi
- nebbie, minuscole goccioline liquide in sospensione in aria (i.e. nebbie di oli ...)
- fumi, particelle solide molto fini
- gas/vapori sostanze in fase gassosa (i.e. solventi)

Oltre al tipo di agente di rischio è necessario considerare il livello di protezione che il dispositivo deve fornire (definito sulla base della valutazione del rischio) e di fattori come: il comfort, la leggerezza e l'adattabilità al volto del lavoratore.

Gli apparecchi di protezione delle vie respiratorie (APVR) possono essere isolanti o filtranti, assistiti o non assistiti, i dispositivi isolanti sono indipendenti dall'aria circostante poiché sono collegati a una fonte autonoma di aria pulita (bombole o serbatoi collegati attraverso tubi) e vengono utilizzati nel caso non sia sufficiente filtrare l'aria presente nell'ambiente, come, ad esempio, quando la percentuale di ossigeno nell'aria è sufficiente, oppure la concentrazione degli inquinanti è superiore al limite di efficienza di filtrazione dei dispositivi a filtro oppure non si conosce la natura dei contaminanti. I filtranti, invece, filtrano l'aria dell'ambiente attraverso il materiale stesso della maschera oppure attraverso speciali filtri a vite o a cartuccia (i filtri contrassegnati con il colore bianco sono idonei per la protezione da polveri, fumi e nebbie).

Nella selezione dei respiratori a filtro è necessario tenere conto della concentrazione dell'agente inquinante nell'ambiente di lavoro o, se questa non è nota, del TLV (il limite di esposizione) al fine di individuare i dispositivi con il fattore di protezione operativo (FPO) sufficiente a garantire all'interno del respiratore il rispetto del TLV.

Il FPO indica la capacità del respiratore di ridurre la concentrazione dell'inquinante e tiene conto non solo dell'efficienza di filtrazione e della tenuta, ma anche delle effettive condizioni operative. Un FPO pari a 10 è in grado di ridurre di 10 volte la concentrazione dell'agente di rischio presente nell'ambiente di lavoro (Tabella 10).

<b>Tabella 10 Fattore di protezione operativo degli APVR per la polvere</b>			
<b>APVR polvere</b>	<b>Fattore di Protezione Operativo</b>		
	<b>FFP1/P1</b>	<b>FFP2/P2</b>	<b>FFP3/P3</b>
Non assistiti			
Facciale filtrante o semi-maschera con filtro	4	10	30
Maschere intere	4	15	400
Assistiti			
Elettrorespiratore con cappuccio o elmetto	5	20	200
Elettrorespiratore con maschera intera	10	100	400

Nel caso in cui fosse necessario un fattore di protezione operativo superiore a 400 non è possibile utilizzare dispositivi di protezione delle vie aeree filtranti ma solo isolanti

Nel caso in cui la concentrazione dell'agente non sia nota si può far riferimento al TLV e scegliere il dispositivo di protezione come indicato in Tabella 11.

<b>Tabella 11 Selezione dell'APVR in funzione del TLV</b>	
<b>TLV</b>	<b>TIPOLOGIA FILTRANTE</b>
≥10 mg/mc	FFP1/P1
≥0,1 mg/mc	FFP2/P2
≤0,1 mg/mc	FFP3/P3

I facciali filtranti monouso devono essere sostituiti entro il tempo massimo di utilizzo indicato dal produttore, i dispositivi riutilizzabili, invece, devono essere regolarmente mantenuti e igienizzati.

UNI EN 140, Dispositivi di protezione delle vie respiratorie - Semimaschere e quarti di maschera

UNI EN 143, Dispositivi di protezione delle vie respiratorie - Filtri anti-particolato, requisiti, prove e marcatura

UNI EN 149, Dispositivi di protezione delle vie respiratorie - Semimaschere filtranti antipolvere

UNI EN 12941, Dispositivi di protezione delle vie respiratorie - Elettrorespiratori a filtro con elmetti o cappuccio

UNI EN 12942, Dispositivi di protezione delle vie respiratorie - Elettrorespiratori a filtro completi di maschere intere, semimaschere o quarti di maschere

UNI 11719. Guida alla scelta, all'uso e alla manutenzione degli apparecchi di protezione delle vie respiratorie, in applicazione alla UNI EN 529:2006

## PROTEZIONE DEGLI OCCHI

Nel caso in cui sussistano rischi per gli occhi e/o per il volto è necessario utilizzare occhiali protettivi e visiere. I rischi per gli occhi possono essere di tipo:

- meccanico, proiezioni di materiale, schegge, oggetti, aria compressa ecc.
- chimico, schizzi, spruzzi e aerosol di sostanze chimiche corrosive ecc.
- biologico, schizzi e aerosol contaminati da agenti biologici patogeni ecc.
- termico, contatto con sostanze ad elevata temperatura ecc.
- ottico, luce UV, infrarossi, laser ecc.

Le maschere e gli occhiali sono usualmente prodotti in policarbonato, per la protezione dai rischi meccanici o in acetato per la protezione dagli schizzi. Le caratteristiche protettive del singolo dispositivo sono riportate nella marcatura che si avvale di numeri e simboli per individuare il tipo e il livello della protezione fornita (in Tabella 16 è riportata la marcatura relativa alla resistenza meccanica). Si distinguono gli occhiali di protezione, che lasciano passare l'aria dai bordi e proteggono il portatore da rischi di bassa entità, dagli occhiali di sicurezza, che poggiano sul viso proteggendo gli occhi anche lateralmente, sopra e sotto. Questi ultimi possono essere:

- ventilati, tramite fori presenti sotto i lenti;

- non ventilati;
- ventilati indirettamente, attraverso fori protetti contro la penetrazione di spruzzi e polvere.

Nel caso si utilizzino anche occhiali per la correzione della vista è possibile indossare gli occhiali di sicurezza sopra ai primi assicurandosi di scegliere un modello che si adatti comodamente, in alternativa sono disponibili anche occhiali di protezione graduati, opzione più pratica ma sicuramente molto più costosa.

Gli occhiali devono essere regolarmente puliti secondo le indicazioni del fabbricante e ispezionati ad ogni utilizzo al fine di verificarne l'integrità. In caso di segni di usura devono essere immediatamente sostituiti, il policarbonato e l'acetato diventano più fragili con il tempo a causa dell'invecchiamento del materiale.

<b>Tabella 12 Codici relativi al livello di resistenza meccanica del DPI</b>	
<b>RESISTENZA MECCANICA</b>	<b>SIMBOLO</b>
Robustezza incrementata	S
Urto a bassa energia	F
Urto a media energia	B
Urto ad elevata energia	A

UNI EN 166, Protezione personale degli occhi - Specifiche generali (occhiali, occhiali di sicurezza, visiere e occhiali da vista)

UNI EN 169, Protezione personale degli occhi - Filtri per saldatura

UNI EN 170, Protezione personale degli occhi - Filtri ultravioletti

UNI EN 171, Protezione personale degli occhi - Filtri infrarossi

UNI EN ISO 19734, Protezione degli occhi e del viso - Guida alla scelta, all'utilizzo e alla manutenzione

## FINANZIAMENTI ED AGEVOLAZIONI INAIL PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO DI ESPOSIZIONE A POLVERI PERICOLOSE

L'Inail, in qualità di ente pubblico che include tra i propri compiti la consulenza, il supporto e l'incentivazione delle aziende in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro, sostiene economicamente le aziende negli investimenti per il miglioramento della prevenzione mettendo a disposizione due strumenti fondamentali:

- lo sconto sul premio assicurativo;
- i bandi ISI.

La riduzione del premio assicurativo Inail è uno strumento attivo dal 2000, previsto dall'art. 24 delle Modalità di applicazione delle tariffe dei premi di cui al D.M. 12 dicembre 2000. Lo sconto sul premio assicurativo viene riconosciuto alle aziende (pubbliche o private) che, in regola con la legislazione di igiene e di sicurezza sul lavoro e con gli obblighi contributivi nei confronti di Inail e INPS, pongono un'attenzione alla prevenzione nei luoghi di lavoro che va oltre il semplice rispetto della normativa. Per ottenerlo è necessario compilare il modello OT23, che viene annualmente rimodulato, scegliendo tra i diversi interventi di prevenzione riportati in elenco quelli pertinenti fino al raggiungimento del punteggio minimo, necessario per accedere allo sconto, pari a 100 punti. Lo sconto che si può ottenere varia da un minimo del 5% per aziende con oltre 200 lavoratori/anno, fino ad un massimo del 28% per aziende con meno di 10 lavoratori/anno. Alcuni degli interventi previsti riguardano le aziende impegnate in lavorazioni che producono polveri pericolose, con particolare attenzione al comparto del legno.

Di seguito alcuni esempi:

- **L'azienda ha acquistato e installato sistemi di aspirazione dell'aria per la riduzione della concentrazione di agenti chimici pericolosi.** L'intervento si intende realizzato se l'azienda ha installato cappe e/o impianti di aspirazione e captazione gas, fumi, nebbie, vapori o polveri per la riduzione della concentrazione di agenti chimici pericolosi qualora la valutazione dei rischi abbia rilevato un rischio irrilevante per la salute e basso per la sicurezza.
- **L'azienda ha acquistato e installato un sistema automatico di abbattimento delle polveri in ambienti outdoor.** Rientrano in questo insieme di interventi anche i sistemi automatici di pulizia dei mezzi di movimentazione e trasporto.
- **L'azienda ha acquistato e installato un sistema di confinamento dalle polveri** per i box di taglio e riquadratura di materiali lapidei in ambienti indoor (laboratori di pietra, segagione, etc., mulini) e ha congiuntamente acquistato **dispositivi per la pulizia ad umido dei locali.**
- L'azienda ha acquistato e installato sistemi per la segregazione/confinamento

di tutti i nastri trasportatori presenti nello stabilimento per limitare la dispersione di polveri e/o bioaerosol nell'ambiente di lavoro (**impianti di trasporto pneumatico**).

L'altro strumento di sostegno finanziario sono i finanziamenti ISI, che l'Inail eroga annualmente per sostenere le aziende nella realizzazione di progetti migliorativi dei livelli di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro. Questi sono erogati con procedura a sportello (ordine temporale) fino ad esaurimento delle risorse economiche stanziare per ciascun anno, con importi a fondo perduto fino a un massimo di 130.000 euro e, comunque, nel limite del 65% del valore del progetto. Tale strumento è stato predisposto dall'Inail in attuazione a quanto previsto dal comma 5 dell'art 11 del D.lgs. 81/08.

L'Asse di finanziamento 1.1 del bando ISI, dall'edizione 2023 relativa agli investimenti per la riduzione del rischio tecnopatologico, prevede tra le altre, la Tipologia di intervento a) dedicata alla riduzione del rischio chimico", che per il triennio 2022-2024 ha registrato 767 domande di finanziamento di cui più di 200 relative a progetti per la riduzione del rischio correlato all'esposizione a polveri pericolose. Inoltre, circa il 6% del totale (41 nel triennio) è stato presentato da aziende operanti nei settori della lavorazione del legno e dei mobili di cui ai codici ATECO 16, 30 e 31, di cui metà microimprese con numero di addetti compreso tra 1 e 10, le quali hanno presentato progetti per un importo medio del finanziamento richiesto pari a circa 74.000 euro.

## APPENDICE

### ESEMPI VIRTUOSI DI APPLICAZIONE IN ALTRI STATI UE ED EXTRA UE (REGOLAMENTAZIONI USA E NORD EUROPA)

La presente sezione compara l'impostazione italiana con gli approcci adottati in Francia, Germania, Paesi Bassi, Stati Uniti e altri paesi per il controllo delle **polveri pericolose non contenenti amianto** (es. silice cristallina respirabile, polveri di legno duro, metalli pesanti) e delle **polveri a potenziale esplosivo**. L'analisi evidenzia requisiti minimi, buone pratiche e orientamenti tecnico-organizzativi rivolti a datori di lavoro, RSPP, tecnici della prevenzione e altre figure della salute e sicurezza.

#### Francia - INRS

L'INRS raccomanda l'impiego di **aspiratori di classe H secondo EN 60335-2-69** per la rimozione di polveri ad alta pericolosità (silice, piombo, legno duro, ecc.). I dispositivi devono:

- integrare filtri ad altissima efficienza (THE - HEPA H13/H14, EN 1822-1) con prefiltra;
- disporre di sistemi di insaccamento che evitino la riesposizione dell'operatore (doppio sacco, cartuccia sigillata, insaccamento continuo);
- fornire indicatori di intasamento/riempimento ed una guida d'uso dettagliata;
- essere sottoposti a verifica annuale (prova aerosol, sostituzione filtri, controllo allarmi).

Per le **polveri combustibili** l'INRS mette a disposizione la guida ED 944, che definisce criteri ATEX, limiti di accumulo e procedure di *housekeeping* mirate a evitare inneschi e deflagrazioni.

#### Germania - BG BAU / DGUV

La BG BAU opera un programma organico di prevenzione "**Staub mindern**" che promuove:

- utilizzo di **Entstauber** certificati classe H (EN 60335-2-69 + requisiti aggiuntivi DGUV 209-084) dotati di efficienza  $\geq 99,995\%$  e sistemi di autopulizia filtri;
- combinazione di aspirazione alla fonte, depuratori d'aria ambientali e pulizia umida o con aspiratori, vietando spazzatura a secco o soffiaggio ad aria compressa;
- incentivi economici per l'acquisto di "Bau-Entstauber-Pakete" che rispondano a portate minime e dotazioni di sicurezza.

La stessa logica è ripresa nelle DGUV-*Information dedicate* alle polveri di legno (209-044) e ad altre sostanze, con focus sulla valutazione del rischio, misure tecniche e manutenzione programmata.

**Paesi Bassi - TNO "Label Dust-Free Working"**

TNO ha sviluppato un **protocollo di prova prestazionale** che assegna un'etichetta "stofvrij werken" ("lavoro senza polvere") a utensili e sistemi di aspirazione integrata.

- Il test misura l'esposizione a quarzo respirabile, polveri di legno, metalli, ecc. in camera di prova standardizzata.
- Vengono classificati utensile, cappotta di captazione, tubo e aspiratore come **sistema integrato**; le prestazioni sono correlate ai limiti olandesi (GSW TGG-8 h).
- Sistemi "equivalenti" con specifiche pari o superiori (portata, classe filtro L/M/H, pulizia filtri) ottengono la stessa etichetta senza ulteriori test, favorendo la diffusione di tecnologie a basso impatto polveri.

Il protocollo è richiamato dal **Basic Inspection Module** dell'Ispettorato del Lavoro olandese per controlli in cantiere, esonerando l'impresa da misure personali aggiuntive quando si opera con attrezzature etichettate.

**Stati Uniti - OSHA**

- a) **Polveri respirabili pericolose** - Il **29 CFR 1926.1153** impone limiti di esposizione a silice cristallina ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  TWA) e prescrive controllo tecnico alla fonte (captazione locale, aspiratori con filtro HEPA, metodi ad umido), monitoraggio e sorveglianza sanitaria.
- b) **Polveri combustibili** - La **National Emphasis Program - Combustible Dust** (CPL 03-00-008) stabilisce criteri ispettivi su *housekeeping*, valutazione Kst, attrezzature elettriche "Class II", procedure di bonifica e dispositivi di separazione/ventilazione. OSHA raccomanda aspiratori approvati per "Class II, Division 1/2" quando si rimuovono polveri combustibili conduttive (es. alluminio) per evitare sorgenti di innesco.

**Regno Unito - Health & Safety Executive (HSE)**

Nel Regno Unito la silice cristallina respirabile (RCS) è contemplata da un *Workplace Exposure Limit* di  **$0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$  (8 h TWA)**; il rispetto del valore è vincolante in virtù del regolamento COSHH 2002 e costantemente richiamato nelle nuove guide HSE dedicate alla pietra e al settore edile.

La strategia operativa combina:

- le schede "**Construction Dust**" e "**Cancer and Construction: Silica**", che prescrivono captazione alla fonte, metodi a umido, uso di aspiratori con filtro HEPA e sorveglianza sanitaria;
- la campagna ispettiva "**Dust Kills**" (2023-25) con controlli mirati in edilizia-legno e sanzioni per violazioni reiterate;
- per le polveri combustibili, il codice-guida **HSG 103 - Safe handling of combustible dusts** e l'applicazione del regolamento **DSEAR 2002** che impone classificazione ATEX, rimozione delle fonti di ignizione e piani di *housekeeping*.

### **Australia - Safe Work Australia (SWA)**

Dal **1° settembre 2024** le **Model WHS Regulations** sono state emendate per introdurre il concetto di **Crystalline Silica Substance (CSS  $\geq 1\%$  SiO<sub>2</sub>)**: ogni PCBU deve redigere un **Silica Risk Control Plan**, valutare i "processi ad alto rischio" e, dove possibile, sostituire o bandire l'uso di pietra ingegnerizzata contenente silice. Il valore limite nazionale rimane **0,05 mg/m<sup>3</sup> RCS** (8 h TWA), mentre Stati come il Queensland hanno già recepito limiti più stringenti (0,05 mg/m<sup>3</sup> dal 2020 per il settore minerario) e guidano la transizione verso 0,025 mg/m<sup>3</sup>.

Per le **polveri esplosive** si applicano i capitoli specifici dei **WHS Regulations** e i **codici di pratica statali** (es. *Controlling fire and explosion risks*, QLD) che richiedono valutazione dei parametri Kst, classificazione delle zone e impiego di aspiratori antistatici certificati.

### **Canada - CCOHS e normative provinciali**

A livello federale il **CCOHS** promuove schede tecniche su **Combustible Dust** che impongono l'elaborazione di un **Dust Hazard Assessment**, l'applicazione degli standard **NFPA 652:2019** e la sorveglianza periodica degli accumuli.

Le province integrano requisiti propri; in **Ontario**, ad esempio, il limite di esposizione a RCS è fissato a **0,05 mg/m<sup>3</sup>** per cristobalite (0,10 mg/m<sup>3</sup> per quarzo), con obbligo di monitoraggio e formazione certificata per i lavoratori esposti.

### **Nuova Zelanda - WorkSafe NZ**

WorkSafe ha emanato la guida **"Silica dust in the workplace"** che obbliga il PCBU a eliminare o minimizzare l'esposizione tramite captazione on-tool, sistemi ad umido e sorveglianza medica; la sezione FAQ chiarisce le responsabilità sulle **"eight key things"** da verificare in cantiere.

A supporto dell'*enforcement*, lo studio **"Dusty work and use of controls among construction workers"** ha evidenziato ancora nel 2024 carenze nell'uso di sistemi di estrazione e RPE, fornendo la base dati per campagne ispettive con ordini di miglioramento entro 60 giorni.

### **Singapore - Ministry of Manpower (MOM) & WSH Council**

Con effetto **1 gennaio 2025** Singapore introduce misure rafforzate per i **"higher-risk machineries and combustible dusts"**: obbligo di **etichettatura di pericolo**, notifica a MOM al superamento delle soglie di stoccaggio ed estensione dei doveri ai fornitori di attrezzature.

Queste prescrizioni si affiancano allo **Standard SS 667:2020**, codice di pratica che disciplina valutazione del rischio, ventilazione, dispositivi di separazione e procedure di *housekeeping* per prevenire incendi ed esplosioni da polvere.

## CONCLUSIONI

L'analisi comparativa delle varie iniziative nazionali mette in luce cinque **macro-trend convergenti**.

- 1) I limiti di esposizione alla silice cristallina respirabile si stanno allineando in chiave più restrittiva: dagli **50 µg/m<sup>3</sup> PEL** fissati dall'OSHA negli USA, alla soglia **0,05 mg/m<sup>3</sup>** (e futura 0,025 mg/m<sup>3</sup>) prevista dagli emendamenti alle *Model WHS Regulations* in Australia, mentre il Regno Unito mantiene il valore indicativo di 0,1 mg/m<sup>3</sup> intensificando però i controlli in cantiere.
- 2) Tutti i Paesi spingono sul principio **"control at source"**: aspiratori di **classe H/HEPA**, captazione on-tool e metodi a umido sono ormai prescrizioni di base nei manuali HSE, nei programmi *"Staub mindern"* della BG BAU e nel protocollo di etichettatura *"Dust-Free Working"* di TNO, che valuta utensile + aspiratore come sistema unico.
- 3) La gestione delle **polveri esplosive** sta evolvendo verso approcci di tipo *process-safety*: l'OSHA ha riattivato il *National Emphasis Program 2023*, Singapore introduce dal 2025 obblighi di etichettatura e notifica, mentre il Canada adotta valutazioni di rischio basate sulla NFPA 652.
- 4) Si diffondono strumenti di **gestione obbligatoria** - dai *Silica Risk Control Plan* australiani ai *Dust Hazard Assessment* canadesi - che integrano monitoraggi, manutenzione programmata delle attrezzature e formazione certificata.
- 5) Infine, l'enforcement si fa più incisivo e "interattivo": campagne ispettive mirate come **"Dust Kills"** nel Regno Unito, incentivi economici per aspiratori certificati in Germania e sanzioni progressive legate alla mancata adozione di controlli tecnici testimoniano il passaggio da una logica solo normativa a una governance che combina **educazione, incentivi e deterrenza**.

Questi trend indicano una chiara traiettoria globale: riduzione continua delle soglie di esposizione, centralità delle misure ingegneristiche, integrazione del rischio polveri nei sistemi di gestione salute-sicurezza e rafforzamento delle leve di *policy* per favorire l'adozione diffusa di tecnologie *"low-dust"* e antideflagranti.

## BIBLIOGRAFIA E RIFERIMENTI NORMATIVI

- **ACGIH - TLVs (Threshold Limit Values).** Valori limite di esposizione professionale raccomandati dall'*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*. Forniscono linee guida sui limiti di concentrazione nell'aria di oltre 700 sostanze per proteggere la salute dei lavoratori.
- **Accordo Stato-Regioni 17 aprile 2025.** Accordo, ai sensi dell'articolo 37, comma 2, del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, tra il Governo, le regioni e le Province autonome di Trento e di Bolzano, finalizzato alla individuazione della durata e dei contenuti minimi dei percorsi formativi in materia di salute e sicurezza, di cui al medesimo decreto legislativo n. 81 del 2008. Rep. atti n. 59/CSR del 17 aprile 2025.
- **A Clinical Guide to Occupational and Environmental Lung Diseases.** Edited by Yuh-Chin T. Huang, Andrew J. Ghio, Lisa A. Maier. Publisher: Humana, 2012. ISBN 978-1-62703-148-6. (*Manuale clinico che affronta le principali malattie polmonari di origine occupazionale e ambientale, con attenzione a diagnosi, meccanismi patogenetici e casi clinici*).
- **Decreto del Ministro del Lavoro e Politiche Sociali 10 giugno 2014.** Approvazione dell'aggiornamento dell'elenco delle malattie per le quali è obbligatoria la denuncia, ai sensi dell'art. 139 del Testo Unico approvato con D.P.R. 30 giugno 1965, n. 1124 e s.m.i. (*Introduce nuove patologie nell'elenco delle malattie professionali soggette a obbligo di denuncia*).
- **Decreto Ministeriale dell'11 dicembre 2009.** Aggiornamento dell'elenco delle malattie per le quali è obbligatoria la denuncia ai sensi dell'art. 139 del D.P.R. 30 giugno 1965, n. 1124 e s.m.i. (*Aggiorna l'elenco delle malattie professionali rilevanti per la sorveglianza sanitaria e le tutele assicurative*).
- **Decreto Interministeriale del 9 aprile 2008.** Nuove tabelle delle malattie professionali nell'industria e nell'agricoltura. (*Individua le malattie la cui origine lavorativa si presume, facilitando il riconoscimento e l'indennizzo*).
- **Decreto del Presidente della Repubblica 30 giugno 1965, n. 1124.** Testo Unico delle disposizioni per l'assicurazione obbligatoria contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali. (*Norma quadro storica in materia di tutela assicurativa obbligatoria dei lavoratori*).
- **ERS Monograph: Occupational and Environmental Lung Disease.** Edited by Johanna Feary, Hille Suojalehto and Paul Cullinan. ISBN (online): 978-1-84984-125-2. (*Opera della European Respiratory Society che analizza i principali quadri patologici polmonari causati da esposizioni ambientali e professionali*).

- **IARC Monographs Volumes 1-134° - List of classifications by cancer sites (2023).** (Classificazione ufficiale delle evidenze scientifiche sui cancerogeni per l'uomo, pubblicata dallo IARC, comprendente agenti, miscele e esposizioni professionali con prove sufficienti o limitate.)
- **Indirizzi Operativi Per La Diagnosi Delle Malattie Professionali Dell'apparato Respiratorio.** Inail, Sovrintendenza sanitaria regionale Campania. 2017. ISBN 978-88-7484-590-3. (Guida operativa per la diagnosi e certificazione delle patologie respiratorie di origine professionale.)
- **IEC 60079-0:2017:** Atmosfere esplosive - Parte 0: Apparecchiature - Prescrizioni generali. (Definisce i requisiti costruttivi e di certificazione di base per tutte le apparecchiature destinate ad essere utilizzate in atmosfere potenzialmente esplosive.)
- **IEC 60079-31:2013:** Atmosfere esplosive - Parte 31: Apparecchiature con protezione tramite custodia "t". (Specifica i requisiti per apparecchi elettrici con protezione contro le polveri combustibili.)
- **IEC 60335-2-69:2021** - Apparecchi elettrici per uso domestico e simile - Sicurezza - Parte 2-69: Requisiti particolari per aspiratori a umido e a secco. (Contiene requisiti specifici per la raccolta di polveri pericolose.)
- **IEC 62784:2017:** Aspiratori industriali con protezione EPL Dc per polveri combustibili - Requisiti particolari. (Specifica requisiti di progettazione per aspiratori mobili in ambienti non classificati ATEX.)
- **IEC 80079-36:2016:** Atmosfere esplosive - Parte 36: Apparecchi non elettrici - Requisiti di base e metodi di protezione. (Stabilisce le basi per la protezione delle apparecchiature meccaniche in ambienti esplosivi.)
- **IEC 80079-37:2016:** Atmosfere esplosive - Parte 37: Apparecchi non elettrici - Metodi di protezione c, b, k. (Dettaglia le modalità di protezione costruttiva per apparecchiature non elettriche.)
- **Linee guida ISPE "SMEPAC":** Standardized Measurement of Equipment Particulate Airborne Concentration. (Fornisce metodi per la misura dell'emissione di particolato da apparecchiature, soprattutto nell'industria farmaceutica.)
- **Metodica Unificata 1998:13:** Ambienti di lavoro - Determinazione della frazione inalabile delle particelle aerodisperse - Metodo gravimetrico. (Campionamento e determinazione gravimetrica della frazione inalabile.)
- **Metodica Unificata 2010:11:** Ambienti di lavoro - Determinazione della frazione respirabile delle polveri aerodisperse - Metodo gravimetrico. (Metodo per il campionamento e la determinazione della frazione respirabile.)

- **Metodica Unificata 759:87:** Ambienti di lavoro - Nebbie oleose. *(Metodo IR per la determinazione quantitativa delle nebbie d'olio.)*
- **NIOSH 5515 (1994):** Idrocarburi Policiclici Aromatici - Metodo GC-MS. *(Rilevazione di IPA mediante gascromatografia e spettrometria di massa.)*
- **NIOSH 7301 (2003):** Metalli (ICP) - Metodo NIOSH. *(Determinazione dei metalli in aria tramite spettrometria ICP.)*
- **NIOSH 7600 (1994):** Cromo VI - Metodo NIOSH. *(Determinazione del Cr(VI) con tecnica colorimetrica.)*
- **OSHA 07 (2000):** Composti Organici Volatili - Metodo OSHA. *(Determinazione dei VOC mediante carbone attivo e analisi strumentale.)*
- **Regolamento (UE) 2016/425:** Dispositivi di Protezione Individuale. *(Requisiti di sicurezza e procedure di conformità per i DPI.)*
- **Regolamento (UE) 2023/1230:** Regolamento di armonizzazione che stabilisce requisiti di sicurezza e tutela della salute per la progettazione e costruzione delle macchine e abroga la direttiva 2006/42/CE.
- **UNI EN 481:1994:** Atmosfere negli ambienti di lavoro - Definizione delle frazioni granulometriche delle particelle aerodisperse. *(Definisce le convenzioni per frazioni inalabile, toracica e respirabile.)*
- **UNI EN 482:2021:** Atmosfere di lavoro - Requisiti generali per le prestazioni delle procedure di misura degli agenti chimici. *(Requisiti di prestazione per i metodi analitici in igiene industriale.)*
- **UNI EN 689:2019:** Atmosfere di lavoro - Strategia di misurazione e valutazione dell'esposizione per inalazione. *(Guida alla valutazione dell'esposizione inalatoria e confronto con i valori limite.)*
- **UNI EN 12941:** *Dispositivi di protezione delle vie respiratorie - Elettro respiratori a filtro con elmetto o cappuccio - Requisiti, prove, marcatura.* Specifica i requisiti minimi e i metodi di prova per dispositivi filtranti a ventilazione assistita integrati da un casco/elmetto o un cappuccio, includendo i criteri di marcatura (respiratori PAPR con casco/cappuccio per protezione da polveri pericolose).
- **UNI EN 12942:** *Dispositivi di protezione delle vie respiratorie - Elettro respiratori a filtro completi di maschere intere, semimaschere o quarti di maschera - Requisiti, prove, marcatura.* Definisce i requisiti minimi e i metodi di prova per dispositivi filtranti a ventilazione assistita dotati di una maschera (pieno facciale, semimaschera o quarto di maschera), includendo i requisiti di marcatura (respiratori PAPR con maschera facciale per polveri pericolose).

- **UNI EN 132:** *Apparecchi di protezione delle vie respiratorie - Definizioni dei termini e dei pittogrammi.* Fornisce le definizioni uniformi dei termini e dei simboli grafici (pittogrammi) comunemente impiegati nel campo degli apparecchi di protezione delle vie respiratorie, ad eccezione degli apparecchi subacquei.
- **UNI EN 136:** *Apparecchi di protezione delle vie respiratorie - Maschere intere - Requisiti, prove, marcatura.* Specifica i requisiti minimi per le maschere a pieno facciale utilizzate negli apparecchi di protezione respiratoria (escluse quelle subacquee), includendo prove pratiche d'impiego e di laboratorio per verificarne la conformità.
- **UNI EN 140:** *Apparecchi di protezione delle vie respiratorie - Semimaschere e quarti di maschera - Requisiti, prove, marcatura.* Specifica i requisiti minimi per semimaschere e quarti di maschera da usare come parte di dispositivi di protezione respiratoria (con esclusione di quelli per fuga o uso subacqueo), includendo prove di laboratorio e pratiche d'impiego per valutarne la conformità.
- **UNI EN 143:** *Apparecchi di protezione delle vie respiratorie - Filtri antipolvere - Requisiti, prove, marcatura.* Riguarda i filtri antipolvere da utilizzare come componenti di apparecchi di protezione respiratoria non assistiti, ad eccezione degli apparecchi per fuga e dei facciali filtranti. Sono incluse prove di laboratorio per verificare la conformità ai requisiti.
- **UNI EN 149:** *Dispositivi di protezione delle vie respiratorie - Semimaschere filtranti antipolvere - Requisiti, prove, marcatura.* Specifica i requisiti minimi per le semimaschere filtranti antipolvere impiegate come dispositivi di protezione delle vie respiratorie, ad eccezione di quelle destinate alla fuga. (Esempi: facciali filtranti FFP1, FFP2, FFP3 per polveri pericolose.)
- **UNI EN 352-1:** *Protettori dell'udito - Requisiti generali - Parte 1: Cuffie.* Stabilisce i requisiti di progettazione, costruzione, prestazione, marcatura e informazioni per l'utilizzatore relativi alle cuffie di protezione dell'udito (cuffie antirumore). (Non si applica alle cuffie montate su elmetti o visiere.)
- **UNI EN 352-2:** *Protettori dell'udito - Requisiti generali - Parte 2: Inserti.* Definisce i requisiti di progettazione, costruzione, prestazione, marcatura e informazioni per l'utilizzatore relativi agli inserti auricolari di protezione dell'udito (tappi antirumore).
- **UNI EN 374-2:** *Guanti di protezione contro i prodotti chimici e i microrganismi - Parte 2: Determinazione della resistenza alla penetrazione.* Specifica un metodo di prova per valutare la resistenza dei guanti di protezione alla penetrazione di prodotti chimici e/o di microrganismi (test di tenuta all'aria e all'acqua).
- **UNI EN 374-4:** *Guanti di protezione contro i prodotti chimici e i microrganismi*

- *Parte 4: Determinazione della resistenza alla degradazione da prodotti chimici.* Specifica un metodo di prova per determinare la resistenza dei materiali dei guanti di protezione alla degradazione quando esposti a contatto continuo con sostanze chimiche pericolose.

- **UNI EN 388:** *Guanti di protezione contro i rischi meccanici.* Specifica i requisiti, i metodi di prova, la marcatura e le informazioni del fabbricante per guanti di protezione contro rischi meccanici quali abrasione, taglio da lama, strappo, perforazione e (se applicabile) impatto.
- **UNI EN 397:** *Elmetti di protezione per l'industria.* Specifica requisiti fisici e prestazionali, metodi di prova e requisiti di marcatura per gli elmetti di sicurezza destinati all'industria, progettati essenzialmente per proteggere il portatore dalla caduta di oggetti ed evitare traumi cranici gravi (lesioni cerebrali, fratture del cranio).
- **UNI EN 812:** *Copricapo antiurto per l'industria.* Riguarda i copricapi antiurto di tipo industriale destinati a proteggere chi li indossa dagli effetti di urti della testa contro oggetti duri e fissi, di gravità tale da causare al più ferite superficiali.  
**Nota:** questi copricapi *non* proteggono dalla caduta o dal lancio di oggetti e non sostituiscono un elmetto di protezione conforme alla EN 397.
- **UNI EN 16523-1:** *Determinazione della resistenza dei materiali alla permeazione dei prodotti chimici - Parte 1: Permeazione dei prodotti chimici liquidi in condizioni di contatto continuo.* Specifica un metodo di prova per determinare la resistenza dei materiali di indumenti, guanti e calzature di protezione alla permeazione di prodotti chimici liquidi pericolosi in condizioni di contatto continuo.
- **UNI EN ISO 10819:** *Vibrazioni meccaniche e urti - Vibrazioni mano-braccio - Metodo di valutazione della trasmissibilità delle vibrazioni dai guanti al palmo della mano.* Definisce un metodo di laboratorio per misurare, analizzare e riportare quanto un guanto attenua le vibrazioni trasmesse da un'impugnatura al palmo della mano, nell'intervallo di frequenza 25 ÷ 1250 Hz.
- **UNI EN ISO 20345:** *Dispositivi di protezione individuale - Calzature di sicurezza.* Specifica i requisiti di base e aggiuntivi (facoltativi) per le calzature di sicurezza destinate all'uso professionale, dotate di puntale resistente a impatti fino a 200 J. (Esempi: classificazione SB, S1-S5 secondo le caratteristiche di protezione richieste.)
- **UNI EN ISO 20346:** *Dispositivi di protezione individuale - Calzature di protezione.* Definisce i requisiti di base e supplementari per le calzature di protezione ad uso professionale, equipaggiate con puntale di protezione contro impatti fino a 100 J (livello di protezione inferiore alle "calzature di sicurezza" della UNI EN ISO 20345).
- **UNI EN 166:** *Protezione personale degli occhi - Specifiche.* Specifica i requisiti funzionali per i vari tipi di dispositivi di protezione individuale dell'occhio (occhiali,

schermature, visiere etc.), includendo la designazione, classificazione, requisiti di base applicabili a tutti i protettori oculari, requisiti particolari facoltativi, marcatura e informazioni per gli utilizzatori.

- **UNI EN 169:** *Protezione personale degli occhi - Filtri per la saldatura e tecniche connesse - Requisiti di trasmissione e utilizzazioni raccomandate.* Specifica i numeri di gradazione (scale) e i requisiti relativi al fattore di trasmissione luminosa dei filtri destinati a proteggere operatori durante saldatura, brasatura, taglio ad arco e al plasma, indicando le condizioni d'uso raccomandate.
- **UNI EN 170:** *Protezione personale degli occhi - Filtri ultravioletti - Requisiti di trasmissione e utilizzazioni raccomandate.* Specifica i numeri di gradazione e i requisiti del fattore di trasmissione dei filtri per la protezione degli occhi dalle radiazioni ultraviolette, indicando le utilizzazioni raccomandate per ciascun livello di protezione.
- **UNI EN 171:** *Protezione personale degli occhi - Filtri infrarossi - Requisiti di trasmissione e utilizzazioni raccomandate.* Specifica i numeri di gradazione e i requisiti del fattore di trasmissione dei filtri per la protezione degli occhi dalle radiazioni infrarosse, indicando le utilizzazioni raccomandate in base al livello di attenuazione fornito.

**Nota:** Salvo che l'anno non sia espressamente indicato, il riferimento alle norme UNI si intende fatto all'ultima versione disponibile della norma.



**INAIL - Direzione centrale pianificazione e comunicazione**

Piazzale Giulio Pastore, 6 - 00144 Roma  
dcpianificazione-comunicazione@inail.it

**[www.inail.it](http://www.inail.it)**

ISBN 978-88-7484-990-1