

Rev.00 del 20.11.07

PARTE SECONDA

**MISURE DI PREVENZIONE E
PROTEZIONE**

Ordine di priorità della scelta

INTERVENTI DI PREVENZIONE

sostituire l'agente pericoloso
ridurre il rischio alla fonte

Adottare sistemi di controllo impiantistico (aspirazione nelle immediate vicinanze della sorgente / ricambi di aria generalizzati)

Gestione degli ambienti (strutturale e di manutenzione - pulizia)

Compartimentazione e cabine

Adottare sistemi organizzativi dell'attività produttiva e istituire idonee pratiche di lavoro

INTERVENTI DI PROTEZIONE

Uso dei Dispositivi di protezione personale

B – utilizzo dei DPI

Nella presente scheda vengono date indicazioni di tendenza circa i dispositivi di protezione individuale delle vie respiratorie da utilizzarsi per gestire gli eventuali rischi residui. Al di là delle indicazioni date in questa sede, la scelta di un particolare DPI all'interno della classe di protezione

indicata, non può che rimanere appannaggio del datore di lavoro una volta analizzata e valutata l'entità del rischio residuo presente nella situazione particolare

1 SOSTITUZIONE; RIDUZIONE DEL RISCHIO ALLA FONTE

Nota introduttiva

Premessa

A – classificazione dei prodotti e stoccaggio

Una norma di buona prassi generale per quanto attiene la prevenzione del rischio da esposizione a silice libera cristallina nelle attività di finitura manuale è la classificazione dei prodotti lapidei da sottoporre a lavorazione di finitura in base al contenuto di quarzo nel materiale all'origine. La classificazione dovrebbe essere ampliata comprendendo le analisi mineralogiche che normalmente vengono effettuate per ciascuna tipologia di roccia lavorata (specie per i laboratori che possiedono anche una o più cave) facilitando in questo modo da parte dei responsabili della sicurezza aziendale (RSPP e RSL), da parte di consulenti ed enti di controllo, la conoscenza di eventuali interferenti del quarzo nel momento in cui venga fatta una campagna di misura ed analisi per monitorare la situazione. A tale classificazione dovrebbe essere associato:

1 uno stoccaggio più razionale dei prodotti da lavorare, differenziato in base al tipo di roccia ed alla sua composizione mineralogica;

2 una procedura che consenta di sapere in modo chiaro le quantità e le tipologie delle rocce oggetto della classificazione che vengono lavorate giornalmente.

Sostituzione: non possibile in quanto matrice naturale.

Riduzione del rischio alla fonte: rientrano in questa categoria le tecnologie e le tecniche per ridurre la produzione di polveri durante l'attività di finitura manuale. In fase preliminare si possono citare:

- utilizzo esclusivo di utensili affilati, mantenuti ed utilizzati secondo le indicazioni del produttore. Nel momento in cui si superano le condizioni di degrado dell'utensile indicate dal costruttore come accettabili, o il numero di pezzi lavorati indicati dall'esperienza (da ricavare caso per caso) oltre i quali occorre ripristinare / sostituire l'utensile questo non deve essere più utilizzato;
- utilizzo di macchine manuali con irrorazione d'acqua nella zona di contatto tra utensile di lavoro e roccia: consente una rimozione più efficiente e veloce dello sfrido di lavorazione;
- utilizzo di macchine portatili aspirate.

NB: per una miglior leggibilità della scheda, l'analisi delle tecnologie utilizzanti sistemi ad acqua ed aspirazione in prossimità dell'utensile - anche se queste costituiscono prevalentemente intervento sulla produzione di polveri e pertanto alla fonte - è stata affrontata nell'Allegato 2.

V a n t a g g i	Criticità
<ul style="list-style-type: none"> ♦ La classificazione e lo stoccaggio delle rocce in base alle loro tipologia, alla loro composizione mineralogica ed in particolare al loro contenuto di quarzo, consentirebbe una più esaustiva identificazione degli agenti materiali di pericolo ed un buon raccordo con gli elementi del sistema qualità; consentirebbe inoltre un maggior controllo dei materiali che entrano nello stabilimento ♦ La corretta sostituzione / ripristino dell'utensile di finitura consente la produzione di sfridi più grossolani con minor dispersione di polveri fini consente inoltre di procedere e controllare la necessità di manutenzione; 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Tale approccio peraltro comporterebbe aumentare gli spazi da destinare allo stoccaggio ♦ Necessità di avere a disposizione opportuna scorta di utensili nuovi, di predisporre una zona di stoccaggio, di dedicare personale a questa attività;

D i f f i c o l t à
<p style="text-align: center;">Classificazione, stoccaggio e lavorazioni separate</p> <ul style="list-style-type: none"> ♦ E' un intervento che può richiedere un deciso rinnovamento della politica di lavoro dello stabilimento, con investimenti non indifferenti. <p style="text-align: center;">Condizioni utensili</p> <ul style="list-style-type: none"> ♦ E' necessario richiedere informazioni dettagliate ai produttori di macchine ed utensili circa tempi di utilizzo e parametri di consumo, nonché privilegiare i produttori che forniscono queste indicazioni in modo formalizzato. Ciò rientra ovviamente in approccio in qualità di sistema.

2 Installazioni Impiantistiche per il controllo

Lavorazione: Fase5: Finitura – Finitura manuale

ESPOSIZIONE DEL PROBLEMA

La finitura manuale, se non opportunamente progettata, comporta dispersione di polvere molto elevata, soprattutto nell'utilizzo di utensili a secco. La posizione dell'operatore è inoltre forzatamente ravvicinata rispetto alla sorgente e le misure effettuate indicano che l'esposizione dell'operatore, nonostante gli interventi tecnici, rimane comunque in molti casi elevata.

POSSIBILI INTERVENTI DI MITIGAZIONE

Le possibili tecniche / tecnologie di intervento preventivo possono essere così sintetizzate in ordine di priorità (l'utilizzo di una tecnica non esclude quello di un'altra, anzi i migliori risultati si ottengono mediante utilizzo combinato delle diverse tecniche / tecnologie)

- abbattimento delle polveri mediante irrorazione d'acqua sull'utensile¹
- contenimento della dispersione di polveri mediante macchine portatili aspirate¹.
- contenimento della dispersione di polveri con specifiche attrezzature di aspirazione
- procedure ed organizzazione di impianti e lavorazioni²

1 Abbattimento delle polveri mediante macchine portatili ad umido

L'irrorazione di acqua nella zona di contatto utensile di lavoro / roccia, applicata alle macchine portatili per finitura manuale, ma anche in generale, non interviene solo sulla bagnatura dello sfrido <intervento sulla propagazione> ma dà luogo ad una asportazione più efficiente dello stesso, con conseguente contenimento delle sovramacinazioni. In quest'ultimo senso può, a rigore, essere inquadrato anche tra le tecniche di intervento alla sorgente.

Le soluzioni commercialmente disponibili sono le seguenti:

- **Utensili manuali (soprattutto lucidatrici) con sistema di abbattimento ad acqua** (spurgo ad acqua sull'utensile): è costituita da utensili dotati di sistema di abbattimento della polvere prodotta con immissione d'acqua sull'utensile rotante.

Esempi:

Il loro impiego è limitato alle lucidatrici.

2. Contenimento della dispersione di polveri mediante macchine portatili aspirate

L'aspirazione effettuata direttamente a bordo macchina è realizzata mediante l'utilizzo di cappe aspiranti avvolgenti l'utensile di lavoro aventi forma tale da realizzare un flusso di aspirazione il più possibile concorde con la direzione di propagazione della polvere prodotta.

Si utilizzano per realizzare in prossimità della zona di lavoro, e pertanto di produzione delle polveri, le velocità di cattura necessarie per la captazione delle particelle che localmente si producono ed aerodisperdono. È noto da letteratura che tali velocità, quando si tratta di particelle generate da

¹ nonostante siano tecniche che costituiscono interventi alla sorgente, in quanto agenti sulla produzione di polveri, l'analisi di tali tecnologie è stata spostata in questo allegato per una miglior leggibilità della scheda.

² nonostante questa tipologia di interventi influisca direttamente sulla efficienza delle precedenti installazioni impiantistiche, è stata descritta, per coerenza rispetto ai contenuti, nell'Allegato 3 della presente scheda.

attività di finitura manuale si attestano “in prima battuta” intorno a:

- 10 m/s: per lavorazioni abbastanza continue che generano particelle dotate di elevata velocità iniziale effettuate in un ambiente di lavoro con presenza di correnti d'aria che possono contrastare la captazione delle particelle da parte di un sistema di aspirazione. Tale velocità è inoltre consigliata nel momento in cui l'elemento terminale del sistema di aspirazione è costituito da una cappa aspirante di piccole dimensioni;
- 2,5 m/s: per lavorazioni discontinue che generano particelle dotate di bassa velocità iniziale effettuate in un ambiente di lavoro con assenza di correnti d'aria o con presenza di correnti d'aria che agevolano la captazione delle particelle da parte di un sistema aspirante. Tale velocità è inoltre consigliata nel momento in cui l'elemento terminale del sistema di aspirazione è costituito da una cappa aspirante di grosse dimensioni.

L' aspirazione a bordo utensile viene utilizzata per avere a disposizione questi valori di velocità di cattura attraverso modeste portate di aspirazione. La contropartita è il non potersi permettere grosse perdite di carico e pertanto limitare la lunghezza dei condotti di collegamento tra l'elemento aspirante ed il terminale di connessione all'utensile. Il diametro dei condotti è infatti di per se limitato per non appesantire la macchia e non inficiarne la maneggevolezza.

Approssimativamente per tubazioni da circa 2,5 ÷ 4 cm di diametro la lunghezza deve essere limitata a circa 3 metri. Si utilizzano inoltre condotti flessibili filettati all'esterno (con interno liscio) per evitare piegature od ostruzioni.

Generalmente si utilizza un gruppo aspirante centralizzato a cui si connettono gli utensili da aspirare. Come sistemi aspiranti si utilizzano delle turbine multi stadio di tipologia simile a quelle implementate negli aspiratori industriali: la scelta ed il dimensionamento delle caratteristiche del sistema aspirante va fatta sulla base della massima portata richiedibile contemporaneamente dai diversi utensili. Prima della turbina occorre un separatore di polvere primario ed un filtro per evitare abrasione

Le cappe aspiranti montate a bordo macchina sono fatte di lucite o di altro materiale trasparente.

NB: diversamente da altre applicazioni la pressione statica in gioco è sensibilmente maggiore rispetto alla pressione atmosferica con problemi di massa volumica, compressibilità e viscosità dell'aria (nelle applicazioni generali la bassa differenza tra pressione statica e atmosferica consente di considerare l'aria fluido incompressibile).

Esempi:

Nelle aziende oggetto delle indagini non è stata riscontrata applicazione di tale tecnologia

3. Contenimento della dispersione di polveri con specifiche attrezzature di aspirazione

➤ Le soluzioni disponibili sul mercato sono molteplici, ma caratterizzate da diverso costo e diversa efficacia preventiva. In particolare è da segnalare che il banco aspirato, attualmente la soluzione più diffusa in Italia, per concezione e variabilità dei pezzi lavorati, nonchè per assenza di utilizzo di sistemi flangiati ad isolare la zona interessata dall'aspirazione, risulta spesso inadeguato ad un'efficace captazione delle polveri, se non integrato con altri sistemi preventivi (cappa aspirante mobile orientabile – proboscide - , parete a fenditura/e aspirante/i con o senza abbattimento primario ed eventualmente secondario ad acqua).

Le soluzioni commercialmente disponibili e diffuse nelle aziende osservate sono le seguenti:

- **pareti a fenditura aspirante ed abbattimento ad acqua (PFA):** impianti simili alle tradizionali cabine di verniciatura, dotati di una parete aspirante e di un sistema di abbattimento ad acqua (primario a velo o pioggia d'acqua e secondario a nebulizzazione d'acqua);
- **pareti a multifenditure aspiranti:** impianti costituiti da una parete su cui sono allocate

multifenditure aspiranti;

- **griglie di aspirazione a pavimento ed immissione d'aria dall'alto:** impianti simili alle cabine pressurizzate di verniciatura per carrozzerie, dotati di un sistema aspirante con mandata dal soffitto e ripresa da un grigliato a pavimento;
- **cappe aspiranti orientabili (proboscidi):** impianti simili a quelli utilizzati per saldature e molature meccaniche, dotati di un sistema aspirante orientabile da posizionare in prossimità del pezzo in lavorazione;
- **banchi aspirati:** banchi di lavoro dotati di un sistema aspirante con fenditure sui bordi ed in alcuni casi sullo stesso piano di appoggio del banco. Normalmente sono corredebili con sistemi di flangiatura che isolano gli elementi aspiranti del banco ed aumentano l'efficienza di aspirazione. In zona lavoro la flangiatura è costituita da elementi in materiale trasparente

Esempi:

le campagne di misure effettuate indicano, rispetto ai valori medi di polveri e quarzo respirabile riscontrati per attività di finitura manuale effettuate in assenza di dispositivi di aspirazione (valori medi di sorgente) i seguenti valori di abbattimento. I valori riscontrati, salvo per il caso della soluzione con aspirazione mediante grigliato a pavimento non sembrano essere risolutivi per la protezione dell'addetto, che deve essere comunque protetto con adeguati DPI.

- a- Un buon abbattimento (circa 12 volte) per la soluzione con aspirazione mediante grigliato a pavimento: la soluzione riduce sensibilmente il rischio, ma può non essere risolutiva per la protezione dell'addetto. In futuro potrebbe essere interessante ritestare la soluzione anche in presenza di flusso d'aria proveniente dall'alto e su materiali maggiormente compatibili (in termini di contenuto di quarzo) rispetto a quelli lavorati nelle campagne effettuate sulle altre soluzioni di bonifica;
- b- un significativo abbattimento (circa 3.3 volte) per la soluzione con parete a fenditura aspirante ed abbattimento ad acqua (PFA): la soluzione riduce significativamente il rischio, ma non risulta risolutiva per la protezione dell'addetto;
- c- un discreto abbattimento (circa 2.6 volte) per la soluzione con aspirazione localizzata orientabile a proboscide: la soluzione riduce significativamente il rischio, ma non risulta risolutiva per la protezione dell'addetto.
- d- un certo abbattimento (circa 1.5 volte) per la soluzione con parete aspirante multifessura: la soluzione necessita ulteriori approfondimenti; essa riduce il rischio, ma non risulta risolutiva per la protezione dell'addetto.
- e- uno scarso abbattimento per la soluzione con banco aspirante: la soluzione necessita ulteriori approfondimenti; essa riduce di poco il rischio, soprattutto se si lavorano pezzi di dimensione variabile o non piccola in relazione alle portate in gioco ed alla dimensione della zona di banco interessata dall'aspirazione; non risulta assolutamente risolutiva per la protezione dell'addetto. La soluzione non può quindi essere considerata sufficiente e deve essere quantomeno abbinata ad altre soluzioni (aspirazione orientabile a proboscide, parete aspirante, parete aspirante con abbattimento a velo d'acqua). In particolare la soluzione andrebbe testata in presenza di lavorazioni su pezzi adatti alle dimensioni del banco ed in presenza di quegli elementi di flangiatura che consentono di concentrare il flusso in aspirazione in corrispondenza della zona di lavoro.

NB: occorre ribadire in questa sede che nessuna delle soluzioni descritte, in base alle misure di approssimative di velocità dell'aria effettuate, consente, nelle modalità con cui vengono utilizzate e, con senso critico, nelle modalità con cui potrebbero essere meglio utilizzate mantenendo una certa operatività, di ottenere in prossimità della zona in cui le polveri sono prodotte delle velocità dell'aria paragonabili alle velocità di cattura consigliate dalla letteratura tecnica per questo tipo di lavorazioni.

NB: tutte le soluzioni che prevedono pareti aspiranti o aspirazioni localizzate ed orientabili dovrebbero essere dotate di:

- carrello portapezzi mobile che consenta il corretto orientamento del pezzo, in modo da rendere in ogni momento compatibile la direzione di propagazione delle polveri con quella del flusso aspirante dell'impianto;
- sistema di rilevazione e segnalazione dell'efficienza della macchina, onde mantenere le portate aspiranti vicine ai valori nominali previsti dal costruttore e segnalare in tempo reale le necessità di manutenzione e cambio filtri. In questo senso occorre sottolineare che un impianto di aspirazione è considerabile a tutti gli effetti una macchina e pertanto soggetta agli obblighi della normativa che se ne occupa (es. marcatura CE e manuale tecnico). Inoltre occorre ricordare che gli elementi di un sistema di aspirazione da cui può derivare una deviazione dallo standard in termini di portata nominale possono essere molteplici: perdite di carico sui diversi filtri, intasamento di ugelli, torbidità dell'acqua utilizzata per gli abbattimenti, presenza di sporcizia o danno alle pale dei ventilatori. La possibilità di rilevare per tempo il degrado dei diversi elementi dovrebbe essere direttamente implementata e documentata dal costruttore. In quest'ottica nella scelta di una macchina gli utilizzatori dovrebbero orientarsi verso quei prodotti che già all'origine consentono questo tipo di controlli o almeno verso quei prodotti nel cui manuale gli interventi di manutenzione da programmare sono indicati con riferimento a parametri di efficienza quantificati e misurabili, con indicazione dei metodi di misura utilizzati all'origine per definire la relazione tra parametro e portata dichiarata.

In generale, in relazione a quanto dichiarato formalmente dal costruttore nel manuale tecnico della macchina, occorre che da parte degli utilizzatori siano messi a punto protocolli per la gestione e manutenzione degli impianti.

3 Procedure ed organizzazione di impianti e lavorazioni

In quest'ambito sono contemplate una serie di operazioni (es. frequente pulizia dei locali) che per evidenza dedotta dalle campagne di misura hanno certamente influenza diretta sulla limitazione dell'aerodispersione di polveri ed influenza sull'efficienza dei sistemi di aspirazione. Per coerenza con la tipologia di argomenti trattata nel presente Allegato la loro trattazione è stata spostata nell'Allegato 3.

V a n t a g g i	Criticità
<p>Utensili manuali (soprattutto lucidatrici) con sistema di abbattimento ad acqua (irrorazione d' acqua sull'utensile di lavoro):</p> <ul style="list-style-type: none">◆ dispositivo considerabile come “intervento applicato alla fonte”, garantisce un buon abbattimento delle polveri prodotte se associato a procedure ed impianti di raccolta ed evacuazione della torbida prodotta;	<p>Utensili manuali (soprattutto lucidatrici) con sistema di abbattimento ad acqua (irrorazione d' acqua sull'utensile di lavoro):</p> <ul style="list-style-type: none">◆ soluzione di cui è stata riscontrata applicazione solo per alcune tipologie di macchine (es. lucidatrici);◆ soluzione possibile solo per alcuni tipi di lavorazione e rocce (per altre le specifiche della lavorazione e / o della roccia non lo consentono);◆ può non risolvere il problema e richiedere un ulteriore intervento mediante sistema di captazione ed abbattimento◆ necessità di attrezzare una linea acque

dedicata (come portata, pressioni e distanza tra il punto di adduzione al punto di esercizio) all'area finiture. Gli utensili devono essere ben isolati dal punto di vista elettrico. Il collegamento elettrico idraulico all'utensile è normalmente in altezza a ridosso del punto di lavoro pertanto gli utensili sono utilizzabili solo in zona finiture. L'area inoltre va attrezzata in termini di pavimentazione per evacuare e recuperare l'acqua di processo e per prevenire il rischio di scivolamento. Richiede inoltre un lavaggio frequente del pezzo in lavorazione e della zona circostante per favorire una rapida rimozione della torbida prodotta.

NB per tutte le soluzioni seguenti vale come criticità il fatto che occorre comunque proteggere il lavoratore con adeguati DPI durante le operazioni in prossimità dell'utensile;

Pareti a fenditura aspirante ed abbattimento ad acqua (PFA):

- ◆ dispositivo aspirante di captazione delle polveri disperse che consente anche abbattimento ad acqua delle emissioni. Il velo ad acqua consente inoltre di abbattere le polveri aerodisperse che non vengono captate dalla fenditura aspirante e rimangono in sospensione al di sopra di essa;
- ◆ le misure effettuate indicano un significativo abbattimento rispetto ai valori medi di sorgente (circa 3.3 volte).
- ◆ se correttamente scelto, in termini di dimensioni rispetto all'ingombro necessario per la lavorazione, consente un buon spazio di manovra;
- ◆ essendo normalmente dotato di flange isola la zona di lavoro destinata alla finitura. Necessitando inoltre di essere ubicato in prossimità di una canaletta per la raccolta acque (per sostituire l'acqua necessaria agli abbattimenti) consente di effettuare in modo più razionale la pulizia dell'area di lavoro;
- ◆ e' possibile aumentare la flangiatura aggiungendo flange mobili, ciò consente di aumentare l'efficienza di aspirazione in zona lavoro e teoricamente di raddrizzare i filetti fluidi dell'aria aspirata;
- ◆ nel caso all'origine non vi siano dispositivi

Pareti a fenditura aspirante ed abbattimento ad acqua (PFA):

- ◆ l'abbattimento delle polveri è significativo ma non risolutivo, sia per la presenza di aerosol primari che per il successivo risollevarsi delle polveri sedimentate se non rimosse durante la giornata di lavoro
- ◆ occorre comunque proteggere il lavoratore con adeguati DPI durante le operazioni in prossimità dell'utensile;
- ◆ necessita di integrazione con carrello portapezzi mobile, onde orientare correttamente in ogni momento il pezzo, al fine di garantire che la direzione di propagazione delle polveri sia compatibile con quella del flusso aspirante.
- ◆ necessita il monitoraggio e la manutenzione / sostituzione degli elementi del sistema dal cui degrado dipende la possibilità di mantenere le portate aspirate prossime ai valori nominali installati dal costruttore;
- ◆ la macchina non prevede sistemi di misura e trasmissione dati dello stato di degrado dei diversi elementi di sistema (torbidità dell'acqua, intasamento degli ugelli, portate d'acqua, perdite di carico sui vari tratti del sistema). Difficilmente le tempistiche di manutenzione, sostituzione degli elementi del sistema di aspirazione sono connesse a valori di parametri oggettivi misurabili.

installati dal costruttore per monitorare la deviazione dai parametri standard di alcuni elementi della macchina (es. pressioni statiche a monte e valle del filtro finale) consente di installare detti dispositivi in modo abbastanza semplice e non eccessivamente costoso (a patto che i valori standard di efficienza vengano dichiarati dal costruttore, in caso contrario occorre che li determini l'utente);

- ◆ gli elementi di cui è necessario monitorare il degrado non sono molti e sono facilmente gestibili;

Cappe aspiranti orientabili (“proboscidi”):

- ◆ dispositivo aspirante di captazione delle polveri disperse con abbattimento mediante filtri (normalmente uno fisso a materassino sostituibile ed uno a filtro a maniche oppure mediante cartucce aspiranti sostituibili) e dispositivi di raccolta delle polveri abbattute (normalmente cassette estraibili e svuotabili);
- ◆ nel caso all'origine non vi siano dispositivi installati dal costruttore per monitorare la deviazione dai parametri standard di alcuni elementi della macchina (es. differenza tra la pressione statica a monte e valle del filtro finale) la conformazione di alcuni modelli consente di installare detti dispositivi in modo abbastanza semplice e non eccessivamente costoso (a patto che i valori standard di efficienza vengano dichiarati dal costruttore, in caso contrario occorre che li determini l'utente);
- ◆ gli elementi di cui è necessario monitorare il degrado non sono molti e sono facilmente gestibili;
- ◆ normalmente il costruttore dichiara la massima differenza di pressione statica accettabile sul complesso degli elementi filtranti del sistema ed installa sulla macchina un conto ore di lavoro associato a tempistiche di manutenzione / sostituzione;
- ◆ sono disponibili modelli con possibilità di pulizia delle cartucce filtranti mediante connessione ad aria compressa oppure con sistema ad aria compressa autopulente connesso a pressostato differenziale;
- ◆ essendo un dispositivo concepito per avvicinare molto la faccia aspirante al punto

Cappe aspiranti orientabili (“proboscidi”):

- ◆ l'abbattimento delle polveri è significativo ma non risolutivo, sia per la non completa captazione sia perchè, quando non gestito opportunamente (doppia cappa direzionata su zona di lavoro facilmente pulibile ad umido) è difficile gestire l'evacuazione delle polveri non captate sedimentate (che nel tempo per correnti d'aria e passaggio mezzi si risolvono). Ciò è particolarmente arduo nel momento in cui si utilizza per la pulizia della zona di lavoro aria compressa;
- ◆ i modelli con cappe più piccole (e velocità frontali più elevate) sono caratterizzati normalmente da cappe in materiale non trasparente. Ciò, impedendo una buona visibilità, obbliga spesso ad allontanare la cappa dal pezzo in lavorazione o alla cattiva prassi di togliere la cappa (in tutti e due i casi l'efficienza di aspirazione è ridotta: nel primo caso diminuisce la velocità di cattura in zona lavoro, nel secondo caso si preleva aria anche dalle zone retrostanti l'elemento terminale del braccio aspirante e pertanto la portata di aspirazione si concentra meno in zona lavoro);
- ◆ sia con i modelli a cappe più piccole, ed ancor più nei modelli a cappe più grosse (installati normalmente sui banchi aspiranti come aspirazione supplementare) è importante organizzare la lavorazione in modo da direzionare la dispersione di polvere in direzione concorde al flusso di aspirazione. Ciò in prima istanza è realizzabile:
 - a) con i modelli a cappe più piccole organizzando il lavoro in modo che ciò

in cui le polveri sono originate consente di ottenere in prossimità della cappa aspirante velocità compatibili con le velocità di cattura consigliate in letteratura;

- ◆ le misure effettuate indicano un significativo abbattimento rispetto alla finitura tradizionale (circa 2.6 volte).

Pareti multifessura aspirante:

- ◆ Dispositivo aspirante di captazione delle polveri disperse con abbattimento mediante filtri (normalmente a maniche od a cartucce ma anche con set di prefiltri e filtri a materassino) e dispositivi di raccolta delle polveri abbattute (normalmente cassette estraibili e svuotabili);
- ◆ Le misure effettuate indicano un certo abbattimento rispetto alla finitura tradizionale (circa 1.5 volte).
- ◆ sono disponibili modelli con possibilità di pulizia delle cartucce o delle maniche filtranti mediante sistema ad aria compressa autopulente connesso a pressostato differenziale;
- ◆ in generale i costruttori dichiarano la massima pressione statica sopportabile dagli elementi filtranti o i valori di perdita di carico a cui sono connesse esigenze di manutenzione (ovviamente non per il caso di sistemi di filtrazione autopulenti);
- ◆ sono disponibili modelli con aspirazione anche laterale;
- ◆ su questa tecnologia è stata segnalata la necessità di integrazione con carrello portapezzi mobile e sistema di rilevazione/segnalazione dell'efficienza del sistema aspirante.

avvenga, utilizzando contemporaneamente i due complessi braccio / cappa (per i modelli a due bracci), spostando frequentemente il braccio snodabile;

- b) con i modelli a cappe più grosse lavorando frontalmente alla cappa in posizione il più possibile coincidente con il piano frontale della cappa. Ciò però comporta una limitazione della dimensione dei pezzi lavorati o l'integrazione del sistema su un banco aspirante di dimensioni compatibili.

Diversamente è indispensabile l'utilizzo di banco portapezzi girevole;

- ◆ necessita il monitoraggio e la manutenzione / sostituzione degli elementi del sistema dal cui degrado dipende la possibilità di mantenere le portate aspirate prossime ai valori nominali installati dal costruttore;

Pareti multifessura aspirante:

- ◆ L'abbattimento delle polveri è discreto ma non risolutivo, sia per la non completa captazione che per il successivo risollevarsi delle polveri sedimentate;
- ◆ i modelli osservati (parete frontale a fenditure aspiranti) necessitano di effettuare la lavorazione con carrello portapezzi mobile, onde orientare correttamente in ogni momento il pezzo, al fine di garantire che la direzione di propagazione delle polveri sia compatibile con quella del flusso aspirante;
- ◆ necessitano inoltre di monitoraggio e manutenzione / sostituzione degli elementi del sistema dal cui degrado dipende la possibilità di mantenere le portate aspirate prossime ai valori nominali installati dal costruttore. Inoltre tali modelli non prevedono a bordo macchina indicazioni strumentali sull'andamento dei parametri da cui dipende il mantenimento della portata di aspirazione ai valori nominali installati dal costruttore;

<p>Banchi aspirati</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Dispositivo aspirante di captazione delle polveri disperse con abbattimento mediante filtri (normalmente prefiltro e filtro a maniche oppure cartucce aspiranti sostituibili) e dispositivi di raccolta delle polveri abbattute (normalmente cassette estraibili e svuotabili). Gli elementi aspiranti normalmente osservati sul campo prevedono piano di appoggio a griglia o fenditure aspiranti e griglie aspiranti sui bordi del piano aspirante di appoggio; Dispositivo di abbattimento ad aria applicato alla dispersione delle polveri; ◆ e' una tecnologia consolidata che propone modelli con sistemi di filtrazione di diverso tipo tra i quali si citano: <ul style="list-style-type: none"> - cartucce filtranti pulibili tramite pettine a raschiamento della cartuccia a manovella azionabile dall'esterno; - cartucce o maniche autopulenti connesse a pressostati differenziali; - accoppiamento con diversi elementi filtranti: pareti laterali, frontali e sommitali a griglia o fenditure aspiranti oppure sistemi di aspirazione snodabili (proboscide); - sistemi di flangiatura che consentono di isolare la zona di lavoro e aumentare l'efficienza della filtrazione. Tali sistemi prevedono normalmente che la flangia sommitale alla zona di lavoro sia fatta di materiale trasparente ◆ in generale i costruttori dichiarano la massima pressione statica sopportabile dagli elementi filtranti o i valori di perdita di carico a cui sono connesse esigenze di manutenzione (ovviamente non per il caso di sistemi di filtrazione autopulenti); 	<p>Banchi aspirati</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Le misure effettuate sui banchi aspirati tradizionalmente in uso nel settore (piano di appoggio a griglia o fenditure aspiranti e griglie aspiranti sui bordi del piano aspirante di appoggio) indicano uno scarso abbattimento rispetto ai valori medi di sorgente; ◆ L'abbattimento delle polveri è scarso: <ul style="list-style-type: none"> - a causa della insufficiente portata di aspirazione; - a causa delle velocità di cattura molto basse osservate in zona di lavoro; - a causa del fatto che i sistemi osservati sono nati per lavorare pezzi tendenzialmente piccoli, o compatibili con le dimensioni del banco, in posizione centrale rispetto alle stesse: ciò significa che non devono limitare eccessivamente le superfici aspiranti; ◆ a causa del fatto che le condizioni di lavoro osservate producono una dispersione di polveri copiosa nella zona di lavoro. Tali polveri una volta sedimentate e mai pulite vengono risollevate dalle attività che si svolgono in zona; ◆ difficilmente sono strumentati per monitorare i parametri oggettivi da cui dipende l'intasamento dei filtri e l'abbassamento della portata di aspirazione. Inoltre in assenza di tale strumentazione non è facile nè economico per l'utilizzatore effettuare il monitoraggio; ◆ necessitano di costante manutenzione, onde garantire portate aspiranti vicine ai valori nominali previsti dal costruttore; ◆ oltre a limitare la dimensione dei pezzi da lavorare per le condizioni attuali di lavoro osservate necessitano di integrazione con sistemi di flangiatura (da valutare per quanto riguarda la loro efficienza in termini di aumento di abbattimento) per isolare la zona di lavoro, e di essere integrati con sistemi di aspirazione orientabili a snodo (proboscidi);
---	---

D i f f i c o l t à di applicazione in situazioni particolari

Macchine utensili portatili ad umido

- ◆ Oltre all'acquisto di macchine di questo tipo (poco diffuse sul territorio italiano) occorre con tutta probabilità installare ex novo una linea di acque in pressione in altezza (per immissione d'acqua sull'utensile di lavoro) ed una zona di lavoro ad hoc per il collettamento delle torbide derivanti dalle lavorazioni. Inoltre occorre una razionalizzazione degli spazi di lavoro in relazione al fatto che le macchine sono connesse alla linea acque e pertanto hanno mobilità limitata. A ciò si aggiunge che non tutte le lavorazioni di finitura manuale su materiali lapidei possono essere effettuate ad umido e pertanto per quelle a secco il problema andrebbe risolto diversamente.

Macchine utensili portatili aspirate

- ◆ Oltre all'acquisto di macchine di questo tipo occorre con tutta probabilità installare ex novo una linea di aspirazione dedicata in altezza ed una zona di lavoro ad hoc con una razionalizzazione degli spazi utilizzati. Ciò in relazione al fatto che per fattori legati alle perdite di carico la distanza tra la turbina aspirante ed il punto di lavoro (viste le dimensioni consigliate per le tubazioni di collegamento) non può essere elevata. Inoltre per il fatto di essere connesse una tubazione di collegamento al sistema aspirante e per il fatto di essere dotate in zona utensile di una cappa aspirante può aumentare notevolmente la massa della macchina rendendo difficile maneggiarla.

Macchine aspiranti

- ◆ La difficoltà maggiore è quella di scegliere macchine e modalità di lavoro in modo che nella zona di dispersione delle polveri si raggiungano velocità di cattura per lo meno di ordini di grandezza compatibili con quelle consigliate
- ◆ Inoltre come accennato esiste una difficoltà oggettiva a reperire costruttori che forniscano macchine strumentate per controllare l'andamento di tutti i parametri da cui dipende il mantenimento di una corretta portata di aspirazione o per lo meno che forniscano valori oggettivi di tali parametri in modo che l'utilizzatore possa organizzarsi per monitorarli da sé.
- ◆ Difficoltà oggettiva ad utilizzare in modo efficiente ai fini della captazione delle polveri disperse le macchine presenti nei laboratori oggetto delle analisi. In presenza di lavorazioni che prevedono orientamenti pluridirezionali frequenti dell'utensile in posizioni non compatibili col flusso aspirante (lavorazioni a toro, scultura artistica etc.).

3 Organizzazione e procedure di lavoro

Interventi specifici

- ◆ Studio degli spazi funzionali (almeno per quanto attiene al problema polveri contenenti quarzo) associati alle diverse lavorazioni presenti nel settore lapideo e razionalizzazione delle distanze e delle separazioni tra le diverse aree per evitare interferenze e carichi di polvere aggiuntivi ai diversi sistemi preventivi e protettivi. Per le attività di finitura manuale è comunque abbastanza evidente dalle misure effettuate la necessità di ubicazione in locale dedicato e separato dalle altre lavorazioni.
- ◆ Appare inoltre evidente la necessità che negli stabilimenti vengano studiate e istruite (una volta scelta in modo documentato ed analizzata dal punto di vista della gestione del rischio la tecnologia di prevenzione) procedure di lavoro che prevedano almeno:
 - a- controllo delle deviazioni e dei guasti degli elementi da cui dipende il mantenimento dei parametri nominali della tecnologia scelta (per prima cosa la portata di aspirazione) da cui derivi a sua volta una procedura per la manutenzione / sostituzione di tali elementi. In particolare si pone l'accento sulla necessità di sostituire per tempo i filtri ed i contenitori di stoccaggio a tenuta della polvere captata a fine circuito;
 - b- il corretto posizionamento dell'operatore e dell'utensile rispetto alle direzioni del flusso aspirante;
 - c- la frequente asportazione, esclusivamente ad umido, delle polveri residue (pulizia frequente dei locali)
- ◆ Misure igieniche: spogliatoio con armadietti a doppio scomparto e lavaggio degli abiti da lavoro a cura del Datore di Lavoro

V a n t a g g i	C r i t i c i t à
<ul style="list-style-type: none">◆ Separare o quantomeno allontanare le altre lavorazioni riduce le esposizioni indebite e diminuisce i carichi di polvere da gestire da parte delle tecnologie preventive;◆ una buona organizzazione del lavoro rende l'ambiente più sicuro (infortuni) e consente un più razionale svolgimento delle attività;◆ l'adozione di corrette procedure consente l'ottimizzazione del lavoro sul versante della salute e della sicurezza e di mantenere ottimizzate le prestazioni dei dispositivi di captazione ed abbattimento delle polveri prodotte;◆ la frequente pulizia dell'area di lavoro, esclusivamente ad umido, riduce la possibilità di risollevarsi delle polveri	<ul style="list-style-type: none">◆ Separare ed allontanare introduce la necessità di adeguati spazi ed una conseguente organizzazione del lavoro

D i f f i c o l t à di applicazione in situazioni particolari

- ◆ La separazione e l'allontanamento delle lavorazioni contigue è vincolato (senza disponibilità ad investire) dagli spazi disponibili;
- ◆ lavorare attraverso un sistema di procedure può comportare la difficoltà di riorganizzare complessivamente l'attività e la difficoltà ad indurre negli addetti a comportamenti corretti a tutela della propria salute;
- ◆ costi aggiuntivi per predisporre apprestamenti di servizio (spogliatoi ect) e per la pulizia degli

4 Dispositivi di Protezione Individuale (DPI)

Premessa

Nella presente scheda vengono date indicazioni circa i dispositivi di protezione individuale delle vie respiratorie da utilizzarsi per gestire gli eventuali rischi residui dopo l'applicazione delle soluzioni proposte. Occorre premettere che la scelta di un particolare DPI appartenente alla classe di protezione indicata nella presente scheda, non può che rimanere appannaggio del datore di lavoro una volta analizzata e valutata l'entità del rischio residuo presente nella situazione particolare

L'esposizione a polveri contenenti Silice libera cristallina viene ridotta attraverso le soluzioni indicate nei paragrafi precedenti, secondo l'ordine di priorità assegnato.

Nella finitura manuale a secco, in ragione dell'esposizione molto elevata, si rende necessario l'utilizzo di adeguati DPI di classe P3 a protezione delle vie respiratorie da parte dell'addetto. Tale utilizzo potrebbe essere non necessario, se in futuro le misure daranno indicazioni maggiori a riguardo, nei casi:

- nelle zone di lavoro dedicate esclusivamente alle lavorazioni di finitura effettuate con macchine portatili con immissione d'acqua nel punto di lavoro;
 - nelle aspirazioni effettuate in locale dedicato mediante grigliato a pavimento ed insufflazione d'aria dall'alto.
- ➡ I DPI da utilizzare debbono essere di classe P3 (D.M. 2 Maggio 2001) esclusivamente con valvola di espirazione con le possibilità di scelta individuabili tra le tipologie consigliate alla tabella seguente.
 - ➡ Occorre prevedere un idoneo programma di addestramento all'utilizzo, alla consegna e riconsegna ed alla corretta eventuale manutenzione e pulizia
 - ➡ Si consiglia di scegliere dispositivi di protezione individuale in cui (salvo per il caso delle maschere monouso) l'efficienza del sistema di filtrazione e/o del sistema di adduzione dell'aria sia monitorato e segnalato per ciascuno degli elementi passibili di manutenzione / sostituzione.

V a n t a g g i	Criticità
<ul style="list-style-type: none"> ♦ Assicura, in abbinamento al dispositivo tecnico una soddisfacente protezione dell'addetto, altrimenti esposto, in caso di deviazioni, fallimenti o guasti delle tecniche e delle tecnologie citate a concentrazione potenzialmente estremamente elevate 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Poco tollerato per prolungate esposizioni soprattutto in presenza di sforzo fisico (spostamenti e sollevamenti di utensili di differente peso)

D i f f i c o l t à di applicazione in situazioni particolari

Il personale addetto deve utilizzare una procedura rigorosa e deve essere addestrato all'uso corretto dei DPI di protezione delle vie respiratorie.

Deve essere applicato un rigoroso sistema di gestione (uso, conservazione, controllo dei parametri di efficienza) dei DPI.

Sensibilizzare altri operatori a rischio (aiutanti o addetti che debbono forzatamente accedere o insistere nell'area (vincoli di spazio funzionale) a proteggersi da esposizioni indebite

Tabella con le indicazioni per la scelta della tipologia dei DPI in relazione alle singole attività:

Attività	Facciale Filtrante	Semimaschera	Maschera intera	Elettrorespiratore	Con adduzione di aria esterna
Finitura secco non aspirata: Addetto Assistente Altre operazioni limitrofe					
Finitura secco con banco aspirato: Assistente Altre operazioni limitrofe					
Finitura secco con parete multifessura: addetto assistente Altre operazioni limitrofe					
Finitura secco con aspirazioni orientabili: addetto assistente Altre operazioni limitrofe					
Finitura secco con PFA:					

addetto assistente Altre operazioni limitrofe					
Finitura secco con grigliato a pavimento: addetto assistente Altre operazioni					

Allegato Riferimenti

- ◆ Accordo europeo sulle buone pratiche (<http://www.nespi.eu/>);
- ◆ U.S. Department of Labor Mine Safety and Health Administration, all'indirizzo www.msha.gov;
- ◆ American Conference Of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) - Industrial Ventilation Committee, Industrial ventilation : a manual of recommended practice, 24° ed., A.C.G.I.H. Pub., Cincinnati, OH – in particolare IV 10 – 40 pag. 50-53;
- ◆ <http://www.inrs.fr> (Institut National de Recherche et de Sécurité) – ND 1681 - Efficacité des dispositifs de captages intégrés aux machines portatives

PARTE TERZA

APPROFONDIMENTO BIBLIOGRAFICO DI MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE DI RILEVANTE INTERESSE

Nel caso delle lavorazioni di finitura manuale di laboratorio l'obiettivo delle indagini è stato quello di valutare in modo comparato l'efficacia dei diversi impianti di captazione della polvere aerodispersa prodotta dalla lavorazione. Sono stati comparati gli impianti di captazione più diffusi tra le aziende quali pareti a fenditure multiple aspiranti, pareti a griglia o fenditura aspirante con abbattimento primario a velo d'acqua e abbattimento secondario a nebulizzazione di acqua (di seguito indicati con l'acronimo PFA) banchi aspiranti con o senza cappe di aspirazione supplementari di tipo orientabile (proboscidi), sole cappe di aspirazione di tipo orientabile (proboscidi).

Nella disamina delle variabili che possono influenzare l'esposizione a silice libera cristallina aerodispersa sono state adeguatamente considerate anche le modalità operative al fine di documentare gli effetti negativi indotti da interpretazioni scorrette della mansione dal punto di vista protezionistico.

Nonostante la pur ragguardevole campionatura necessiti di un ulteriore incremento, al fine di accrescere la solidità statistica delle conclusioni, i risultati, condensati nelle tabelle di seguito illustrate (sintesi nelle tabelle 5 e 6), offrono comunque alcune prime interessanti indicazioni.

Innanzitutto l'impiego di portapezzi girevoli in struttura metallica (tabella 4), oltre a consentire un posizionamento del semilavorato migliore rispetto alla zona utile di captazione, ha raggiunto il duplice scopo di agevolare comportamenti corretti da parte degli operatori, messi nelle condizioni di poter sempre direzionare l'utensile verso l'aspirazione e nel contempo di ridurre l'effetto "barriera" esercitato dagli ingombranti portapezzi fissi a cavalletto, spesso responsabili di negative interferenze sull'efficacia complessiva di questi sistemi.

Le pareti a griglia o fenditura aspirante con abbattimento ad acqua (PFA) realizzato con tecnologia tradizionale "a velo" o con tecnologia innovativa ad ugelli nebulizzatori in pressione, sembrano essere la più efficace delle soluzioni testate.

Al contrario i banchi aspiranti tradizionali non dotati di cappe di aspirazione supplementari di tipo orientabile o di parete aspirante sembrano invece la soluzione meno raccomandabile, specie se le dimensioni di ingombro dei semilavorati sono tali da pregiudicarne l'efficienza.

A livello intermedio si pone infatti il banco aspirante associato a cappa aspirante di tipo orientabile, soprattutto grazie a questo secondo dispositivo.

Ulteriori indagini saranno invece condotte sull'aspirazione a pareti a fenditure multiple aspiranti, che nella nostra indagine ha dato prove insoddisfacenti. Una spiegazione, avvalorata anche dalle elevate concentrazioni di polveri e quarzo nei prelievi d'area, potrebbe consistere nel fatto che tale soluzione sia più adatta alla captazione di inquinanti gassosi che non di particolato; questi ultimi infatti, proiettati ad alta velocità contro la parete, potrebbero vincere il flusso aspirante ed essere captati solo in parte, per il resto rimbalzando e depositandosi nell'ambiente dopo aver sbattuto contro le barre metalliche della griglia.

In ogni caso le elevate potenzialità silicotigene del minerale lavorato, con un contenuto medio di quarzo nella polvere respirabile attorno al 20%, fanno sì che anche le migliori soluzioni non riescano ad evitare un sistematico, consistente superamento del valore limite di accettabilità, con punte sin oltre 3-4 volte il TLV. Se quindi si impone il contestuale utilizzo da parte dell'addetto di DPI di classe P3, l'adozione delle soluzioni tecniche migliori resta valida, quantomeno per ridurre la contaminazione dell'ambiente e delle lavorazioni contigue. **Questa conclusione conferma la criticità di questa fase lavorativa e la segnala ancor oggi come quella a maggior rischio nell'ambito dell'intero ciclo di lavorazione, nonostante gli indubbi miglioramenti fatti registrare nei confronti di un passato non lontano.**

Qualche ulteriore margine di miglioramento potrebbe conseguirsi, come suggerito da più parti, attraverso l'adozione di cabine chiuse dotate di griglie aspiranti a pavimento. Tale soluzione non è stata testata in questa prima campagna di monitoraggio ambientale perché assente nelle realtà geografiche oggetto degli studi

Concludendo

I banchi aspiranti tradizionali, se non provvisti di parete aspirante o di aspiratore localizzato orientabile, sembrano la soluzione meno raccomandabile, specie se le dimensioni di ingombro dei semilavorati sono tali da pregiudicarne l'efficienza.

Una recente indagine condotta in Toscana sembra confermare la validità delle griglie aspiranti a pavimento, soluzione tuttavia onerosa se installata nei laboratori esistenti.

L'abbattimento delle concentrazioni di polveri nelle PFA (abbattimento primario a velo d'acqua ed eventuale abbattimento secondario ad acqua nebulizzata) è molto buono, anche se l'estrema variabilità dei risultati e recenti studi (Piemonte tabella 4) hanno dimostrato che la scelta di un campo di portate aspiranti corretto e la buona efficienza dell'impianto sono fondamentali per garantirne l'efficacia, che altrimenti cala in rapporto allo scostamento delle prestazioni dai valori nominali previsti dal costruttore.

A livello intermedio si pone il banco aspirato con estrattore orientabile, ma la flangia terminale non trasparente può limitare la visuale sul pezzo, condizionandone il corretto utilizzo ed il gradimento.

Ulteriori indagini saranno invece condotte sull'aspirazione a parete con fenditure multiple aspiranti a secco, che nella nostra indagine ha dato prove insoddisfacenti.

L'impiego di portapezzi girevoli agevola comportamenti corretti da parte degli operatori e riduce l'effetto barriera degli ingombranti portapezzi fissi a cavalletto, spesso responsabili di negative interferenze (tabella 5).

Se si impone il contestuale utilizzo di DPI di classe P3 da parte dell'addetto, l'adozione delle soluzioni migliori resta valida, quantomeno per ridurre la contaminazione dell'ambiente e delle lavorazioni contigue.

Tab. 1: schema utilizzato per la classificazione dei giudizi di criticità

RANGE POLVERE RESP.	C	RANGE QUARZO RESP.	C	GIUDIZIO CRITICITA'	CLASSE CRITICITA'	DEFINIZ. CRITICITA'
0-0.5	1	0-0.025	1	BASSO	1	BASSO
0-0.5	1	0.025-0.05	2	MEDIO-BASSO	1	BASSO
0-0.5	1	0.05-0.075	3	MEDIO	2	MEDIO
0-0.5	1	0.075-0.1	3	MEDIO-ALTO	3	MEDIO-ALTO
0.5-1	2	0.025-0.05	2	MEDIO	2	MEDIO
0.5-1	2	0.05-0.1	3	MEDIO-ALTO	3	MEDIO-ALTO
0.5-1	2	0.1-0.2	4	ALTO	4	ELEVATO
1-2	3	0.05-0.1	3	ALTO	4	ELEVATO
1-2	3	0.1-0.2	4	ELEVATO	4	ELEVATO
1-2	3	+0.2	5	MOLTO ELEVATO		
2-3	4	0.1-0.2	4	ELEVATO	4	ELEVATO
2-3	4	+0.2	5	MOLTO ELEVATO		
+3	5	+0.2	5	MOLTO ELEVATO		

Tab. 2: finitura manuale in laboratorio, confronto tra i risultati delle misure INAIL-ASL

FASE	ASL Polv. Resp. [mg/m ³]	C	INAIL Polv. Resp. [mg/m ³]	N° dati	C	ASL Quarzo Resp. [mg/m ³]	C	INAIL Quarzo Resp. [mg/m ³] (Stima)	C	G
Finitura manuale										
Tutte le modalità manuali	1.73	3	2.04	132	3-4	0.27	5	0.139	4	4
(idem solo graniti)	(1.73)	3	(2.04)	16	3-4	(0.27)	5	(0.292)	5	(5)
finitura con frullino	-	-	1.20	14	3	-	-	0.142	4	4
finitura con flex	-	-	2.39	17	4	-	-	0.213	5	5
bocciardatura manuale	1.65	3	1.07	6	2-3	0.53	5	0.137	4	5
levigatura (ardesie)	-	-	1.29	5	3	-	-	0.134	4	4

Legenda:
C: classe di criticità riferita alle polveri o al quarzo respirabile
G: giudizio di criticità complessivo

Tab.3: confronto tra i risultati delle misure in relazione all'efficienza del sistema aspirante

IMPIANTO DI CAPTAZIONE	Polvere respirabile [mg/m ³]	Quarzo respirabile [mg/m ³]	Classe di criticità
PFA: (carrello portapezzi fisso) Campione personale operatore Efficienza sistema aspirante: <50% portata nominale costruttore	9,5	1,7	5
PFA: (carrello portapezzi fisso) Campione personale operatore Efficienza sistema aspirante: >50% portata nominale costruttore	0,8	0,2	5
PFA: (carrello – portapezzi fisso) Campione area Efficienza sistema aspirante: <50% portata nominale costruttore	1,7	-	2
PFA: (carrello – portapezzi fisso) Campione area Efficienza sistema aspirante: >50% portata nominale costruttore	0,3	-	1-2

Tab. 4: confronto tra i risultati delle misure in relazione all'efficienza del sistema aspirante nel caso di finitura effettuata con carrello portapezzi fisso e girevole

IMPIANTO DI CAPTAZIONE, CONDIZIONI D'USO E TIPOLOGIA DELLA MISURA	Polvere respirabile [mg/m ³]	Quarzo respirabile [mg/m ³]	Classe di criticità
PFA: (carrello – portapezzi fisso) Campione personale	2,56	0,464	5
PFA: (carrello portapezzi girevole) Campione personale	2,29	0,339	5
Campione d'area a 1m da PFA) (carrello portapezzi fisso)	0,69	0,065	2
Campione d'area a 1m da PFA (carrello portapezzi girevole)	0,28	0,055	1-2

Tab. 5: confronto tra i risultati delle misure effettuati su diversi impianti di captazione delle polveri

IMPIANTO DI CAPTAZIONE	Camp.pers Polv.Resp. Media aritmetica ± ds [mg/m ³]	Camp.area Polv.Resp. Media aritmetica ± ds [mg/m ³]	Camp.pers Quarzo resp. Media aritmetica ± ds [µg/m ³]	Camp.area Quarzo resp. Media aritmetica ± d [µg/m ³]
Banco aspirato tradizionale ⁽²⁾	6,2 ± 7,6	0.5	530	130
Banco aspirato tradizionale ⁽¹⁾	5,61 ± 1,1	0.52 ± 0,2	950 ± 196	79 ± 16
Pareti a fenditure multiple aspiranti ⁽¹⁾	3,79 ± 0,5	2,14 ± 0,3	614 ± 90	181 ± 31
PFA ⁽²⁾ : tutte	3,3 ± 5,9	0,86 ± 0,79	970 ± 1270	-
Banchi aspirati con proboscide ⁽¹⁾	2,39 ± 0,9	0,25 ± 0,1	368 ± 140	32 ± 13
Banchi aspirati con proboscide ⁽²⁾	1,7 ± 0,7	0,15 ± 0,07	330 ± 250	-
PFA ⁽¹⁾	1,69 ± 0,7	0,63 ± 0,2	285 ± 138	86 ± 29
PFA ⁽²⁾ : efficienti	0,8 ± 0,4	0,3 ± 0,1	200 ± 50	-
Cabine chiuse e griglie aspiranti a pavimento ⁽³⁾	-	-	78 ± 24	78 ± 24

Legenda:

(1) dati da esperienze condotte in Lombardia;

(2) dati da esperienze condotte in Piemonte;

(3) dati da esperienze condotte in Toscana

Tab. 6: sintesi dei confronti tra le misure effettuate sui diversi impianti di captazione

LABORATORI	C	SOLUZIONE	C	PR [mg/m³]	QR [mg/m³]	ABB	M	DPI
Finitura								
Manuale	5	Griglia aspirante a pavimento	3	5.61 / ?	0.950 / 0.078	12	si	+/-
		Parete a fenditura aspirante ed abbattimento primario e secondario ad acqua	4	5.61 / 0.40	0.950 / 0.285	3.3	si	+
		Banco con proboscide aspirante	5	5.61 / 2.39	0.950 / 0.368	2.6	si	+
		Parete a fenditure aria	5	5.61 / 3.79	0.950 / 0.614	1.5	si	+
		Carrello girevole	5	2.56 / 2.29	0.464 / 0.339	1.4	si	+

Legenda:

C: classe di criticità; PR: polvere respirabile; QR: Quarzo respirabile;

ABB: abbattimento (N°.volte: C1/C2); M: migliorabile; DPI: °addetto; °°assistenti

Soluzioni finitura

	
	
	
	
	
<p>Fig.2-3: Utensili manuali ad acqua</p>	<p>Fig.4-5: Parete con fenditura aspirante e abbattimento ad acqua (PFA) con porta pezzi mobile e fisso</p>
<p>Fig.6-7: Banco con parete ad acqua e con proboscide;</p>	<p>Fig.8-9: Cabina multi fessura e banco tradizionale aspirato</p>
<p>Fig.10-11: Banco con grigliato a pavimento e visione esterna locale</p>	