

PROFILI DI RISCHIO E SOLUZIONI

6

INDUSTRIA DEL CRISTALLO IN TOSCANA

INDUSTRIA DEL CRISTALLO IN TOSCANA

A cura di:

Giuseppe Banchi, Danila Scala, Yuri Fabbri
Massimo Bartalini, Fausto Valentini, Fabio Strambi

*Progetto INAIL di Informazione/Formazione
"Incentivi alla Prevenzione D.Lgs. n. 38/2000 art. 23 lett. b"
ISI n° 36000515*



Firenze, Aprile 2003

Ringraziamenti

Barbara Gobbò, ARPAT- CEDIF
Claudio Nobler
Luciano Pellini, CALP
Fiorenzo Barilani, CALP
Cesare Scali
Andrea Mancini, COLLE

© ARPAT, 2003

Redazione: Yuri Fabbri, ARPAT

Realizzazione editoriale: Litografia I.P., Firenze

Copertina: Franco Signorini

Le foto sono state realizzate nelle aziende del
comparto da ARPAT, Settore tecnico CEDIF

Le foto 5 e 11 sono state gentilmente fornite da CALP

INTRODUZIONE

Questo volume, relativo al comparto della lavorazione del cristallo, è il sesto dei “Quaderni ARPAT-Cedif” dedicato ai profili di rischio ed alle soluzioni prevenzionistiche nei diversi settori lavorativi presenti sul territorio della Toscana.

Come il lettore ricorderà, i “Quaderni” precedenti sono stati: “Filatura del cardato” (1994), “Sale operatorie” (1996), “Industria del vetro e del cristallo lavorati a mano” (1997), “L’industria del cartone ondulato” (1998), “Fonderie di ghisa di seconda fusione in Toscana” (2002).

Come i precedenti, anche questo “Quaderno” accentra la sua attenzione soprattutto sui rischi, legati al ciclo produttivo, che corrono i lavoratori ad essi esposti all’interno dei luoghi di lavoro. A differenza dei precedenti, peraltro, esso nasce all’interno di un progetto di informazione e formazione ed a seguito di un corso tenuto ai lavoratori delle cristallerie della Val d’Elsa, svoltosi fra l’aprile ed il giugno del 2002, per favorirne la partecipazione attiva, in un quadro più generale di promozione della prevenzione nel nostro Paese.

La necessità di procedere ad un miglioramento dei livelli di prevenzione in Italia è testimoniato anche dalla recente (11 aprile 2003) condanna da parte della Corte di Giustizia dell’Unione Europea (la Corte ha parlato di “inadempienza” dell’Italia, “maglia nera” tra tutti gli Stati dell’UE, per non avere essa applicato correttamente la direttiva del Consiglio Europeo in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro).

Insomma, questo libro è stato pensato ed impostato insieme ai lavoratori stessi, i quali avevano richiesto di poter disporre di un materiale di apprendimento e di consultazione specifico e simile (ancor meglio, arricchito) al quaderno n° 3, ormai da tempo esaurito.

In collaborazione con le aziende del comparto presenti sul territorio della Val d’Elsa, ARPAT e ASL 7 hanno quindi pensato di realizzare questo testo di natura informativa e formativa, rendendolo disponibile direttamente alle aziende stesse ed ai lavoratori.

Confidiamo che il “Quaderno” possa rappresentare un valido strumento, per gli imprenditori più avveduti e sensibili, per le organizzazioni sociali dei lavoratori e dei cittadini, per la pubblica amministrazione, al fine di conoscere sempre meglio le interazioni tra ambiente, lavoro e salute ed agire positivamente su tale interazione, così da permettere il massimo di compatibilità tra i fattori in gioco ed il massimo di sostenibilità, da parte del territorio e della popolazione lavorativa e non, dello sviluppo produttivo toscano.

Anche questo “Quaderno”, come quelli già pubblicati e come quelli che pubblicheremo in futuro, testimonia di una proficua collaborazione tra le strutture di ARPAT (in questo caso il CEDIF) ed i Servizi di prevenzione delle Aziende USL (in questo caso, quella di Siena) e rappresenta, quindi, un ulteriore prova della capacità dei due sistemi, quello della promozione della salute e quello della protezione ambientale, di superare, attraverso proficui programmi di cooperazione, la loro, ormai definitivamente stabilizzata, distinzione istituzionale.

Questa collaborazione si è rilevata un requisito fondamentale per poter realizzare gli obiettivi posti dai progetti di ricerca e d’intervento nei settori lavorativi promossi e finanziati da istituzioni nazionali come INAIL ed ISPESL: tali progetti, per essere efficacemente condotti, debbono necessariamente essere integrati poiché, fatti separatamente, perderebbero.

bero quel valore prevenzionistico aggiunto che loro proviene dalla sinergia tra operatori della promozione della salute e della protezione ambientale.

Pensiamo che le indagini, le ricerche, il lavoro di numerosi operatori pubblici dei due sistemi, quello ambientale e quello sanitario, della prevenzione che, con passione e sostenuti da Istituti Universitari, si sono impegnati su questi temi, continuino a dare un significativo contributo al progresso civile nella nostra società.

Con tale spirito ci auguriamo che questo Quaderno trovi una larga diffusione tra i lavoratori delle aziende del cristallo e possa rappresentare un utile strumento di conoscenza per la ricerca di un modo di lavorare più sicuro, salubre, di qualità.

Stefano Beccastrini

Responsabile Settore tecnico CEDIF
Agenzia regionale per la protezione
ambientale della Toscana

Fabio Strambi

Responsabile U.O. Igiene e Salute Luoghi Lavoro
Azienda U.S.L. 7 Siena - zona Alta Val d'Elsa

INDICE

1 Notizie generali	9
1.1 Generalità	9
1.2 Fasi del ciclo lavorativo	14
2 Analisi dei rischi e delle soluzioni	16
2.1 Stoccaggio materie prime e preparazione della composizione	16
2.1.1 Descrizione della lavorazione	16
2.1.2 Rischi e soluzioni	17
2.2 Caricamento forni e fusione	21
2.2.1 Descrizione della lavorazione	21
2.2.2 Rischi e soluzioni	24
2.3 Formatura e lavorazioni a caldo del cristallo	27
2.3.1 Descrizione della lavorazione	27
2.3.2 Rischi e soluzioni	29
2.4 Manutenzione stampi	38
2.4.1 Descrizione della lavorazione	38
2.4.2 Rischi e soluzioni	38
2.5 Rifinitura a freddo	40
2.5.1 Descrizione della lavorazione	40
2.5.2 Rischi e soluzioni	41
2.6 Controllo di qualità imballaggio e magazzino	47
2.6.1 Descrizione della lavorazione	47
2.6.2 Rischi e soluzioni	47
3 Analisi dei danni per la salute	52
3.1 Patologia da lavoro	52
3.1.1 Patologie da polveri	52
3.1.2 Patologie da agenti chimici tossici	53
3.1.3 Patologie da cancerogeni	54
3.1.4 Patologie da esposizione a radiazioni infrarosse	55
3.1.5 Patologie da calore	55
3.1.6 Patologie da rumore	56
3.1.7 Patologie da movimentazione carichi e da movimenti ripetitivi	56
3.1.8 Patologie a carico del rene	56

3.1.9 Studi in atto nel settore del vetro e cristallo della zona Alta Val d'Elsa senese	56
3.2 Sorveglianza sanitaria	57
Appendici	63
Impianto elettrico	65
1 Generalità	65
2 Classificazione degli ambienti	65
Impianti a gas	66
1 Generalità	66
2 Classificazione degli impianti	66
Glossario	67

1 NOTIZIE GENERALI

1.1 Generalità

L'industria della produzione e della lavorazione del cristallo al piombo costituisce in Toscana un settore di rilevante importanza commerciale e produttiva e si concentra principalmente nella zona della Val d'Elsa. Per la qualità del prodotto e per l'importanza delle sue cristallerie Colle Val d'Elsa è stata definita appunto "la città del cristallo".

Il comparto conta numerose aziende, ed occupa intorno a 1500 addetti. Circa la metà sono dipendenti di una grossa azienda di produzione, i restanti si collocano in 3 aziende di circa 100 addetti ed in una miriade di piccole imprese artigiane, che eseguono le lavorazioni di rifinitura a freddo.

Il ciclo produttivo comprende una serie di lavorazioni finalizzate alla realizzazione di manufatti di vario tipo (contenitori, oggetti da tavola e ornamentali), partendo dalla preparazione e fusione di una miscela composta da sostanze vetrificabili, con l'aggiunta di una importante quantità di ossido di piombo o prodotti simili (silicati di piombo). Le Tabelle n. 1 e 2 che seguono mostrano le materie prime che entrano nella composizione del vetro e del cristallo.

Nell'azienda più grande la produzione è automatizzata, a partire da forni fusori a bacinno, nelle altre in parte è meccanizzata, in parte è manuale, con fusione del cristallo in forni a crogiolo.

Tabella 1 *Percentuale in ossidi di alcuni vetri tipici*

	Cristallo al piombo	Cristallo di Boemia	Vetro calcio-sodico	Vetro per bottiglie
SiO₂	54	76	70	72
PbO	24			
Al₂O₃				2
B₂O₃			3	
Na₂O	8	6	15	16
K₂O	14	10	4	
CaO		8	6	10
MgO				
BaO			2	
ZnO				

Tabella 2 *Materie prime del cristallo per funzione e quantità di utilizzo*

AGENTI FORMATORI		
Sabbia silicea	SiO ₂	50÷75 %
Allumina	Al(OH) ₃	0÷10 %
Borace	Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	0÷10 %
Rottame di vetro		0÷30 %
FONDENTI e STABILIZZANTI		
Soda	Na ₂ CO ₃	0÷20 %
Potassa	K ₂ CO ₃	0÷20 %
Marmo	CaCO ₃	0÷10 %
Bario carbonato	BaCO ₃	0 ÷ 5 %
Dolomite	MgCO ₃ ·CaCO ₃	0 ÷ 3 %
Borace	Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	0÷10 %
Zinco ossido	ZnO	0÷10 %
Minio	Pb ₃ O ₄	0÷30 %
AFFINANTI e DECOLORANTI		
Sodio nitrato	NaNO ₃	0 ÷ 5 %
Sodio solfato	Na ₂ SO ₄	0 ÷ 5 %
Potassio nitrato	KNO ₃	0 ÷ 5 %
Carbone	C	0 ÷ 1 %
Arsenico triossido	As ₂ O ₃	0 ÷ 1 %
Antimonio triossido	Sb ₂ O ₃	0 ÷ 1 %
Selenio	Se	< 0,01‰
Cerio ossido	CeO ₂	< 0,01‰
Nichel ossido	NiO	< 0,01‰
COLORANTI e OPACIZZANTI		
Ferro ossido	Fe ₂ O ₃	< 0,1‰
Cromite	FeO·Cr ₂ O ₃	< 0,1‰
Potassio bicromato	K ₂ Cr ₂ O ₇	< 0,1‰
Rame ossido	CuO	< 0,1‰
Cobalto ossido	Co ₂ O ₃	< 0,1‰
Manganese ossido	MnO ₂	< 0,1‰
Cadmio solfuro	CdS	< 0,1‰
Fluorite	CaF ₂	0 ÷ 1 %
Criolite	Na ₃ AlF ₆	< 0,1‰

Le modalità di impiego e la tossicità delle sostanze elencate in Tabella 2 verranno descritte nei successivi capitoli.

Per quanto riguarda il fenomeno infortunistico, questo si è mantenuto relativamente costante nel corso degli anni, con una riduzione progressiva del numero di eventi dal 1995, mentre la durata media dell'assenza dal lavoro per evento è in calo dal 1996, salvo l'impennata anomala registrata nel corso del 1999.

Grafico 1 *Numero di infortuni e assenza media per eventi accaduti in Alta Val d'Elsa, 1991-2001 (esclusi gli infortuni per incidenti stradali, in itinere ed a studenti)*

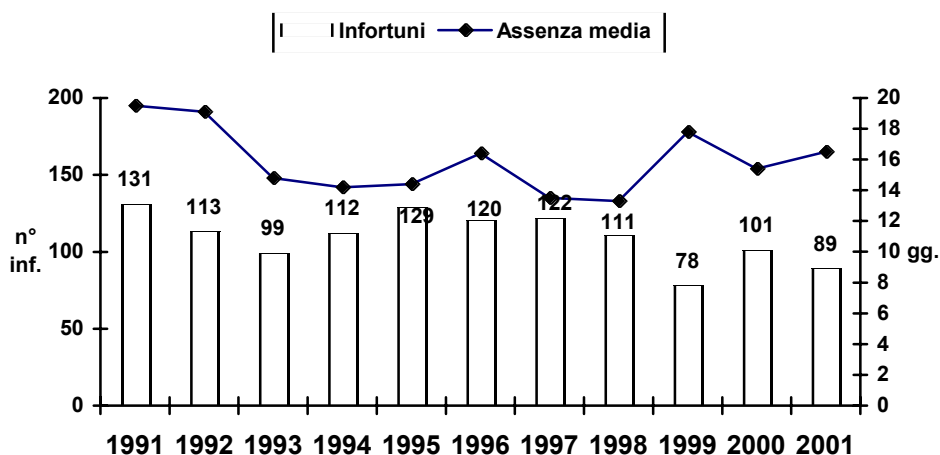
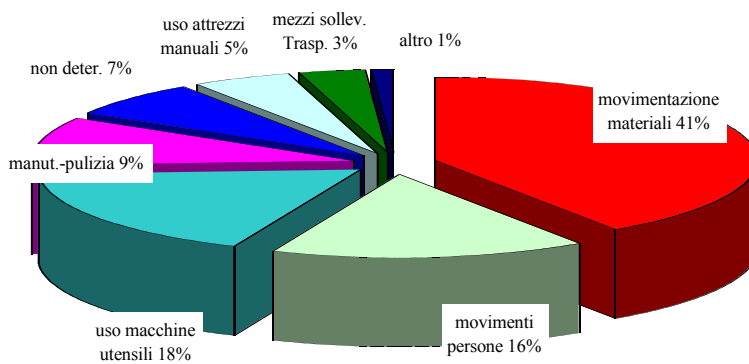


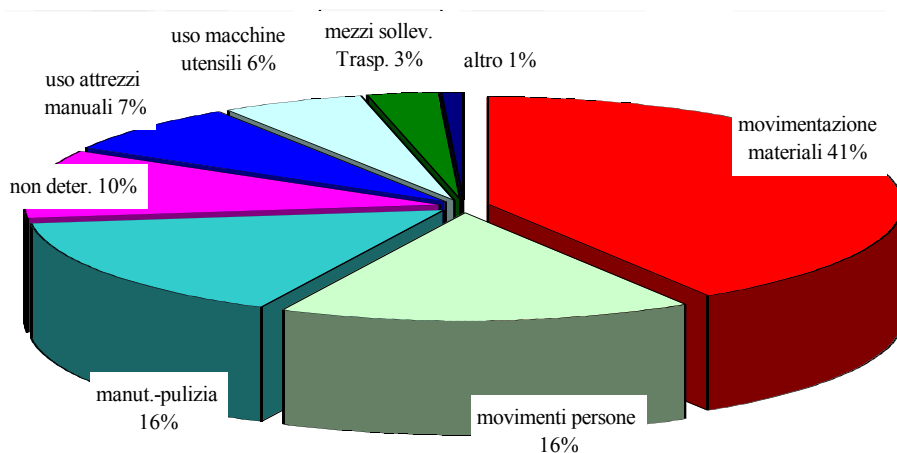
Grafico 2 *Distribuzione degli infortuni per modalità di accadimento nella produzione automatizzata del cristallo (1991 – 2001) - Zona Alta Val d'Elsa (664 infortuni totali)*



La principale modalità di accadimento degli infortuni è senza dubbio il contatto, verosimilmente con il materiale in lavorazione (che è fragile e tagliente) o l'urto contro ostacoli fissi presenti nell'ambiente di lavoro. La "caduta" delle persone rappresenta una rilevante modalità di accadimento ed essa è da mettere in relazione con l'ambiente di lavoro (percorsi e vie di passaggio). Pur riferendosi ad una produzione di tipo automatizzato, assume importanza la modalità "sforzi muscolari", che indica una presenza ancora rilevante di lavoro manuale e di movimentazione di pesi.

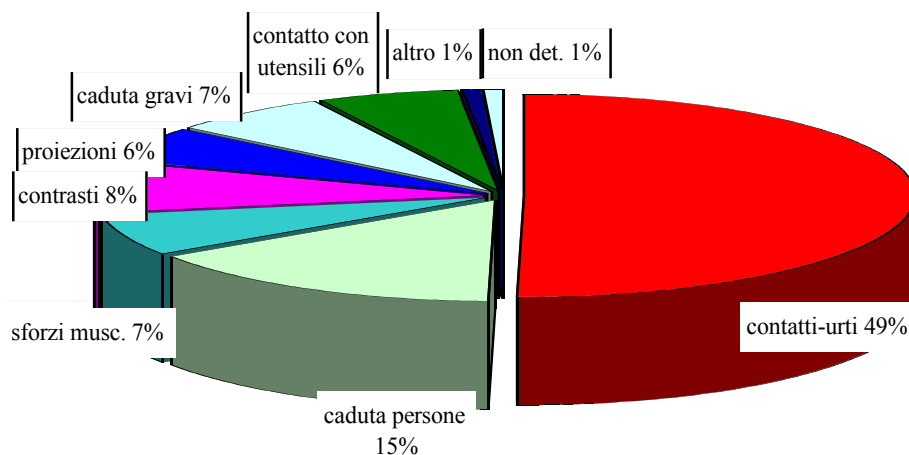
Si noti come la modalità "contatto con utensili" (meccanizzati e non) sia relativamente bassa rispetto ad altri comparti.

Grafico 3 Distribuzione degli infortuni per occasione di lavoro nella produzione automatizzata del cristallo (1991 – 2001) - Zona Alta Val d'Elsa (664 infortuni totali)



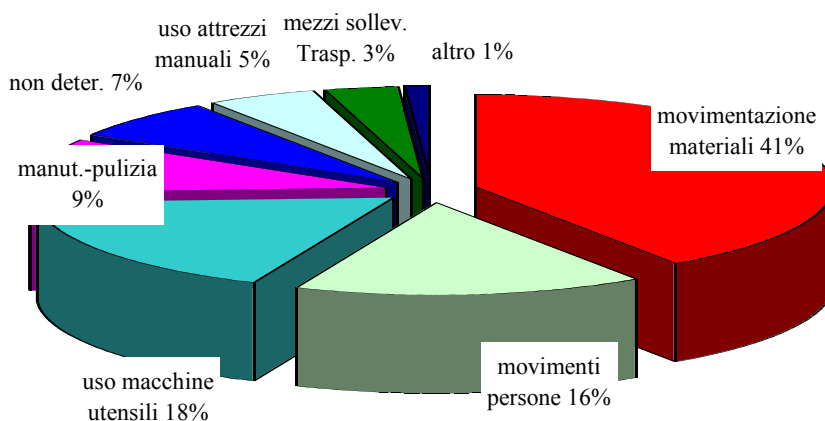
Le principali situazioni di lavoro nelle quali si sono verificati più infortuni risultano la movimentazione dei materiali e gli spostamenti delle persone, all'interno dell'azienda. Entrambe le occasioni di lavoro confermano una problematica indirizzata agli spazi a disposizione, alle vie di passaggio e di transito, alla movimentazione manuale di materiale pesante e/o pericoloso (incandescente, tagliente, ecc.). La relativamente bassa percentuale di infortuni verificatisi durante l'uso di macchine utensili indica che queste sono abbastanza sicure, od anche che non si verificano frequenti interventi di lavoro in prossimità degli organi lavoratori delle macchine. Da segnalare l'elevata percentuale di infortuni verificatisi durante l'esecuzione di attività di manutenzione e di pulizia, che indica un problema di proceduralizzare meglio tale tipologia di interventi e di procedere ad una formazione dei lavoratori, sempre più precisa e puntuale, sui metodi di lavoro sicuri (Grafico 3).

Grafico 4 *Distribuzione degli infortuni per modalità di accadimento nella produzione e lavorazione artigianale del cristallo (1991 – 2001). Zona Alta Val d'Elsa (541 infortuni totali)*



Le modalità di accadimento degli infortuni nelle attività di tipo artigianale indicano che la voce “contatti e urti”, sommata alla “caduta di persone”, raggiunge i 2/3 del totale degli infortuni. Questo elemento sottolinea come gran parte dell’attività lavorativa si basa su movimentazione manuale di oggetti e spostamenti di persone all’interno dell’azienda (Grafico 4).

Grafico 5 *Distribuzione degli infortuni per occasione di lavoro nella produzione e lavorazione artigianale del cristallo (1991 – 2001). Zona Alta Val d'Elsa (541 infortuni totali).*



Negli infortuni avvenuti in aziende con caratteristiche artigianali della produzione risultano ancora elevate le occasioni di infortunio relative alla movimentazione manuale ed agli spostamenti di persone. Risulta più elevata, rispetto alla tipologia produttiva industriale o automatizzata, la percentuale di infortuni avvenuti durante l'uso di macchine utensili, quali piccole ustioni e contusioni (Grafico 5). Questo può derivare da una maggiore presenza di attività con macchine ad intervento manuale nella produzione di tipo artigianale e potrebbe indirizzare verso interventi di miglioramento di tali macchine, ma anche delle tecnologie produttive.

1.2 Fasi del ciclo lavorativo

Il ciclo lavorativo della produzione e lavorazione del cristallo si distingue principalmente in cinque fasi:

1. preparazione della miscela vetrificabile
2. fusione
3. formatura a caldo
4. tempera o ricottura
5. rifinitura a freddo
6. confezionamento e spedizione

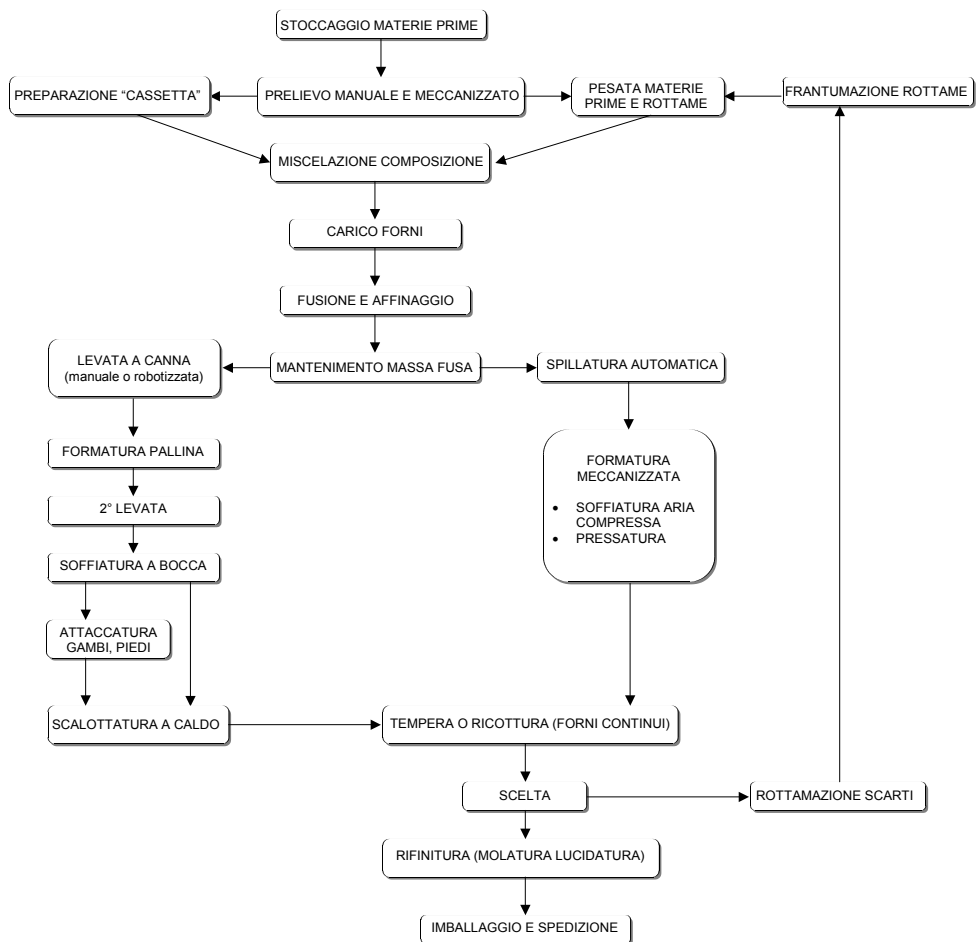
La miscela vetrificabile viene preparata nel reparto composizione mediante il dosaggio e la miscelazione delle materie prime e dei componenti minori (vedi Tabella 1) e viene successivamente introdotta in un forno fusorio per la fusione e l'affinaggio della massa vetrosa a circa 1300 - 1400°C. La fusione avviene in forni a crogioli o in forni elettrici a bacino "a volta fredda".

Al termine del ciclo di fusione il cristallo viene prelevato, in presenza di forni a crogiolo, mediante canne di acciaio e più raramente con sistemi meccanizzati automatici (robot) oppure, se in presenza di forni a bacino, viene spillato facendo formare delle "gocce" del peso desiderato, in modo da alimentare automaticamente le macchine per la formatura.

Gli articoli realizzati per soffiatura a "bocca" vengono sottoposti all'operazione di scallottatura per eliminare la parte di vetro eccedente.

I manufatti vengono infine introdotti in un forno di tempera dove a circa 450°C il cristallo subisce un processo di ricottura, che serve ad eliminare le tensioni interne del materiale ed a ridurne così la sensibilità agli urti ed agli sbalzi termici. Successivamente i manufatti possono essere sottoposti a diverse lavorazioni di rifinitura a freddo, come il taglio, la foratura, l'incisione con mole abrasive, la lucidatura con acidi (fluoridrico, solforico). Infine i manufatti vengono inviati al controllo di qualità, al confezionamento e imballaggio per essere stoccati in magazzino e successivamente spediti.

Il ciclo della lavorazione viene mostrato nello schema a blocchi che segue, le singole fasi si trovano descritte nel successivo Capitolo 2. Lo schema, pur prevedendo molte delle varianti tecnologiche, non pretende di essere esaustivo, cosicché ogni soggetto interessato alle problematiche di igiene e sicurezza nel settore dovrà svolgere un'analisi approfondita dei cicli di lavoro delle singole aziende, per meglio caratterizzare gli effettivi fattori di rischio.



2 ANALISI DEI RISCHI E DELLE SOLUZIONI

2.1 Stoccaggio materie prime e preparazione della composizione

2.1.1 Descrizione della lavorazione

Il sistema di prelievo delle materie prime per preparare la miscela vetrificabile, detta composizione, varia a seconda della loro quantità d'utilizzo e del tipo di impianto presente.

I componenti principali, quali la sabbia silicea, la soda, il marmo (carbonato di calcio) arrivano solitamente in confezioni da 25 Kg. (più raramente da 50 Kg.) e, su pallets, vengono stoccati in prossimità del reparto composizione dell'azienda.

Il litargirio (ossido di piombo) e i composti piombiferi giungono solitamente in sacchi da 25 Kg, il rottame di vetro viene stoccato in silos o accumulato in spazi appositi mentre, laddove utilizzata, la soda liquida è stoccata in serbatoi (Foto 1), così come l'acido solforico e fluoridrico utilizzati nella fase di lucidatura, ed arrivano agli impianti generalmente tramite autocisterne o ferrocisterne.

L'azienda con produzione automatizzata ha un impianto chiuso di composizione automatizzato e praticamente tutte le principali sostanze di composizione sono stoccate in silos o big bags, che alimentano automaticamente l'impianto di composizione. Da tale impianto escono direttamente le tramogge cariche del materiale per l'infornaggio.

La movimentazione delle sostanze per la preparazione della composizione, nelle aziende tradizionali, viene eseguita da un lavoratore, detto appunto composizioniere. In questi casi l'addetto esegue manualmente il travaso delle sostanze in sacchi all'interno della tramoggia di carico dell'impianto. La miscelazione avviene in miscelatori chiusi in ambienti dotati di aspirazione.

Prima della miscelazione la composizione viene addizionata dei componenti minori (affinanti, decoloranti ecc.), che costituiscono la cosiddetta cassetta o segreto ed umidificata leggermente, per favorirne la fusione.



Foto 1 Serbatoio per stoccaggio soda liquida, con relativa vasca di contenimento

La preparazione della cassetta viene eseguita a parte dal cassetista, che provvede a travasare all'interno di un laboratorio attrezzato le sostanze dai relativi contenitori in secchi, dosando le quantità occorrenti con una bilancia tecnica.

2.1.2 Rischi e soluzioni



Foto 2 Box chiuso sotto aspirazione per preparare la miscela vetrificabile

Questa lavorazione espone gli addetti (composizionieri e cassetisti) ai rischi dovuti alla presenza di polveri di sostanze tossiche, nocive, irritanti ed a volte cancerogene, alla movimentazione di carichi pesanti, all'utilizzo dei vari impianti per la movimentazione (colee e nastri trasportatori) ed al rumore prodotto dai sistemi di miscelazione e dalla frantumazione del rottame di vetro.

I rischi legati all'inala-
zione di polveri dipendono
essenzialmente dal sistema
di stoccaggio dei materiali e

da quelli di prelievo e dosaggio della composizione e della cassetta (Foto 2). Infatti, in assenza di sistemi chiusi di immagazzinamento e prelievo, si possono raggiungere livelli apprezzabili, rispetto ai limiti di riferimento, di esposizione a polveri di sostanze chimiche. Si evidenzia comunque che il rischio silicotigeno risulta oggi molto ridimensionato, rispetto ai dati storici del comparto, anche grazie all'introduzione di sabbie "lavate", praticamente prive delle polveri più fini capaci di raggiungere gli alveoli polmonari (frazione respirabile). Si segnala a tal proposito che conseguentemente l'INAIL ha già esentato le cristallerie della Val d'Elsa dal pagamento del premio assicurativo per la silicosi.

L'introduzione di siste-



Foto 3 Impianto chiuso di composizione automatizzato e tramoggia di trasporto

mi automatici (Foto 3) o comunque dotati di adeguati impianti di aspirazione sono importanti nella cristallerie, dove vengono utilizzati notevoli quantità di minio o di suoi composti.

In alcune aziende della Val d'Elsa l'impiego di ossido di piombo in forma granulare, insieme all'uso di soda in soluzione acquosa, ha consentito di ridurre notevolmente i rischi di esposizione alle polveri inquinanti, durante le fasi preparatorie della miscela.

Nelle operazioni di preparazione della cassetta sono state introdotte soluzioni che prevedono, sia per la fase di trasferimento delle sostanze che per quella di dosaggio, postazioni con aspirazione localizzata e l'utilizzo di contenitori con chiusura ermetica. Per i composizionieri delle cristallerie viene raccomandata la protezione delle vie respiratorie e l'impiego di tute monouso, almeno durante lo svolgimento delle operazioni più rischiose, come l'apertura, il travaso di contenitori ed i lavori di manutenzione e di pulizia (Foto 4), il trasporto delle tramogge di carico.



Foto 4 Manutenzione ambiente nell'area di "creazione della cassetta"

Per il rischio dovuto all'esposizione a cancerogeni, anche alla luce della nuova normativa in materia (titolo VIII D.Lgs. 626/94), la sostituzione dell'arsenico triossido con antimonio triossido ha rappresentato sicuramente una soluzione efficace. Nel periodo 1989-'92, infatti, tutte le cristallerie hanno provveduto ad eliminare l'uso dell'arsenico nella composizione.

Il rumore emesso dagli impianti di miscelazione e dai frantumatori del rottame di vetro deve essere ridotto intervenendo sulla propagazione dell'inquinante, mediante cabinature insonorizzanti, che dovranno essere

poste in depressione, per limitare il più possibile la diffusione delle polveri che possono liberarsi nelle operazioni.

Per ridurre i rischi correlati alla movimentazione manuale dei carichi sono state introdotte confezioni da 25 Kg. anziché 50 Kg. per i sacchi delle materie prime.

Per quanto riguarda la fase di scarico dell'acido fluoridrico (Foto 5) è necessario prevedere sistemi di rilevazione di eventuali perdite, come ad esempio un ph



Foto 5 Ferrocisterna per trasporto acidi

metro, collegati direttamente a valvole automatiche asservite al sistema di rilevazione, in grado di bloccare immediatamente l'erogazione in caso di perdita o di rilevamento di parametri fuori norma. Analoghe misure di prevenzione devono essere previste anche per lo scarico della soda in soluzione acquosa e per l'acido solforico.

Esistono inoltre valvole pneumatiche dotate di un meccanismo di chiusura rapido, di tipo meccanico, che viene collegato da un lato alla valvola della ferrocisterna o dell'autocisterna e dall'altro a quella del deposito, che sono in grado di scattare chiudendo il flusso, al minimo movimento dell'una o dell'altro. In pratica un martinetto pneumatico collegato al sistema di rilevamento, scatta in seguito alla rilevazione di parametro anormale, scaricando l'aria e mettendo di conseguenza in azione una molla che determina la chiusura della valvola.

Rimane comunque obbligatorio per gli addetti l'uso di idonei dispositivi di protezione individuale, come maschere semifacciali con filtro tipo P3, guanti a manicotto e tute monouso.

Tabella 3 *Rischi e soluzioni per la fase stoccaggio materie prime e composizione*

FATTORE DI RISCHIO	DANNO ATTESO	DESCRIZIONE	PREVENZIONE
Esposizione a polveri		Stoccaggio, prelievo, dosaggio e miscelazione delle sostanze vetrificabili	Installazione di impianto chiuso e automatico. Aspirazione localizzata negli impianti semi – automatici Utilizzo di contenitori con chiusura ermetica Utilizzo di D.P.I. Formazione e informazione
Silice libera cristallina	Silicosi, possibili nefropatie	Stoccaggio e preparazione miscela	Soluzioni comuni per polveri e utilizzo di sabbie lavate
Arsenico	Intossicazioni, neoplasie	Preparazione miscela e cassetta	Sostituzione
Antimonio	Intossicazioni, pneumoconiosi	Preparazione miscela e cassetta	Soluzioni comuni per polveri
Cadmio	Irritazione mucose delle vie aeree; possibile azione neoplastica	Preparazione miscela e cassetta	Soluzioni comuni per polveri
Nichel	Possibile azione neoplastica	Preparazione miscela e cassetta	Soluzioni comuni per polveri
Cobalto	Irritazione mucose delle vie aeree	Preparazione miscela e cassetta	Soluzioni comuni per polveri
Piombo ossido (minio)	Saturnismo	Preparazione miscela e cassetta	Soluzioni comuni per polveri e utilizzo di Piombo silicato granulare
Altre polveri (soda, potassa, carbonati)	Irritazione mucose delle vie aeree	Stoccaggio, preparazione miscela e cassetta	Soluzioni comuni per polveri e utilizzo di soda in soluzione acquosa

...segue tabella precedente

FATTORE DI RISCHIO	DANNO ATTESO	DESCRIZIONE	PREVENZIONE
Esposizione a sostanze chimiche pericolose	Intensa irritazione e lesioni caustiche oculari, delle mucose, delle vie respiratorie e della pelle	Scarico e stoccaggio acidi fluoridrico e solforico e soda in soluzione acquosa	Sistemi automatici di bloccaggio in caso di perdite, utilizzo di D.P.I. idonei, predisposizione di docce di emergenza e vaschette lavaggio occhi, patentino per uso di acido fluoridrico, formazione e informazione
Esposizione a rumore	Ipoacusia	Mescolatori composizione e frantumatori del rottame	Cabinatura fonoisolante (aspirata per le polveri)
Movimentazione manuale dei carichi	Danni al rachide, disturbi muscolo - scheletrici, dolori agli arti	Trasporto sacchi, sollevamento manuale di materie sfuse	Utilizzo di imballi meno pesanti, utilizzo di ausili per la movimentazione, informazione e formazione, soluzioni organizzative
Lavoro in prossimità di organi meccanici in movimento	Lesioni per presa, trascinamento, schiacciamento	Nastro trasportatore Coclea Mescolatori ruotanti, betoniere	Utilizzo di macchinari conformi alle norme antinfortunistiche, informazione e formazione, layout adeguato e procedure organizzative corrette

2.2 Caricamento forni e fusione

2.2.1 Descrizione della lavorazione

Per la fusione della miscela vetrificabile vengono utilizzati dei forni fusori, di vario tipo e dimensione, in materiale refrattario alimentati a metano o elettrici. Il sistema di riscaldamento ad olio combustibile è stato definitivamente abbandonato da almeno una ventina di anni ed attualmente tutti i forni hanno il camino di tiraggio collegato all'esterno.

Gli impianti di piccola e media capacità sono costituiti da forni discontinui a crogiolo, mentre negli impianti più grandi vengono impiegati dei forni elettrici continui a bacino, muniti di sistemi automatici di caricamento. Ogni forno è provvisto di una bocca o zona di carico della composizione che, nei forni a crogiolo, costituisce anche una delle bocche di levata del fuso.

Un esempio di forno continuo a bacino è il forno elettrico provvisto di un sistema di fusione a elettrodi di ossido di stagno. Questo è costituito da una camera di fusione e affinaggio in materiale elettrofuso con mensole sulle quali sono montati gli elettrodi di ossido di stagno.



Foto 6 *Infornaggio in forno a crogiolo, inserimento della miscela mediante coclea*

La sovrastruttura e l'isolamento sono formati con materiali refrattari silico-alluminosi e fibre ceramiche. Poiché il vetro è un materiale elettricamente isolante a temperatura ambiente ma conduttore ad elevata temperatura, nei forni elettrici si preriscalda il forno con l'ausilio di un sistema di combustione a gas metano, dopo aver riempito il forno di miscela vetrificabile.

Una volta portato in temperatura, si alimentano gli elettrodi che, per effetto Joule dovuto al passaggio della corrente in transito da elettrodo ad elettrodo, apportano il calore necessario alla fusione. Tutte le operazioni sono monitorate da una sala di controllo. Essa è costantemente presidiata dal personale addetto, che deve osservare il buon andamento della fusione del cristallo all'interno del forno e le impostazioni di temperatura nelle varie sezioni dei canali di distribuzione del cristallo alle linee di produzione, intervenendo all'insorgere di un'anomalia di funzionamento, sia per una prima analisi del problema che, eventualmente, per il ripristino della normalità.

Nei forni discontinui il caricamento o infornaggio, viene eseguito generalmente da lavoratori, detti fonditori, al termine delle lavorazioni di formatura del cristallo. Quando la miscela viene preparata e movimentata con le stesse tramogge di raccolta dei mescola-

tori rotanti, il caricamento viene eseguito mediante una coclea di trasporto alimentata direttamente dalla tramoggia (Foto 6). In questo caso l'addetto posiziona il contenitore della composizione sulla coclea mediante un carrello elevatore ed esegue poi l'infornaggio. Questo viene effettuato, generalmente, in tre o quattro riprese per facilitare la fusione della miscela.

La durata di ogni infornaggio varia da alcuni minuti a un quarto d'ora circa, a seconda della quantità di composizione da caricare. Durante l'infornaggio il bruciatore del forno viene spento per limitare la diffusione di polveri dalla bocca di carico; successivamente il forno viene riportato alla temperatura di fusione stabilita ($1200\div1350^{\circ}\text{C}$).

Una volta terminata la fusione dell'ultima carica, inizia la fase di affinaggio, durante la quale il materiale fuso viene mantenuto a riposo ad una temperatura prossima o uguale a quella di fusione, per permetterne una completa omogeneizzazione attraverso il rimescolamento operato, principalmente, dalle bolle di gas provenienti dalla decomposizione termica o dalla volatilizzazione di alcune sostanze, dette appunto affinanti, appositamente introdotte.

Ultimato l'affinaggio inizia la fase detta di mantenimento, durante la quale la temperatura del forno viene abbassata intorno ai 1000°C per rendere la massa fusa idonea alla lavorazione. Tale temperatura dipende con precisione dalla composizione della miscela e dal sistema di formatura che seguirà.

Tutto il processo di fusione viene seguito da un addetto, il fonditore, che provvede a controllarne l'andamento operando ripetuti prelievi ed osservazioni del fuso e regolando le temperature secondo le necessità.

I forni a crogiolo richiedono una frequente manutenzione che consiste prevalentemente nella sostituzione del crogiolo, normalmente effettuata ogni 40-80 fusioni (al massimo ogni 100).

Si preferisce, nella pratica, effettuare questa operazione a caldo per evitare lunghi tempi di inutilizzo del forno, dovuti al raffreddamento ed al successivo riscaldamento.

La chiusura del forno è normalmente composta da quattro parti di materiale refrattario, una più pesante e lunga posta nella parte bassa e poggiante in terra, sulla quale vengono posizionate due parti la cui congiunzione lascia un'apertura chiusa infine dalla "portina" da cui viene prelevato il cristallo fuso durante la lavorazione ordinaria.

Il nuovo crogiolo viene inserito tramite carrello in un forno elettrico a campana detto calcaria (dopo averne sollevato, tramite un apposito argano, il coperchio) e preriscaldato ad una temperatura di circa 1000°C .

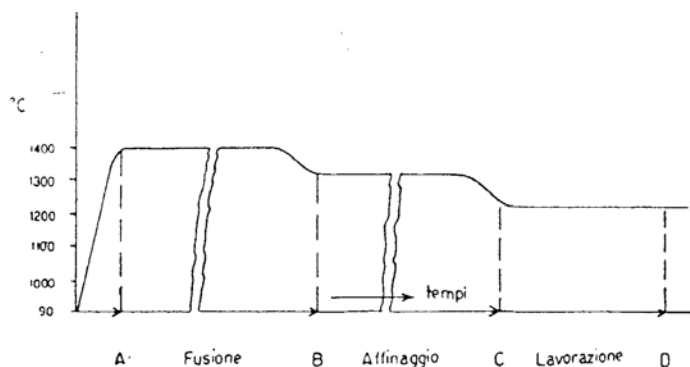
In aziende del comparto l'apertura del forno, ancora a temperatura elevata, per la sostituzione del crogiolo, avviene smurando i pezzi di refrattario con degli scalpelli, vengono quindi inseriti nei fori ciechi dei refrattari dei tondini per poterli rimuovere. La rimozione della portina ($120 \times 70 \text{ cm}$) viene effettuata mediante apposito carrello.

Rimosso tutto il refrattario, viene prelevato il vecchio crogiolo mediante carrello munito di una schermatura anti calore e portato in un luogo aperto, onde favorirne la dispersione di calore.

Il nuovo crogiolo viene prelevato dal forno di preriscaldamento, sempre mediante carrello schermato, e appoggiato nel forno dopo averne rimosso, come si è visto, la parte frontale.

Si deve procedere quindi rapidamente alla richiusura del forno, ricollocando le parti in refrattario e la portina e murando i punti di giuntura.

Grafico 6 *Andamento della temperatura nei forni fusori*



Nei forni a bacino, grazie alla separazione interna tra zona di fusione affinaggio e zona di riposo, il processo di fusione è continuo e pertanto il caricamento viene eseguito con dei sistemi meccanici che intervengono automaticamente all'abbassarsi del livello nella camera di fusione. In questi casi la lavorazione si svolge su 3 turni.

Il procedimento di fusione inizia con l'invio della miscela al forno, dove viene trasformata in un liquido fuso; dal forno di fusione il cristallo passa ad una serie di canali in refrattario, con sezione ad u, che vanno ad alimentare altrettante vaschette. I canali sono coperti da piastre refrattarie a contatto vetro, per eliminare la volatilizzazione dei costituenti la miscela vetrificabile.

In questa camera il cristallo è mantenuto ad una temperatura costante inferiore a quella di fusione, 1000° C, contro i 1200-1350° C della fusione, dove viene prelevato da una prima macchina (feeder) che esegue il dosaggio ed il taglio della goccia.

Una volta calibrata, la goccia, entra nello stampo attraverso una macchina di indirizzamento (delivery), lubrificata mediante la vaporizzazione di olio di vasellina, e nella stampatrice acquisisce la forma finale attraverso un'azione di pressione o soffiaggio.

Successivamente il cristallo passa alla ribruciatrice, costituita da un nastro trasportatore, su cui si muovono vari scodellini su cui vengono depositati gli oggetti usciti dalla stampatrice.

Nella ribruciatrice l'oggetto stampato passa dal riscaldamento generato dalla combustione di gas metano nei bruciatori, al raffreddamento ottenuto mediante aria ventilata e compressa.

La ribruciatrice ha lo scopo di eliminare i difetti superficiali e di ottenere una lucidatura superficiale del prodotto.

Successivamente una macchina provvede all'allineamento e al regolare intervallamento degli oggetti stampati, trasferendoli al convogliatore che li indirizzerà verso il forno di ricottura, generalmente di tipo a tunnel.

Anche i forni a bacino richiedono operazioni di manutenzione, soprattutto per il materiale refrattario di rivestimento, con una frequenza d'intervento più bassa rispetto a quella del forno a crogiolo, mediamente ogni 1,5 - 4 anni.

2.2.2 Rischi e soluzioni

In questa fase sono stati evidenziati soprattutto rischi per i fonditori dovuti all'inalazione di polveri, all'esposizione al calore ed alle radiazioni infrarosse, che vengono emesse essenzialmente durante il caricamento dei forni. L'entità dei rischi è legata principalmente ai sistemi di infornaggio impiegati dagli addetti ed alla conseguente durata dell'esposizione.

L'abbandono del caricamento manuale con la pala, oltre che comportare ovvie migliorie legate alla movimentazione del carico, rappresenta indubbiamente un intervento di prevenzione che riduce l'esposizione dei lavoratori al rischio di inalazione delle polveri, sia per la minore durata dell'operazione, sia per il ridotto impegno fisico richiesto in condizioni climatiche estreme. Un maggior impegno fisico infatti induce una maggiore ventilazione polmonare tale da aumentare il quantitativo di polveri nocive inalate.

L'operazione di sostituzione dei crogioli, quando ciò diviene necessario, benché eseguita dai lavoratori con il bruciatore spento, avviene a caldo e determina una esposizione dei lavoratori alle radiazioni infrarosse emesse dal crogiolo ed alla movimentazione manuale e meccanica di carichi.

Il compito di movimentare il crogiolo ed i materiali in refrattario costituenti la parte frontale del forno è, pertanto, reso più gravoso dall'emissione di calore proveniente da questi materiali, che sono mantenuti a temperature elevate.

E' necessario che tali operazioni siano eseguite secondo una procedura rigorosamente predisposta ed attuata da personale appositamente formato, acclimatato e dotato di adeguati mezzi di protezione personale. Meglio sarebbe adottare sistemi di movimentazione meccanica, soprattutto dei pezzi ad elevata temperatura, riducendo così al minimo l'intervento diretto dei lavoratori.

L'esposizione dei lavoratori alle radiazioni infrarosse, durante la lavorazione o la manutenzione, può essere ridotta installando appositi rivestimenti che riducano la superficie irradiante del forno o schermi sulla superficie della bocca del forno che siano di filtro alle radiazioni emesse. La protezione individuale è possibile con l'uso di occhiali o visiere di colore verde con grado di protezione 4 (norma UNI EN 171/93) o riflettenti per le radiazioni infrarosse ed indumenti protettivi, come guanti, manicotti, grembiuli, in materiale termoriflettente in grado di garantire un'adeguata traspirazione cutanea.

La sostituzione di sostanze tossiche con altre di minore tossicità, costituisce sempre una bonifica di primaria importanza.

L'impiego delle coclee di trasporto per l'infornaggio consente di ridurre notevolmente l'esposizione a tutti i fattori di rischio, compreso lo sforzo fisico, allontanando per la maggior parte del tempo i lavoratori dal centro di pericolo costituito dalla bocca del forno.

Anche in questo caso, ove non si utilizzino sistemi automatizzati è obbligatorio l'impiego di dispositivi di protezione individuale, come maschere semifacciali con filtro tipo P3, occhiali con grado di filtrazione 4 per le radiazioni infrarosse e vestiario in materiale anti-calore, come grembiuli, guanti, manicotti ecc.

Nelle cristallerie l'esposizione a sostanze chimiche nella fase di caricamento dei forni riguarda soprattutto il piombo.

La principale opera di prevenzione consiste nel sottoporre ad aspirazione localizzata le bocche dei forni, mediante cappe aspiranti conformate in modo da avvolgere lateralmente e al di sopra la zona d'emissione. Le cappe aspiranti devono essere strutturate in maniera da

poter essere facilmente rimosse durante le fasi di prelievo e formatura del cristallo.

I forni fusori continui a bacino, considerata la limitata frequenza e la breve durata degli interventi di controllo e manutenzione prestati dal personale addetto, possono essere installati in locali separati, provvisti di un sistema di ventilazione generale correttamente distribuito e dimensionato, per garantire almeno 10 ricambi orari dell'aria ambientale. Conseguentemente, i lavoratori e gli addetti alla manutenzione devono indossare delle maschere semifacciali con grado di protezione P3 durante gli interventi all'interno del locale forno.

Per la lavorazione del cristallo non sono disponibili dati relativi all'inquinamento ambientale, ma sono disponibili dati di piombemia degli addetti che, in passato, mostravano dei livelli di esposizione spesso superiori al limite di 35 µg/dl di sangue fissato dal D.Lgs. 277/91. Attualmente tali livelli sono ridotti sensibilmente.

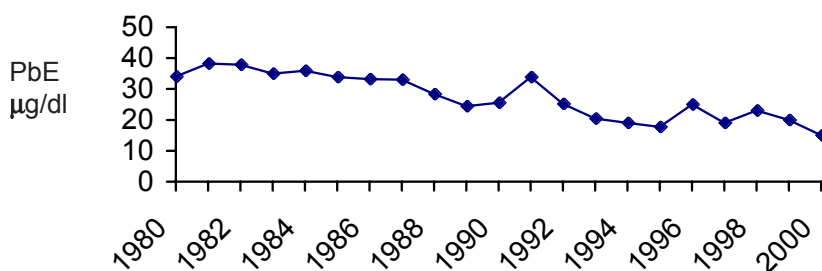


Grafico 7 *Media della PbE massima in cristalleria*

Gli interventi di prevenzione attuati nelle cristallerie della Val d'Elsa hanno prodotto una significativa riduzione dell'esposizione a piombo degli addetti.

Nel grafico precedente è riportata la variazione dei valori di concentrazione media di piombo ematico fra gli addetti alla produzione del cristallo, nel corso degli anni 1980-2000. Dopo una sensibile riduzione dal 1980 al 1995, negli anni successivi il valore della piombemia risulta altalenante, ma sostanzialmente si riduce fino a raggiungere una media, dei valori massimi per ogni addetto, di 15 µg/dl di sangue (Grafico 7).

Tale riduzione dei livelli di esposizione è stata senz'altro determinata dall'adozione di migliori sistemi di protezione ambientale nelle aziende, ma anche da una maggiore consapevolezza sulla pericolosità del piombo da parte dei lavoratori e dei datori di lavoro; sono stati infatti adottati sistemi di lavoro e comportamenti più sicuri e si è diffusa una maggiore attenzione agli aspetti di protezione ed igiene personale.

L'introduzione infine di nuove e più automatizzate tecniche produttive ha permesso, assieme alla trasformazione degli ambienti di lavoro (in alcuni casi costruiti ex novo), una significativa riduzione dell'entità del rischio e delle occasioni di esposizione al piombo.

Malgrado i buoni risultati conseguiti, è tuttavia indispensabile proseguire nell'impegno preventivo, peraltro riproposto dal D.Lgs. 626/'94, al fine di abbassare ulteriormente i livelli di piombemia degli addetti alla produzione del cristallo.

Le operazioni di manutenzione per un forno elettrico consistono essenzialmente nella

rimozione del materiale refrattario usurato e nel suo rifacimento.

Tali operazioni espongono gli addetti a rischi equiparabili a quelli di un cantiere edile e pertanto devono essere prese le dovute misure di prevenzione, inoltre i vani dei forni presentano tracce residue dei materiali tossici e nocivi che costituiscono la miscela di fusione e derivati. E' opportuno procedere alla rimozione di tali polveri, con adeguati sistemi di aspirazione e dovranno essere indossati gli opportuni dispositivi di protezione individuale da parte degli addetti .

Tabella 4 *Rischi e soluzioni per la fase caricamento forni e fusione*

FATTORE DI RISCHIO	DANNO ATTESO	DESCRIZIONE	STIMA	PREVENZIONE
Esposizione a polveri: silice libera cristallina, antimonio, altre polveri	Silicosi, pneumoconiosi, intossicazioni, irritazioni delle mucose delle vie aeree	Caricamento forni	Alta pericolosità	Impiego di informatori a coclea Utilizzo di D.P.I. Formazione e informazione
Esposizione a vapori di piombo	Saturnismo	Caricamento forni e controllo fusione	Media pericolosità	Installazione impianto aspirazione localizzato alle bocche dei forni
Esposizione a calore	Disidratazione, crampi, vertigini, nausea, collasso, possibile calcolosi renale	Sostituzione crogioli	Alta pericolosità	Utilizzo di D.P.I., turnazione della mansione, idoneità fisica, acclimatazione, carico di lavoro adeguato, reintegrazione liquidi e sali
		Caricamento manuale forni	Media pericolosità	Utilizzo di informatori a coclea
Esposizione a radiazione infrarosse	Cataratta	Controllo fusione	Alta pericolosità	Utilizzo di D.P.I. (occhiali e visiere con grado di filtrazione 4)
Movimentazione manuale dei carichi	Danni al rachide, disturbi muscolo - scheletrici, dolori agli arti	Movimentazione carrelli tramogge e caricamento manuale con pala dei forni	Media pericolosità	Utilizzo di ausili per la movimentazione (traspallet, carrelli elettrici ecc.), formazione e informazione, soluzioni organizzative
Lavoro in prossimità di mezzi meccanici in movimento	Lesioni per urto e schiacciamento	Manovre di mezzi in spazi limitati dove sono presenti lavoratori	Bassa pericolosità	Evitare spazi di lavoro limitati con una adeguata disposizione degli impianti Predisporre vie di transito sicure, segnalarle e mantenerle sgombre Illuminazione adeguata

2.3 Formatura e lavorazioni a caldo del cristallo

2.3.1 Descrizione della lavorazione

La formatura può avvenire con il prelievo del materiale fuso in automatico o manualmente.

Nella formatura manuale, le fasi di realizzazione dei manufatti prevedono l'intervento di più operatori con compiti diversi ed avvengono tutte in fornace, partendo dal prelievo del vetro fuso dal forno.

Questa operazione viene eseguita dai levatori mediante canne ed aste di acciaio lunghe 1,5 m circa, che vengono introdotte attraverso la bocca del forno e ruotate nella massa fusa per prelevare la quantità di vetro necessaria.



Foto 7 Colata del cristallo fuso nello stampo abbozzatore

La temperatura di lavorazione del materiale varia, indicativamente, dai 1000°C della levata ai 600°C. Per alcune lavorazioni decorative o particolarmente prolungate, il pezzo può essere introdotto, anche più volte, in un forno di riscaldamento costituito da una camera in refrattario provvista di un bruciatore alimentato a metano.

La formatura viene eseguita sia con il tradizionale sistema di soffiatura a bocca con la canna, sia con sistemi meccanizzati quali la pressatura e la soffiatura con aria compressa.

Al termine delle lavorazioni i pezzi vengono introdotti, a mano mediante forche e pinze o con sistemi meccanizzati come nastri e carrelli mobili, in un forno di ricottura, detto tempera.

Questi impianti sono costituiti da un tunnel di riscaldamento alimentato a metano entro il

quale i manufatti transitano mediante un nastro trasportatore che garantisce la continuità del processo.

Tabella 5 Temperature di processo nelle fasi di lavorazione (°C)

FASE	VETRI CALCIO-SODICI	CRISTALLO AL PIOMBO
Fusione	1450	1200-1300
Affinaggio	1450	1200-1300
Mantenimento	1100	850-900
Lavorazione	1100(i)÷750(f)	850(i)÷600(f)
Ricottura	550(i)÷450(f)	450(i)÷350(f)
Riscaldamento*	~1600	~1600
Scalottatura*	~1200	~1200

(i) iniziale; (f) finale; * temperatura di fiamma.

Soffiatura a bocca

La soffiatura a bocca costituisce il sistema di formatura più tradizionale e viene eseguita utilizzando una canna attraverso la quale il maestro vetraio o soffiatore, ruotandola continuamente, soffia aria con la bocca per conferire al pezzo la forma voluta. La formatura viene eseguita a mano libera oppure, più frequentemente, utilizzando una forma. All'inizio della lavorazione, organizzata solitamente in piazze, un primo levatore realizza all'estremità della canna una piccola pallina di vetro fuso che serve a garantire la giusta adesione ed il sostegno alla levata vera propria, che viene di seguito eseguita da un secondo levatore con la stessa canna. Il vetro raccolto viene modellato a forma di palla dal levatore ruotandolo continuamente, per mezzo della canna, contro un attrezzo di legno munito di un incavo emisferico chiamato maioscio. Una volta ottenuta la forma e la consistenza necessaria, la palla di vetro viene passata al soffiatore per la formatura del pezzo cavo, denominato paraison, che successivamente può essere completato con gambi, piedi, manici e decori vari, da parte di addetti specifici detti attacca-gambi, attacca-piedi, ecc. Questi provvedono ad applicare alla paraison la quantità di vetro necessaria servitagli da un terzo levatore ed a modellarla opportunamente, servendosi di vari utensili, come pinze a molla, palette, gnacchere, ecc. di varia foggia e dimensioni.

Il pezzo finito viene quindi staccato dalla canna dal portantino, che preleva il manufatto con una forca (o analogo attrezzo) di ferro e lo introduce nel forno di tempera, all'uscita del quale viene infine sottoposto al controllo finale dagli addetti alla scelta. Il portantino o un altro addetto, dopo aver staccato il pezzo, ripulisce la punta della canna dai residui di vetro, battendola ripetutamente con una barra metallica su un bidone di ferro per raccogliere il rottame.

Soffiatura semiautomatica

Questa lavorazione costituisce uno dei sistemi di formatura cosiddetti semiautomatici perché, pur richiedendo l'intervento diretto dell'uomo, viene eseguita con l'ausilio di macchine, che consentono, seppure a discapito della qualità del prodotto, una maggiore produttività ed una più agevole realizzazione dei grandi pezzi.

In questo caso, la formatura del manufatto avviene per soffiatura del cristallo con aria compressa impiegando, in sequenza, due stampi diversi, detti abbozzatore e finitore.

La levata viene eseguita con un'asta detta puntello, provvista di una ogiva o di un rostro finale sul quale il levatore realizza una palla di materiale refrattario, detta morso, che gli consente di prelevare e di sostenere sulla canna fino a 10-15 kg di cristallo. Il fuso viene colato dal levatore nello stampo abbozzatore della macchina, mentre l'addetto alla formatura o tagliatore provvede a tagliare con le forbici la quantità necessaria di materiale (Foto 7). Dopo avere azionato l'insufflazione dell'aria compressa nello stampo, l'addetto estrae il pezzo tramite una pinza porta-collare, lo capovolge e lo passa nello stampo finitore, dove viene completato con lo stesso sistema.

Dopo la formatura il manufatto può essere direttamente introdotto nel forno di ricottura dal portantino.

Per garantire un distacco ottimale del pezzo ed evitare così possibili difetti, gli stampi, soprattutto il maschio, vengono periodicamente lubrificati con oli minerali e mantenuti ad una temperatura leggermente inferiore a quella del vetro, raffreddandoli con aria compressa tramite degli ugelli opportunamente posizionati.

La lubrificazione viene eseguita periodicamente con uno scovolo od un pennello dall'addetto alla formatura.

Pressatura

La formatura mediante pressatura viene eseguita con presse idrauliche, singole e multiple, oppure con presse manuali, azionate tramite una lunga leva a bilanciere.

Analogamente alla lavorazione precedente, il cristallo viene trasferito nello stampo dal levatore mediante un puntello con morso, mentre un secondo addetto, il tagliatore, ne determina la quantità necessaria. Con le macchine idrauliche, è il tagliatore stesso che aziona la discesa del maschio, mentre con le macchine manuali è presente un terzo lavoratore, detto pressatore, che appunto provvede all'operazione di formatura. Prima di essere introdotti nel forno di ricottura dal portantino, i pezzi possono essere sottoposti alla ribrucatura.

Questa è un'operazione di rifinitura che viene eseguita con delle fiaccole a metano o con delle macchine dette ribrucatrici, per stendere eventuali rugosità o grinze prodottesi sulla superficie del pezzo nella formatura.

Le due parti dello stampo vengono periodicamente lubrificate e mantenute alla temperatura operativa, come nella formatura per soffiatura semiautomatica.

Per alcuni tipi di manufatti la pressatura viene combinata con la soffiatura semiautomatica, per sostituirla la fase preliminare di abbozzatura. In tal caso la lavorazione prende il nome di formatura "presso-soffio".

Formatura automatica del cristallo fuso

Il cristallo fuso viene spillato dal forno a bacino e cade in gocce, tramite appositi scivoli, con una cadenza predefinita, all'interno degli stampi dove avviene la formatura. I pezzi prodotti, tramite sistemi di "transfert" meccanizzati, passano automaticamente alla linea di ribrucatura e quindi vengono meccanicamente inseriti nel forno di tempera o ricottura. I lavoratori hanno il compito di controllare che la produzione avvenga con una qualità accettabile e senza intoppi. Gli stessi lavoratori intervengono per regolare il funzionamento delle macchine. In caso di guasto e di fermo della macchina di formatura le gocce di cristallo fuso vengono indirizzate direttamente a vasche di raccolta per materiale di recupero, che verrà riutilizzato nella composizione.

Specifici addetti eseguono, al momento di cambio della produzione, il cambio degli stampi di formatura del cristallo che vengono montati sulla macchina già caldi. Tale operazione viene eseguita manualmente.

2.3.2 Rischi e soluzioni

I principali rischi delle lavorazioni di fornace sono costituiti dall'esposizione agli agenti chimici e fisici presenti e dalla movimentazione dei carichi pesanti. Considerato il tipo di materiale e le sue condizioni di temperatura, esistono anche notevoli rischi di natura infortunistica.

Gli agenti chimici e fisici presenti nelle lavorazioni sono: le polveri (emesse durante la fase di caricamento dei forni e depositate sugli arredi e sul pavimento), il rumore, il calore, le radiazioni infrarosse ed i fumi degli oli lubrificanti.

Per quanto riguarda l'amianto utilizzato per rivestire gli utensili o come coibente nei

forni di ricottura, esso costituiva uno dei rischi storici di queste lavorazioni mentre oggi, è stata ottenuta la completa eliminazione e sostituzione con materiali a base di fibre ceramiche o fibre di vetro.

Il materiale ceramico utilizzato nelle cristallerie della Val d'Elsa nella totalità, per dichiarazione del produttore, risulta non appartenere alla categoria cancerogena secondo le direttive comunitarie.

Per quanto riguarda il rumore, nelle fornaci si rilevano sorgenti comuni a tutte le tipologie produttive, quali i bruciatori, i ventilatori di raffreddamento e di alimentazione dell'aria di combustione dei forni, nonché altre sorgenti particolari, tipiche di alcune lavorazioni, come la battitura delle canne, nella soffiatura a bocca, i sistemi di raffreddamento degli stampi, nella formatura semiautomatica e le fiaccole impiegate nella ribrucatura dei pezzi formati a pressa.

I maggiori livelli di esposizione si registrano per gli addetti alla battitura delle canne, con valori prossimi ai 90 dB(A). Questa operazione viene ripetuta ciclicamente al termine di ogni pezzo ed influenza l'intero ambiente di lavoro, contribuendo così all'esposizione a rumore di tutti i lavoratori della piazza, levatori, tagliatori, soffiatori, ecc. che si trovano indebitamente esposti a livelli di rumore che raggiungono anche gli 85 dB(A).

Negli ambienti dove vengono svolte lavorazioni con sistemi semiautomatici, l'inquinamento acustico è più uniforme e si attesta intorno a 85 - 90 dB(A) soprattutto a causa dell'aria compressa utilizzata per il raffreddamento. Notevole rumorosità è anche presente nella produzione in automatico ed il rumore deriva essenzialmente dalle componenti meccaniche delle macchine ed anche dall'aria utilizzata per il raffreddamento degli stampi. L'esposizione degli addetti al rumore può essere anche assai vicina ai 90 dB(A), soprattutto se in un turno di lavoro operano spesso in vicinanza delle macchine, per i controlli e le regolazioni del caso.

Lo stress termico da calore interessa soprattutto i levatori ed i macchinisti della produzione in automatico. I primi sono esposti a notevole energia radiante durante la levata del cristallo fuso. I maggiori valori di carico termico si realizzano



Foto 8 Pannello fonoassorbente alla pressa formatrice di una linea automatica

nel periodo estivo per i lavoratori che eseguono la levata nelle lavorazioni semiautomatiche ed è dovuto al loro continuo stazionamento davanti alla bocca del forno ed al maggior sforzo fisico prestato, rispetto agli altri levatori. Tuttavia, anche per i levatori a canna si configura sicuramente una condizione di sollecitazione termica dell'organismo che, in situazioni ambientali e lavorative particolarmente gravose, può raggiungere i livelli di stress.

Come per l'esposizione al rumore, gli addetti al controllo delle macchine automatiche di formatura, in caso di interventi prolungati in prossimità delle macchine e nel periodo estivo, possono essere esposti a condizioni microclimatiche da stress termico.

Per queste mansioni il rischio è stato stimato sia mediante la misurazione diretta della sudorazione effettiva e la frequenza cardiaca degli addetti durante il lavoro e sia attraverso l'indice della sudorazione richiesta, calcolato dai valori dei parametri microclimatici rilevati nelle postazioni di lavoro e dei parametri personali risultati dall'analisi della mansione. I due metodi impiegati, proposti dalle norme ISO 9886 e 7933, rispettivamente, hanno fornito dati comparabili tra loro ed in linea con i risultati attesi in base alle sensazioni soggettive.

Ai rischi dovuti alle radiazioni infrarosse sono interessati tutti i lavoratori della piazza, levatori, tagliatori, soffiatori e scalottatori, addetti alle lavorazioni a caldo di formatura e di rifinitura dei pezzi. L'entità dell'esposizione è determinata dalla durata dell'intervento richiesto e dalla temperatura mantenuta dal vetro nel corso della singola lavorazione.

Le temperature di lavorazione del vetro variano dagli oltre 1000°C della levata ai 700°C.

Per gli addetti alle lavorazioni in automatico e semiautomatiche, considerata la maggiore frequenza d'impiego degli oli lubrificanti rispetto alle lavorazioni a mano, si configura un'esposizione a fumi di oli minerali utilizzati per la lubrificazione delle parti di macchine surriscaldate.

Nella Val d'Elsa senese sono state eseguite nel 1989 una serie di indagini ambientali sugli oli minerali utilizzati e sulla esposizione dei lavoratori, in collaborazione con l'Istituto Superiore di Sanità. Dall'analisi degli oli non è stata rilevata la presenza di cancerogeni del primo gruppo secondo IARC; I.P.A. erano comunque presenti in quantità relativamente basse (alcuni p.p.m. al massimo).

Misure di esposizione personale alle nebbie hanno evidenziato valori prevalentemente al di sotto di 5 mg/mc e raramente superiori a 1,5 mg/mc. Nei prelievi d'aria ambientale non è stata rilevata la presenza di I.P.A. dei gruppi 1 e 2 secondo IARC.

Gli interventi adottati di concerto con l'Istituto Superiore di Sanità sono stati essenzialmente: favorire al massimo la ventilazione naturale dei locali, sostituire gli oli che presentavano minori garanzie di raffinazione con altri a raffinazione più spinta, e soprattutto, contenere l'uso di tali sostanze, eliminando gli usi impropri anche attraverso una ottimizzazione dell'uso degli stampi.

Sono in corso ulteriori indagini sulla esposizione dei lavoratori e sull'assorbimento biologico.

Per ridurre i rischi di esposizione alle sostanze chimiche utilizzate nella composizione dei lavoratori addetti alla formatura del cristallo fuso, risulta rilevante l'adozione di adeguati impianti di aspirazione sulla bocca dei forni durante le fasi di caricamento e di fusione del cristallo. Una giornaliera opera di pulizia dell'ambiente con sistemi aspiranti inoltre contribuisce ad eliminare eventuali residui di sostanze sublimare e depositate a terra e sugli arredi.

Per ridurre l'esposizione a rumore dei lavoratori sono state realizzate diverse bonifiche, intervenendo sia sulle operazioni particolarmente rumorose che espongono direttamente

l'addetto, come la battitura delle canne e la ribruciatatura, sia su tutte le sorgenti presenti nella fornace responsabili dell'elevato inquinamento acustico.

Per la battitura delle canne sono state adottate pesanti incudini di appoggio fissate elasticamente ad un proprio montante separato dal contenitore del vetro e cabine fonoisolanti munite di uno schermo di protezione posizionato al livello delle testa dell'operatore. Questa soluzione consente di ridurre sensibilmente sia il rumore diretto che quello diffuso nell'ambiente. I livelli di esposizione degli addetti, seppur ancora elevati, sono scesi al disotto dei 90 dB(A).

Per la ribruciatatura devono essere impiegate fiaccole munite di fiamma pilota, per evitare i frequenti scoppi d'accensione generati dal gas.

I forni fusori ed i forni di riscaldamento devono avere i bruciatori accoppiati ermeticamente alla parete del forno e devono essere muniti di schermi refrattari azionabili automaticamente dal levatore al momento di introdurre o estrarre la canna, per limitare efficacemente la diffusione del rumore prodotto dalla turbolenza dei gas di combustione ed il tempo di apertura della bocca di levata.

I forni fusori, inoltre, devono avere un sistema centralizzato di alimentazione dell'aria ai bruciatori, oppure si deve procedere all'insonorizzazione dei singoli ventilatori, mediante coperture integrali o loro spostamento in locali appositi.

La rumorosità delle lavorazioni semiautomatiche può essere ridotta intervenendo sui ventilatori e sui circuiti dell'aria di raffreddamento degli stampi ed in particolare:

- insonorizzando con coperture integrali o spostando in locali appositi tutti i ventilatori di raffreddamento;
- installando silenziatori a sbocco ramificato o a doppio flusso sugli sbocchi dell'aria di raffreddamento delle forme e degli stampi;
- utilizzando alle presse dei maschi cavi raffreddati anche internamente.

Altri interventi di carattere generale sono l'impiego di ventilatori assiali a basso numero di giri e maggiore diametro per il raffreddamento delle postazioni di lavoro ed il silenziamento degli sfiati d'aria compressa tramite sistemi dissipativi multipli o singoli. Negli impianti di formatura automatica sono state realizzate pannellature fonoassorbenti che attuano una sensibile riduzione del rumore e dell'irraggiamento termico (Foto 8).

Lo stress da calore può essere efficacemente prevenuto sia migliorando la ventilazione generale degli ambienti e delle postazioni di levata, sia schermando opportunamente tutte le sorgenti di calore, come i forni e le relative bocche, cui si trovano esposti i lavoratori e sia, infine, organizzando opportunamente la produzione. È noto, infatti, che sulla condizione termica dell'organismo insistono contemporaneamente sia fattori ambientali dovuti alle condizioni microclimatiche, come la temperatura, la velocità e l'umidità dell'aria e la temperatura radiante ecc., sia fattori detti personali, come il livello dell'attività fisica prestata e l'isolamento termico del vestiario indossato.

Per una ottimale ventilazione generale, la struttura dell'ambiente deve essere realizzata in modo da permettere una circolazione dell'aria in grado di favorire il deflusso dell'aria calda verso l'alto. A tale scopo devono essere previste ampie superfici apribili nelle pareti, a circa 1 metro dal pavimento, ed estrattori d'aria sulla copertura. Il flusso d'aria ascendente che si determina consente anche un più rapido allontanamento dei fumi degli oli lubrificanti utilizzati.

A specifica difesa del levatore contro le alte temperature, le postazioni di lavoro devo-

no essere protette dal calore e dall'irraggiamento dei forni con pannelli e schermi e ventilate dal basso tramite aperture grigliate sul pavimento, collegate ad un sistema di immissione naturale o forzato dell'aria.

La pannellatura di coibentazione deve essere perimetrale e gli schermi alle bocche di levata possono essere mobili ed azionabili dal levatore, tramite pedane sensibili o comandi a pedale.

In alternativa e solo quando effettive esigenze tecniche non consentano quest'ultimo intervento, la bocca di levata deve essere ridotta alle minime dimensioni consentite dalla lavorazione svolta e devono essere previsti degli schermi a leggio orientabili, realizzati con vetri opportunamente trattati per assorbire e riflettere la radiazione infrarossa. Un'altra soluzione adottata in aziende del comparto consiste nel raffreddamento con acqua demineralizzata della portina metallica, dopo aver creato un'apposita intercapedine. L'acqua calda in uscita è raffreddata in apposita torre e reimpressa in ciclo, integrandola con acqua addolcita o demineralizzata.

Quando la temperatura esterna è maggiore di 35°C l'aria immessa deve essere raffreddata al di sotto di tale valore.

Gli interventi tecnici devono essere integrati da un'adeguata organizzazione del lavoro, che preveda lo svolgimento delle lavorazioni pesanti nelle ore più fresche della mattinata con pause orarie di alcuni minuti per consentire il recupero dei lavoratori maggiormente esposti. Per tali periodi di recupero deve essere previsto un ambiente confortevole, possibilmente attiguo alla fornace.

Considerata la particolare importanza rivestita dal grado di acclimatazione fisiologica, durante la prima settimana di lavoro o al rientro da assenze prolungate (ferie, malattia, infortunio ecc.) i levatori devono essere sottoposti ad un periodo di graduale esposizione, della durata di almeno una settimana lavorativa.

Per la protezione contro il calore e l'irraggiamento i levatori devono essere muniti di



Foto 9 Estrazione dell'oggetto di cristallo dallo stampo

indumenti protettivi, come guanti, manicrotti e grembiuli, in cotone alluminizzato esternamente o materiale analogo che permetta una ottima traspirazione.

È molto importante, infine, quanto raccomandato dall'ACGIH per i lavoratori sottoposti a stress termico: dotare i lavoratori di acqua potabile in modo che siano stimolati a berne frequentemente piccole

quantità (ad esempio una tazza ogni 15 - 20 minuti). L'acqua dovrà essere mantenuta fresca e vicina al posto di lavoro, in modo che gli addetti non abbiano necessità di abbandonarlo. Per compensare la sudorazione corporea, i lavoratori dovranno essere incoraggiati a salare bene il loro cibo. Inoltre i lavoratori dovranno essere esortati a non assumere bevande alcoliche, poiché queste hanno un effetto vasodilatatore che, in ambiente caldo, può aumentare il riscaldamento dell'organismo.

Contro l'esposizione alle radiazioni infrarosse, vista la natura delle sorgenti di emissione, possono essere adottati sia interventi di riduzione del rischio alla fonte, sia dispositivi di protezione personale per i lavoratori.

Per quanto riguarda gli interventi tecnici, gli stessi sistemi mobili o fissi di protezione adottati contro il calore risultano ugualmente efficaci contro le radiazioni infrarosse.

A tutti i lavoratori della piazza devono comunque essere forniti occhiali o visiere di colore verde con grado di protezione 2 contro le radiazioni infrarosse (norma UNI EN 171/93).

Per i rischi legati all'impiego degli oli lubrificanti devono essere innanzitutto scelti prodotti raffinati con sistemi al solvente o all'idrogeno, che non contengano idrocarburi policiclici aromatici in concentrazione superiore a 0.03 % in peso, evitando assolutamente prodotti la cui etichetta riporti le frasi di rischio R45 e R49.

Nei casi dove lo sviluppo dei fumi è circoscritto, come nel caso delle soffiatrici e delle presse, si ritiene possibile evitarne la diffusione mediante una barriera verticale di aria forzata dal basso, interposta tra l'operatore ed il punto di sviluppo dell'inquinante.

I rischi legati alla movimentazione manuale di carichi pesanti riguardano soprattutto i levatori ed i portantini e possono essere ridotti mediante l'impiego di mezzi ausiliari di sostegno e di trasporto, come macchinette gira-canna e carrelli e la turnazione del lavoro tra più operatori.

Anche l'uso di guanti anticalore consente di ridurre lo sforzo richiesto poiché permette una più favorevole presa della canna o della forza rispetto al peso movimentato, con un migliore sfruttamento dell'effetto leva dell'attrezzo (Foto 9).

Nell'attività di cambio degli stampi nella produzione in automatico è opportuno che l'operazione avvenga con precise procedure in modo che gli stessi addetti si aiutino nella movimentazione.

In alcune aziende è stata attuata la sperimentazione di manipolatori meccanici per il sollevamento ed il posizionamento degli stampi (Foto 10).

Per prevenire i rischi di ustioni i lavoratori devono essere forniti di guanti e scarpe antinfortunistiche leggere a slacciamento rapido.

Considerata, inoltre, la forte componente radiante del calore emesso dai forni e dal materiale in lavorazione, è consigliabile che gli addetti e soprattutto i levatori, indossino degli indumenti interi per ridurre la superficie corporea esposta al rischio di ustioni e tagli ed all'irraggiamento termico.

Tali indumenti non devono logicamente ostacolare la normale traspirazione cutanea.

Per quanto riguarda i rischi infortunistici presenti negli ambienti di lavoro o determinati dalle macchine utilizzate si deve far riferimento ai precetti stabiliti dalla normativa vigente in materia (DPR 547/56 e D.Lgs. 626/94) per le specifiche situazioni di rischio rilevate, che sono dovute a:

- aperture nel pavimento costituite dalle buche di alloggiamento degli stampi per la sof-

fiatura a bocca,

- carenza di vie di fuga e di transito sicuro nei locali di lavoro,
- pericolo di proiezione di vetro fuso nella formatura con stampo centrifugo,
- pericolo di schiacciamento determinato da parti in movimento delle macchine formatrici multiple, a pressa o a stampo centrifugo, dette giostre e dai robot leva-vetro.

Riferendosi alle disposizioni di legge in merito, per tali situazioni sono stati prescritti i seguenti interventi.

Buche di formatura:

- 1) protezione dei lati non interessati dalla lavorazione con parapetto normale;
- 2) segnalazione perimetrale delle buche di formatura mediante striscia giallo-nera distante almeno 1 m dal bordo;
- 3) chiusura delle buche nei momenti di non utilizzo mediante solide coperture calpestabili.

Vie di transito:

- 1) individuazione di vie di transito sicure per la circolazione interna delle persone e dei mezzi di movimentazione dei materiali;
- 2) segnalazione delle vie individuate;
- 3) mantenimento del libero transito delle vie e segnalazione degli eventuali ostacoli fissi inamovibili;
- 4) garantire una illuminazione adeguata.

Proiezione di materiali alle formatrici a stampo centrifugo:

- 1) utilizzo dei coperchi copri-stampo per tutti i tipi di manufatti per integrare lo schermo regolabile presente (insufficiente dato che l'addetto durante la formatura si sporge oltre la linea di protezione dello schermo per seguire visivamente l'operazione);
- 2) adozione di un dispositivo di blocco degli organi motori per impedire l'avviamento della rotazione dello stampo quando il coperchio copri-stampo non è abbassato.

Pericoli di schiacciamento:

- 1) segregazione delle zone sottostanti il piano di lavoro delle giostre con rete di protezione;
- 2) segregazione dell'area operativa dei robot leva-vetro mediante barriere di protezione provviste di dispositivi di interblocco sulle aperture d'accesso interno (norma UNI EN 775/94).

Per le presse formatrici non sono stati rilevati rischi di schiacciamento delle mani dei lavoratori, poiché, date le condizioni di temperatura del materiale l'alimentazione della macchina e l'estrazione ed il trasferimento dei pezzi viene eseguita esclusivamente con attrezzi, come puntelli di levata, pinze porta-collare e palette, che consentono al lavoratore di mantenere le mani sempre molto lontane dalla zona di discesa del maschio.

Tabella 6 *Rischi e soluzioni per la fase formatura e lavorazione a caldo*

FATTORE DI RISCHIO	DANNO ATTESO	DESCRIZIONE	STIMA	PREVENZIONE
Esposizione a rumore	Ipoacusia	Battitura delle canne di soffiatura	90 - 100 dBA	Incudine pesante su montante separato dal bidone di raccolta vetro Cabina fonoisolante Utilizzo di D.P.I. (tappi, archetti...)
		Sistemi di raffreddamento delle macchine formatrici	85 - 90 dBA	Coperture integrali o allontanamento dei ventilatori in locali non presidiati Silenziatori sugli sbocchi dell'aria Stampi con raffreddamento interno (presse) Utilizzo di D.P.I.(tappi, archetti...)
		Ventilatori aria di combustione dei forni	85 - 95 dBA	Coperture integrali o allontanamento dei ventilatori in locali non presidiati
		Bruciatori dei forni	82 - 85 dBA	Accoppiamento ermetico alla parete del forno Chiusura bocche con schermi mobili azionabili dal levatore
		Fiaccole e ribruciatrici	90 - 95 dBA	Fiaccole con fiamma pilota Copertura fonoisolante delle ribruciatrici Utilizzo di D.P.I (tappi, archetti...)
Esposizione a calore	Disidratazione, crampi, vertigini, nausea, collasso	Levata del vetro/cristallo dal forno fusorio Riscaldamento del pezzo durante la lavorazione (forno di riscaldamento) Regolazioni e cambio stampi nella produzione automatica	Alta pericolosità	Coibentazione del forno e schermatura delle bocche Utilizzo di D.P.I. (guanti, manicotti, grembiuli in materiali anticalore, occhiali o visiere) Idoneità fisica, acclimatazione, carico di lavoro adeguato, reintegrazione liquidi e sali

...segue tabella precedente

FATTORE DI RISCHIO	DANNO ATTESO	DESCRIZIONE	STIMA	PREVENZIONE
Esposizione a radiazione infrarosse	Cataratta da calore radiante	Formatura del pezzo	Media pericolosità	Utilizzo di D.P.I. (occhiali e visiere con grado di filtrazione 2) Schermatura delle bocche
Lavoro in prossimità di organi meccanici in movimento	Lesioni per presa, schiacciamento	Robot leva-vetro Presse e formatrici a stampo centrifugo multiple (giostre)	Alta pericolosità Alta pericolosità	Segregare l'area operativa mediante barriera con interblocco sulle porte Segregare zona sottostante il piano della giostra
Contatto con materiali ad elevata temperatura o taglienti	Ustioni, danni alla vista Ferite da taglio	Proiezione di vetro fuso dagli stampi centrifughi, contatti con parti calde (stampi) Formatura e movimentazione dei manufatti	Alta pericolosità Alta pericolosità	Installazione di coperchi sugli stampi centrifughi Utilizzo di D.P.I. (guanti, scarpe, occhiali ecc.)
Transito in ambiente pericoloso	Cadute, urti scivolamenti, ustioni, tagli	Buche di formatura a pavimento Spostamento di persone che portano parti calde / taglienti	Media pericolosità Media pericolosità	Protezione, segnalazione delle buche e loro chiusura a fine lavoro. Predisporre vie di transito sicure, segnalarle, mantenerle sgombre e adeguatamente illuminate Corretto layout di macchine e attrezzature nell'ambiente di lavoro
Movimentazione manuale dei carichi	Danni al rachide, disturbi muscolo - scheletrici, dolori agli arti	Levata manuale del vetro / cristallo e movimentazione pezzi per caricamento forno di ricottura	Bassa pericolosità	Utilizzo di ausili: sostegni per levata, carrellini per la movimentazione, ecc.... Informazione e formazione alle posture corrette Adeguata organizzazione del lavoro
Esposizione ad agenti infettivi	Infezioni (lue, epatiti ecc.)	Uso promiscuo delle canne di soffiatura a bocca	Bassa pericolosità	Utilizzo di boccagli personali Informazione e formazione Controlli sanitari, vaccinazioni

2.4 Manutenzione stampi

2.4.1 Descrizione della lavorazione

La manutenzione degli stampi viene eseguita dai meccanici addetti alla predisposizione delle macchine e consiste, principalmente, nell'esecuzione di piccole riparazioni e nell'incarbonatura delle forme. Questo particolare trattamento preliminare viene eseguito per creare un deposito superficiale antiaderente sulla parte interna dello stampo, attraverso la carbonizzazione di una miscela di olio di lino cotto e grafite in un forno a muffola.

L'incarbonatura viene eseguita manualmente su un banco di lavoro, stendendo sullo stampo la miscela di olio e grafite con un pennello e cospargendovi sopra, successivamente, del carbone vegetale fine mediante un setaccio.



Foto 10 Sollevatori pneumatici per stampi

La rimozione ed il posizionamento degli stampi, ad eccezione di quelli più grandi, viene quasi sempre eseguita manualmente e per la movimentazione si impiegano dei carrelli a mano.

2.4.2 Rischi e soluzioni

I rischi evidenziati per questa lavorazione sono l'esposizione alle polveri di carbone vegetale ed agli oli lubrificanti impiegati in officina e la movimentazione di carichi pesanti. Alle fasi lavorative in cui si configura quest'ultimo rischio, si associano anche rischi di natura infortunistica ed in particolare rischi di schiacciamento delle estremità e possibilità di procurarsi sforzi e strappi muscolari.

L'operazione di incarbonatura degli stampi deve essere eseguita su banchi muniti di aspirazione frontale e laterale rispetto all'operatore. L'aspirazione deve garantire una velocità di cattura dell'inquinante, misurata nel punto limite di sviluppo, di almeno 0,5 m/s.

Per gli idrocarburi policiclici aromatici (I.P.A.) eventualmente contenuti negli oli lubrificanti minerali utilizzati in officina la cute rappresenta la principale via di penetrazione per cui gli addetti devono indossare guanti protettivi.

Contro i rischi infortunistici e non, legati alla movimentazione manuale dei carichi, le operazioni più gravose devono essere eseguite in più persone per ripartire lo sforzo necessario o con dei mezzi ausiliari di trasporto e sostegno, come paranchi, carrelli e sollevatori

pneumatici (Foto 10).

I lavoratori devono essere inoltre forniti di scarpe antinfortunistiche con puntale di protezione, guanti pesanti ed occhiali o visiere contro i raggi UV, da indossare durante le operazioni di saldatura, aventi un numero di graduazione protettiva almeno 4a (norma UNI EN 169/87).

Tabella 7 *Rischi e soluzioni per la fase manutenzione stampi*

FATTORE DI RISCHIO	DANNO ATTESO	DESCRIZIONE	STIMA	PREVENZIONE
Movimentazione manuale dei carichi	Danni al rachide, disturbi muscolo - scheletrici, dolori agli arti, ferite e contusioni per schiacciamento	Rimozione e posizionamento degli stampi	Alta pericolosità (stampi fino a 50 Kg)	Utilizzo di ausili (paranchi, carrelli, sollevatori pneumatici ecc.) Utilizzo di D.P.I. (scarpe con puntale di protezione) Movimentazione con due addetti
Esposizione a radiazioni ultraviolette (UV)	Effetti acuti e cronici carico dell'occhio e della cute (fotocheratocongiuntiviti, dermatiti ecc.)	Saldatura per piccole riparazioni degli stampi	Alta pericolosità	Utilizzo di D.P.I. (occhiali e visiere contro gli UV con grado di filtrazione 4a)
Esposizione a polveri di carbone vegetale	Pneumoconiosi	Incarbonatura stampi	Media pericolosità	Utilizzo di banchi di lavoro con aspirazione frontale e laterale
Esposizione a rumore	Ipoacusia	Lavori di riparazione con utensili di officina	80 - 85 dBA	Utilizzo di D.P.I. (tappi, archetti,)
Lavoro in prossimità di organi meccanici in movimento	Lesioni per presa, trascinamento, schiacciamento	Lavori con macchine utensili (torni, frese, trapani, seghe alternative, mole, troncatrici, ...)	Media pericolosità	Utilizzo di macchinari conformi alle norme antinfortunistiche
Esposizione a oli minerali	Dermatiti da contatto	Contatto con oli lubrificanti contenenti I.P.A. nella fase di lubrificazione stampi	Bassa pericolosità	Utilizzo di D.P.I. (guanti) Non tenere in tasca stracci sporchi d'olio Norme igieniche

2.5 Rifinitura a freddo

2.5.1 Descrizione della lavorazione

La rifinitura a freddo dei manufatti in vetro comprende delle operazioni accessorie quali il taglio, la foratura, l'incisione, la lucidatura, la spianatura, la levigatura e la scalottatura a freddo, che vengono eseguite sui manufatti dopo il processo di ricottura.

Le lavorazioni avvengono in un reparto distinto chiamato moleria.

Il taglio viene eseguito ad umido con delle troncatrici a disco diamantato, dette mole, per separare in più parti il manufatto, come nel caso, ad esempio, della realizzazione di applique e ventagli da un pezzo circolare o sferico. Le macchine sono provviste di aspirazione localizzata e possono avere il disco da taglio verticale od orizzontale.

Con le stesse troncatrici vengono realizzate anche delle incisioni artistiche sui manufatti, mentre per la foratura, eseguita sempre ad umido, si utilizzano dei tradizionali trapani a colonna.

Anche la spianatura dei pezzi viene eseguita ad umido con delle molatrici verticali od orizzontali diamantate.

La levigatura, invece, viene eseguita per eliminare

eventuali difetti di formatura o smussare gli angoli di taglio mediante delle levigatrici a nastro abrasivo funzionanti a secco e provviste di aspirazione localizzata.

L'incisione artistica viene eseguita con mole a disco diamantato, ad umido, con diverso profilo del tagliente secondo il disegno e la profondità dell'incisione.

In impianti di grandi dimensioni alla molatura "manuale" si affianca una molatura automatizzata in grado di effettuare l'operazione su più manufatti mediante l'utilizzo di macchine a controllo numerico (Foto 11). Una volta impostato, sul computer ad essa collegato, il modello della decorazione da realizzare l'addetto "carica" la macchina con i pezzi da molare fissandoli ad appositi sostegni operanti sottovuoto, viene quindi avviata l'operazione vera e propria di molatura con spruzzatura di acqua. L'avvio della lavorazione determina l'abbassamento di uno schermo protettivo che automaticamente si alza alla fine del procedimento stesso, quindi l'addetto rimuove dai sostegni i manufatti decorati appoggiandoli su un supporto di appoggio esterno fissato alla macchina ed effettuando un primo controllo visivo della bontà della lavorazione.



Foto 11 Molatrice automatica

La lucidatura serve per realizzare una superficie più brillante dell'oggetto. Viene utilizzata una soluzione di acido solforico e acido fluoridrico all'81 - 85%. I manufatti da sottoporre a lucidatura vengono posizionati in cestelli in PVC e sottoposti quindi al trattamento tramite immersione nella macchina lucidatrice. Tale macchina è costituita da un contenitore girevole in PVC con un coperchio di caricamento dall'alto. L'operatore imbracca il cestello che con un paranco elettrico viene portato sulla macchina per caricarla. Inserito il cestello nella macchina inizia il ciclo di lucidatura, durante il quale il cestello ruota su un asse orizzontale mentre una pompa provvede al ricircolo della soluzione di lucidatura e successivamente a quella di lavaggio con acqua.

Il processo di lucidatura, lavaggio e risciacquo avviene all'interno delle macchine, a circuito chiuso.

I pezzi vengono prelevati a fine ciclo.

Le acque di risulta dell'operazione di molatura e di lucidatura sono canalizzate ed inviate all'impianto di depurazione.

2.5.2 Rischi e soluzioni

Queste lavorazioni presentano rischi di natura igienistica, quali le polveri di cristallo (contenenti piombo), l'umidità ed il rumore e rischi di natura infortunistica, legati alla manipolazione di pezzi di vetro di varia forma e dimensione ed all'utilizzo di macchine elettriche in ambiente molto umido.

Per quanto riguarda i rischi igienistici, le polveri di cristallo si sviluppano nel corso delle operazioni di levigatura a secco mentre le nebbie d'acqua ed il rumore sono presenti essenzialmente nelle lavorazioni di taglio e incisione con le mole.

L'aspirazione localizzata delle levigatrici deve essere adattabile alla conformazione del pezzo mediante bocchette mobili e dimensionata in modo da garantire una velocità di cattura dell'inquinante, misurata nel punto limite di sviluppo, non inferiore a 1 m/s (Foto 12).

Per la nebbia prodotta alle mole dall'acqua di raffreddamento del disco, l'aspirazione localizzata deve garantire una velocità di cattura, misurata nel punto limite di sviluppo, non inferiore a 1 m/s. La produzione e la diffusione dell'aerosol può essere ridotta, compatibilmente con le esigenze di visibilità e di manovrabilità del pezzo, con dei carter paraspruzzi muniti di labbra in gomma e circoscrivendo la zona operativa con pannelli in plexiglas e cortine di gomma.

Le macchine di molatura automatizzata presentano sistemi di aspirazione delle polveri e convogliamento delle nebbie ed aerosol che entrano automaticamente in funzione all'abbassamento dello schermo protettivo all'avviamento della lavorazione di molatura.

I rischi prevalenti dalla lavorazione di lucidatura sono correlati alla presenza di acido fluoridrico, e sono relativi alla possibilità di ustioni per contatto o schizzi e inalazione di vapori durante la preparazione della soluzione di satinatura o dei travasi di acidi.

L'acido fluoridrico è un gas tossico e pertanto gli addetti devono essere in possesso dell'apposito patentino.

La preparazione della miscela per la lucidatura avviene in ciclo chiuso.

Il magazzino delle materie prime dovrà consentire di mantenere separati i prodotti tra loro incompatibili e dovrà essere dotato di vasche per il contenimento degli sversamenti.

Nel deposito è necessaria la presenza di rilevatori in continuo del gas tossico (acido fluoridrico) per segnalare superamenti di concentrazioni in aria pericolosi.

Gli addetti alla lucidatura dovranno essere dotati di D.P.I. (guanti, grembiuli, stivali) in materiale idoneo (PVC) per evitare il contatto con acido da riporre in armadi dotati di doppio scomparto. E' obbligatoria, nel caso di interventi di manutenzione degli impianti o comunque nella zona dei depositi e delle tubazioni, anche la protezione degli occhi con visiere o occhiali certificati contro la penetrazione di schizzi. E' obbligatoria la presenza di un lavaocchi e doccia d'emergenza nonché di prodotti neutralizzanti per difendersi da eventuali schizzi e/o sversamenti.

Tra i prodotti da tenere nella cassetta di pronto soccorso è necessaria la presenza di soluzione di gluconato di calcio (preparato galenico) per le ustioni con acido fluoridrico.

Gli interventi di prevenzione rispetto al rischio chimico rivestono particolare importanza nella lavorazione del cristallo a causa dell'esposizione a piombo. In tal caso si applicano i precetti previsti dal capo II del D.Lgs. 277/91 anche in riferimento alla dotazione di idonei servizi igienico-assistenziali ed al rispetto delle norme di igiene personale.

Tali dotazioni e norme, vista la natura insudiciante delle lavorazioni e la diffusa presenza di inquinanti di varia natura, sono richiesti necessariamente e comunque anche per tutti gli addetti alla produzione che operano nei reparti composizione, fornace, officina e moleria.

Da una indagine del Servizio P.I.S.L.L. e dell'Istituto di Medicina del Lavoro dell'Università di Siena eseguita nelle molerie della Val d'Elsa è emerso che i lavoratori esposti a polveri provenienti dalla molatura del cristallo presentavano segni di assorbimento di piombo; sono stati quindi condotti studi di laboratorio, nell'ambito di una ricerca finanziata dall'ISPESL, i quali hanno dimostrato che le polveri di cristallo, una volta penetrate nell'organismo e quindi entrate in contatto con i liquidi biologici, cedono piombo. Tale



Foto 12 Levigatrice con impianto di aspirazione localizzata

osservazione è stata confermata da un analogo studio condotto in molerie di cristallo francesi.

I valori di piombemia rilevati all'inizio dell'indagine 1991 raggiungevano in alcuni casi valori significativi (fino a 60 mcg/100 ml di sangue).

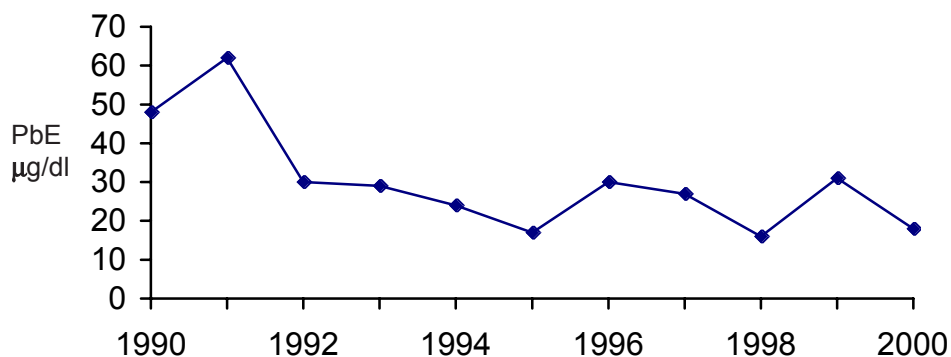


Grafico 8 *Media della PbE massima in moleria di cristallo*

L'andamento dei livelli di piombemia nei lavoratori delle molerie del cristallo denota anch'esso una riduzione nel tempo che però stenta a mantenersi stabile (Grafico 8). Tale situazione è determinata in particolare dalla poca attenzione all'igiene personale dei lavoratori durante il lavoro ed alla scarsa pulizia degli ambienti di lavoro. Solo successivamente a campagne di sensibilizzazione si segnalano riduzioni nei livelli della piombemia. Tuttavia la media dei valori massimi di piombemia di ogni soggetto nel corso degli anni, escluso il 1990 ed il 1991, si mantiene costantemente al di sotto dei 40 mcg/dl.

Gli interventi principali di prevenzione attuati per gli addetti alla molatura del cristallo hanno riguardato le bonifiche ambientali con ottimizzazione degli impianti di aspirazione, l'adozione di norme igieniche sia ambientali che personali, l'adozione di dispositivi individuali di protezione (D.P.I.) ed una capillare e attenta opera di informazione e formazione.

Tabella 8 *Promemoria per i molatori di cristallo*

<p>Il piombo è un veleno, non devi sottovalutare il rischio che deriva dall'esposizione ! Evita accuratamente ogni contatto o comportamento che possa farti respirare o ingerire polvere o acqua di molatura</p>	
COSE DA NON FARE	COSE DA FARE
<p>Mangiare, bere, fumare sul luogo di lavoro ma solo in locali puliti, dopo essersi lavati la faccia e le mani e tolti gli indumenti di lavoro</p> <p>Imbrattarti con la polvere di cristallo o con l'acqua di molatura. Mantieni puliti gli indumenti di lavoro (non pulire i pezzi alla spolverina) e cambiali abito prima di tornare a casa</p> <p>Tenere a contatto gli indumenti da lavoro con gli altri abiti. Utilizza invece armadietti a doppio scomparto</p> <p>Lavare indumenti di lavoro insieme ad altri indumenti</p> <p>Avvicinare eccessivamente il viso alla fonte di sviluppo delle polveri o dell'aerosol</p>	<p>Installa adeguati impianti di captazione localizzata delle polveri e degli aerosol in ogni punto di emissione</p> <p>Pulisci frequentemente l'ambiente di lavoro con sistemi che non sollevano la polvere. Utilizza adeguati aspiratori</p> <p>Utilizza idonei mezzi di protezione personale contro polveri o imbrattamenti (mascherine antipolvere, guanti, grembiuli, ecc.)</p> <p>Esegui frequentemente la manutenzione degli impianti di aspirazione delle polveri ed il ricambio dell'acqua di molatura</p> <p>allontanando i fanghi. Per lo smaltimento dei rifiuti di lavorazione utilizza sistemi adeguati senza inquinare l'ambiente circostante</p> <p>Non trascurare l'igiene personale, ricordati di fare sempre la doccia alla fine della giornata di lavoro</p> <p>Esegui accertamenti sanitari, secondo le indicazioni del medico competente ed effettua almeno ogni tre anni la valutazione dell'esposizione a piombo</p> <p>Poni particolare attenzione</p> <ul style="list-style-type: none"> - al senso di rotazione delle mole (deve essere verso il basso). - al contenimento della diffusione di polvere ed aerosol riducendo al minimo la zona operativa della mola (mediante carters, teli lavabili ecc.) - alla presenza di carters nella zona posteriore delle mole, anche di quelle ad umido - all'utilizzo di nastri abrasivi a grana grossa

Il rumore prodotto dalla risonanza del disco delle mole durante le fasi operative raggiunge dei livelli di pressione sonora anche superiori ai 90 dB(A).

Per ridurre la rumorosità devono essere utilizzati dei dischi da taglio insonorizzati oppure, considerata la ridotta profondità di taglio necessaria, sui dischi tradizionali devono essere montate, sulle due facce, delle flange metalliche di smorzamento con interposto un disco di gomma.

I dischi insonorizzati, impiegati ormai da molti anni, possono essere del tipo con doppia anima e lamina interna in rame, detti a sandwich, oppure con anima interrotta da intagli eseguiti al laser e da pastiglie di rame. Sempre ai fini della riduzione del rumore, il carter paraspruzzi del disco deve essere rivestito internamente con materiale fonoassorbente, ad esempio con poliuretano espanso, e le postazioni di lavoro devono essere separate tra loro con pannelli di contenimento.

Nella scelta dei materiali costitutivi e nel dimensionamento e posizionamento dei pannelli devono essere tenute in considerazione le frequenze tipiche del rumore da abbattere, in genere medio - alte e le caratteristiche di diffusione e diffrazione delle onde sonore determinate dall'ambiente e dalla geometria sorgente - schermo - ricevitore.

Per quanto riguarda, infine, i rischi di natura infortunistica, contro i pericoli di taglio alle mani dovuti alle frequenti rotture di pezzi è consigliabile che gli addetti utilizzino il più possibile dei guanti antitaglio ed antiscivolo in grado di offrire una sufficiente mobilità e sensibilità delle mani. Attualmente però molti lavoratori preferiscono lavorare a mani nude, per avere la massima sensibilità e riuscire, così, ad avvertire in leggero anticipo il momento di rottura del vetro. Tale sistema permette di ridurre il numero di rotture.

Ai trapani sono in via di sperimentazione dei ferma-pezzo azionati con una leva che consente all'operatore di serrare gradualmente il pezzo.

Tale soluzione è risultata più difficilmente applicabile alle mole da taglio, dato che durante l'operazione l'addetto deve tenere o guidare il pezzo con entrambe le mani e pertanto occorrerebbe un comando a pedale del ferma-pezzo, che renderebbe meno sensibile e preciso il dosaggio della pressione di serraggio del pezzo.

Contro i pericoli da contatto con parti sotto tensione gli impianti elettrici devono essere realizzati conformemente alle norme di sicurezza e di buona tecnica.

È consigliabile l'installazione di apparecchiature funzionanti a 24 Volt con i relativi trasformatori a doppio isolamento.

Tabella 9 *Rischi e soluzioni per la fase rifinitura a freddo*

FATTORE DI RISCHIO	DANNO ATTESO	DESCRIZIONE	STIMA	PREVENZIONE
Esposizione a polveri di cristallo (a secco o in aerosol)	Saturnismo	Levigatura a secco di manufatti Taglio e incisione a umido di manufatti	Alta pericolosità Alta pericolosità	Aspirazione localizzata con bocchette mobili Aspirazione localizzata Carter paraspruzzi con labbra di gomma Circoscrizione della zona operativa con pannelli di plexiglas e cortine di gomma Utilizzo di D.P.I. Norme igieniche
Esposizione a sostanze chimiche pericolose (acido fluoridrico acido solforico)	Pericoloso per inalazione e contatto con la pelle, corrosivo, irritante	Lucidatura del cristallo	Alta pericolosità	Preparazione della miscela in ciclo chiuso, rilevatore in continuo di eventuali concentrazioni pericolose, uso di idonei D.P.I., predisposizione di docce di emergenza e vaschette lavaggio occhi, patentino per l'uso di acido fluoridrico, formazione - informazione
Esposizione a rumore	Ipoacusia	Lavorazioni di taglio e incisione con le mole	80 - 95 dBA	Dischi da taglio insonorizzati Carter fonoassorbenti Separare le postazioni di lavoro con pannelli fonoassorbenti Utilizzo di D.P.I.
Esposizione a vibrazioni	Danni e disturbi agli arti superiori, fenomeno di Raynaud	Lavorazioni di taglio, incisione, levigatura	Bassa pericolosità	Utilizzo di ferma-pezzo Uso di D.P.I. (guanti) Progettazione posto di lavoro Formazione alle posture corrette
Manipolazione di oggetti fragili e taglienti	Ferite da taglio	Rotture di manufatti in vetro durante le lavorazioni di taglio, foratura e incisione e durante la movimentazione	Alta pericolosità	Utilizzo di guanti antitaglio e antiscivolo Utilizzo sui trapani di ferma-pezzo a pressione regolabile

...segue tabella precedente

FATTORE DI RISCHIO	DANNO ATTESO	DESCRIZIONE	STIMA	PREVENZIONE
Lavoro in ambiente bagnato	Elettrocuzione	Utilizzo di macchine elettriche in ambiente umido e bagnato	Alta pericolosità	Impianto elettrico realizzato a norma di legge Impiego di apparecchiature a 24 Volt con trasformatori a doppio isolamento
	Cadute per scivolamento	Pavimento bagnato	Alta pericolosità	Installazione di pedane a graticcio Utilizzo di D.P.I. (scarpe antiscivolo)

2.6 Controllo di qualità imballaggio e magazzino

2.6.1 Descrizione della lavorazione

Dal forno di ricottura gli oggetti vengono indirizzati alla fase finale del controllo di qualità, imballaggio e immagazzinamento. Gli oggetti arrivano al controllo di qualità su mattonelle di materiale refrattario che hanno lo scopo di attenuare lo shock termico subito dai pezzi nel forno di ricottura.

Gli addetti visionano i prodotti finiti in una zona illuminata da particolari lampade al neon, opportunamente posizionate sopra il piano di lavoro e smistano rispettivamente verso il confezionamento o lo scarto gli oggetti visionati, recuperando le mattonelle che vengono stipate su pancali e rinviate alla fase finale dello stampaggio. Gli oggetti selezionati vengono direttamente immessi in scatole di cartone sopra un pianale e cellofanate, nel caso di produzioni limitate, oppure inviate al magazzino per la pallettizzazione automatica o il preventivo stivaggio su apposite scaffalature.

Infine dal magazzino vengono caricati i mezzi di trasporto, tipicamente autotreni, attraverso apposito piano di carico mediante carrelli.

2.6.2 Rischi e soluzioni

Controllo di qualità

Il controllo visivo viene effettuato da personale addetto che mantiene una posizione fissa (in piedi o seduta) con un impegno visivo protratto e statico. Ciò, oltre ai rischi dovuti alla fissità della postura e all'impegno visivo, comporta anche i rischi dovuti alla monotonia del lavoro, ai movimenti ripetitivi, alcune volte alla fatica fisica e al senso di responsabilità che non permette distrazioni (Foto 13).

La velocità della linea produttiva ed i ritmi di lavoro possono variare a seconda delle esigenze produttive e del tipo di prodotto; più i ritmi diventano elevati, maggiori sono i rischi per la salute.

Inoltre si deve aggiungere, per i periodi estivi la presenza eventuale di microclima caldo che contribuisce ad aggravare la situazione.

Da questo possono derivare disturbi da affaticamento visivo, fatica mentale, stress psicofisico dovuto alla monotonia del lavoro, eventualmente aggravato dai ritmi elevati e disturbi muscoloscheletrici.

In particolare, per situazioni di sovraccarico dell'apparato visivo, possono insorgere disturbi reversibili quali bruciori, lacrimazione, secchezza, fastidio alla luce, stanchezza durante la visione protratta da vicino. Questi disturbi nel loro complesso costituiscono la sindrome da fatica visiva.



Foto 13 *Controllo qualità scelta e confezionamento*

Interventi di prevenzione possono consistere in un sistema di illuminazione posizionato correttamente rispetto al punto di applicazione, sul quale i valori di illuminamento devono essere idonei alla finezza che il lavoro richiede, eliminando abbagliamenti o riflessi; è opportuno utilizzare lampade a gradevole colore e adeguata temperatura.

Per un illuminamento migliore possibile è opportuno dis-

porre le lampade secondo la regola dei 30 gradi, in modo tale da non entrare nel campo visivo dell'operatore mentre lavora; l'installazione elettrica deve essere realizzata in modo tale da evitare lo sfarfallamento dell'illuminazione.

E' opportuno attuare una postura corretta della schiena, degli arti superiori e delle gambe, con la possibilità di alternare la postazione di lavoro seduta / in piedi, organizzare opportunamente il lavoro prevedendo turnazione con altre mansioni, pause di riposo in ambiente tranquillo o all'esterno, limitare la velocità di scorrimento delle confezioni sotto gli occhi dell'operatore e sottoporre gli addetti ad un controllo dell'apparato oculo-visivo. E' inoltre necessaria un'adeguata informazione, formazione e sorveglianza sanitaria dei lavoratori.

Movimentazione meccanica dei carichi e stoccaggio su scaffalature

Si ricorda, in questa fase del ciclo, l'importanza di progettare adeguatamente i percorsi di mezzi e pedoni garantendo spazi adeguati e segnalazioni. Le scaffalature devono essere di portata idonea, dotate di cartelli che la indichino (in caso di ripiani con portata diversa, ogni ripiano deve riportarne l'indicazione); le scaffalature devono essere stabilmente fissate al soffitto o alle pareti o comunque realizzate con una struttura tale che sia impossibile la

caduta per ribaltamento della scaffalatura; periodicamente è opportuno controllare il buono stato della scaffalatura.

Durante le operazioni di movimentazione può avvenire il ribaltamento del carrello elevatore nel caso in cui il carico non sia bene bilanciato e/o per asperità e dislivelli eccessivi del terreno, o raggio di curvatura troppo stretto. In caso di ribaltamento l'addetto può venire sbalzato fuori dal posto di guida e rimanere schiacciato sotto il carrello, può anche avvenire l'investimento di altri lavoratori da parte dei carrelli elevatori o dal materiale trasportato, inoltre quando viene accatastato in modo non corretto si può verificare la caduta di materiale con conseguente investimento degli addetti.

Le misure atte a limitare il rischio in caso di ribaltamento possono consistere in:

- concepire la cabina per il conducente adottando dispositivi di trattenuta del conducente al posto di guida dei muletti, per eliminare il rischio di essere sbalzati fuori;
- eliminare buche, sporgenze o sconnessioni nei pavimenti.

I rischi d'investimento vengono limitati:

- realizzando percorsi dei mezzi senza curve troppo strette, senza pendenze eccessive, preferibilmente a senso unico, oppure ampi a sufficienza per il passaggio di due carrelli caricati;
- limitando al minimo le interferenze fra i percorsi dei mezzi e quelli pedonali;
- proteggendo tali percorsi e luoghi di stazionamento dal pericolo di investimento da parte di materiali stivati;
- proteggendo le uscite da locali o altri punti frequentati dai lavoratori, quando incrociano i percorsi dei mezzi;
- illuminando bene i percorsi;
- tinteggiando con colori chiari le pareti dei locali di lavoro;
- installando specchi parabolici ove occorrenti; in casi particolari semafori;
- segnalare e, se necessario, proteggere eventuali ostacoli sul percorso dei carrelli elevatori;
- individuare zone di attraversamento delle linee di trasporto che consentano il passaggio delle persone senza pericoli di investimento;
- organizzare sia come distribuzione spaziale che temporale le attività del magazzino in modo da limitare al minimo le interferenze fra il carico e lo scarico del magazzino stesso.
- installare dispositivi acustici e luminosi di segnalazione di manovra dei mezzi;
- mantenere la visibilità dal posto di guida dei mezzi anche mediante opportuno posizionamento del carico trasportato, che comunque deve essere posizionato più in basso possibile in modo da garantire la stabilità del carrello; in casi occasionali in cui l'ingombro del carico sia tale da pregiudicare la visuale, il carrello può essere preceduto da un altro lavoratore che aiuti il carrellista nella manovra e lo segnali agli altri lavoratori eventualmente presenti nei dintorni;
- preferenza dell'acquisto di mezzi con pedaliera analoga a quella degli automezzi;
- limitazione della velocità dei mezzi in relazione alle caratteristiche del percorso, anche con eventuali dispositivi regolabili che limitano la velocità;
- protezione degli organi di comando contro l'avviamento accidentale;
- protezione del posto di guida contro il pericolo di investimento di corpi che possono cadere dall'alto;
- regolare manutenzione e periodica revisione del mezzo meccanico e delle sue varie componenti;

- il conducente deve guidare con prudenza senza fare sporgere gambe o braccia dall'abitacolo di guida;
- prestare particolare attenzione in retromarcia;
- condurre il carrello all'interno dei percorsi segnalati a terra;
- interrompere il lavoro se qualcuno si trova nel raggio di azione del mezzo;
- inserire il freno prima di lasciare il carrello in sosta;
- disporre il divieto di trasportare persone facendole salire sulle forche di sollevamento;
- puntuale informazione, formazione, ed addestramento dei lavoratori all'uso corretto e sicuro dei mezzi nelle diverse condizioni di impiego. Ad esempio l'addetto deve sapere come comportarsi se il mezzo dovesse accidentalmente ribaltarsi, ovvero: non buttarsi giù dal mezzo, ma tenersi saldamente al volante, puntare i piedi e inclinarsi dalla parte opposta a quella di ribaltamento.

Nel caricamento di autotreni mediante piani di carico, rialzato da terra di alcuni metri, possono essere presi accorgimenti che determinino la chiusura automatica del portellone del magazzino in assenza dell'autotreno; limitando così il rischio di cadute accidentali.

Tabella 10 *Rischi e soluzioni per la fase controllo di qualità imballaggio e magazzino*

Denominazione	Descrizione	Danno Atteso	Prevenzione
Movimentazione meccanica dei carichi con carrelli elevatori	Può avvenire il ribaltamento del carrello elevatore, l'investimento di altri lavoratori da parte dei carrelli elevatori o del materiale trasportato	Gravi lesioni traumatiche per urto e schiacciamento	Sistemi di protezione dell'addetto in caso di ribaltamento (cabina, trattenuta ecc.) eliminare dislivelli e avvallamenti nei pavimenti, percorsi dei mezzi e pedonali distinti, buona illuminazione, specchi parabolici, segnaletica, organizzazione spaziale e/o temporale del magazzino, dispositivi acustici e luminosi di segnalazione, limitazione della velocità, mantenimento della visibilità dal posto di guida, protezione degli organi di comando contro l'avviamento accidentale, protezione del posto di guida da corpi che possono cadere dall'alto, manutenzione periodica del mezzo, informazione e formazione dei lavoratori
Movimentazione manuale dei carichi	Movimentazione di singoli pezzi e confezioni	Danni al rachide, disturbi muscolo - scheletrici, dolori agli arti	Utilizzo di ausili per la movimentazione, informazione e formazione, soluzioni organizzative

...Segue tabella precedente

Denominazione	Descrizione	Danno Atteso	Prevenzione
Lavoro faticoso per gli occhi, posture scorrette, movimenti ripetitivi, ritmi elevati, monotonia del lavoro ripetitivo	Lavoro in piedi, movimenti delle braccia, osservazione in controluce dei manufatti	Disturbi da affaticamento visivo, fatica mentale, disaffezione al lavoro, stress psicofisico, disturbi muscolo-scheletrici	Progettare adeguatamente il posto di lavoro garantendo in particolare: - un sistema di illuminazione in posizione corretta rispetto al punto di applicazione sul quale i valori di illuminamento devono essere idonei alla finezza che il lavoro richiede, eliminando abbagliamenti o riflessi; è opportuno utilizzare lampade a bassa luminanza ad esempio le lampade a scarica di vapori fluorescenti in genere possono essere considerate idonee; per un illuminamento migliore possibile è opportuno disporre le lampade secondo la regola dei 30 gradi, in modo tale da non entrare nel campo visivo dell'operatore mentre lavora; l'installazione elettrica deve essere realizzata in modo tale da evitare lo sfarfallamento; - un adeguato microclima e una limitata rumorosità; - una oculata organizzazione del lavoro, turnazione con altre mansioni, pause di riposo in ambiente tranquillo o all'esterno; - allontanare o spostare la lavoratrice in gravidanza dalla mansione nel caso non sia possibile l'eliminazione della stazione in piedi per più di metà dell'orario di lavoro o della posizione particolarmente affaticante - informazione, formazione e sorveglianza sanitaria dei lavoratori

3 ANALISI DEI DANNI PER LA SALUTE

3.1 Patologia da lavoro

I possibili rischi presenti nella produzione del vetro e del cristallo lavorati a mano dipendono sia dalle materie prime utilizzate nella preparazione della miscela vetrificabile, che dalle condizioni ambientali e dalle modalità di svolgimento della lavorazione. Conseguentemente il programma di sorveglianza sanitaria che può essere indicato per questi lavoratori è molto articolato, come verrà illustrato al paragrafo 3.2.

Nelle tabelle riassuntive del Capitolo 2 si è evidenziata la correlazione tra i principali fattori di rischio ed i danni per la salute dei lavoratori: si riporta qui una descrizione delle principali patologie che potrebbero far seguito all'esposizione.

3.1.1 Patologie da polveri

La silicosi polmonare è stata considerata per decenni una patologia professionale del comparto ed anche quella più facilmente ammessa all'indennizzo: il rischio era attribuito alla esposizione a silice libera cristallina presente nella sabbia utilizzata per preparare la miscela vetrificabile. I lavoratori a rischio erano quindi i composizionieri, i sottofonditori e i fonditori, soprattutto quando svolgevano anche i lavori di manutenzione, demolizione e rifacimento di forni in refrattario. Erano inoltre considerati esposti a silice anche i lavoratori addetti alla seconda lavorazione del cristallo, dove erano utilizzate mole di pietra serena per l'incisione dei manufatti in cristallo.

Un altro gruppo di lavoratori che potevano essere esposti al rischio di respirare polvere contenente silice erano quelli addetti al rifacimento dei forni.

L'ormai, da decenni, consolidato uso di sabbie lavate, cioè depurate dalle particelle più piccole e quindi anche della frazione granulometrica compresa tra 0.5 e 5 micrometri, detta respirabile, hanno, di fatto, contenuto tale rischio. La disponibilità sul mercato d'idonee soluzioni tecnico-impiantistiche e l'uso di mezzi individuali di protezione, ne hanno consentito un'ulteriore riduzione, soprattutto durante la preparazione e l'infornaggio della miscela. Anche in moleria oggi si lavora in condizioni di maggiore sicurezza, per quanto riguarda questo rischio, poiché la sabbiatura dei pezzi è fatta con macchine a ciclo chiuso e per la lucidatura si utilizzano abrasivi privi di silice.

I dati sanitari, d'altro canto, confermano ulteriormente l'assenza di questo tipo di patologia: infatti da molti anni non sono stati più segnalati casi di silicosi polmonare in questo settore produttivo.

Quadri di pneumoconiosi sono stati segnalati in letteratura per esposizioni croniche ad antimonio (che ha sostituito l'anidride arseniosa nella composizione del vetro e del cristallo) ed a cerio (che è stato, almeno in passato, utilizzato per lucidare manualmente i manufatti di vetro e cristallo). Nel corso di un'indagine effettuata sui molatori di cristallo non sono stati evidenziati casi di pneumoconiosi.

Per quanto riguarda la patologia su base irritativa cronica, diverse sono le sostanze capaci di esplicare un effetto irritativo sulle mucose delle vie aeree, determinando quadri flogistici quali faringo-laringo-tracheiti e bronchiti croniche.

La bronchite cronica ostruttiva è stata recentemente inserita nell'elenco delle malattie

professionali indennizzabili per i lavoratori addetti alla fusione artigianale ed artistica del vetro (D.P.R. 336/94).

Oltre a questi fattori di rischio un ruolo non trascurabile può essere svolto anche dalle condizioni microclimatiche sfavorevoli, dovute sia al calore radiante proveniente dai forni che alla presenza di correnti d'aria sul luogo di lavoro, soprattutto nei mesi invernali.

Nella eziologia della bronchite cronica, patologia tipicamente multifattoriale, va menzionato anche un fattore di rischio non professionale molto diffuso tra questi lavoratori che è il fumo di sigaretta.

3.1.2 Patologie da agenti chimici tossici

Parlando di effetti sull'organismo da esposizione ad agenti chimici tossici netta è la differenza che esiste tra la lavorazione artistica del vetro e quella del cristallo. In quest'ultimo caso, infatti, un importante fattore di rischio è determinato dalla presenza di piombo inorganico fra le materie prime, che comporta rischio di saturnismo per coloro che lo manipolano allo stato di polvere.

Interessati sono prevalentemente gli addetti alla composizione ed infornaggio della miscela e gli addetti alla molatura dei pezzi finiti. Infatti, come già detto, è stato accertato che per gli addetti alla molatura del cristallo esiste il rischio di assorbimento del piombo.

Le principali vie di assorbimento di piombo sono costituite da:

- l'apparato respiratorio, che tradizionalmente rappresenta la via principale di esposizione a fumi, polveri, aerosol contenenti piombo;
- l'apparato digerente, rilevante nelle intossicazioni accidentali da alimenti contaminati, ma di scarso rilievo nelle esposizioni professionali.

L'eliminazione del piombo inorganico è molto lenta ed avviene principalmente attraverso i reni, l'apparato digerente ma anche il latte materno, il sudore, i capelli e le unghie. Il piombo, una volta penetrato nell'organismo, è trasportato ai vari tessuti dal sangue, dove è prevalentemente legato ai globuli rossi; può attraversare la placenta e quindi interessare il feto. Si accumula soprattutto nelle ossa (l'organo bersaglio è rappresentato dal midollo osseo dove, tra l'altro, sono prodotti i globuli rossi), ma una parte si deposita nei tessuti molli e fra questi in misura maggiore nel fegato e nei reni.

I casi di intossicazioni gravi ed acute sono oggi eccezionali in questo settore. Si possono manifestare con coliche addominali, crisi ipertensive, gravi alterazioni del sistema nervoso centrale; difficilmente però si può arrivare fino alla paralisi dei nervi periferici e al coma.

Più frequentemente si può verificare un'intossicazione cronica. In caso di assorbimento prolungato nel tempo di piccole quantità di piombo si possono manifestare alterazioni a livello di:

- sangue: anemia dovuta a riduzione della sintesi di emoglobina e a maggiore riduzione della vita dei globuli rossi;
- apparato digerente: gastroduodeniti ed ulcera peptica, alterazioni della funzionalità epatica;
- sistema nervoso periferico: neuropatie periferiche e, solo nelle intossicazioni più gravi, paralisi prevalentemente a carico degli arti superiori;
- apparato urinario: danno a livello arteriolare e quindi del parenchima renale con alterazione della funzionalità renale fino all'insufficienza (rara);
- apparato cardiocircolatorio: ipertensione arteriosa;
- altri organi e apparati: sono stati segnalati anche effetti sulla tiroide, sul sistema immunitario, sul sistema nervoso centrale, sulla libido e sulla fertilità maschile;

- gravidanza: come già detto il piombo è in grado di superare la placenta e si sospetta che possa determinare malformazioni del feto (effetto teratogeno).

Da molto tempo non si riscontrano tuttavia casi di saturnismo ed i livelli di esposizione sono molto ridotti rispetto al passato nella produzione e lavorazione del cristallo, grazie alle misure di prevenzione messe in atto, già descritte, ed al miglioramento delle abitudini igieniche dei lavoratori, favorito dalla campagna di sensibilizzazione operata nelle aziende.

3.1.3 Patologie da cancerogeni

L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) ha recentemente classificato la lavorazione artistica del vetro come probabilmente cancerogena, in conformità a segnalazioni da parte di diversi autori.

Nelle vetrerie va ricordata l'esposizione ad arsenico triossido (sostanza etichettata con R45, individuata come cancerogena dal Titolo VII del D. Lgs. 626/94), utilizzato per la sua attività affinante e decolorante. Come per il piombo, l'esposizione a questa sostanza può interessare prevalentemente i composizionieri, i cassettisti, i sottofonditori ed i fonditori. L'esposizione professionale comporta la penetrazione del tossico essenzialmente per via inalatoria, mentre la sua eliminazione è prevalentemente urinaria. A carico del Sistema Nervoso Periferico sono possibili quadri di polineuropatia da arsenico di tipo sensitivo-motoria, soprattutto degli arti inferiori. L'azione cancerogena dell'arsenico si può esplicare su diversi organi. A livello cutaneo le lesioni croniche, quali l'ipercheratosi, possono evolvere in lesioni precancerose e cancro, soprattutto epiteloma squamoso.

A carico dell'apparato respiratorio sono stati segnalati eccessi di cancro del polmone in diversi gruppi di lavoratori esposti ad arsenico inorganico e cancri del naso e dei seni paranasali. In letteratura sono inoltre riportate più elevate incidenze di angiosarcomi epatici e cancri dello stomaco.

Nelle vetrerie-cristallerie della Val d'Elsa Senese ormai da tempo non è più utilizzata nella composizione l'anidride arseniosa, che è stata sostituita dall'antimonio.

Non sono disponibili al momento dati certi di esposizione a cancerogeni per il passato. Per quanto riguarda l'arsenico triossido, l'indagine svolta nelle vetrerie di Empoli (campionamenti ambientali e monitoraggio biologico) ha evidenziato un'elevata esposizione ad arsenico in lavoratori addetti alle mansioni che precedono la fusione della composizione. Tale esposizione si è ridotta nel corso degli anni 1993-1996.

Oltre all'arsenico, un altro cancerogeno certo utilizzato in vetreria nel passato (in alcune fino all'inizio degli anni '90) è stato l'amianto (o asbesto). I manufatti in amianto più utilizzati nelle vetrerie sono stati: cartone, tela, corda, filotto, nastro e calza. Si può supporre che l'esposizione a fibre di asbesto sia stata non trascurabile, almeno per alcuni lavoratori, sia perché trattasi di materiali friabili sottoposti a continue sollecitazioni meccaniche, sia perché innumerevoli sono stati gli usi impropri.

Altre sostanze cancerogene quali il cromo, il cadmio ed il nichel hanno avuto ed hanno tuttora un utilizzo discontinuo e comunque in quantitativi minori.

Anche la silice è stata recentemente classificata come cancerogena dalla IARC; l'eventuale applicazione delle norme relative alle sostanze cancerogene (Titolo VII del D.Lgs. 626/94) va comunque vista alla luce sia della classificazione della CCTN, sia del reale rischio di esposizione dei lavoratori, valutato attraverso misure di inquinamento ambientale e di esposizione personale.

Da segnalare che anche alcuni tipi di fibre ceramiche, spesso utilizzate come materiale sostitutivo dell'amianto, sono state recentemente classificate dalla IARC come cancerogene per l'uomo. E' comunque da notare che da una ricerca condotta tra le vetrerie/cristallerie della Val d'Elsa Senese, è risultato che nessuna delle aziende utilizzava materiali in fibra ceramica classificabili come cancerogeni.

Ulteriore possibile fonte di esposizione a cancerogeni è rappresentata dalla combustione degli oli di scovolutura, che produce fumi che possono contenere I.P.A. Su questo rischio tuttavia ci sono pochi dati che ne attestino l'effettiva presenza, trattandosi di oli per lo più vegetali o di oli minerali altamente raffinati.

3.1.4 Patologie da esposizione a radiazioni infrarosse

I lavoratori esposti a questo tipo di rischio sono sia quelli addetti alle prime fasi della produzione, come i sottofonditori ed i fonditori, impegnati rispettivamente all'infornaggio ed al controllo della fusione della miscela vetrificabile, che quelli addetti alla lavorazione vera e propria del vetro (levatori e soffiatori).

Il danno che l'esposizione a queste radiazioni determina è dovuto al riscaldamento del cristallino. A questo livello il calore opera una coagulazione delle proteine lenticolari determinando inizialmente una fine opacizzazione a tela di ragno nella parte posteriore, che gradualmente invade tutta la lente fino a dare il quadro classico della cataratta.

A carico degli annessi oculari il quadro clinico può assumere i caratteri di una blefaropatia congiuntivale in ragione della concomitante azione irritante svolta da polveri, fumi e gas eventualmente presenti.

3.1.5 Patologie da calore

La patologia da calore comprende manifestazioni cliniche di tipo acuto e cronico. Le prime sono le più conosciute e comprendono i crampi da calore, il collasso cardiocircolatorio da calore e il colpo di calore. I crampi da calore sono il risultato della perdita di sali e liquidi causata dall'imponente sudorazione e possono essere prevenuti dalla somministrazione di bevande saline, che è bene contengano anche del potassio. Da notare che la capacità dell'organismo di adattarsi al lavoro al caldo migliora con l'allenamento, per questo i lavoratori "acclimatati" possono tollerare situazioni che altrimenti potrebbero provocare disturbi.

È forse per questo motivo che non risultano segnalazioni di disturbi acuti da esposizione a calore tra questi lavoratori, nonostante che la valutazione del rischio abbia evidenziato una situazione di forte sollecitazione termica che, nei periodi estivi, può raggiungere livelli di stress da calore. Per la stessa ragione è necessario garantire un adeguato periodo di acclimatazione al momento dell'assunzione ed al rientro al lavoro dopo lunghe assenze.

Il collasso cardiocircolatorio da calore è una sindrome probabilmente in rapporto con l'insorgere di un'incapacità del sistema circolatorio a far fronte alla vasodilatazione periferica ed alla notevole sudorazione determinati dallo stress termico, con conseguente insufficiente irrorazione cerebrale. Il colpo da calore è una sindrome molto grave, ad elevata mortalità ed è attribuita ad una compromissione funzionale dei centri nervosi termoregolatori. In letteratura si segnala che l'esposizione cronica a stress termico può determinare una più frequente e precoce insorgenza di processi arteriosclerotici nonché disturbi digestivi.

Sono degni di approfondimenti anche eventuali effetti sull'apparato riproduttivo dovuti alla esposizione a calore dei lavoratori di vetrerie e cristallerie.

3.1.6 Patologie da rumore

L'ipoacusia da rumore è indubbiamente la patologia da lavoro attualmente più diffusa e denunciata dai lavoratori di questo comparto. Lo stampaggio di vetro cavo, privo di efficace cabinatura, è inserito nell'elenco delle lavorazioni per le quali è riconosciuto il rischio di ipoacusia da rumore (D.P.R. 336/94).

Per le altre lavorazioni non tabellate l'onere della prova rimane a carico del lavoratore.

I dati disponibili sono spesso rappresentati solo da quelli contenuti nelle valutazioni effettuate dalle aziende ai sensi del D.Lgs. 277/'91. Tali dati si riferiscono alle situazioni più recenti, dove si registra frequentemente un minor livello di inquinamento da rumore; ne consegue una possibile sottostima dell'effettiva esposizione a rumore dei lavoratori.

In letteratura è riportato che il rumore può provocare anche effetti extrauditivi. Si tratta di disturbi psichici (astenia, irritabilità, depressione, insonnia), di alterazione circolatorie (vasocostrizione arteriolare ed aumento delle resistenze periferiche) e di alterazioni a carico dell'apparato digerente (spasmi pilorici, ipersecrezione acida).

3.1.7 Patologie da movimentazione carichi e da movimenti ripetitivi

Recentemente questo tipo di rischio è stato oggetto di una più attenta valutazione, in seguito all'emanazione del D.Lgs. 626/94.

Il rischio da sovraccarico biomeccanico per il rachide determinato dal sollevamento e trasporto di pezzi interessa molti lavoratori e quasi sempre il levatore ed il portantino, mentre quello da movimenti ripetitivi e sforzi muscolari degli arti superiori, talvolta accompagnato dall'assunzione di posture incongrue, riguarda soprattutto i maestri levatori, i soffiatori, gli addetti alla scelta ed inscatolatura ed i molatori.

I possibili disturbi/danni da sovraccarico del rachide consistono soprattutto in mal di schiena, con possibili discopatie nel tratto dorso-lombare, mentre a carico degli arti superiori sono riscontrabili alterazioni muscolo-tendinee, quali tendiniti, tenovaginiti, epicondiliti e cisti sinoviali del polso.

3.1.8 Patologie a carico del rene

Nota è la nefrotossicità del piombo inorganico, alcune recenti segnalazioni di letteratura indicano anche un'associazione tra esposizione a silice e nefropatie.

Da segnalare che anche la disidratazione determinata dalla esposizione a calore potrebbe essere responsabile della iperconcentrazione delle urine e della aumentata frequenza di calcolosi renale.

3.1.9 Studi in atto nel settore del vetro e cristallo della zona Alta Val d'Elsa senese

Attualmente l'Unità Funzionale Prevenzione Igiene Sicurezza nei Luoghi di Lavoro dell'Alta Val d'Elsa sta conducendo uno studio epidemiologico, in collaborazione con l'Università di Milano, su una popolazione di circa 1800 lavoratori delle cristallerie.

Lo studio ha lo scopo di verificare la mortalità e la morbilità nella popolazione dei lavoratori esposti a piombo inorganico e quindi di evidenziare eventuali eccessi di cause di morte o patologie con un'incidenza superiore a quella della popolazione generale.

3.2 Sorveglianza sanitaria

I riferimenti legislativi da tenere presenti nell'impostare un programma di sorveglianza sanitaria per i lavoratori di questo comparto sono:

- D.P.R. 303/56
- D.P.R. 1124/65
- D.Lgs. 277/91
- D.Lgs. 626/94
- D.Lgs. 25/02

Il D.Lgs. 25/2002 ("protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori contro i rischi derivati da agenti chimici durante il lavoro"), entrato in vigore il 27 giugno 2002, abroga gran parte della tabella allegata al D.P.R. 303/1956 ed il Titolo II del D.Lgs. 277/1991, stabilisce inoltre l'obbligo della valutazione dell'esposizione dei lavoratori alle sostanze chimiche presenti nei luoghi di lavoro e definisce il concetto di "rischio moderato", che rappresenta lo spartiacque per l'effettuazione o meno della sorveglianza sanitaria dei lavoratori. Si ritiene comunque che, nello spirito della direttiva europea, il concetto di rischio moderato debba essere interpretato come rischio di entità "trascurabile".

Di seguito riportiamo una traccia di protocollo sanitario con le relative considerazioni.

Tabella 11 *Visite periodiche indicate per i lavoratori del cristallo*

RISCHIO	ACCERTAMENTI	PERIODICITA' ACCERTAMENTI
Composizionere		
silice sostanze chimiche rumore piombo	Visita medica	secondo D.Lgs. 25/02
	Audiometria	secondo D.Lgs. 277/91
	Spirometria	biennale
	Rx torace	quinquennale
	Monitoraggio biologico	annuale
	Esami standard	
Fonditore, sottofonditore		
silice sostanze chimiche rumore piombo radiazioni I.R. calore	Visita medica	secondo D.Lgs. 25/02
	Audiometria	secondo D.Lgs. 277/91
	Spirometria	biennale
	Rx torace	quinquennale
	Monitoraggio biologico	quinquennale
	Visita oculistica	quinquennale biennale
	ECG da sforzo	annuale
	Esami standard	

... segue tabella precedente

Levatore, soffiatore a bocca		
radiazioni I.R. calore rumore rischio infettivo movimenti ripetuti movimentazione carichi	Visita medica Esami standard + markers A-B-C ECG da sforzo Visita oculistica Accertamenti clinico-anamnestici mirati ai fattori ergonomici	trimestrale annuale quinquennale biennale quinquennale biennale
Sformatori addetti alle macchine semiautomatiche		
radiazioni I.R. calore movimenti ripetuti movimentazione carichi	Visita medica Visita oculistica ECG da sforzo Accertamenti clinico-anamnestici mirati ai fattori ergonomici	Annuale quinquennale quinquennale biennale biennale
Macchinisti		
rumore calore	Visita medica ECG da sforzo Audiometria Esami standard	secondo D.Lgs. 277/91 quinquennale biennale secondo D.Lgs. 277/91 annuale
Molatori		
polveri piombo rumore vibrazioni mano-braccio movimenti ripetitivi	Visita medica Spirometria Monitoraggio biologico Audiometria Accertamenti clinico-anamnestici mirati alle vibrazioni Esami standard	annuale biennale secondo D.Lgs. 25/02 secondo D.Lgs. 277/91 biennale annuale
Addetti alla manutenzione		
oli minerali rumore	Vista medica Audiometria Esami standard	annuale secondo D.Lgs. 277/91 annuale
Temperisti Addetti scelta Magazzinieri		
rumore movimentazione carichi	Visita medica Audiometria Accertamenti clinico-anamnestici mirati ai fattori ergonomici Esami standard	annuale secondo D.Lgs. 277/91 biennale annuale

Fatta salva l'autonomia e la responsabilità del medico competente (in applicazione del D.Lgs. 626/'94 e del D.Lgs. 25 del 2002), il protocollo sanitario va adeguato ed applicato esclusivamente nelle parti che interessano la singola azienda, per le mansioni presenti e/o le sostanze in uso.

Per i lavoratori esposti a sostanze chimiche, infatti, la periodicità della visita così come il tipo di indicatori biologici ricercati, dipenderanno dalle sostanze effettivamente utilizzate, in relazione all'applicazione del D.Lgs. 25/02, alla definizione del rischio "moderato", ed al Titolo VII del D.Lgs. 626/94 inerente l'esposizione a sostanze cancerogene.

Ricordiamo inoltre che indicatori biologici di esposizione sono disponibili routinariamente per diverse sostanze. In particolare si può effettuare il monitoraggio biologico (M.B.) per arsenico, cadmio, cromo, nichel, manganese e piombo.

Visto il possibile utilizzo discontinuo delle diverse sostanze, il M.B. richiede un'accu-

rata programmazione della sorveglianza sanitaria. Perché possa fornire informazioni minimamente attendibili, dovrà necessariamente tenere conto del tipo di produzione svolta, sia al momento del prelievo dei campioni che nel periodo immediatamente precedente.

Si ritiene comunque obbligatorio il monitoraggio periodico dell'arsenico urinario, qualora si continui ad utilizzare composti di tale sostanza come affinananti, mentre è lasciata alla discrezionalità del medico competente (sulla base della valutazione dell'esposizione a sostanze chimiche) la decisione circa il monitoraggio biologico delle altre sostanze utilizzate in maniera saltuaria, vista la complessità dell'argomento. Nella fase di molatura, il rischio da piombo andrà valutato limitatamente ai molatori di oggetti in cristallo al piombo.

Per quanto riguarda gli esposti a silice il D.P.R. 1124/65 stabilisce l'obbligo di effettuare annualmente, insieme alla visita medica, una radiografia del torace. Tuttavia c'è accordo nella comunità scientifica nel considerare tale precetto frutto di un diverso periodo storico, che vedeva una prevalenza più alta rispetto ad oggi di malattie quali la TBC polmonare, frequentemente associata alla silicosi. In tale contesto il valore preventivo di un controllo radiografico relativamente frequente poteva giustificare il remoto rischio da radiazioni che pure comportava. La drastica riduzione della prevalenza della TBC nella popolazione e la contemporanea diminuzione di incidenza della silicosi, legata al miglioramento delle condizioni di lavoro ed al cambiamento delle materie prime, ha ridotto il valore preventivo dell'Rx annuale, che dovrebbe basarsi su un'estrema sensibilità che invece l'esame non possiede.

Tenendo presenti tutte le argomentazioni sopra esposte, vi è accordo nel considerare che il rapporto costi benefici non giustifichi l'effettuazione annuale della radiografia del torace, soprattutto in considerazione del livello attuale di esposizione. Su questa base potrebbe essere ragionevole l'esecuzione di un Rx torace ogni 5 anni, per i lavoratori con un'anzianità lavorativa inferiore ai 20 anni, ed ogni 3 anni per quelli con un'anzianità superiore; tutto ciò, ovviamente, escludendo le situazioni in cui la valutazione del rischio personale suggerisca l'applicazione di una diversa e più ristretta periodicità, anche in relazione alla legislazione vigente.

Argomentazioni simili a quelle sopra esposte per l'Rx torace valgono per la periodicità della visita medica, stabilita ogni 15 giorni per soffiatori e levatori che fanno uso promiscuo delle canne, dal D.P.R. 303/56. Anche in questo caso le 2 malattie individuate dal legislatore come rischio specifico (TBC e Lue) hanno visto la propria prevalenza drasticamente ridotta. Peraltro il valore preventivo di controlli clinici ravvicinati, rispetto ad un rischio di tipo infettivo, non appare convalidato dalle conoscenze scientifiche attuali. Anche in questo caso, quindi, crediamo di rispettare lo spirito della legge proponendo una frequenza minore delle visite con l'impegno, peraltro sempre vigente, da parte del medico di azienda di rimanere a disposizione per eventuali richieste di visita, da parte di lavoratori che volessero segnalare problemi nel periodo intercorrente tra una visita e l'altra.

A proposito di rischio infettivo, oltre al bacillo tubercolare ed al treponema della Lue, pur essendo numerosi gli agenti patogeni che possono essere presenti nella saliva (ad esempio epatite A e B, herpes simplex, cytomegalovirus) è da sottolineare che il Responsabile del Laboratorio di Epidemiologia e Statistica dell'Istituto Superiore di Sanità ha espresso parere che questo tipo di lavorazione non comporti un rischio di trasmissione di agenti biologici infettanti, compreso il virus dell'HIV.

Considerazioni a parte possono essere fatte per l'epatite B. Costituendo questa malattia uno dei maggiori problemi di sanità pubblica a livello mondiale e disponendo ormai di vaccini anti-epatite B sicuri ed efficaci (una legge del 1991 sancisce l'obbligatorietà della vaccinazione per tutti i nuovi nati e per gli adolescenti nel corso del 12° anno di vita), si ritiene comunque utile proporla a tutti i lavoratori, pur non esistendo un rischio specifico. Di fatto gran parte dei soffiatori è già stata sottoposta a vaccinazione.

L'esposizione cronica a radiazioni infrarosse ed a sostanze irritanti sotto forma di polveri, gas o vapori può provocare blefaro-congiuntiviti.

Sicuramente più importante è nei lavoratori del cristallo la lesione a carico del cristallino che si può produrre per esposizione cronica a radiazioni infrarosse. A partire dalla regione posteriore del cristallino si determina una coagulazione delle proteine lenticolari che si traduce in una opacizzazione che interessa progressivamente il cristallino nella sua totalità. Per poter ben evidenziare questo tipo di lesione, soprattutto in fase iniziale, è necessaria una visita oculistica previa dilatazione della pupilla, che sarà a cadenza triennale per quei lavoratori con una esposizione al rischio di durata inferiore ai 20 anni, mentre sarà biennale se l'esposizione è maggiore di 20.

Per i rischi rumore e piombo la necessità e la periodicità degli accertamenti sanitari integrativi alla visita (audiometria, piombemia e ZPP) andranno stabilite in base alla valutazione dell'esposizione effettuata ai sensi, rispettivamente, del D.Lgs. 277/91 e del D.Lgs. 25/02.

Riguardo ai rischi determinati dalla movimentazione di carichi, dall'effettuazione di movimenti ripetuti e dalle vibrazioni trasmesse da utensili, le indagini più sensibili rimangono quelle clinico-anamnestiche, che possono essere validamente supportate dall'uso di questionari specifici da compilare insieme al lavoratore.

I successivi approfondimenti saranno mirati ai casi positivi all'anamnesi e/o all'indagine clinica e potranno comprendere una visita specialistica ed approfondimenti strumentali e/o di laboratorio.

Per quanto riguarda la movimentazione manuale dei carichi si deve valutare l'entità del rischio e quindi definire la periodicità del controllo sanitario. Il metodo proposto nelle Linee Guida per la applicazione del D.Lgs. 626/'94, redatte dal coordinamento delle Regioni e delle Province Autonome, prevede il protocollo indicato in Tab. 12.

Tabella 12 *Criteri per definire la periodicità del controllo sanitario del lavoratore esposto a movimentazione manuale dei carichi*

INDICE DI RISCHIO (IR)	ETA' del LAVORATORE	PERIODICITA'
1<IR<3	18-45 anni	triennale
IR>3	<18 anni e >45 anni	biennale

Anche in questo caso, comunque, la valutazione finale spetta al medico competente.

In generale gli esami medici standard comprendono: emocromo con formula, piastrine, SGPT, SGOT, γ GT, creatininemia, colesterolo totale e HDL, glicemia, esame urine, markers per epatite A-B-C (per soffiatori e levatori).

La visita medica preventiva o di assunzione dovrà essere orientata alla mansione prevista per il lavoratore, come negli esempi che seguono.

- Compositore, fonditore, sottofonditore, decoratori, addetti di piazza:
 - visita medica
 - spirometria
 - audiometria
 - esami Standard
 - ECG da sforzo
 - visita oculistica (per esposti a radiazioni infrarosse)
 - piombemia e ZPP (per: composizionieri, cassettisti, sottofonditori, fonditori e decoratori esposti in precedenza).
- Addetti di moleria, meccanici, addetti alla tempera, addetti alla scelta e magazzinieri.
 - visita medica
 - spirometria
 - audiometria

Si dovrà prestare particolare attenzione nella visita medica ai lavoratori in sovrappeso, che assumono alcool o particolari farmaci, nonché a quelli di età avanzata (età superiore ai 40 anni), in relazione all'esposizione a calore ed al rischio di stress da calore.

APPENDICI

IMPIANTO ELETTRICO

1 Generalità

L'impianto elettrico nelle vetrerie assume configurazioni diverse in funzione di diversi fattori: fornitura elettrica, caratteristiche dei forni fusori e loro numero, macchine impiegate per la lavorazione del vetro, utilizzo specifico di alcuni locali, ecc.

La fornitura di energia elettrica può avvenire sia in b.t. 380/220 V che in m.t. a 15 kV, con cabina propria dell'utente, è di solito previsto inoltre un gruppo elettrogeno per il mantenimento in servizio degli impianti, in particolare dei forni fusori in caso di interruzione della fornitura elettrica.

La distribuzione dell'energia elettrica avviene di norma, con impianti che partono da un quadro generale di stabilimento; per le aziende di maggiori dimensioni sono presenti quadri elettrici di reparto, per le aziende più piccole le utenze sono costituite da gruppi di prese, dato che molte macchine sono di tipo mobile (ventilatori, scalottatrici, macchine formatrici).

Per gli impianti fissi quali forni fusori, tempera, miscelatori, vi sono quadri di alimentazione e controllo in postazione fissa.

Ultimamente in alcune aziende del comparto sono state introdotte macchine semiautomatiche e persino robotizzate, per le quali sono previsti quadri di alimentazione e controllo.

2 Classificazione degli ambienti

L'impianto elettrico deve essere adeguato al tipo di ambiente, in relazione alle condizioni di temperatura, umidità, atmosfere potenzialmente esplosive, condizioni di esercizio degli impianti e di lavoro.

La classificazione degli ambienti deve essere fatta tenendo conto di quanto prescritto nei D.P.R. 547/55, D.P.R. 302/96, D.M. 22 dicembre 1958 e nelle norme CEI (in particolare Norma CEI 64-8 e 64-2).

Generalmente in vetreria si possono distinguere i seguenti ambienti, ognuno con impianto elettrico specifico secondo le relative norme di riferimento: locali forni fusori e/o tempera, locali centrale termica, centralina decompressione del metano, locale gruppo elettrogeno, locale magazzino e imballaggio, locali molerie, cabine elettriche.

Nell'adeguamento o manutenzione dell'impianto elettrico vanno rispettate le procedure previste dalla L. 46/90; deve essere inoltre rilasciata la dichiarazione di conformità alle norme di buona tecnica, documento essenziale, tra l'altro, per l'ottenimento del Certificato Prevenzione Incendi.

IMPIANTI A GAS

1 Generalità

Nelle vetrerie artistiche l'impianto di distribuzione del gas metano è costituito da tubazioni che si sviluppano dal punto di consegna dell'Ente fornitore, per raggiungere, dopo le opportune riduzioni, le singole utenze: forni fusori, forni di ricottura, scalottatrici, fiaccole, ecc.

Al punto di consegna dell'Ente fornitore, il metano ha una pressione di circa 12 bar ed è utilizzato ad una pressione di circa 2 bar; in alcune vetrerie vi è inoltre la contemporanea presenza di reti di distribuzione distinte per metano e GPL, quest'ultimo prevalentemente utilizzato per scalottatrici e fiaccole.

Per aumentare la temperatura di fiamma nelle fiaccole e nelle scalottatrici a freddo, è utilizzato come comburente l'ossigeno, in questo caso le tubazioni devono essere provviste di valvole di non ritorno di fiamma.

Le condutture per il trasporto del combustibile devono essere dipinte, per tutto il loro percorso, con i colori convenzionali (giallo ocra) previsti dalle norme UNI 5634-658, devono inoltre essere provviste di valvole di intercettazione ben visibili e raggiungibili, poste all'inizio delle tubazioni, all'ingresso dei locali ed in prossimità degli utilizzatori.

2 Classificazione degli impianti

I forni presenti nelle vetrerie artistiche si possono classificare in due categorie:

forni a bassa temperatura: con temperatura di esercizio minore di 750 °C con funzionamento senza massa fusa (forni di ricottura);

forni ad alta temperatura: con temperatura d'esercizio maggiore di almeno 100 °C a quella di autoaccensione del combustibile, generalmente la temperatura di esercizio dei forni fusori varia tra i 1100-1450 °C.

La classificazione del forno è fondamentale al fine di poter correttamente identificare i rischi connessi al suo esercizio e poter scegliere i dovuti apparecchi di controllo e sicurezza, sia sul forno stesso che sulle rampe di alimentazione dei bruciatori.

I forni e le rampe di alimentazione dei bruciatori devono rispettare le caratteristiche indicate alla rispettiva norma UNI 7728 (per forni industriali alimentati a combustibile gassosi, liquidi, solidi e misti).

Le rampe di alimentazione devono essere dotate di dispositivi di intercettazione automatica del combustibile; non sono ammesse tubazioni di sorpasso (by-pass) su tali dispositivi.

Per l'ottenimento del CPI (certificato prevenzione incendi) sono requisiti essenziali: l'osservanza delle norme UNI 7728 e l'insieme degli impianti e mezzi per lo spegnimento degli incendi.

GLOSSARIO

Agente cancerogeno (o carcinogeno): sostanza chimica o agente fisico in grado di provocare il cancro.

Ai sensi del D.Lgs. n. 66/2000, si definisce agente cancerogeno:

- 1) una sostanza che risponde ai criteri relativi alla classificazione quali categorie cancerogene 1 o 2, stabiliti ai sensi del D.Lgs. n. 52 del 03.02.1997 e successive modificazioni;
- 2) un preparato contenente una o più sostanze di cui al punto 1), quando la concentrazione di una o più delle singole sostanze risponde ai requisiti relativi ai limiti di concentrazione per la classificazione di un preparato nelle categorie cancerogene 1 o 2 in base ai criteri stabiliti dai D.Lgs. n. 52 del 03.02.1997 e n. 285 del 16.07.1998;
- 3) una sostanza, un preparato o un processo di cui all'allegato VIII, nonché una sostanza od un preparato emessi durante un processo previsto dall'allegato VIII.

A livello internazionale esistono vari Enti che trattano i problemi degli agenti tossici e cancerogeni, tra cui: CE, ACGIH, IARC, EPA, CCTN, NTP, DFG, OSHA, SCOEL.

Ogni Ente utilizza una propria classificazione:

Comunità Europea, 3 categorie:

Cat. 1: sostanze note per gli effetti cancerogeni sull'uomo; esistono prove sufficienti per stabilire un nesso causale tra l'esposizione dell'uomo a una sostanza e lo sviluppo di tumori;

Cat. 2: sostanze che dovrebbero considerarsi cancerogene per l'uomo. Esistono elementi sufficienti per ritenere verosimile che l'esposizione dell'uomo a una sostanza possa provocare lo sviluppo di tumori, in generale sulla base di adeguati studi a lungo termine effettuati su animali e/o altre informazioni specifiche;

Cat. 3: sostanze da considerare con sospetto per i possibili effetti cancerogeni sull'uomo per le quali tuttavia le informazioni disponibili non sono sufficienti per procedere ad una valutazione soddisfacente; esistono alcune prove ottenute da adeguati studi sugli animali che non bastano tuttavia per classificare la sostanza nella categoria 2.

ACGIH: 5 categorie (A1: cancerogeno riconosciuto per l'uomo; A2: cancerogeno sospetto per l'uomo, A3: cancerogeno riconosciuto per gli animali con rilevanza non nota per l'uomo; A4: non classificabile come cancerogeno per l'uomo; A5: non sospetto come cancerogeno per l'uomo).

Altri Enti: IARC, 4 gruppi: Gruppo 1 cancerogeno certo per l'uomo: vi è sufficiente evidenza di cancerogenicità nell'uomo in studi epidemiologici adeguati. Gruppo 2, diviso in due sotto gruppi: 2A, probabile cancerogeno per l'uomo, sulla base di evidenza limitata nell'uomo ed evidenza sufficiente negli animali da esperimento; 2B, sospetto cancerogeno per l'uomo, sulla base di evidenza limitata nell'uomo ed evidenza non del tutto sufficiente negli animali da esperimento, oppure di evidenza sufficiente negli animali ed evidenza inadeguata nell'uomo. Gruppo 3, non classificato per cancerogenicità sull'uomo (tutto ciò che non rientra nei gruppi precedenti, viene posto in questo gruppo). Gruppo 4, probabilmente non cancerogeno per l'uomo sulla base di evidenze che indicano l'assenza di cancerogenicità nell'uomo e negli animali da esperimento e, in alcuni casi, sulla base di evidenze inadeguate o in assenza di dati sull'uomo, ma assenza di cancerogenicità negli animali da esperimento in presenza di un ampio numero di dati sperimentali.

CCTN: 5 categorie; NTP: 5 categorie; EPA: 6 categorie; DFG: 3 categorie.

Big-bags: sacconi di imballo delle materie prime che sono appesi a strutture di sostegno munite di tramoggia e coclea di prelievo.

Campagna: periodo di produzione di un determinato tipo di vetro.

Cassetta o segreto: miscela di sostanze coloranti e di additivi utilizzati in piccole quantità per conferire al vetro particolari effetti e caratteristiche, la cui composizione è custodita segretamente da ogni azienda.

CCTN: Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale.

Collare: anello in materiale refrattario che è poggiato sulla superficie della massa fusa contenuta dal crogiolo dal cui interno il levatore adesca il vetro per evitare di raccogliere possibili grumi non fusi.

Deviazione standard (σ): grandezza statistica che, in una distribuzione di dati, esprime la dispersione degli stessi rispetto alla loro media; per una distribuzione normale (gaussiana) nell'intervallo di valori compresi tra $-\sigma$ e $+\sigma$ ricadono il 68,3% dei dati.

D.P.I.: Dispositivi di protezione individuale, attrezzature di protezione personale individuate dal Titolo IV del D.Lgs 626/94 aventi requisiti di idoneità rispondenti al D.Lgs 475/92.

Fritte vetrose: miscela di sostanze vetrificabili ottenute in forma granulare dalla fusione colando direttamente in acqua la massa fusa.

IARC: International Agency of Research on Cancer (OMS).

Ipoacusia da rumore: l'ipoacusia, cioè la diminuzione fino alla perdita della capacità uditiva, è il danno da rumore meglio conosciuto e più studiato. L'esposizione a rumori di elevata intensità e per lungo periodo di tempo provoca una serie di alterazioni a carico delle strutture neuro-sensoriali dell'orecchio interno. I meccanismi riparativi non possono instaurarsi se l'esposizione a rumore è continuativa. Anche esposizioni di carattere impulsivo prolungate nel tempo possono comportare danni irreversibili, che si manifestano con un innalzamento permanente della soglia uditiva. Il danno da rumore si manifesta tipicamente come ipoacusia percettiva bilaterale. Il rumore ad intensità più elevata (non inferiore a 120-130 dB, secondo alcuni Autori) determina effetti anche sulla porzione vestibolare con vertigini, nausea, disturbi dell'equilibrio, di solito reversibili dopo la cessazione dello stimolo sonoro. Il rumore determina, inoltre, un effetto di mascheramento che disturba le comunicazioni verbali e la percezione di segnali acustici di sicurezza (con un aumento di probabilità degli infortuni sul lavoro), favorisce l'insorgenza della fatica mentale, diminuisce l'efficienza del rendimento lavorativo, provoca turbe dell'apprendimento ed interferenze sul sonno e sul riposo.

Maschera semifacciale tipo P3: maschera di tipo semifacciale con grado di efficienza del 98%, idonea contro polveri aerodisperse in concentrazione fino a 50 volte il T.L.V.

Nocive (Xn): che in caso di inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo possono essere letali oppure provocare lesioni acute o croniche (L. 256/76 e seguenti).

Piazza: zona di lavoro corrispondente in genere al punto di formatura dei pezzi, nella quale un gruppo di lavoratori, con funzioni complementari tra loro, concorrono alla realizzazione del manufatto.

Pinza porta-collare: attrezzo costituito dalla parte di stampo impiegata per la formatura della estremità superiore del contenitore (bottiglia, vasetto ecc.), detta collare appunto, e da un manico di sostegno che ne permette l'apertura tramite un meccanismo azionato facendo scorrere longitudinalmente il manico stesso.

Pneumoconiosi: malattia causata da un accumulo di polveri minerali nei polmoni e dalle reazioni tissutali conseguenti.

Punto limite di sviluppo: punto della zona di lavoro più distante dalla cappa aspirante ove è possibile avere sviluppo dell'inquinante.

R45: può provocare il cancro.

R49: può provocare il cancro per inalazione.

Sclerogene: sostanze capaci di provocare, anche se inalate in modeste quantità, imponenti reazioni fibrotiche polmonari.

Silicosi: fibrosi polmonare diffusa causata dall'inalazione di polveri contenenti silice libera cristallina. La silice libera cristallina ha frasi di rischio / consigli di prudenza: R20 (dannoso alla salute se inalato) / S22 (non inalare polvere). La silice cristallina inalata in forma di quarzo o di cristobalite è classificata dalla I.A.R.C. come agente cancerogeno per l'uomo (gruppo 1, *I.A.R.C. Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, Volume n. 68, 1997*), in quanto associata, con sufficiente evidenza, all'aumento del rischio per tumore polmonare nei lavoratori. Il TLV ACGIH della silice libera cristallina (quarzo) respirabile è 0,1 mg/m³, per un periodo di esposizione di 8 ore. La silice cristallina si trova altresì nella lista di priorità della Commissione Europea per la fissazione dei valori limite a tutela dei lavoratori.

T.L.V.: (Threshold Limit Value): valori limite di soglia fissati dalla ACGIH per l'esposizione a sostanze aerodisperse o radiazioni, forniti come raccomandazioni, che indicano il livello al quale si ritiene possano essere esposti quotidianamente i lavoratori senza effetti negativi per la salute. Tali limiti non hanno valore normativo e quindi non sono discriminanti per l'adozione delle misure di prevenzione stabilite dalle norme di igiene del lavoro, soprattutto nel caso di impiego di sostanze cancerogene, la cui concentrazione in ambiente di lavoro dovrebbe essere la minore possibile. Inoltre si deve tenere conto che alcuni individui possono essere più sensibili alla esposizione di talune sostanze, e quindi non sufficientemente protetti anche in caso le concentrazioni siano inferiori ai TLV. Questo può essere dovuto a

vari fattori: predisposizione genetica, età, esposizioni pregresse, assunzione di medicinali, fumo, alcool, droghe. Il medico del lavoro deve valutare il grado di protezione addizionale consigliabile per tali soggetti.

In particolare si definisce:

TLV-TWA concentrazione media ponderata nel tempo, su una giornata lavorativa convenzionale di 8 ore e su 40 ore lavorative settimanali, alla quale la maggior parte dei lavoratori possono essere ripetutamente esposti, giorno dopo giorno, senza effetti negativi per la salute.

TLV-STEL esposizione media ponderata su un periodo di 15 minuti che non deve mai essere superata nella giornata lavorativa, anche se la media ponderata su 8 ore è inferiore al TLV-TWA. Esposizioni al valore TLV-STEL non devono ripetersi più di 4 volte al giorno e fra esposizioni successive devono intercorrere almeno 60 minuti.

TLV-ceiling (TLV-C) concentrazione che non deve essere superata durante l'attività lavorativa neppure per un brevissimo periodo di tempo.

Tossico (T): sostanza o preparato che per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea, può comportare gravi danni acuti o cronici ed anche la morte; **altamente tossico (T+):** che per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea, anche in piccole quantità, può comportare danni estremamente gravi acuti o cronici ed anche la morte (L. 256/76 e seguenti).

Velocità di cattura: velocità (m/s) dell'aria aspirata, necessaria per captare l'inquinante, determinata dalla depressione prodotta dal sistema d'aspirazione.



ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

Via Nicola Porpora, 22 - 50144 Firenze - tel. 055.32061