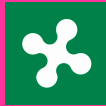


Salute e sicurezza nello stampaggio di plastica e gomma

VOLUME DEGLI ATTI



Edizioni CIMAL



Mantova, 30 maggio 2007

Copyright © 2007 – Edizioni CIMAL
Divisione editoriale di Gruppo CIMAL s.r.l.

Tutti i diritti sono riservati a norma di legge e a norma delle convenzioni internazionali.

ISBN 978-88-902124-2-0

Questo volume è stato realizzato per conto di CIMAL (Centro Italiano Medicina Ambiente e Lavoro) a Milano nel maggio 2007.

La riproduzione di tutto o parte del volume è vietata in qualsiasi forma, salvo autorizzazione scritta da parte degli autori e dell'editore.

Salute e sicurezza nello stampaggio di plastica e gomma

Mantova, 30 maggio 2007

VOLUME DEGLI ATTI

a cura di

Piero Emanuele Ciria e Irene Martinotti



Edizioni CIMAL

Questo volume è stato realizzato con il sostegno di



PRESENTAZIONE

Alla base dell'impostazione di interventi appropriati ed efficaci, nell'ambito del sistema della prevenzione, vi è una corretta e completa conoscenza dei rischi corredata da una loro attenta valutazione. L'esperienza della Regione Lombardia ha confermato l'efficacia di una formula integrata che coniuga il monitoraggio approfondito dei fenomeni con politiche di formazione, indirizzo e controllo mirate alle principali criticità.

Il convegno di Mantova rappresenta un'occasione di alto spessore per approfondire i temi della prevenzione e della sicurezza nei luoghi di lavoro applicati a due settori peculiari, quali quelli delle attività di stampaggio materie plastiche e di stampaggio gomma.

L'evento scaturisce da una felice esperienza di collaborazione che ha visto protagonisti l'Università degli Studi di Milano con il Dipartimento di Medicina del Lavoro e la Scuola di Specializzazione in Medicina del Lavoro, le ASL delle province di Mantova e di Varese con il Servizio Prevenzione e Sicurezza Ambienti di Lavoro (SPSAL) del Dipartimento di Prevenzione Medico e l'Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del Lavoro (UOOML) degli Istituti Ospitalieri di Cremona. Il tutto con l'impulso della Direzione Generale Sanità della Regione Lombardia che, attraverso la predisposizione di vademecum e linee di indirizzo, si propone un'ulteriore riduzione dei rischi professionali anche in questi settori di attività.

Il Convegno appare anche un'importante occasione scientifica per affrontare la problematica dell'esposizione ad agenti cancerogeni nei luoghi di lavoro. In particolare durante l'evento verranno illustrati i risultati ottenuti a seguito delle indagini di monitoraggio ambientale e biologico condotte nell'ambito del Progetto Prevenzione dei Tumori Professionali (PPTP) della Direzione Generale Sanità della Regione Lombardia, allo scopo di valutare gli attuali livelli espositivi a sostanze classificate come cancerogene dalla International Agency for Research on Cancer (IARC) e/o etichettate come tali, ai sensi dell'attuale legislazione dell'Unione Europea nelle attività di stampaggio gomma e plastica.

Si ringraziano tutti gli operatori degli SPSAL delle Aziende Sanitarie Locali e delle UOOML delle Aziende Ospedaliere, degli altri Enti Pubblici e delle Università, nonché le forze sociali che hanno fornito fattiva collaborazione anche in questa occasione. Si ritiene importante proseguire sulla strada intrapresa con l'obiettivo di ottenere un ambiente di lavoro sempre più sano e sicuro.

Regione Lombardia

Gruppo di lavoro Studio PPTP-Plastica

Progetto Prevenzione Tumori Professionali – Lavorazione della plastica



Università degli Studi di Milano – Dipartimento di Medicina del Lavoro e Scuola di Specializzazione in Medicina del Lavoro, Clinica del Lavoro «Luigi Devoto»

V. Foà (coordinatore dello studio), P.E. Cirila, M. Taronna, O. Longhi, P. Carrer, I. Martinotti



ASL Provincia di Varese – Dipartimento di Prevenzione Medico, Servizio Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro

C. Tiso, M.R. Castoldi, C. Lionetti, M. Boni, D. Calderini, D. Mondini, D. Ricciardi, M. Scarpa



Fondazione I.R.C.S.S. "Ospedale Maggiore Policlinico, Mangiagalli, Regina Elena" di Milano, Clinica del Lavoro «Luigi Devoto»

S. Fustinoni, M. Buratti



INAIL Direzione Regionale Lombardia – Con.T.A.R.P.

E. Barbassa



Università dell'Insubria sede di Como

D.M. Cavallo



Regione Lombardia – Sanità

L. Macchi, G. Saretto, V. Carreri



PPTP - GOMMA

Gruppo di lavoro Studio PPTP-Gomma

Progetto Prevenzione Tumori Professionali – Lavorazione della gomma

Università degli Studi di Milano – Dipartimento di Medicina del Lavoro e
Scuola di Specializzazione in Medicina del Lavoro, Clinica del Lavoro
«Luigi Devoto»

V. Foà (coordinatore dello studio), P.E. Cirla, I. Martinotti

ASL Provincia di Mantova – Dipartimento di Prevenzione Medico, Servizio
Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro

E. Mossini, S. Tieghi, R. Trinco, R. Righi, S. Donini, R. Zamboni

AO "Istituti Ospitalieri di Cremona", Unità Operativa Ospedaliera di
Medicina del Lavoro (UOOML)

A.M. Cirla, L. Galli, A. Filipponi, L. Penna, D. Pulella, D. Pavesi
con il supporto di P. Apostoli, M.C. Ricossa, R. Ghitti, G. De Palma
(Laboratorio di Igiene e Tossicologia Occupazionale,
AO "Spedali Civili di Brescia")

Fondazione I.R.C.S.S. "Ospedale Maggiore Policlinico, Mangiagalli,
Regina Elena" di Milano, Clinica del Lavoro «Luigi Devoto»

S. Fustinoni, L. Campo

Regione Lombardia – Sanità
L. Macchi, G. Sarettoi



INDICE

Conoscere e valutare i rischi per prevenire

Progetto Prevenzione Tumori Professionali (PPTP): sinergie e integrazioni per un obiettivo comune	13
Stampaggio della gomma: dalla realtà produttiva all'individuazione dei rischi	20
Stampaggio della plastica: dalla realtà produttiva all'individuazione dei rischi	34
Esposizione ad ABS: i risultati dello studio PPTP – Gomma	47
Esposizione ad ABS: i risultati dello studio PPTP – Plastica	57
Esposizione ad IPA: i risultati dello studio PPTP – Gomma	70

Monitorare e formare per prevenire

Monitoraggio biologico nello stampaggio di plastica e gomma: approcci attuali e prospettive di sviluppo	80
Proposta Vademecum Regionale “Stampaggio plastica”	87
Proposta Vademecum Regionale “Stampaggio gomma”	92
Agenti cancerogeni: l'esperienza di mappatura dello studio PPTP – Gomma	116
Esposizione a formaldeide nella lavorazione di resine termoindurenti	121
Infortuni e malattie professionali nel comparto plastica-gomma in provincia di Varese	129
Prevenzione e sicurezza nelle aziende della gomma-plastica: manuale per gli RLS del comparto	139
Il ruolo della contrattazione collettiva per la sicurezza nelle aziende della gomma-plastica	143
ASSOCOMAPLAST: oltre 30 anni di attività nella sicurezza	148

CONOSCERE E VALUTARE I RISCHI PER PREVENIRE

Progetto Prevenzione Tumori Professionali (PPTP): sinergie ed integrazioni per un obiettivo comune

V. Foà^{a,b*}, I. Martinotti^b, P.E.Cirila^b

^a *Chairman dello Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL), Unione Europea*

^b *Centro di Riferimento PPTP Clinica del Lavoro «Luigi Devoto», Fondazione (I.R.C.C.S.) «Ospedale Maggiore Policlinico, Mangiagalli, Regina Elena» e Università degli Studi, Milano*

Riassunto. Il mondo scientifico mostra una crescente attenzione verso i processi lavorativi in cui vi è la presenza di sostanze, che possono contribuire all'aumento del rischio di sviluppare neoplasie nei lavoratori. Nelle attività di stampaggio della plastica e della gomma, in particolare, l'attenzione viene posta verso la possibile esposizione a monomeri che si possono liberare nelle lavorazioni a caldo, alcuni dei quali classificati come cancerogeni dalla IARC e dall'Unione Europea. In questo ambito è nato il Progetto Prevenzione dei Tumori Professionali (PPTP) della Regione Lombardia di cui un ramo si è dedicato intensamente allo studio delle attività di stampaggio delle plastiche e della gomma grazie alla collaborazione di vari Enti ed Istituzioni: l'Università di Milano con il Dipartimento di Medicina del Lavoro e la Scuola di Specializzazione, la Fondazione "Ospedale Maggiore Policlinico, Regina Elena, Mangiagalli" con la Clinica del lavoro «Luigi Devoto», le ASL della Provincia di Varese e della Provincia di Mantova con i Servizi PSAL del Dipartimento di Prevenzione Medico, gli "Istituti Ospitalieri di Cremona" con la UOOML e l'INAIL Direzione Regionale Lombardia con la ConTARP.

Parole chiave: Tumori professionali; Valutazione del rischio; Agenti chimici; Plastica; Gomma.

1. Introduzione

Nel processo di valutazione del rischio per esposizione a sostanze chimiche un ruolo di primaria importanza è rivestito dalla possibile comparsa di effetti cancerogeni a carico dell'operatore. Il mondo scientifico mostra, in effetti, una crescente attenzione verso quei processi lavorativi industriali in cui vi è la presenza di xenobiotici che possono contribuire all'aumento del rischio di sviluppare neoplasie nei lavoratori.

* *Indirizzo:* Via S.Barnaba, 8 – 20122 Milano
E-mail: vito.foa@unimi.it

Differenti sono le interpretazioni in merito a quali sostanze debbano essere classificate come cancerogene umane. In tal senso, le conoscenze dei meccanismi d'azione possono dare alcune risposte. In particolare possono aiutare a definire per le sostanze cancerogene di tipo epigenetico una soglia di effetto. Per le sostanze cancerogene di tipo genotossico, invece, non rimane che avviare una procedura di risk assessment così da fornire una indicazione di quale sia l'entità del rischio di contrarre tumori aggiuntivi a differenti livelli di concentrazione.

Nelle attività di stampaggio di plastica e gomma, gli addetti alle lavorazioni hanno la possibilità di venire a contatto con agenti chimici possibilmente lesivi per l'organismo umano. In particolare, l'attenzione viene posta verso la possibile esposizione a monomeri che si possono liberare durante le lavorazioni a caldo, alcuni dei quali sono classificati come cancerogeni dalla IARC e dall'Unione Europea.

2. Studio PPTP- Plastica e PPTP- Gomma

In questo ambito è nato e si è sviluppato nel corso degli ultimi due anni lo Studio PPTP (Progetto Prevenzione dei Tumori Professionali), di cui un ramo si è dedicato intensamente allo studio delle attività di stampaggio plastica ed un altro a quelle di stampaggio della gomma, settori produttivi di storico interesse sì, ma anche proiettati verso nuove ed attuali prospettive.

Sotto l'impulso della Regione Lombardia, che ha lanciato il progetto nel 2000, hanno collaborato diverse figure professionali di vari Enti ed Istituzioni: l'Università di Milano con il Dipartimento di Medicina del Lavoro e la Scuola di Specializzazione, la Fondazione "Ospedale Maggiore Policlinico, Regina Elena, Mangiagalli" con la Clinica del lavoro «Luigi Devoto», l'ASL della Provincia di Varese con il Servizio PSAL del Dipartimento di Prevenzione Medico ed il laboratorio, l'ASL della Provincia di Mantova con il Servizio PSAL del Dipartimento di Prevenzione Medico, gli "Istituti Ospitalieri di Cremona" con l'Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del Lavoro (UOOML) e l'INAIL Direzione Regionale Lombardia con la ConTARP.

Gli obiettivi dello studio PPTP-Plastica e PPTP-Gomma sono:

- Condurre un'analisi della letteratura riguardo ai problemi di sicurezza e salute presenti nelle attività di stampaggio di plastica e gomma, identificando le criticità.
- Studiare approfonditamente il ciclo tecnologico delle attività di stampaggio plastica e gomma, anche mediante indagini di sopralluogo.
- Identificare le fasi lavorative in cui è possibile l'esposizione a sostanze cancerogene e caratterizzarne lo scenario espositivo mediante analisi delle variabili d'ambiente.
- Impostare e condurre indagini di monitoraggio ambientale e biologico per valutare l'esposizione e l'assorbimento di sostanze cancerogene, con particolare riguardo ad acrilonitrile, butadiene, stirene e idrocarburi aromatici policiclici.

- Definire i criteri per la gestione a regime del rischio cancerogeno in azienda e valutare le soluzioni preventive adottate e adottabili.
- Porre le basi per una sorveglianza epidemiologica dei possibili effetti sanitari di quest'esposizione professionale.

È stato necessario l'impegno di un notevole numero di operatori (medici, igienisti industriali, chimici analitici, tecnici della prevenzione ed altri), nel corso di un arco di tempo superiore ai tre anni per riuscire ad assemblare una casistica che permettesse una valutazione obiettiva degli attuali livelli di ABS mediante metodi di monitoraggio ambientale, anche originali messi a punto per l'occasione. Un grande sforzo, che però ha premiato l'esperienza promossa dalla Regione Lombardia a conferma dell'efficacia di una formula integrata che coniuga l'analisi approfondita dei fenomeni di rischio professionale con politiche di formazione, indirizzo e controllo mirate alle principali criticità. Si viene perciò a stimolare la cooperazione di diverse figure professionali di vari Enti ed Istituzioni, esperti in discipline diverse, finalizzando la loro azione verso un'analisi completa ed una visione condivisa dei problemi e delle indicazioni preventive.

Si è così arrivati ad ottenere conoscenze che vengono a caratterizzare quale sia attualmente il rischio per la salute e la sicurezza degli operatori nei comparti produttivi di interesse, con indicazioni di prevenzione e protezione, incluso alcuni suggerimenti per una sorveglianza sanitaria che caratterizzi la propria efficacia utilizzando indicatori il più possibile specifici, sensibili e predittivi.

3. Il caso della formaldeide

Tra le sostanze che si possono riscontrare nella lavorazione delle materie plastiche e che attirano l'attenzione degli operatori di salute durante il lavoro per aspetti legati alla cancerogenicità, recentemente si è inserita la formaldeide. Le sue applicazioni industriali, ormai numerose, spaziano dalla produzione di resine fenoliche, novolacche e resoli (ottenuti per policondensazione con il fenolo ed utilizzati per la produzione di bachelite, manufatti per l'industria automobilistica, della comunicazione ...), alle aminoresine (risultanti dalla policondensazione con urea o melammina e adoperati per la produzione di bottoni, interruttori, laminati plastici, schiume isolanti ...).

La formaldeide è immessa in ambiente esterno tramite scarichi autoveicolari ed industriali, ma la troviamo anche in ambiente indoor poiché rilasciata da mobili ed altri rivestimenti e presente nel fumo di sigaretta. È contenuta in molti prodotti alimentari ed è il risultato finale del catabolismo nell'uomo, senza tuttavia che il composto si accumuli nell'organismo e nell'ambiente.

Nella Tabella 1 sono illustrati gli effetti che possono essere avvertiti a differenti livelli di concentrazione ambientale.

Effetti	Formaldeide (mg/m³)
Soglia per la percezione degli odori	0,06 - 1,2
Soglia per l'irritazione degli occhi	0,01 - 1,9
Soglia per l'irritazione della gola	0,1 - 3,1
Sensazione pungente agli occhi ed al naso	2,5 - 3,7
Tollerabilità per la lacrimazione	5 - 6,2
Lacrimazione forte che perdura per 1 ora	12 - 25
Pericolo di morte, edema, infiammazioni, polmoniti	37 - 60
Morte	60 - 125

Tabella 1

Effetti della formaldeide a diversi livelli di concentrazione

L'esposizione protratta a basse dosi (1 ppm pari a 1,23 mg/m³) può provocare nell'uomo lesioni mucose nasali di carattere infiammatorio. Da rilevare che la formaldeide oltre alle proprietà irritanti, è dotata di potere sensibilizzante che esplica sia a livello cutaneo sia a livello dell'apparato respiratorio.

Studi sperimentali in vitro hanno evidenziato attività mutagenica e genotossica, mentre i risultati degli studi in vivo su animali e sull'uomo appaiono di difficile interpretazione. A dosi piuttosto elevate (intorno a 6 ppm pari a 7,38 mg/m³) gli effetti genotossici sono più pronunciati con il risultato di un marcato aumento di trasformazioni maligne nelle cellule delle cavità nasali.

La peculiarità delle manifestazioni tumorali indotte dalla formaldeide è che queste sembrerebbero strettamente legate agli effetti di proliferazione cellulare cronica conseguenti all'effetto citotossico dello xenobiotico: da qui l'osservazione della maggiore incidenza di tumori nelle alte vie respiratorie di ratti e topi, la cui respirazione è obbligatoriamente nasale. Dal complesso dei dati disponibili si può presumere che nell'uomo, in caso di esposizione cronica alle bassi dosi (0,3 ppm / 0,4 mg/m³ per 40 anni), il rischio aggiuntivo di tumore sia piuttosto basso e dell'ordine di $1,3 \times 10^{-8}$ e $3,8 \times 10^{-7}$ rispettivamente per non fumatori e fumatori.

Infine, da segnalare come la International Agency for Research on Cancer (IARC), abbia ritenuto sufficiente l'evidenza della cancerogenicità per l'uomo della formaldeide rispetto al carcinoma nasofaringeo. Le altre agenzie internazionali hanno classificato la formaldeide in modo diversificato per quanto concerne la sua evidenza di cancerogenicità (Tabella 2). In particolare, la classificazione europea della formaldeide è attualmente in revisione sulla base di una proposta francese. Lo SCOEL (Scientific Committee on Occupational Exposure Limits, Comitato Scientifico per i Valori Limite di Esposizione Professionale) ha riaffrontato la discussione ed è in procinto di licenziare il suo parere, fundamentalmente orientato a mantenere invariata l'attuale classificazione dell'Unione Europea (Categoria 3 e frase di rischio "R40 Possibili effetti cancerogeni – prove insufficienti").

Ente	Gruppo	Note
IARC	1	Cancerogeno per l'uomo
Unione Europea	3	Sostanze con sospetto per i possibili effetti cancerogeni per l'uomo
CCTN ¹	2	Sostanza che dovrebbe considerarsi cancerogena sull'uomo
NTP ²	RAHC	Ragionevolmente considerata come cancerogena per l'uomo
ACGIH ³	A2	Sospetto cancerogeno per l'uomo
US-EPA ⁴	B1	Probabile cancerogeno per l'uomo
NIOSH ⁵		Potenziabile cancerogeno
OSHA ⁶		Cancerogeno

Tabella 2

Classificazione della formaldeide in merito alla cancerogenicità secondo diverse agenzie internazionali

¹ Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale.

² National Toxicology Program.

³ American Conference Governmental Industrial Hygienist.

⁴ Environmental Protection Agency USA.

⁵ National Institute for Occupational Safety and Health.

⁶ Occupational Safety and Health Administration.

Per il monitoraggio ambientale esistono diverse metodiche per il campionamento e l'analisi, tra cui anche apparecchiature che consentono monitoraggi rapidi e consecutivi, come la spettroscopia fotoacustica ad infrarossi.

La maggior parte dei valori limite di esposizione occupazionale stabiliti da stati europei si attesta tra i 0,37 e 0,6 mg/m³, mentre solamente in pochissimi casi si è ancora a livelli tra l'1,23 ed il 2,46 mg/m³. Lo SCOEL conclude che per l'indicazione di un limite di esposizione occupazionale (OEL), che tenga in considerazione il rischio cancerogeno, appare critico lo stimolo alla proliferazione cellulare dovuto all'irritazione delle alte vie respiratorie e, salvo modifiche in corso, giunge quindi a proporre come livelli al di sotto dei quali non è atteso alcun effetto sistemico per la formaldeide un OEL-TWA di 0,2 ppm (0,26 mg/m³) ed un OEL-STEL di 0,4 ppm (0,5 mg/m³).

Il D.Lgs 626/94 riporta negli allegati VII-bis e VIII-ter un elenco di sostanze con i relativi valori limite di esposizione professionale, che tuttavia, non fornisce per ora indicazioni in merito all'esposizione alla sostanza di interesse. In assenza di riferimenti legislativi specifici italiani le posizioni di autorevoli agenzie internazionali (Tabella 3) costituiscono un utile termine di paragone.

Ente	Limite di esposizione (mg/m ³)	Note
SCOEL*	0,25	TWA 8h
CCTN	0,49	STEL 15min
ACGIH	0,37	TLV-C
NIOSH	0,02	10 h TWA
	0,12	Ceiling 15min
OSHA	0,92	TWA 8h
	2,46	STEL 15min

Tabella 3

Valori limite di esposizione stabiliti per la formaldeide da diverse agenzie ed enti internazionali

* Proposta non ancora ufficializzata.

In riferimento al monitoraggio biologico non esistono ad oggi tecniche utilizzabili.

Nell'ambito dello studio PPTP-Plastica condotto nella provincia di Varese è emersa (Fase 1) la presenza di sostanze cancerogene (R45 o R49 Unione Europea e/o Gruppo 1 o 2A IARC) in 96 aziende (59%). Nella maggioranza dei casi il numero di agenti cancerogeni presenti era di uno (60%) o due (30%), e solamente in una decina di casi si è arrivati a tre. Dei 7 agenti cancerogeni individuati i più diffusi sono risultati: 1,3 butadiene, cloruro di vinile monomero, acrilonitrile e formaldeide (meno rappresentati cromati di piombo, epiclorigrina, ossido di etilene, 2,2'-dicloro-4-4'metilendianilina). La reale esistenza di situazioni potenzialmente espositive è stata effettivamente riscontrata (Fase 2) nel 58% delle aziende individuate con la Fase 1 (pari al 34% del totale). In queste aziende, riferendosi a quanto disposto dal D.Lgs 626/94, l'agente cancerogeno era stato preso in considerazione nel documento di valutazione dei rischi nel 9% dei casi, esisteva un registro degli esposti nel 3% dei casi, era stato individuato un programma di misure tecniche preventive nel 96% dei casi, era stato predisposto un piano per le emergenze nel 2%, esisteva un protocollo di sorveglianza sanitaria mirato nel 3% dei casi, nel 9% era attuato un monitoraggio ambientale e nel 7% un monitoraggio biologico, un programma di formazione specifico era attuato nel 3% dei casi.

Più in dettaglio la formaldeide è stata riscontrata come presente in 14 attività con possibile esposizione durante la lavorazione per più di 6 ore al giorno ed in 4 con ciclo chiuso (complessivi 164 lavoratori); dispositivi di protezione individuale mirati erano forniti rispettivamente nel 30% e nel 50% dei casi. Rispetto al disposto dal D.Lgs 626/94, nel 8% dei casi la formaldeide era stata presa in considerazione nel documento di valutazione dei rischi in relazione ad effetti cancerogeni, era stato individuato un programma di misure tecniche preventive nel 76% dei casi, esisteva un protocollo di sorveglianza sanitaria mirato in 2 casi (in 2 era attuato un monitoraggio ambientale ed in 3 quello biologico). In nessun caso esisteva un registro degli esposti, né era stato predisposto un piano per le emergenze o veniva attuato un programma di formazione specifico.

Bibliografia

Agency for Toxic Substances and Disease Control - ATSDR's Toxicological Profiles: Formaldehyde - Public Health Service, US ed. – 1999

American Conference of Governmental Industrial Hygienists – Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices – Cincinnati, OH, 2006

DFG – Formaldehyde –in «Occupational Toxicants» - 2000;17:163-201

European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals – Technical Report n.65: Formaldehyde and Human Cancer Risk – ISSN-0773-8072-65 – 1995

International Agency for Research on Cancer (IARC) – Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-ter-Vutoxy-2-propanol – Vol. 88 IARC – Lyon, 2005

Regione Lombardia. D.G.R. n° 1439 del 4 ottobre 2000 “Progetto obiettivo triennale 2000-2003: prevenzione e sicurezza nei luoghi di lavoro”.

Regione Lombardia. D.G.R. n° VII/18344 del 23 luglio 2004 “Interventi operativi per la promozione della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro in Lombardia per il triennio 2004-2006”.

World Health Organisation – International Programme on Chemical Safety – Environmental Health Criteria 89: Formaldehyde – WHO – Geneva, 1989

Stampaggio della gomma: dalla realtà produttiva all'individuazione dei rischi

S. Tieghi*

*Servizio Prevenzione Sicurezza Ambienti Lavoro (SPSAL), Dipartimento di Prevenzione Medico,
ASL della Provincia di Mantova, Mantova*

Riassunto. Nell'ambito del Piano Attuativo Locale (PAL) della Regione Lombardia sulla prevenzione negli ambienti di lavoro, l'ASL di Mantova ha ritenuto utile indagare situazioni ambientali a rischio, sia dal punto di vista tossicologico che sul versante infortunistico, mediante lo studio approfondito delle attività e delle attrezzature di aziende della provincia che producono articoli tecnici in gomma. Queste aziende, tra cui alcune in grado di produrre autonomamente le mescole, sono dotate di presse che a temperature e per tempi preordinati effettuano lo stampaggio della gomma (vulcanizzazione). Complessivamente, le aziende assorbono circa 230 dipendenti e sono ubicate nella zona industriale del capoluogo e nella zona nord ovest della provincia di Mantova. Le accomuna il tipo di prodotto realizzato (articoli tecnici di gomma specialmente per uso antivibrante). Il lavoro qui presentato costituisce la sintesi dello studio sui rischi professionali specifici dei lavoratori occupati nelle aziende descritte, realizzato allo scopo di aumentare le conoscenze sulle esposizioni ai fumi di vulcanizzazione della gomma (comparto industriale classificato dalla IARC come a rischio cancerogeno), e di migliorare la sicurezza delle macchine e degli impianti.

Parole chiave: Gomma; Stampaggio; Rischi professionali.

1. Introduzione

La Regione Lombardia nello sviluppo dei progetti 2000-2003 e 2004-2006 per la prevenzione negli ambienti di lavoro ha sempre dedicato grande attenzione al problema dell'esposizione professionale a cancerogeni. In tal senso ha messo a punto nel secondo triennio in alcuni comparti produttivi, tra cui l'industria della gomma, un metodo per l'approfondimento della conoscenza dei rischi e per la definizione di

* Telefono: 0376 846734 Fax: 0376 846777
Indirizzo: Via Filzi, 9 – 46040 Guidizzolo (MN)
E-mail: sandro.tieghi@aslmn.it

indicazioni operative per la prevenzione da generalizzare in tutto il territorio regionale nell'arco del terzo triennio.

L'ASL di Mantova, capofila del gruppo di lavoro tecnico per il settore gomma, con la collaborazione del Centro di Riferimento regionale PPTP (Clinica del Lavoro "Luigi Devoto" di Milano), e della UOOML di Cremona, ha individuato e valutato i rischi in ordine alla sicurezza ed alla salute nello stampaggio della gomma. Nella stesura sono state prese in considerazione come base di partenza valutazioni di ordine tecnico-scientifico e sono definite alcune indicazioni per l'impostazione di interventi, cui tutte le imprese potranno attenersi per il rispetto della normativa vigente in materia.

L'industria della gomma è caratterizzata dall'utilizzo di molte sostanze chimiche, alcune delle quali sono state, in passato, considerate cancerogene per l'uomo o in animali da esperimento. Le numerose indagini epidemiologiche disponibili hanno evidenziato, negli addetti esposti fino agli anni '50, un eccesso di mortalità per neoplasie soprattutto a carico della vescica e del sistema emopoietico. L'aumento di incidenza di queste patologie è stato attribuito all'uso delle ammine aromatiche di prima classe. Queste considerazioni hanno spinto i paesi industrializzati ad una progressiva regolamentazione dell'uso di tali sostanze che, sommato ad un costante miglioramento delle condizioni igienico – ambientali dei luoghi di lavoro, sembra abbia portato ad una riduzione dell'incidenza di queste neoplasie. L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) classifica, tuttavia, l'industria della gomma come attività a rischio di provocare il cancro⁴, sulla base del sospetto dell'esistenza di prodotti di reazione biologicamente attivi che si sviluppano durante la lavorazione.

L'ASL di Mantova ha ritenuto utile indagare sull'esistenza di situazioni ambientali a rischio prevalentemente sul versante tossicologico ma anche dal punto di vista infortunistico, mediante lo studio approfondito degli ambienti di lavoro e delle attrezzature di 6 aziende della Provincia di Mantova che producono articoli tecnici in gomma: due di queste aziende possiedono un impianto di mescola della gomma e di stampaggio mentre le altre realizzano esclusivamente prodotti su stampi (vulcanizzazione). Complessivamente, le 6 aziende assorbono circa 230 dipendenti. Accomuna la quasi totalità delle aziende il tipo di prodotto (articoli tecnici di gomma specialmente per uso antivibrante). Il lavoro qui presentato costituisce la sintesi degli interventi effettuati nelle aziende citate, fatti allo scopo di aumentare le conoscenze sulle esposizioni ai fumi di vulcanizzazione della gomma e di migliorare la sicurezza delle macchine e degli impianti.

2. Stampaggio della gomma

L'industria della gomma è un settore produttivo molto complesso che, pur avvalendosi ancora di caratteristici impegni della manualità dell'uomo, impiega cospicue risorse tecnologiche e chimiche al fine di realizzare quella che è la parte fondamentale del processo, cioè la vulcanizzazione. Inoltre, si è ormai consolidata la distinzione tra l'uso di gomma naturale e di gomma sintetica e quest'ultima raggruppa quei prodotti meglio conosciuti tecnicamente come elastomeri. La

caratteristica della elasticità rappresenta un connotato chiave negli usi industriali di tali prodotti della vulcanizzazione.

3. La vulcanizzazione

Per inquadrare giustamente la problematica, è molto importante in primo luogo prestare la dovuta attenzione al significato di alcuni termini fondamentali.

La vulcanizzazione è una reazione chimica peculiare dell'industria della gomma. Durante questo processo gli elastomeri presenti nella miscela passano da uno stato fisico plastico ad uno stato prevalentemente elastico. Ciò è dovuto alla formazione di una serie di legami trasversali tra le varie catene polimeriche, con la formazione di strutture molecolari complesse di tipo tridimensionale; i legami in questione sono irreversibili. Il più comune agente vulcanizzante è lo zolfo. La vulcanizzazione è favorita dal calore; il prodotto finito vulcanizzato acquista una serie di proprietà, oltre all'elasticità, in funzione degli ingredienti utilizzati nella composizione della miscela. Le dimensioni, lo spessore, la sagomatura dei manufatti vengono generalmente affidate a presse a caldo i cui stampi sono riscaldati con vapore o con resistenze (circa 180°C); il tempo di vulcanizzazione varia in funzione della massa dei pezzi in lavorazione ed oscilla tra i 10 e i 100 minuti. Altre modalità di vulcanizzazione sono quelle in vapore o in aria calda e riguardano la produzione di tessuti gommati o calzature⁵.

La miscela che verrà poi vulcanizzata è composta principalmente da gomma naturale o sintetica, nerofumo, oli minerali e diverse sostanze ausiliarie che rendono il prodotto adeguato alle richieste industriali. Tra questi prodotti, alcuni rappresentano la principale fonte di inquinamento da IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici): gli oli minerali e il nerofumo.

Tra gli elastomeri utilizzati nell'industria della gomma si è dato particolare risalto alla gomma SBR (stirene - butadiene) per la potenziale liberazione del monomero 1,3-butadiene, recentemente classificato dalla IARC come cancerogeno di classe 1. Lo stirene monomero è invece classificato 2B; molto ridotto è l'utilizzo della gomma NBR (nitrile - butadiene); l'acrilonitrile, contenuto in percentuali molto modeste, è classificato 2B dalla IARC e in classe 2 dall'Unione Europea.

Consideriamo anche le sostanze e i preparati impiegati nelle aziende esaminate suddivise per gruppi:

1. elastomeri
2. cariche
3. oli
4. attivanti
5. acceleranti, ritardanti, antiossidanti, vulcanizzanti, ecc.

La presenza dell'industria della gomma nella lista IARC delle attività classificate come cancerogene (gruppo 1) ancorché non definisca un elenco di sostanze o preparati peculiari di tale comparto produttivo, fa rientrare in linea di principio le attività

lavorative dove si vulcanizza la gomma tra quelle in cui il rischio non dovrebbe essere classificato come "irrilevante" (moderato).

Si deve qui brevemente accennare al fatto che le produzioni, mansioni e lavorazioni classificate dalla IARC come cancerogene con diversi livelli di evidenza risultano essere 21 e tra queste l'industria della gomma.

Si riscontra, di fatto, come l'attuale normativa crei alcuni problemi di ordine pratico. Infatti, le schede di sicurezza e le etichette delle sostanze e dei prodotti commerciali sono tenute a riportare la presenza e la concentrazione delle sole sostanze classificate come "pericolose" sulla base della Direttiva 67/548/CEE, e può accadere che alcune sostanze valutate come certe o sospette cancerogene dalla IARC o dalla CCTN non siano state classificate dall'Unione Europea in nessuna categoria di pericolo. Per altro verso, l'Unione Europea nel suo XXI adeguamento ha valutato, per la prima volta, gli effetti cancerogeni di ben 862 miscele idrocarburiche ottenute con i processi di distillazione dal petrolio e dal carbone; tali sostanze vengono ricomprese dalla IARC in "famiglie" di composti, prevalentemente gli IPA.

4. Ciclo produttivo

- Trasporto della miscela cruda in prossimità delle presse;
- inserimento della miscela cruda nello stampo ed eventuale posizionamento del pezzo metallico da legare con la miscela di gomma;
- chiusura stampo, inizio ciclo di vulcanizzazione della gomma
- apertura stampo ed estrazione manuale del pezzo caldo mediante estrattore;
- posizionamento del pezzo sotto cappa durante il raffreddamento;
- smaterozzamento manuale e trasporto nei magazzini prodotti finiti.

Vulcanizzazione: il foglio di gomma viene foggiato nella forma voluta e contemporaneamente vulcanizzato. Questa operazione avviene mediante presse oleodinamiche, costituite da due piastre metalliche che accolgono i pezzi da vulcanizzare in uno stampo. Le due piastre sono sospinte a pressione l'una contro l'altra (con spinta fino ad un massimo di 400 tonnellate) e mantengono nello stampo per il tempo e la temperatura necessarie i pezzi di gomma da vulcanizzare.

Le presse utilizzate, tutte a movimento oleodinamico, sono di due tipologie: a compressione o ad iniezione. Tanto le une quanto le altre possono essere ad asse orizzontale oppure verticale.

Di queste ultime sono utilizzate sia macchine a piatto inferiore mobile e superiore fisso, sia macchine con funzionamento inverso. In rapporto alla dimensione dei pezzi da formare, o del loro numero per ciclo di lavorazione, variano le dimensioni degli stampi e controstampi e della pressione di serraggio degli stessi (da 10 – 20 t per le presse di dimensioni minori, a oltre 1.000 t per quelle più grandi).

La pressione d'iniezione della mescola nelle presse che usano tale sistema varia in rapporto alle dimensioni dello stampo, della forma dei manufatti e del tipo di mescola.

Il carico della mescola negli stampi, ad esclusione delle presse ad iniezione, avviene manualmente.

Il distacco dei pezzi formati dagli stampi e lo scarico degli stessi può avvenire manualmente, con l'ausilio di attrezzi, oppure automaticamente come movimento conclusivo (oleodinamico, pneumatico o meccanico) del ciclo di lavorazione.

Gli stampi delle macchine possono essere estraibili dalla loro sede per l'effettuazione del carico, ad inizio ciclo, della materia prima e lo scarico, a fine ciclo, del pezzo formato.

Le fasi del ciclo di una pressa verticale con piano inferiore mobile e stampo estraibile, in via esemplificativa, sono di seguito descritte:

- Apertura pressa per carico: a pressa aperta e piano di carico (slitta) in posizione esterna l'addetto alla pressa provvede a posizionare nello stampo il quantitativo di gomma definito nella scheda di lavorazione;
- Rientro tavolo porta stampo: dal quadro comandi si pilota il rientro della slitta porta stampo ed il suo posizionamento sotto il piano pressa centrale per la fase di stampaggio;
- Salita pressa: l'avvio della fase di stampaggio è comandata dall'operatore mediante i selettori posti sul quadro comandi; una volta attivato, il cilindro spinge lo stampo posto sul piano pressa verso la piastra superiore;
- Chiusura a gradiente di pressione: la compressione tra il piano pressa inferiore (mobile) e il piano pressa superiore (fisso) è graduato e la pressione prestabilita in relazione al tipo di stampaggio da effettuare.
- Vulcanizzazione: nella fattispecie della lavorazione in esame, i pezzi di gomma devono aderire perfettamente alla parte metallica; tale processo avviene mediante il riscaldamento del piano pressa con vapore tra i 140°C ed i 180°C e per un tempo definito nella scheda di lavorazione.
- Apertura pressa per scarico: al termine del tempo impostato, la pressa emette un segnale acustico ed attiva una segnalazione luminosa che indica la fine del ciclo di lavoro. Automaticamente inizia la lenta discesa del piano porta stampo fino al ritorno nella posizione di inizio ciclo; dopo tale momento, l'addetto comanda con il selettore la fuoriuscita della slitta e scarica il pezzo stampato.

5. Rischi per la salute e sicurezza nello stampaggio della gomma

Per potere impostare interventi appropriati ed efficaci nell'ambito del sistema della prevenzione, è necessario avere una corretta e completa conoscenza dei rischi per la

salute e la sicurezza, corredata da una loro attenta valutazione aggiornata periodicamente. In questo senso l'esperienza di sopralluogo nell'ambiente in cui si svolgono le lavorazioni è un passaggio fondamentale, che permette di concentrare l'attenzione sulle principali criticità senza perdere la visione di insieme.

Nelle diverse fasi del ciclo tecnologico, accanto a rischi comuni all'intero settore, sono evidenziabili rischi specifici della singola lavorazione; tutti comunque sono da contestualizzare ed analizzare con attenzione.

Nella valutazione dei rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori addetti allo stampaggio della gomma non devono essere trascurati anche gli aspetti che riguardano l'organizzazione del lavoro. Ritmi, monotonia, ripetitività, cadenze operative e rapporti con i colleghi possono essere fonte di rischio non trascurabile per il benessere psicofisico del lavoratore.

5.1. Rischi per la sicurezza

5.1.1 Ustioni

Il carico manuale della quantità di mescola da lavorare, lo scarico dei pezzi lavorati, in particolare quelli accoppiati con parti metalliche e la manipolazione dei pezzi ancora caldi per la sbavatura manuale, sono operazioni che possono comportare rischio di scottature dell'epidermide, soprattutto degli arti superiori.

5.1.2 Taglio

Tale rischio non è direttamente connesso con la fase di vulcanizzazione, tuttavia si concretizza nella maggior parte dei casi nello stesso reparto in cui avviene l'operazione principale della lavorazione della gomma, quando l'uso di taglierini e coltelli molto affilati vengono usati per il taglio di strisce di gomma da immettere negli stampi, ovvero al termine della vulcanizzazione, per la sbavatura manuale delle porzioni di gomma debordanti la sagoma degli articoli prodotti.

5.1.3 Utilizzo di macchine

Le situazioni più rischiose si presentano in occasione delle operazioni di carico/scarico e quando i mezzi d'opera o le attrezzature vengono utilizzati in maniera scorretta od imprudente. Non è da dimenticare che i lavoratori addetti possono correre anche il rischio di rimanere vittime di incidenti causati dai veicoli di passaggio, rischio che risulta superiore laddove i conducenti non rispettino le procedure di carico/scarico. Una buona pianificazione e progettazione dei reparti e delle modalità operative di transito di uomini e mezzi può costituire un valido elemento di prevenzione.

5.1.4 Movimentazione carichi con macchine

Oltre ai numerosi passaggi delle lavorazioni in cui si deve procedere alla movimentazione di carichi mediante l'ausilio di mezzi d'opera (muletti), è possibile che la movimentazione di carichi venga eseguita anche con transpallet manuali, con potenziale rischio di caduta di materiale o di urti e schiacciamenti contro altri lavoratori.

5.1.5 Utilizzo di presse

Il principale rischio lavorativo connesso all'utilizzo delle presse, oltre a quello derivante dall'esposizione di gas e vapori che si producono dalla lavorazione a caldo del materiale, è quello dello schiacciamento delle mani o di altre parti del corpo del lavoratore nella zona di chiusura degli stampi delle presse.

Non sono tuttavia da sottovalutare i rischi derivanti dal contatto con parti di macchine ad alta temperatura (ustioni), dallo scoppio delle tubazioni e di altre apparecchiature ad alta pressione contenenti olio idraulico, nonché quelli derivanti da disfunzioni di natura elettrica

La necessità di introdurre le mani nelle zone pericolose delle presse, durante il carico della materia prima e lo scarico dei pezzi lavorati, induce il rischio di schiacciamento. Ciò può essere in relazione diretta con il funzionamento della macchina, per carenza dei ripari collocati a protezione della zona pericolosa, oppure per difformità o anomalia dei comandi e/o dei dispositivi di sicurezza; in particolare sulle presse entrate in esercizio da più tempo, sulle quali non era prevista in origine la segregazione completa della zona pericolosa, oppure, sullo stesso tipo di macchina, anche dopo interventi di modifica non adeguati, più o meno recenti. Interventi approssimativi, quali la collocazione di schermi fissi contornanti la zona pericolosa, in taluni casi, se può aver escluso il rischio di schiacciamento tra gli stampi, potrebbe aver introdotto rischi di cesoiamento tra alcune parti mobili delle macchine e gli stessi schermi.

Nelle presse verticali a piano inferiore mobile può concretizzarsi il rischio di infortunio per caduta del pezzo lavorato rimasto "incollato" al controstampo superiore fisso durante l'apertura.

Può, infatti, verificarsi che la piastra fissa superiore della pressa e la piastra metallica porta stampo aderiscano fortemente, al punto da non separarsi al momento dell'abbassamento del piano mobile base porta stampo. Ciò può accadere, ad esempio, qualora la gomma ed i reagenti/additivi fuoriusciti dallo stampo durante la vulcanizzazione diano luogo, solidificandosi, alla caratteristica "bava": la gomma può fungere così da collante tra le due piastre; lo stesso può verificarsi a seguito di modifiche di residui di gomma di precedenti stampaggi; ancora, non si può escludere l'effetto "vuoto" legato alla presenza di sottili veli d'olio tra pressa e stampo. In sostanza, lo stampo con tutto il suo contenuto può rimanere adeso alla piastra fissa superiore della pressa e distaccarsi improvvisamente colpendo l'operatore che tentasse di intervenire manualmente per la sua rimozione.

5.2. Analisi del fenomeno infortunistico nella provincia di Mantova

Sono stati analizzati gli infortuni delle 6 aziende del settore della gomma oggetto dell'intervento, negli anni 2000 – 2005.

Il confronto tra l'Indice di Frequenza (IF) delle 6 aziende e quello di tutti i settori della Provincia di Mantova è evidenziato nella Tabella 1.

La differenza tra i due indici indica un rischio di infortunio nelle 6 aziende molto rilevante rispetto a quello calcolato per tutti i settori, anche se il trend è in netta diminuzione con un allineamento progressivo al valore medio.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Infortuni totali 6 aziende	23	21	34	24	13	15
> 40 gg 6 aziende	2	3	9	3	0	2
Addetti 6 aziende	207	198	216	219	217	230
IF 6 aziende	111	106	157	110	60	65
Tasso grezzo MN tutti i settori	43	41	41	37	35	ND

Tabella 1

Dati infortunistici 2000 – 2005

Agente Materiale	Infortuni	Media giorni
Macchine e Attrezzature	30	16,9
Mezzi di sollevamento e trasporto	8	12,7
Materiali solidi	31	16,5
Ambienti di lavoro	14	31
Altri	47	23,5
Totale	130	20,5

Tabella 2

Agente materiale di infortunio

L'analisi degli agenti materiali, causa degli eventi nelle 6 aziende del progetto, individua un elevato rischio relativo all'ambiente di lavoro in termini di gravità a seguito di cadute e scivolamenti e, anche se inferiore, nell'utilizzo di macchine e attrezzature con lesioni prevalenti, circa l'80 %, a carico degli arti superiori, di cui il 30 % per schiacciamenti (Tabella 2).

5.3. Rischi per la salute

5.3.1 Agenti chimici

Nel 1982 la IARC pubblicava la monografia n°28 dedicata all'industria della gomma: la seconda esperienza dell'Agenzia sulla valutazione di rischio oncogeno da esposizioni complesse di tipo occupazionale. Una consistente parte dei dati epidemiologici al riguardo indicavano un eccesso di rischio per alcuni tumori particolari (vescica, stomaco, sangue e polmone) accumulato nei decenni precedenti. L'esistenza di un rischio genotossico per i lavoratori è sospettabile sia per l'elevata varietà di sostanze chimiche, spesso ricche di impurezze, impiegate nei cicli lavorativi sia per le complesse interazioni tra composti che si verificano durante le lavorazioni a caldo delle mescole, con conseguente formazione di nuove molecole conosciute e non³.

L'esiguità dei numeri relativi alle malattie professionali segnalate negli ultimi anni sembra deporre a favore di un netto regresso del rischio oncogeno; resta, tuttavia, valida la necessità del controllo delle "basse esposizioni", problema sul quale è stata focalizzata l'attenzione del presente progetto e che trova puntuale riscontro nell'applicazione del Titolo VII e VII-bis del D.Lgs 626/94¹. In effetti il disposto del Titolo VII-bis si applica anche agli agenti cancerogeni e/o mutageni ad esclusione degli aspetti per i quali sono previste delle misure specifiche nell'ambito del Titolo VII del DLgs 626/94².

I parametri da prendere in considerazione sono il tipo e la quantità dell'agente chimico e le modalità di frequenza di esposizione all'agente chimico. Il datore di lavoro deve assolvere a due compiti principali:

1. determinare preliminarmente la presenza eventuale di agenti chimici pericolosi sul luogo di lavoro;
2. valutare i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori derivanti dalla presenza di tali agenti.

Il processo valutativo comprende, innanzitutto, l'identificazione di tutti gli agenti chimici utilizzati, stilando una lista completa di tutte le sostanze e preparati (prodotti chimici) utilizzati a qualunque titolo in un'azienda. Per ognuno di questi deve essere poi associata la classificazione dell'Unione Europea se esistente o, in assenza di questa, deve essere identificato se l'agente chimico utilizzato, pur non essendo classificato, possa comportare comunque un rischio per la salute e la sicurezza (art. 72 ter comma 1 lettera b punto 3 D.L.vo 626/94).

Inoltre, nell'identificazione dei pericoli il datore di lavoro deve tener conto delle attività produttive che vengono svolte al fine di identificare se nel corso di tali attività vi siano processi o lavorazioni in cui si sviluppano agenti chimici pericolosi.

Nella valutazione del rischio vanno tenute in considerazione:

1. le proprietà pericolose dell'agente (Frase R, ecc.)
2. le informazioni contenute nella scheda di sicurezza
3. il livello, il tipo e la durata dell'esposizione
4. le circostanze di svolgimento del lavoro e le quantità in uso della sostanza o del preparato
5. i valori limite professionali e/o biologici dell'agente (se esistono)
6. gli effetti delle misure preventive e protettive adottate
7. le conclusioni, se disponibili, delle azioni di sorveglianza sanitaria.

I lavoratori possono venire a contatto con sostanze chimiche che si liberano proprio durante la lavorazione: ad esempio gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), alcuni dei quali sono riconosciuti come cancerogeni o pericolosi. Attualmente non è tecnicamente possibile l'eliminazione di queste sostanze dal ciclo produttivo e l'utilizzo di un ciclo chiuso può riguardare solo la produzione delle mescole. Il datore di lavoro deve quindi provvedere affinché il livello di esposizione dei lavoratori sia ridotto al più basso valore tecnicamente possibile. Per individuare misure appropriate ed efficaci, condizione preventiva e necessaria, disposta anche dalla normativa vigente, è la valutazione del livello di esposizione dei lavoratori all'agente cancerogeno o pericoloso, tenendo conto anche del possibile assorbimento cutaneo. La valutazione dell'esposizione deve essere effettuata in occasione di modifiche del processo produttivo significative ai fini della sicurezza e della salute dei lavoratori e, comunque, ogni tre anni.

Questo non significa che per avere una stima dell'esposizione si debba misurare in ogni caso: il monitoraggio ambientale è da effettuarsi, nel rispetto delle buone pratiche dell'igiene industriale, ogni volta che questo sia tecnicamente possibile ed utile al fine di valutare l'entità dell'esposizione (valutare l'efficacia delle misure di prevenzione adottate, dimostrare l'esiguità del rischio per la salute, accertare l'assenza dell'agente, ecc.). Dove non sia possibile effettuare un monitoraggio ambientale, la valutazione potrà essere effettuata integrando varie fonti di informazione (confrontando situazioni lavorative simili, assumendo criticamente dati di letteratura, considerando i quantitativi utilizzati e le modalità d'uso, ecc.), tutte attentamente vagliate e considerate criticamente da personale qualificato. La valutazione deve comunque tenere in considerazione le caratteristiche delle lavorazioni, la loro durata e frequenza, le concentrazioni di agenti cancerogeni o pericolosi che si vengono a liberare e la loro capacità di penetrare nell'organismo per le diverse vie di assorbimento. A solo titolo esemplificativo, abbiamo verificato l'appartenenza alle categorie classificative dell'Unione Europea e IARC di alcuni composti idrocarburi ancora utilizzati nelle industrie della gomma (Tabella 3).

Innumerevoli sono gli agenti chimici utilizzati per migliorare la lavorabilità e la qualità del prodotto finito (elenco non esaustivo in Tabella 4); la loro percentuale è variabile nella ricetta e l'esposizione dipende dalle temperature di lavorazione e dall'eventuale legame/reazione con altre sostanze. È importante rilevare che alcuni di questi composti chimici (come il mercaptobenzotiazolo e la p-fenilendiammina) hanno potere sensibilizzante.

Composizione chimica	n. CAS	Categoria CE	Frase R	Gruppo IARC
Miscela complessa di idrocarburi	64742-03-6	2	R 45	1
Olio di origine paraffinica	64741-88-4	2	R 45	-
Olio minerale di origine naftenica	64742-34-3	1	R 45	-

Tabella 3

Classificazione IARC e UE di composti idrocarburici ancora in uso nell'industria della gomma

Acceleranti, Vulcanizzanti, Ritardanti, Antiossidanti	Frase R*	n. CAS
Monosolfuro di tetrametiltiurame	R 22-43-51/53	97-74-5
Disolfuro di tetrametiltiurame	R 36/37-43-68	137-26-8
Tetrabutiltiuramedisolfuro		1634-02-2
Dibenzotiaziledisolfuro (MBTS)		120-78-5
4,4' ditiomorfolina		103-34-4
Zolfo oleato		7704-34-9
2-mercaptobenzotiazolo	R 43-50/53	149-30-4
2-metilmercaptobenzimidazolo		53988-10-6
Benzotiazolo-2-cicloesilsulfenamide		95-33-0
Etilentiourea	R 61-22	96-45-7
N-isopropil-N'-fenil-p-fenilendiammina	R 22-43	101-72-4
Miscela di diaril-p-fenilendiammina	R 43-52/53	68953-84-4
2,2,4 trimetil 1,1 diidrochinolina		67780-96-1
Difenilammina diottilata		101-67-7
Difenilammina alchilata		68411-46-1
Esametilentetrammina	R 11- 42/43	100-97-00

Tabella 4

Altri prodotti della ricetta

5.3.2 Rumore

La normativa che riguarda questo rischio, D.Lgs 277/91 prima ed ora Titolo V-bis del D.Lgs 626/94, dispone alla base del processo di valutazione l'effettuazione di misure fonometriche mediante strumentazione e criteri adeguati in relazione alle caratteristiche del rumore da misurare. In particolare è opportuno prestare attenzione al livello, la tipologia e la durata dell'esposizione, l'esposizione a rumori impulsivi o di impatto, l'esposizione del lavoratore a rumore oltre l'orario di lavoro normale sotto la responsabilità del datore di lavoro ed ai fattori ambientali. Il processo valutativo trova una necessaria integrazione con conoscenze tecniche tra cui le informazioni sulle emissioni sonore fornite dai costruttori delle attrezzature di lavoro.

L'esposizione quotidiana dei lavoratori nelle attività di stampaggio della gomma risulta nella maggior parte dei casi compresa tra 80 e 87 dBA, ma ogni singolo caso è meritevole di appropriata valutazione.

5.3.3 Microclima

Gli addetti allo stampaggio della gomma si trovano a dovere lavorare in ambienti confinati dove si sviluppano alte temperature, che portano ad avere problemi microclimatici anche molto importanti da valutare attentamente.

In particolare, in estate ci si trova di fronte alla situazione più pericolosa: la combinazione delle temperature stagionali elevate, con la temperatura radiante emessa dalle presse e con l'intenso lavoro possono arrecare non solo discomfort, ma rischi per la salute più importanti (è necessario usare precauzioni per assicurare un adeguato assorbimento di acqua e sali minerali).

In questo reparto l'ambiente è percepito come caldo o molto caldo. Un'accurata misura delle condizioni microclimatiche in ambiente lavorativo non potrebbe prescindere dal calcolo di numerosi parametri di fisiologia dei soggetti esposti, quali il metabolismo basale, la sudorazione e, quindi, il bilancio termico globale, nonché dalla valutazione di dati altrimenti obiettivamente come l'abbigliamento (Clo) ed il consumo calorico in funzione del lavoro svolto (Met). Gli uni e gli altri sono valori solo "stimabili", talora con approssimazione quanto mai larga. A ciò si aggiunge il fatto che la sensazione di "benessere termico" è meramente soggettiva e variabile in breve tempo. Gli igienisti industriali, vista l'impossibilità di prevedere la risposta dell'uomo all'ambiente termico come funzione di un singolo parametro dell'ambiente stesso, hanno cercato di elaborare dall'insieme dei parametri fisici e fisiologici misurabili vari indici termici, i più rappresentativi dei quali sono:

1. Heat Stress Index (HSI)
2. Predicted Four Hours Sweat Rate (P4SR)
3. Temperatura Effettiva Corretta (TEC)
4. Wet Bulb Globe Temperature (WBGT)

Tralasciando gli aspetti matematici e le considerazioni sui limiti e i difetti di questi indici, vediamo i valori-limite consigliati:

- HSI: fino a 70 (>70 valori pericolosi in soggetti affetti da cardiovasculopatie o pneumopatie; in soggetti sani è probabile un decremento dell'attività lavorativa);
- P4SR: 3 litri di sudore come limite superiore tollerabile di sudorazione per esposizione giornaliera;
- TEC: lavoro leggero - 30°C, lavoro medio - 28°C, lavoro pesante - 26,5°C (per soggetti non acclimatati); lavoro leggero - 32°C; lavoro medio - 30°C; lavoro pesante - 28,5°C (per soggetti acclimatati);
- WBGT: per lavoro continuo leggero (200 Kcal/h) - 30,6°C; medio (<350 Kcal/h) - 26,7°C; pesante (<500 Kcal/h) - 25°C.

Nessuno di questi indici è rappresentativo del benessere termico; nella valutazione del carico termico e della sua tollerabilità i diversi indici dovrebbero essere confrontati con le risposte soggettive, dando sempre maggior importanza a queste ultime piuttosto che ai dati fisici.

5.3.4 Polveri

Le aziende comprese nello studio erano in possesso di misure di polverosità ambientale effettuate ai fini della valutazione del rischio secondo quanto previsto dal D.Lgs. 626/94. I risultati hanno mostrato che le concentrazioni della frazione inalabile delle polveri aerodisperse nelle aree dello stampaggio della gomma sono in media inferiori di circa 10 volte i limiti proposti dall'ACGIH (American Conference Governmental Industrial Hygienist) per polveri non altrimenti classificate (10 mg/m³), con valori sostanzialmente sovrapponibili tra le diverse mansioni.

Non si può tuttavia escludere che situazioni di lavoro particolari possano portare ad un accumulo di polvere meritevole di più approfondita valutazione.

5.3.5 Movimentazione manuale di carichi

Per movimentazione manuale dei carichi si deve intendere non solo l'azione più tipica di sollevamento, ma anche quelle di spinta, traino e trasporto. All'interno del D.Lgs 626/94 l'intero Titolo V è dedicato al problema della movimentazione manuale dei carichi ed in particolare nell'allegato VI vengono forniti gli elementi di rischio che il datore di lavoro deve tenere in considerazione nella valutazione dei rischi.

Si possono avere disturbi muscolo-scheletrici ad insorgenza acuta ("colpo della strega") o cronica (lombalgia cronica, sciatalgia, ecc.).

Nelle attività di stampaggio della gomma le azioni di movimentazione manuale dei carichi non comportano generalmente un sollevamento di pesi superiore ai 30 Kg per persona, tuttavia è opportuno effettuare una valutazione del rischio appropriata che tenga conto della singola situazione (attrezzi adoperati, frequenza, ecc.).

5.3.6 Amianto

Si deve riservare un capitolo a parte per la presenza di amianto che potrebbe rivestire i tubi di adduzione del vapore di presse di epoca datata. Questo fattore di rischio è assai rilevante durante le operazioni di manutenzione per la sostituzione di pezzi usurati delle presse.

Questi interventi rientrano nelle operazioni di "Manutenzione", previste e definite dalla Normativa tecnica di riferimento. In particolare la Norma UNI 10147 le definisce come la combinazione di tutte le azioni tecniche ed amministrative, incluse le azioni di supervisione, volte a mantenere o a riportare un'entità in uno stato in cui si possa eseguire la funzione richiesta.

All'interno delle manutenzioni straordinarie richiamate anche dalla NORMA UNI 9910 come manutenzioni preventive eseguite in accordo con un piano temporale stabilito, rientra l'intervento di bonifica da materiale contenente amianto di matrice friabile presente sulle presse insite lungo la linea del ciclo produttivo

L'amianto si può presentare come materiale isolante sotto forma di treccia di lunghezza variabile sul sistema delle tubazioni di adduzione del vapore per le operazioni di stampaggio a caldo delle mescole effettuato dalle presse stesse. Nello specifico, il materiale funge da isolante per permettere ai lavoratori di effettuare le normali operazioni legate al ciclo senza che gli stessi vengano a contatto con le parti calde della macchina.

I metodi di bonifica, così come indicato nel D.M. 6 settembre 1994, sono tre: incapsulamento, rimozione e confinamento. L'incapsulamento risulta poco efficace in quanto il materiale, essendo appunto friabile, tende a sgretolarsi, rendendo inutile il tentativo di evitare l'aerodispersione delle fibre di amianto mediante l'utilizzo dell'incapsulante. Il confinamento, è una bonifica soggetta a controlli periodici risultando quindi un'operazione di "tamponamento", in quanto prima o poi, essendo il materiale in questione soggetto ad una notevole usura, dovrà essere rimosso. La rimozione invece risulta più costosa dal punto di vista del conferimento in discarica ma tale scelta elimina in maniera definitiva il problema di questo materiale

Bibliografia

1. Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome – Titolo VII Decreto Legislativo 626/94 – Protezione da agenti cancerogeni e/o mutageni – LINEE GUIDA 2002
2. Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome – Titolo VII-bis Decreto Legislativo 626/94 – Protezione da agenti chimici – LINEE GUIDA 2002
3. Fracasso M.E., Franceschetti P., Mossini E., Tieghi S., Perbellini L., Romeo L. – Exposure to mutagenic airborne particulate in a rubber manufacturing plant – Mutation Research – 1999; 441: 43-51
4. IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemical to humans – The rubber industry – Volume 28 – Ed. IARC, Lyon 1982
5. Rischi, patologia e prevenzione nell'industria della gomma – Atti del 46° Congresso Nazionale della SIMLII – Acireale, 1983

Stampaggio della plastica: dalla realtà produttiva all'individuazione dei rischi

M.R. Castoldi*, E. Marchese, C. Tiso

*Servizio Prevenzione Sicurezza Ambienti Lavoro (SPSAL), Dipartimento di Prevenzione Medico,
ASL della provincia di Varese, Varese*

Riassunto. Il comparto produttivo stampaggio materie plastiche viene descritto a partire dalle caratteristiche delle materie prime impiegate quali resine, polimeri, additivi e coloranti e da un'analisi delle principali tecnologie in uso. Viene quindi illustrato un ciclo produttivo tipico del comparto con particolare riferimento agli ambienti di lavoro ed alla logistica di impianto. Vengono successivamente analizzati i rischi per la sicurezza e per la salute tipici del comparto, derivanti dalle sostanze impiegate, dall'ambiente lavorativo e dalle macchine e impianti utilizzati. Da ultimo vengono riportate alcune considerazioni circa le principali misure di prevenzione tecnica, organizzativa e procedurale specifiche per i principali rischi di comparto.

Parole chiave: Materie plastiche; Stampaggio; Rischi lavorativi; Sicurezza; Salute.

1. Introduzione

Alla base dell'impostazione di interventi appropriati ed efficaci, nell'ambito del sistema della prevenzione, vi è una corretta e completa conoscenza dei rischi per la salute e la sicurezza. Solamente in seguito ad un'accurata valutazione del ciclo produttivo, delle sostanze utilizzate, dell'organizzazione del lavoro e delle attrezzature e macchine impiegate è possibile individuare una serie di potenziali rischi, che potrebbero provocare un danno alla salute dei dipendenti durante lo svolgimento delle loro specifiche mansioni operative. Tutto ciò appare ancor più di rilievo pratico se applicato ad un settore tipico, quale quello delle attività di stampaggio della plastica, dove gli ambienti di lavoro sono impostati su un modello comune, ma appaiono molteplici e diversificati nelle singole realtà produttive.

* Telefono: 0332 277384 Fax: 0332 260774
Indirizzo: Via Ottorino Rossi, 9 – 21100 Varese
E-mail: castoldim@asl.varese.it

2. I materiali

2.1. Polimeri naturali modificati

Sono principalmente esteri ed eteri di cellulosa. Sono stati i primi ad essere utilizzati già a partire dalla seconda metà dell'800. Tra i principali ricordiamo il *nitrato di cellulosa*, l'*acetato di cellulosa* e l'*etilcellulosa*.

2.2. Resine sintetiche termoindurenti

Materiali plastici sintetici che, a temperature più o meno elevate, hanno inizialmente una certa plasticità e che, per ulteriore permanenza a tali temperature, subiscono una trasformazione strutturale di natura chimica che porta ad un indurimento permanente rappresentato dalla formazione di un numero sufficiente di legami tridimensionali fino ad ottenere un prodotto di elevato peso molecolare, generalmente insolubile ed infusibile.

Molto utilizzate sono le resine fenoliche ottenute per condensazione di un'aldeide con il fenolo o con i suoi omologhi e derivati; le *amminoresine* (resine ureiche, resine melamminiche, resine tioureiche); le resine *epossidiche* che sono in realtà poliesteri e sono usate per la produzione di componenti per l'industria elettronica, chimica e meccanica; le resine *poliuretatiche* (polimeri ottenuti con processo a stadi da isocianati ed alcoli bi o polivalenti); le resine *siliconiche* o *polisilossani* che sono dette comunemente siliconi e si ottengono a partire da derivati clorurati di composti organici del silicio; *poliesteri tridimensionali* (sono detti alchidi o resine alchidiche i poliesteri tridimensionali originati da poliacidi e polialcoli), che possono condurre a prodotti con proprietà termoindurenti o termoplastiche.

2.3. Polimeri termoplastici sintetici

Comprendono prodotti nei quali la sostanza ad alto peso molecolare è ottenuta sinteticamente mediante reazioni chimiche di condensazione o di polimerizzazione. La loro termoplasticità consente di trasformarli in forme ben definite, portando il materiale alla temperatura più idonea ad ottenere la viscosità desiderata ed abbassando successivamente questa temperatura dopo aver ottenuto la forma desiderata. Induriscono poi per raffreddamento ma senza alcun processo chimico, tanto che risulta possibile riutilizzare il materiale stampato mediante ulteriore riscaldamento.

I polimeri derivano dalla combinazione (polimerizzazione per addizione o per condensazione) di molecole di piccole dimensioni e a basso peso molecolare (monomeri) che si concatenano fra loro in lunghe sequenze.

Gli omopolimeri sono formati da un unico tipo di monomero (*polietilene, polipropilene, polistirene, politetrafluoroetilene, polimetacrilato di metile, cloruro di polivinile, acetato di polivinile*).

Un polimero formato da due o più tipi di monomero è detto invece copolimero : tra i copolimeri si annoverano i diversi tipi di *nylon* o *poliammidi* (policondensazione di diammine con acidi carbossilici), l'*ABS* (copolimero di acrilonitrile-butadiene-stirene), i *policarbonati*, il *polietilentereftalato*.

3. Gli additivi

Spesso prima della lavorazione vera e propria, soprattutto nel caso delle materie plastiche termoindurenti, è necessario aggiungere additivi al prodotto base, così da migliorarne le qualità finali o di lavorazione:

- **Stabilizzanti** sono utilizzati per proteggere il polimero contro gli effetti combinati dell'esposizione all'aria, della temperatura o delle radiazioni ultraviolette;
- **Plastificanti**, prevalentemente ftalati, vengono aggiunti per aumentare la flessibilità in un ampio intervallo di temperatura, riducendo durezza, rigidità e temperatura di infragilimento;
- Sostanze **lubrificanti**: per facilitare la lavorazione possono essere aggiunte in piccole quantità stearati metallici (di zinco, calcio, magnesio), cere, solfuro di molibdeno ed altri.

Per ottenere un manufatto molto alleggerito a struttura cellulare (detto espanso), sono utilizzati gli **espandenti**.

Possono inoltre essere utilizzati: **rinforzanti** (fibre di vetro, fibre di carbonio), **cariche** (gesso, carbonato di calcio, talco, silice, idrossido di alluminio, nerofumo), **ritardanti di fiamma**, **reticolanti** o **antireticolanti**.

4. La colorazione: i master

I materiali comunemente utilizzati per colorare le resine sintetiche ed i relativi prodotti da stampaggio si distinguono in coloranti e pigmenti. I coloranti sono composti organici che aggiunti a solventi compatibili, ai plastificanti o alle resine stesse si dissolvono in queste ultime producendo una colorazione uniforme sia trasparente che opaca. I pigmenti, sia organici che inorganici, sono invece insolubili in solventi, plastificanti e nelle resine. L'aggiunta di coloranti o pigmenti può avvenire già in fase di preparazione del granulo oppure mediante l'utilizzo di "masterbatches" o più semplicemente masters, aggiunti alla resina prima della fase di riscaldamento del materiale.

I master si possono presentare sotto forma di polveri, liquidi, paste a media viscosità, perle, microsfele, granuli.

Attualmente i master generalmente utilizzati sono prevalentemente in forma granulare. I pigmenti o i coloranti sono dispersi in un legante neutro polimerico e successivamente estrusi e granulati. Il granulo colorato viene aggiunto alla resina base solitamente incolore e mescolato separatamente oppure direttamente immesso in tramoggia.

5. Le principali tecnologie di stampaggio

Con il termine di stampaggio si intendono tutti i procedimenti usati per dare forma ai materiali plastici mediante pressione in stampi caldi o freddi.

5.1. Stampaggio per compressione

Viene utilizzato per resine termoindurenti. Il materiale viene caricato in una matrice calda (generalmente una cavità) all'interno della quale viene compresso e formato mediante un punzone pure caldo. La temperatura del punzone e della matrice provoca dapprima la plastificazione ed il termoindurente scorre lungo la parete dello stampo fino a quando la chiusura è completa. Al termine di questa fase si raggiunge un grado di indurimento sufficiente affinché il particolare possa essere estratto dallo stampo senza pericolo di deformazione. Le operazioni di stampaggio sono precedute da una fase di preriscaldamento del materiale sia sottoforma di polvere che di "pastiglie" in forni elettrici, a resistenza e recentemente riscaldatori a induzione. La temperatura di stampaggio in genere oscilla tra i 135 ed i 180 °C. Le presse utilizzate sono prevalentemente verticali ad azionamento manuale.

5.2. Stampaggio a iniezione

E' la tecnica maggiormente utilizzata per la lavorazione dei materiali termoplastici.

Lo stampaggio ad iniezione è basato sulle seguenti fasi fondamentali: un materiale termoplastico, in forma granulare di sufficiente regolarità, viene inviato per mezzo di tramoggia ed eventuali dosatori ad uno speciale cilindro opportunamente riscaldato. Un pistone di iniezione conformato a vite, comprimendo i granuli in questo cilindro, li porta a contatto con le zone riscaldate dove avviene il passaggio del termoplastico dallo stato solido a quello fluido. Raggiunta la sufficiente fluidità lo stesso pistone a vite inietta il materiale fuso in uno stampo chiuso e raffreddato, attraverso un apposito ugello ed eventuali canali. Il termoplastico, trovandosi a contatto con le pareti dello stampo, ritorna in uno stato di rigidità sufficiente per l'estrazione del pezzo e la necessaria stabilità dimensionale. Il materiale termoplastico subisce questa trasformazione mediante apposite presse, dette ad iniezione.

5.3. Termoformatura

E' una tecnologia di trasformazione secondaria in quanto opera su semilavorati, quali lastre, fogli, films. Si esegue secondo mediante pressione stampo-controstampo o mediante la creazione di vuoto attraverso fori dello stampo. Il foglio di materiale plastico, prima della lavorazione, deve essere riscaldato fino alla temperatura di rammollimento in appositi forni o direttamente nella macchina operatrice.

6. Logistica di impianto

L'attività di produzione di articoli in materie plastiche ed in particolare quella di stampaggio è caratterizzata da un lay-out produttivo piuttosto semplice.

La materia prima, prevalentemente in forma di granuli, viene consegnata dal fornitore in sacchi confezionati e reggiati su pallets oppure in big.bag. Normalmente viene depositata in un magazzino, denominato *magazzino materie prime*, utilizzando carrelli elevatori o più raramente, per piccoli quantitativi, transpallets manuali o elettrici. Il trasferimento del materiale nel reparto produttivo avviene con carrelli elevatori per i big bag o più comunemente mediante transpallet manuali per i sacchi.

Il *reparto stampaggio* alloggia le presse ed in alcuni casi anche il/i mulini per la macinazione delle materozze. Nel reparto stampaggio è possibile ritrovare alloggiati impianti per l'essiccazione del granulo (operazione indispensabile per alcuni polimeri, quali ad esempio l'ABS), nonché, nel caso di stampaggio di termoindurenti, forni per il preriscaldamento del materiale. Le operazioni di controllo visivo e sbavatura o rimozione delle materozze vengono effettuate bordo macchina. Nel caso di lavorazione conto terzi, i prodotti, destinati a successive operazioni di assemblaggio presso aziende esterne, vengono raccolti già bordo macchina in scatole o sacchi ed inviati al *magazzino prodotti finiti* per la spedizione. In altri casi può essere presente un reparto o area dedicata all'assemblaggio manuale ed eventualmente all'inscatolamento dei prodotti. Locali accessori sono inoltre la *centrale termica* e l'*impianto di raffreddamento delle acque di processo*, quest'ultimo comunemente situato nelle pertinenze esterne dell'azienda, nonché locali dedicati e segregati destinati ad alloggiare il mulino di macinazione scarti.

Sempre presente è una *officina* dedicata alla *manutenzione degli stampi* e delle teste di iniezione, mentre soltanto in alcuni casi è presente un'*officina di costruzione stampi*. Spazi accessori sono inoltre piccoli reparti dedicati alla *colorazione*, mediante buratti, delle materie prime con master in polvere o pasta.

7. Il rischio da esposizione ad agenti chimici

7.1. Infortuni

La problematica infortunistica legata ad agenti chimici è limitata alla possibilità di imbrattamenti, getti e schizzi di materiale liquido.

7.2. Effetti tossici

I principali agenti chimici, che devono essere presi in considerazione nel processo valutativo, sono le resine ed i polimeri, gli eventuali additivi nonché tutte le sostanze che si possono sviluppare durante il trattamento a caldo o l'eventuale combustione. La via di esposizione è prevalentemente quella inalatoria anche se non è da trascurare l'esposizione cutanea ad agenti sensibilizzanti quali, ad esempio, talune resine.

Durante la lavorazione di stampaggio le resine ed i polimeri sono soggetti a riscaldamento e raggiungono temperature elevate; queste possono indurre la liberazione di eventuale monomero residuo non legato presente nel polimero ed anche reazioni chimiche, con rottura delle catene e formazione e liberazione di complesse miscele di sostanze.

Tra i monomeri residui non legati si annoverano numerosi composti cancerogeni quali acrilonitrile e butadiene (da copolimeri ABS e SAN), cloruro di vinile monomero (da PVC); formaldeide (da resine fenoliche, ureiche e melamminiche).

Tra le altre sostanze derivanti dalla lavorazione a caldo ricordiamo aldeidi, chetoni, isocianati, idrocarburi alifatici, idrocarburi fluorurati, ammine alifatiche ed alcuni monomeri dotati di azione irritante o sensibilizzante a livello delle vie aeree quali stirene, isocianati, poliammidi.

Tra gli additivi ricordiamo gli ftalati, con azione irritativa a carico dell'albero respiratorio, gli scivolanti (stearati di bario, zinco o di metalli pesanti), i ritardanti di fiamma ed in particolare quelli contenenti bromo, per la possibile formazione di dibenzofurani e dibenzodiossine alogenati con bromo, i pigmenti contenenti metalli pesanti (a base di piombo cromato o piombo cromato molibdato solfato) e quelli organici diarilici che a temperature elevate possono subire un processo di decomposizione con potenziale liberazione di ammine aromatiche.

Fasi critiche che devono essere tenute presenti nella valutazione del rischio da agenti chimici sono ad esempio le operazioni di "spurgo" e le operazioni di pulizia di stampi o parti di presse, talvolta effettuate a caldo o con l'utilizzo di solventi.

8. I rischi derivanti dall'utilizzo di macchine

8.1. Infortuni

Le problematiche legate alla sicurezza delle macchine sono prevalentemente costituite da:

- presenza di organi in movimento (punzoni, zone di presa stampo-controstampo)
- presenza di superfici e parti di macchine operatrici ad elevata temperatura.
- presenza di parti in tensione
- operazioni di manutenzione e di messa a punto della lavorazione, occasione in cui spesso vengono deliberatamente esclusi i dispositivi di blocco degli organi in movimento.

8.2. Rumore

Le operazioni più rumorose nelle aziende del settore sono rappresentate dall'utilizzo di aria compressa durante le fasi di apertura e chiusura degli stampi. Altre fonti di rumore sono ricercabili nell'eventuale presenza di caricamento pneumatico delle materie prime, oltre che nella fase di recupero degli scarti con la macinazione o di taglio di profilati estrusi. I livelli equivalenti, in particolare nei reparti di lavorazione, sono correlati al numero, tipologia e concentrazione di macchine operatrici nel medesimo ambiente ed alla eventuale coesistenza di mulini per la macinazione delle materozze non sufficientemente isolati ed insonorizzati.

L'esposizione quotidiana dei lavoratori (LEX,8h), risulta nella maggior parte dei casi compresa tra 80 e 87 dB(A). Tuttavia nelle aziende che eseguono la macinazione, in area non compartimentata e con frequenza continua, essa può in alcuni casi superare i 90 dB(A) con valori di picco fino a 110 dB(C).

8.3. Videoterminali

Nelle aziende di maggiori dimensioni che si occupano di attività di stampaggio della plastica possono essere presenti operatori che utilizzano attrezzature munite di videoterminali (VDT) in maniera continuativa e sistematica (uffici amministrativi, ufficio progettazione).

9. Rischi derivanti dall'ambiente e dall'organizzazione del lavoro

9.1. Infortuni

I principali rischi infortunistici relativi ai luoghi di lavoro possono essere individuati in:

- movimentazione di materiali,
- spazi quasi sempre estremamente ristretti per il personale addetto,
- ingombro delle vie di transito e di lavoro,
- scivolosità dei pavimenti per presenza di granuli,
- impianti elettrici.

9.2. Microclima

Il microclima è un fattore di rischio non trascurabile, in particolare durante la stagione estiva, legato al tipo di lavorazione che richiede il raggiungimento di alte temperature in ambienti spesso ristretti e talora con ventilazione e aspirazione inadeguate. Il calore si genera, nella lavorazione di stampaggio a iniezione ed estrusione, principalmente per irraggiamento dalla zona del cilindro che raggiunge la temperatura più elevata. Un contributo all'innalzamento della temperatura ambiente è dato anche dal prodotto finito appena espulso dallo stampo. Le dimensioni, talvolta notevoli delle macchine operatrici e gli spazi ristretti tra le stesse impediscono una corretta circolazione dell'aria e determinano un aumento della temperatura.

9.3. Movimentazione dei carichi con macchine

Durante numerosi passaggi delle lavorazioni, sia nella produzione (sostituzione stampi, ecc.) sia nel magazzino, si deve procedere alla movimentazione di carichi mediante l'ausilio di mezzi d'opera (carrelli elevatori, sollevatori elettrici, ecc.).

Le situazioni di rischio che si possono presentare sono quelle tipicamente connesse a tutte le operazioni di sollevamento e trasporto spesso effettuate in spazi ristretti.

9.4. Movimentazione manuale

Le fasi più critiche sono legate all'eventuale caricamento manuale della materia prima nelle tramogge con movimentazione e svuotamento dei sacchi, allo scaricamento del prodotto finito e conseguente trasporto in magazzino spesso effettuato con transpallets manuali e quindi con operazioni di traino e spinta.. Il fattore movimentazione è spesso aggravato dal fatto che i lavoratori operano in spazi ridotti che costringono a manovre scorrette e a posture incongrue.

9.5. Movimenti e sforzi ripetuti

Un rischio non trascurabile è legato a situazioni che richiedono movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori. Può essere presente nella fase di rimozione manuale del pezzo dallo stampo e collocamento nel contenitore, nelle operazioni di sbavatura manuale del pezzo finito ed in alcuni casi nelle operazioni di assemblaggio manuale, confezionamento ed inscatolamento.

9.6. Organizzazione del lavoro, lavoro notturno e isolato

L'attività di stampaggio materie plastiche si svolge generalmente a turni, anche notturni ed è cadenzata dalla velocità della macchina. Ritmi, monotonia, ripetitività, possono minare il benessere psico-fisico del lavoratore. Non trascurabile, in alcuni casi è la problematica del lavoro isolato, in particolare durante il turno notturno, quando spesso il ritmo produttivo è ridotto ed un solo lavoratore può essere addetto alla conduzione delle macchine di un intero reparto.

9.7. Il rischio incendio

Per quanto riguarda le aziende che effettuano lavorazione e/o deposito di materie plastiche il rischio incendio viene in genere considerato "medio", pur non potendo escludere che, in casi specifici (dimensioni dell'azienda, capacità produttive dell'impianto, caratteristiche quali e quantitative delle materie prime adoperate, ecc.), la valutazione conduca ad una classificazione di livello di rischio "elevato". Le attività di lavorazione e soprattutto il deposito di materie plastiche presentano un elevato carico di incendio, in stretta relazione ai quantitativi in gioco e al potere calorifico ed il diverso livello di infiammabilità di queste sostanze.

L'attività di trasformazione e deposito di materie plastiche ricade tra quelle annoverate nell'elenco allegato al D.M. 16 febbraio 1982; in particolare, le attività del comparto il cui esercizio è soggetto a visita e controllo ai fini del rilascio del Certificato di Prevenzione Incendi (CPI) da parte dei Vigili del Fuoco, sono gli "Stabilimenti e impianti di produzione/lavorazione plastica maggiore di 50 quintali" (punto 57 del citato elenco), ed i "Depositi di manufatti in plastica maggiori di 50 quintali" (punto 58 del citato elenco). Si tratta di tipologie produttive definibili come attività soggette al rilascio del Certificato di Prevenzione Incendi "non normate" in quanto ad esse, in assenza di legislazione antincendio specifica, si applicano le norme generali di prevenzione incendi contenute nel D.Lgs 626/94 e successive modificazioni e nel D.M. 10 marzo 1998.

10. Cenni di prevenzione dei principali rischi tipici del comparto.

10.1. Effetti tossici da agenti chimici e cancerogeni

Nel rispetto di quanto previsto dal D.Lgs 626/94 i principi di prevenzione cui deve attenersi il datore di lavoro nella programmazione degli interventi di miglioramento sono quelli di prevenzione primaria ovvero:

- *La sostituzione*, quando possibile, di una sostanza o preparato con uno a minore tossicità. Se tecnicamente non risulta in pratica possibile sostituire completamente la materia prima, ovvero il polimero, è invece possibile effettuare una scelta tra i vari prodotti disponibili sul mercato privilegiando quelli più puri, ottenuti con tecnologie di polimerizzazione all'avanguardia, al fine di ridurre la possibilità di liberazione di monomeri non legati. Tale procedura è più concretamente realizzabile nella scelta dei master: infatti attualmente il mercato mette a disposizione coloranti e pigmenti a bassa tossicità, ad esempio privi di metalli pesanti.
- *L'allontanamento delle sostanze prodotte dalla lavorazione*, nello specifico i fumi derivanti dal riscaldamento del materiale, indipendentemente dalla sua composizione o tossicità, *mediante sistemi di aspirazione localizzata con espulsione dell'aria all'esterno*. Una buona ventilazione, anche forzata, dell'ambiente di lavoro, non risulta, infatti, sufficiente al completo allontanamento dei prodotti di decomposizione, soprattutto in occasione di fasi critiche della lavorazione, quali la messa a punto degli stampi e le operazioni di spurgo del materiale, operazioni che richiedono l'intervento diretto dell'operatore e la sua permanenza in prossimità dei punti di emissione anche per considerevoli periodi di tempo. In particolare per quanto riguarda le presse per stampaggio a iniezione i punti di aspirazione devono essere collocati in prossimità dell'ugello dell'iniettore ed in prossimità dello scarico del pezzo dallo stampo. I requisiti che una cappa aspirante dovrebbe possedere sono:
 - Più vicina possibile alla fonte inquinante.
 - Più avvolgente possibile la fonte inquinante.
 - Velocità dell'aria di cattura in prossimità del punto di sviluppo dei vapori inquinanti: 0,3-0,4 m/sec (ACGIH: "Industrial Ventilation).
 - Velocità d'aria nel condotto: 7-10 m/sec (ACGIH: op. cit.).
- *Un sufficiente rapporto di aerazione naturale*, importante anche ai fini di mantenere adeguate condizioni microclimatiche. Eventuali impianti per il ricambio forzato dell'aria non devono contrastare l'efficienza dell'impianto di aspirazione localizzata e devono essere sottoposti a interventi di manutenzione periodica.
- *Utilizzo di tecnologie che prevedano l'utilizzo di master in granulo* e non in polvere o pasta.

- *Formazione specifica* riguardante in particolare il rischio derivante dall'esposizione a sostanze chimiche ed ai prodotti di degradazione termica al fine di mantenere alta la percezione del rischio.

10.2. Rumore

Il datore di lavoro deve operare tutti gli interventi tecnici, organizzativi e procedurali concretamente attuabili per ridurre al minimo i rischi derivanti da esposizione a rumore, privilegiando gli interventi alla fonte:

- acquisto di macchine meno rumorose;
- installazione di silenziatori sugli sfiati di aria compressa;
- separazione in ambiente confinato i mulini di macinazione;
- previsione di eventuale rotazione del personale;
- fornitura di idonei DPI;
- informazione e formazione i lavoratori sui rischi derivanti dall'esposizione a rumore.

10.3. Microclima

In particolare per il reparto stampaggio è indispensabile assicurare una sufficiente aerazione naturale diretta dell'ambiente, realizzando il maggior numero possibile di superfici fenestrate apribili, sia laterali che zenitali. L'aerazione naturale dovrebbe essere integrata, in particolare durante il periodo estivo, da impianti di ricambio forzato dell'aria che non devono comunque entrare in contrasto con i sistemi di aspirazione localizzata. In particolari contesti, durante la stagione estiva, può risultare opportuna l'adozione di particolari precauzioni per assicurare un adeguato assorbimento di acqua e sali minerali.

10.4. Movimentazione manuale di carichi

Si indicano, tra le misure tecniche, organizzative e procedurali:

- l'installazione di sistemi pneumatici di carico della materia prima,
o in alternativa
- l'utilizzo di manipolatori per la movimentazione dei sacchi,
- l'utilizzo di transpallet a trazione elettrica,
- la creazione di percorsi agevoli per la movimentazione assistita.

10.5. Rischi infortunistici legati all'ambiente di lavoro

Le principali misure di prevenzione da adottare sono:

- razionalizzare i sistemi di immagazzinamento e trasporto di materiali e prodotti all'interno dell'unità produttiva;
- installare sistemi pneumatici di alimentazione delle presse;
- utilizzare attrezzature adeguate per la movimentazione dei carichi;
- delimitare e separare i percorsi dei mezzi di sollevamento e trasporto da quelli riservati ai pedoni;
- proteggere i posti operatore contro l'investimento da parte di mezzi;
- verificare e mantenere l'impianto elettrico;
- mantenere in stato di pulizia pavimenti e passaggi asportando periodicamente granuli e residui oleosi.

10.6. Rischi infortunistici dovuti all'utilizzo di macchine

Per quanto riguarda le presse è necessario:

- utilizzare dispositivi sensibili per l'arresto e l'inversione del moto dei ripari mobili motorizzati secondo UNI EN 292-1 p. 3.23.5;
- utilizzare raccordi a prova di rottura o ripari fissi secondo UNI EN 953:1992 p 3.2.1;
- per impedire ustioni prevedere ripari fissi e isolamento delle superfici dove la temperatura massima di esercizio supera i valori di uci alla UNI EN 563:1994;
- contrassegnare in modo permanente le posizioni d'accesso alla macchina che devono essere sicure contro scivolamenti e inciampi; sicure contro la caduta; provviste di mezzi d'accesso sicuri (UNI EN 292-2:1991/A1:1995 p. 6.2.4);
- mantenere in stato di pulizia la zona circostante la macchina asportando in modo particolare granuli e residui oleosi;
- l'impianto elettrico deve essere conforme al UNI EN 60204-1:1992;
- formare ed addestrare i lavoratori, con particolare attenzione agli interventi di spurgo, cambio e prova degli stampi e dei materiali, anche mediante la redazione di procedure scritte preferibilmente apposte nelle immediate vicinanze delle macchine operatrici.

Bibliografia

American Conference of Governmental Industrial Hygienists – Industrial ventilation, a manual of recommended practices – ACGIH ed. – Cincinnati, 1998

Candura F., Candura M. – Elementi di tecnologia industriale a uso dei cultori di medicina del lavoro – Ed. La Tribuna – Piacenza, 2002

Castoldi M.R., Cirila P.E., Ferrario F., Foà V., Marchese E., Martinotti I., Mondini D., Ricciardi D., Scattoli U., Tiso C. – Materiali plastici: salute e sicurezza nello stampaggio della plastica – a cura di Cirila P.E. – ed. CIMAL – Milano, 2007

Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome – Titolo VII D.Lgs n°626/94 “Protezione da agenti cancerogeni mutageni” - Linee Guida

Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome – Titolo VII-bis D.Lgs n°626/94 “Protezione da agenti chimici” - Linee Guida

European Agency for Safety and Health at Work – Dangerous substances: Handle with care – Magazine – 2003; 6

Forrest M.J., Jolly A.M., Holding S.R., Richards S.J. – Emissions from processing thermoplastics – Ann. Occup. Hyg. – 1995; 39: 35-53.

Gachter R., Muller H. - Plastic additives - Ed. Hanser/Gardner – Cincinnati (USA), 1996

Hoff A., Jacobsson S., Pfaffli P., Zitting A., Frostling H. – Degradation products of plastics: polyethylene and styrene-containing thermoplastics-Analytical, occupational and toxicologic aspects. – Scand J Work Environ Health – 1982; 8: 2-60

Monaco A. - Obblighi, Controlli, Procedure e Documentazioni tecniche nell'attività di prevenzione incendi – Udine, 2000

Monaco A., Gasparini G. – La gestione delle procedure antincendio – Buffetti Editore Multimedia – Torino, 2002

National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH guide to industrial respiratory protection – Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention ed. – Cincinnati, 1987 – DHHS (NIOSH) Publication No 87-116

National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH guide to the selection and use of particulate respirators certified under 42 CFR 84 – Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control ed. – Cincinnati, 1987 – DHHS (NIOSH) Publication No 96-101

National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH respirator decision logic – Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention ed. – Cincinnati, 1987 – DHHS (NIOSH) Publication No 87-108

National Institute for Occupational Safety and Health – Pocket Guide to Chemical Hazards (NPG) – NIOSH Publication n.97-140

Rubino G.F., Pettinati L. – Industria delle materie plastiche – in «Elementi di medicina del lavoro» - Ed. Minerva Medica – Torino, 1985

Esposizione ad ABS: i risultati dello studio PPTP – Gomma

A.M. Cirila^{a*}, I. Martinotti^b, P.E. Cirila^b

^a *Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del Lavoro (UOOML), A.O. "Istituti Ospitalieri", Cremona*

^b *Centro di Riferimento PPTP Clinica del Lavoro «Luigi Devoto», Fondazione (I.R.C.C.S.) "Ospedale Maggiore Policlinico, Mangiagalli, Regina Elena" e Università degli Studi, Milano*

Riassunto. Il "terzetto" ABS (Acrilonitrile, Butadiene, Stirene) entra variamente nella composizione di gomme sintetiche e queste, a loro volta, sono utilizzate come componenti parziali di mescole nello stampaggio a caldo di manufatti di gomma. I tre composti, come monomeri, sono volatili e sono classificati come cancerogeni con differente livello di sospetto, oltre che avere altre capacità tossiche e sensibilizzanti.

Nell'ambito del Progetto Prevenzione Tumori Professionali della regione Lombardia è stato effettuato uno studio di monitoraggio ambientale dell'esposizione durante stampaggio gomma in 9 aziende (butadiene), 5 aziende (stirene) e 4 Aziende (acrilonitrile), per un totale di 112 determinazioni. I risultati documentano l'assenza di dispersioni significative di monomeri di butadiene e di acrilonitrile, nonché la presenza molto ridotta di piccole dispersioni di monomero di stirene.

Il rischio cancerogeno appare irrilevante, quello tossico da stirene molto contenuto, a parte la possibilità di sensibilizzazione per acrilonitrile e stirene.

Parole chiave: SBR – NBR – PBR – gomma sintetica; stampaggio a caldo; ABS

1. Introduzione

Il "terzetto" acrilonitrile, butadiene, stirene riunisce tre composti non innocui, diversamente attivi con meccanismi di tossicità per l'uomo, tutti accomunati dal sospetto più o meno pesante di cancerogenesi.

Dalla loro comparsa sullo scenario dell'industria dei polimeri, avvenuta nella prima metà del secolo scorso ed accelerata all'inizio dalle necessità produttive della seconda guerra mondiale, l'evoluzione della tecnologia degli elastomeri ne ha fatto la base per

* *Telefono:* 0372 405433 *Fax:* 02 405656

Indirizzo: Largo Priori, 1 – 20122 Milano

E-mail: med.lav.aioc@e-cremona.it

una serie di gomme artificiali sintetiche, nelle quali uno, due o tre dei composti si ritrovano variamente combinati.

Abbiamo la gomma PBR (polibutadiene), quella SBR (stirene-butadiene), quella NBR (acrilonitrilica-butadiene), quella modificata ABS (acrilonitrile-butadiene-stirene), nonché il neoprene (butadiene-cloroprene) e il lattice stirene-butadiene. Così come in altro settore abbiamo la gamma delle resine termoplastiche ABS (acrilonitrile-butadiene-stirene) ed i polimeri MBS (metilmetacrilato-butadiene-stirene). Nel comparto dello stampaggio a caldo della gomma si producono manufatti di tutti i generi in gomma o gomma-metallo. A tal fine vengono variamente utilizzate e unite nelle mescole sia le gomme sintetiche che quelle naturali originarie o riciclate, con ricette molto spesso riservate.

All'igienista e al medico del lavoro, edotti della presenza di agenti di rischio con capacità tossiche e cancerogene, si prospettano lavorazioni abbastanza ripetitive ed emananti ad intervalli fumi e vapori, con lavoratori che debbono operare in prossimità delle sorgenti delle emanazioni. I quesiti che ne derivano riguardano quindi la quantità di agente nocivo dispersa nell'aria, le modalità di esposizione e il problema di fondo: vi sono livelli di rischio cancerogeno che debbano essere tutelati secondo le disposizioni legislative del DLgs 626/94 e relative modifiche, secondo le linee guida di sorveglianza sanitaria, secondo l'etica di protezione della salute durante la vita lavorativa e anche dopo il ritiro dal lavoro?

Il problema della possibile cancerogenicità dei prodotti di pirolisi della miscela delle gomme può essere globalmente demandato alla valutazione di dispersione degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA). Quello invece del "terzetto" può essere direttamente misurato e valutato singolarmente.

Questo è stato lo scopo della ricerca effettuata nell'ambito del progetto regionale PPTP (Progetto Prevenzione Tumori Professionali), per il quale è stato effettuato uno studio campione in differenti aziende della provincia di Mantova, con alcuni contributi anche in provincia di Varese per il butadiene.

2. Inquadramento tossicologico

Nella Tabella 1 sono riportati alcuni parametri da tener presente per l'esposizione inalatoria dei lavoratori.

	Punto di ebollizione (°C)	Tensione di vapore (Kpa a 20°C)	Densità di vapore relativa (aria 1)
Acrilonitrile	77	11	1,8
1,3-Butadiene	- 4	245	1,9
Stirene	145	0,7	3,6

Tabella 1

Caratteristiche chimico-fisiche di volatilità dei monomeri

Il Butadiene [$C_4H_6/CH_2=(CH)_2=CH_2$], che allo stato originario è un gas, è molto volatile già a temperatura ambiente.

L'Acrilnitrile [$C_3H_3N/CH_2=CH_2=CHCN$], che allo stato originario è liquido, si libera come vapore a circa 80°C ed è mediamente volatile.

Lo Stirene [$C_8H_8/C_6H_5CH=CH_2$], pure liquido in origine, vaporizza sui 140° C ed è poco volatile.

I vapori dei tre composti sono tutti più pesanti dell'aria, cioè tendono a ristagnare negli ambienti. Quanti vapori di monomeri si liberino in realtà da una miscela pressata od estrusa a 160° C (SBR, PBR) o a 220° C (NBR) è oggetto dello studio.

3. Cancerogenicità

Nella Tabella 2 sono comparate le classifiche di cancerogenicità proposte da quattro agenzie, fra le quali in Italia ha ripercussioni di legge sulle etichettature e sulle normative di sicurezza la classificazione dell'Unione Europea (UE).

	UE	IARC	ACGIH	NIOSH
Acrilnitrile	2 Effetti cancerog. da considerare per l'uomo sulla base di studi su animali e altro <u>R45</u> – R41 – R43	2B Possibile cancerogeno per l'uomo	A3 Cancerogeno per l'animale	Potenziale cancerogeno occupazionale
1,3-Butadiene	1 Effetti cancerog. noti e prove sufficienti per l'uomo <u>R45</u> – R46	2A Probabile cancerogeno per l'uomo	A2 Cancerogeno sospetto per l'uomo	Potenziale cancerogeno occupazionale
Stirene	3 Effetti cancerog. sospetti per l'uomo R20 – R36 – R38	2B Possibile cancerogeno per l'uomo	A4 Non classificabile come cancerogeno per l'uomo	Dubbio cancerogeno occupazionale

Tabella 2

Classificazione di cancerogenicità secondo quattro agenzie

Il Butadiene⁷ è il composto sul quale vi è maggior assenso: ha probabilità concrete e riconosciute, in base studi nell'animale e constatazioni nell'uomo, di provocare

tumori; in particolare del sistema linfatico ed emopoietico. Questa capacità non è posseduta con certezza dal composto integro, ma si manifesta nell'organismo dopo l'assorbimento polmonare e la metabolizzazione nel fegato (metaboliti epossidici fortemente reattivi verso il DNA cellulare).

L'Acrilonitrile⁷ ha ampiamente dimostrato capacità cancerogene e genotossiche in studi su animali, in particolare i roditori; mentre dati epidemiologici assai numerosi e relativi a coorti di lavoratori esposti a basse dosi depongono per una modesta potenza carcinogenetica (solo debole evidenza di cancerogenicità per l'uomo) quando vagliati con studi di metanalisi³. E' possibile che i meccanismi di detossicazione epatica siano differenti nei roditori e nell'organismo umano e che nell'uomo i metaboliti nocivi siano meglio inattivati¹.

I tumori maggiormente rilevati sono quelli del polmone.

Per lo stirene l'evidenza di genotossicità sul DNA cellulare e di effetti mutageni è solo sperimentale nell'animale ed è abbastanza limitata². Le osservazioni epidemiologiche nei lavoratori esposti sono ancora carenti o confuse ed i dati sono per ora ritenuti insufficienti per decidere. Le osservazioni di tumori riguardano in particolare il sistema linfatico.

4. Patologia tossica attesa

Oltre agli effetti cancerogeni, il "terzetto" può provocare effetti tossici (Tabella 3).

Quando si fa riferimento all'elenco europeo delle malattie professionali, che in Italia sono soggette ad obbligo di segnalazione-denuncia (DM 27/11/04), si ritrova per ognuno dei tre composti un gruppo di diagnosi specifiche anche pesanti.

Le malattie da acrilonitrile sono dovute alla sua capacità sensibilizzante cutanea, irritante delle mucose delle vie respiratorie e degli occhi e neurotossica centrale. Le malattie attribuibili al 1,3-Butadiene sono collegate ad effetti irritativi su cute e mucose, con alterazioni che sono state segnalate ad alte dosi.

Lo Stirene è un neurotossico sia centrale che periferico ed un irritante della cute e delle mucose, con estrinsecazione conseguente di patologie. Inoltre ha capacità sensibilizzante.

Nelle condizioni di contenuta esposizione, come può essere la situazione dello stampaggio gomma, ci si può comunque attendere il manifestarsi di alcuni sintomi in individui suscettibili. La connessione fra disturbi soggettivi anche poco specifici ed esposizione durante il lavoro può configurare una relazione causale diretta, che in medicina identifica alcune sindromi professionali possibili anche a basse dosi.

	Sindromi possibili per esposizione ripetuta "tollerabile"	Malattie con obbligo di denuncia (DM 27/04 2004)
Acrilonitrile	Cefalea, astenia, insonnia Congiuntivite, rinite ipertrofica, faringite DAC Alterazioni funzionali epatiche	LISTA 1/46 Sindr. Parkinsoniana Sindr. Cerebello-spastiche Quadri epilettici Tracheobronchite Congiuntivite DAC
1,3-Butadiene	Fastidio olfattivo (soglia 4 mg/m ³)	LISTA 1/30 Tracheobronchite Congiuntivite DIC
Stirene	DIC e/o DAC Rinite con iposmia e ipertrofia Asma professionale Lieve astenia, leucopenia, trombocitopenia Astenia, neurite sensit-motoria perifer Astenia, disturbi dell'attenzione e della memoria, cefalea	LISTA 1/38 Psicosindrome organica Neuropatia periferica Tracheobronchite Congiuntivite DIC

Tabella 3

Effetti tossici non cancerogeni sulla salute per esposizioni prolungate

Per l'Acrilonitrile l'alterazione di salute è psicofisica oppure allergica da contatto⁷.

Per l'1,3-Butadiene¹ in pratica non sono prevedibili disturbi tossici, al di là del fastidio olfattivo (bassa soglia olfattiva, ma odore non sgradevole).

Per lo Stirene² sono possibili effetti centrali di destabilizzazione delle funzioni mentali superiori (minor rendimento mentale) e qualche stimolo inibente sul ricambio ematico. Particolare manifestazione è inoltre la sensibilizzazione specifica in alcuni individui, con quadri di dermatite, di rinite e anche di asma professionale. Il meccanismo è scollegato dalla atopia, cioè dall'allergia a pollini o polveri abitative⁴⁻⁶.

Il meccanismo della sensibilizzazione immunologica dipende molto dalle situazioni di contatto e/o di inalazione a basse dosi, diversamente da quello della cancerogenesi, che dipende dall'assorbimento ma non ha limiti di soglia.

Per disturbi e malattie, ma non per la cancerogenesi, le condizioni di esposizione cronica contenuta o di esposizione senza effetti tossici apprezzabili durante la vita lavorativa hanno come riferimento i limiti ambientali cautelativi, come esposto in Tabella 4 per i valori statunitensi, tedeschi ed europei.

In termini generali lo stirene è meno tossico degli altri, ma tutto è relativo al tipo di danno alla salute che si vuole prendere in considerazione.

Sostanza	ACGIH TLV- TWA (mg/m ³)	DFG MAK/TRK (mg/m ³)	SCOEL OEL (mg/m ³)
Acrilonitrile	4,3 cute	7 cute, sensibilizzante	4 per effetti non cancerogeni
1,3- Butadiene	4,4	34 (lavorazioni dopo polimerizzazione) 11 (altri casi)	Solo cancerogeno (senza limite)
Stirene	85	85	Non valutato

Tabella 4

Raccomandazioni per la protezione della salute dagli effetti tossici durante il lavoro. Concentrazioni ambientali medie ponderate su 8 ore.

5. Valutazioni di esposizione ambientale

Lo studio è stato impostato come monitoraggio ambientale in aziende per le quali è stato rilevato il ciclo produttivo di stampaggio e sono state classificate le mescole, basandosi sulle schede di sicurezza dei prodotti e sulle ricette.

Per ogni postazione monitorata con campionatori personali sono state utilizzate due pompe aspiranti, delle quali una per 1,3-butadiene e l'altra per acrilonitrile e stirene.

Il sistema di captazione del campionatore personale è stato posto in corrispondenza del bavero della tuta da lavoro, nella zona respiratoria.

Per l'1,3-butadiene il sistema di captazione scelto è consistito in una fiala riempita con CARBOSIEVE SIII ed il flusso dell'aria campionata è stato regolato a 0,05 l/m.

Per l'Acrilonitrile e lo Stirene sono state invece utilizzate fiale contenenti TENAX TA, il flusso di aria campionata all'interno è stato regolato a 0,1 l/m.

La durata del campionamento è stata da un minimo di 130' ad un massimo di 200'.

Le determinazioni analitiche sono state eseguite per Mantova dal Laboratorio di Igiene e Tossicologia Occupazionale dell'Università di Brescia, mentre per Varese dal Laboratorio di Tossicologia Industriale della Clinica del Lavoro di Milano.

Per l'analisi i campioni sono stati desorbiti termicamente (desorbitore termico ATD 400 Perkin Elmer) ed analizzati con GC/FID.

Le condizioni cromatografiche per ciascun analita sono state:

- 1,3-butadiene (Colonna cromatografica HP-Plot Al₂O₃/KCl 0,53 mm. diametro interno, lunghezza 50 m. - Agilent)
- Acrilonitrile e Stirene (Colonne cromatografiche OVI, 60 m., 0,32 mm. Diametro interno, 0,25 micron spessore del film - Mega)

La calibrazione è stata effettuata mediante bombola contenente quantità note e certificate di acrilonitrile, 1,3-butadiene e stirene, a concentrazioni pari a circa 1 ppm

ciascuno. I quantitativi in peso ottenuti sono stati successivamente divisi per il volume di aria campionata, al fine di calcolare la concentrazione per metro cubo d'aria.

Limiti di determinazione (LOD) degli analiti indagati sono i seguenti:

- LOD acrilonitrile = 9 µg/m³
- LOD 1,3-butadiene = 1 µg/m³
- LOD stirene = 1 µg/m³

Il monitoraggio del Butadiene è stato realizzato in 9 aziende (5 per Mantova e 4 per Varese) ed in diverse giornate per ogni azienda.

Tutte le lavorazioni considerate utilizzavano mescole contenenti gomma sintetica PBR (polibutadiene), SBR (butadiene-stirene) o NBR (acrilonitrile-butadiene) modificata ABS. Temperatura di esercizio 160-180°C.

Come riportato in Tabella 5, le postazioni presso le macchine sono state in totale 31 e quelle di centro ambiente in totale 14.

In nessuna situazione si è rilevata dispersione atmosferica di 1,3-Butadiene, essendo i valori tutti inferiori al Limite di Determinazione.

Anche all'esterno dei capannoni (12 misure in totale) non è stato rilevato alcun inquinamento.

Provincia	Postazione di lavoro	N° campionamenti	Butadiene (mg/m ³)
MANTOVA 5 aziende	calandra	2	< 0,001
	pressa	14	< 0,001
	centroambiente	9	< 0,001
VARESE 4 aziende	mescola	4	< 0,001
	calandra	3	< 0,001
	pressa	8	< 0,001
	centroambiente	5	< 0,001
ESTERNO 9 aziende	al di fuori del reparto	12	< 0,001

Tabella 5

Risultati analisi concentrazioni ambientali di Butadiene (LOD = 0,001 mg/m³)

Il monitoraggio dello Stirene è avvenuto solo nel mantovano, con 5 aziende studiate.

I dati sono espressi in Tabella 6. Riguardano 16 postazioni presso macchine di presso-stampaggio a caldo e 9 postazioni di centro ambiente.

Le mescole contenevano SBR (stirene-butadiene), con stampaggio a 150-180°C.

I valori sono molto bassi e variano fra 4 e 80 microgrammi/m³.

Anche per lo stirene non è stato rilevato alcun inquinamento significativo all'esterno dei reparti (5 postazioni).

Provincia	Postazione di lavoro	N° campionamenti	Stirene (mg/m ³)	
			minimo	massimo
MANTOVA 5 aziende	calandra	2	0,004	0,030
	pressa	14	0,014	0,079
	centroambiente	9	0,004	0,080
	esterno	5	< 0,001	< 0,001

Tabella 6
Risultati analisi concentrazioni ambientali di Stirene (LOD = 0,001 mg/m³)

Il monitoraggio dell'Acrilonitrile è riportato in Tabella 7.

Esso è stato realizzato in 4 aziende mantovane, presso le quali nei giorni di campionamento sono state impiegate mescole contenenti NBR (gomma Acrilonitrile – Butadiene – Stirene) presso-stampata a 220°C.

Sono state valutate 15 postazioni di lavoro e 6 postazioni di centro ambiente. In nessun caso è stata rilevata una concentrazione significativa di acrilonitrile, essendo tutti i dati inferiori al limite di determinazione. Anche all'esterno (4 postazioni) non si è misurato inquinamento.

Provincia	Postazione di lavoro	N° campionamenti	Acrilonitrile (mg/m ³)
MANTOVA 4 aziende	Calandra - pressa	15	< 0,009
	centroambiente	6	< 0,009
	esterno	4	< 0,009

Tabella 7
Risultati analisi concentrazioni ambientali di Acrilonitrile (LOD = 0,009 mg/m³)

6. Considerazioni conclusive

L'indagine sul campo nelle lavorazioni di presso stampaggio a caldo e lavorazioni accessorie con utilizzo di mescole contenenti gomme sintetiche ha consentito di documentare l'assenza reale di rischio cancerogeno professionale in tale comparto produttivo.

Le aziende considerate sia per Mantova che per Varese sono rappresentative della tipologia di prodotto: supporti antivibranti piccoli e medi, piccoli pneumatici, modelli in gomma, articoli stampati in metallo-gomma, cavi, guarnizioni speciali.

Anche gli ambienti sono abbastanza rappresentativi: solo aspirazioni localizzate, solo aspirazioni centralizzate, scarse od efficienti aspirazioni a seconda delle aziende.

A fronte di un potenziale rischio cancerogeno e di un potenziale rischio tossico connesso ai tre composti considerati è stata documentata l'assenza di una dispersione significativa al posto di lavoro ed anche al di fuori dei reparti stessi.

L'adozione di metodologie analitiche anche originali, con LOD molto bassi, ha consentito di inquadrare l'esposizione dei lavoratori come sovrapponibile e forse inferiore a quella della popolazione generale per quanto riguarda il rischio cancerogeno da acrilonitrile, da butadiene e da stirene.

Analoghe considerazioni possono essere espresse per il rischio tossico, poiché i valori sono comunque (anche per lo stirene) molto inferiori ai limiti cautelativi di esposizione consigliati.

Ovviamente per acrilonitrile e per stirene vanno tenuti presenti i rischi chimici allergici sia da contatto che da inalazione, che sono connessi più alle eccezioni di esposizione che alla normalità delle procedure.

Una delle ragioni per cui lo stampaggio di mescole con gomme sintetiche risulta, malgrado i timori, non comportare dispersioni significative dei tre composti pur trattandosi di tecnologia ad alta temperatura favorente la formazione di vapori, è che le mescole stesse non sono mai interamente composte solo da gomme sintetiche.

SBR e PBR sono presenti in percentuali variabili dal 10 al 50% sul totale dei componenti di una mescola e sono associate a gomma naturale.

In una gomma NBR, inoltre, le proporzioni di monomero dichiarato di acrilonitrile varia fra lo 0,002% e lo 0,01%, mentre quella di 1,3-butadiene monomero varia dallo 0,0001% allo 0,0002%.

Le misure effettuate documentano chiaramente che anche pressando e riscaldando non si liberano nell'aria ulteriori quantità di monomeri, fatta eccezione per piccole quantità monomeriche di stirene.

In un dibattito sulla protezione della salute anche a lungo termine, che logicamente si appoggia a constatazioni sperimentali o teoriche e può generare timori, si può concludere che con l'attuale tecnologia ed organizzazione del lavoro nel comparto produttivo dello stampaggio gomma gli effetti nocivi del terzetto ABS sono completamente controllati e che in particolare il rischio cancerogeno da ABS è trascurabile.

Bibliografia

1. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) – Toxicological profile for 1,3 butadiene - TP-91/07 – U.S. Department of Health and Human Service, Public Health Services – Atlanta, 1993
2. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) – Toxicological profile for styrene – TP-91/25 – U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Services – Atlanta, 1992
3. Collins J.J., Acquarella J.F., - Review and meta-analysis of studies of acrylonitrile workers – Scand.J.Work Environ.Health – 1998; 24(suppl.2):71-80
4. Fernandez-Nieto M., Quirce S., Sastre B. – Occupational asthma caused by styrene in a autobody shop worker J. Allergy Clin. Immun – 2006; 117:25-26
5. Moscato G., Biscaldi G., et al. – Occupational asthma due to styrene: two case reports – J.Occup.Med. – 1987; 29:957-960
6. Quirce S., et al. – Airway inflammation in occupational asthma caused by styrene – J.Allergy Clin Immun. – 2006; 117:948-949
7. Raccomandazione della Commissione CE per valutazione dei rischi e strategie di riduzione dei rischi: butadiene, acrilonitrile – Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea – n.144 del 30 aprile 2004

Esposizione ad ABS: i risultati dello studio PPTP – Plastica

D.M. Cavallo^{a*}, O. Longhi^b, M. Scarpa^{b,d}, C. Lionetti^d, S. Fustinoni^c

^a*Dipartimento di Scienze Chimiche ed Ambientali, Università degli Studi dell'Insubria, Como*

^b*Dipartimento di Medicina del Lavoro, Università degli Studi di Milano*

^c*Dipartimento di Medicina Preventiva, Fondazione IRCCS, Milano*

^d*U.O Laboratorio chimico – ASL della provincia di Varese*

Riassunto. Nella presente relazione vengono riportate le evidenze relative all'esposizione dei lavoratori fornite dalle campagne di monitoraggio ambientale effettuate presso aziende dello stampaggio e dell'estrusione della plastica nell'arco del periodo di durata del Progetto Prevenzione dei Tumori Professionali (PPTP).

In particolare ci si è riferiti ad aziende che utilizzano resine a base di Acrilnitrile, 1,3-Butadiene e Stirene (meglio conosciute come resine ABS) e che sono presenti nel territorio di riferimento dell'ASL della provincia di Varese.

Nell'ambito della linea di ricerca si sono pianificate, programmate e realizzate 12 indagini mirate alla valutazione dell'esposizione ad Acrilnitrile, 1,3-Butadiene e Stirene derivante dallo stampaggio di resine ABS. Obiettivo delle indagini era quindi quello di verificare i livelli di esposizione professionale ad ABS durante lo stampaggio di resine, per surriscaldamento in apposite macchine di stampa.

Parole chiave: stampaggio a caldo; ABS; monitoraggio ambientale

1. Introduzione

Nella presente relazione vengono riportate le evidenze relative all'esposizione dei lavoratori fornite dalle campagne di monitoraggio ambientale effettuate presso aziende dello stampaggio e dell'estrusione della plastica nell'arco del periodo di durata del Progetto Prevenzione dei Tumori Professionali (PPTP).

* *Telefono:* 031 326239 *Fax:* 031 326230

Indirizzo: Via Valleggio, 11 – 22100 Como

E-mail: domenico.cavallo@uninsubria.it

In particolare ci si è riferiti ad aziende che utilizzano resine a base di Acrilnitrile, 1,3- Butadiene e Stirene (meglio conosciute come resine ABS) e che sono presenti nel territorio di riferimento dell'ASL di Varese e Provincia.

Nell'ambito della sopra descritta linea di ricerca si sono pianificate, programmate e realizzate 12 indagini mirate alla valutazione dell'esposizione ad Acrilnitrile, 1,3-Butadiene e Stirene derivante dallo stampaggio di resine ABS. Obiettivo delle indagini era quindi quello di verificare i livelli di esposizione professionale ad ABS durante lo stampaggio di resine, per surriscaldamento in apposite macchine di stampa.

2. Presupposti concettuali per la realizzazione del monitoraggio ambientale dell'esposizione

Si ritiene opportuno, in questa sede e per meglio introdurre il tema in oggetto, sottolineare alcuni aspetti metodologici di fondamentale importanza nelle indagini mirate a valutare l'esposizione professionale e quindi il rischio per la salute conseguente.

In chiave preliminare, viene definito l'elenco delle sostanze che entrano a far parte del ciclo tecnologico, sia come materia prima che come intermedio di reazione e prodotto finito; tra queste sostanze si provvede quindi a selezionarne alcune secondo criteri tossicologici, chimico-fisici (ipotesi di generazione e propagazione) e quantitativi (bilancio di massa).

Sulla base quindi dei criteri qui esposti, si produce una lista di sostanze da ricercare nell'ambito delle diverse fasi/reparti di produzione e/o lavorazione.

Allo stesso modo si deve pervenire alla definizione delle figure professionali, delle mansioni e dei compiti elementari svolti dalle maestranze nei diversi reparti, onde derivare una strategia di caratterizzazione delle esposizioni ben definita ed argomentata.

Nell'ambito della definizione del programma delle indagini, il piano delle misure viene proposto e formulato tenendo conto:

- della norma UNI EN 689 (*"Atmosfera nell'ambiente di lavoro – Guida alla valutazione dell'esposizione per inalazione a composti chimici ai fini del confronto con i valori limite e strategia di misurazione"*);
- della guida operativa AIDII (*"Strategia di controllo dei fattori di rischio chimici negli ambienti di lavoro"*);
- del Manuale NIOSH 77-173 (*"Occupational exposure sampling strategy manual"*).

La norma UNI EN 689, citata anche nel D.Lgs. n. 25 del 2/2/2002 (inerente la "...protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori contro i rischi derivanti da agenti chimici durante il lavoro.", modificazione ed integrazione del D.Lgs 626/94) definisce il numero minimo di campioni richiesti in relazione alla durata del campionamento ma afferma anche che tale numero può essere stabilito mediante analisi statistica.

Il secondo aspetto fondamentale da tener presente è che il numero di campionamenti che si esegue per la valutazione di un **Gruppo Omogeneo di Esposizione** ("GOE") è in relazione diretta con la frazione del limite di riferimento che si dovrà considerare per la valutazione del rischio. Si specifica comunque che il GOE deve essere studiato con un numero di osservazioni considerabile rappresentativo (solitamente pari ad almeno 6).

Negli ambienti di lavoro reali la concentrazione degli inquinanti non è costante e non è distribuita uniformemente, ma è variabile nello spazio e nel tempo, potendo però assumere solo valori strettamente positivi e occasionalmente valori più elevati di quelli più frequentemente riscontrati. Ciò determina un'incertezza nella scelta dei campioni da effettuare affinché gli stessi siano rappresentativi della situazione esistente; a tale scopo è possibile definire una serie di campionamenti personali e, contemporaneamente, di campioni ambientali.

Ogni fase di produzione può comportare condizioni diverse, in ciascuna di tali fasi possono esserci differenti condizioni di esposizione. La posizione reciproca lavoratore-sorgente di emissione e i parametri fisici quali velocità di emissione, corrente d'aria, variazioni meteorologiche possono esercitare una notevole influenza. La variabilità delle condizioni di esposizione che ne deriva è resa ancora maggiore dai comportamenti individuali.

Per questi motivi la valutazione dell'esposizione nel posto di lavoro alle sostanze chimiche richiede una fase preliminare nella quale debbono essere raccolte informazioni che permettano di orientare le misure, durante le misure è indispensabile raccogliere informazioni sul processo (quantità e tipologia dei materiali lavorati, parametri chimici e fisici, operatività degli addetti, ecc.), sugli impianti e sugli ambienti; tali informazioni permettono di meglio valutare i risultati delle misure effettuate.

Da queste considerazioni risulta evidente che il numero di campionamenti su cui impostare una campagna di valutazione del rischio è una variabile che può influenzare e può essere influenzata notevolmente dagli esiti stessi delle valutazioni. Pertanto è bene sottolineare il fatto che l'approccio corretto deve essere di carattere ricorsivo e continuo, analogamente allo schema generale di ogni sistema di gestione (in particolare della sicurezza ed igiene sul lavoro) scandito dai ben noti passaggi del ciclo di Deming (plan – do – check – act), di cui la valutazione del rischio risponde in pieno alla logica di azione e che è parte principale ed iniziale del processo di pianificazione.

Le complicazioni nella valutazione a cui abbiamo accennato derivano dalla particolare statistica a cui sono soggette le variabili ambientali ed al contributo dell'errore di misurazione, altrettanto rilevante e gestibile effettivamente solo all'interno di una procedura di valutazione i cui termini sono stati specificati nella già citata norma UNI EN 689 del giugno 1997.

3. Definizioni

Esposizione: la presenza di un agente chimico nell'aria entro la zona di respirazione di un addetto. Si esprime in termini di concentrazione dell'agente ricavata dalle misurazioni e riferita allo stesso periodo di riferimento utilizzato per il valore limite.

Agente chimico: qualsiasi elemento o composto chimico, di per se stesso o in quanto aggiunto o mescolato, come si presenta allo stato naturale oppure come viene prodotto da qualsiasi attività lavorativa, sia intenzionalmente che non intenzionalmente e collocato o meno sul mercato.

Schema di lavoro: la serie definibile di attività nei periodi in esame.

Posto di lavoro: Il posto di lavoro è l'area o le aree definite in cui si svolgono le attività lavorative.

Periodo di riferimento: il periodo di tempo specificato per il valore limite di un agente specifico. Il periodo di riferimento per un limite a lungo termine è in genere di 8 h e per un limite a breve termine va da 10 a 15 minuti.

Campionatore personale (o dispositivo di campionamento personale): un dispositivo applicato alla persona che raccoglie campioni di aria nella zona di respirazione.

Dispositivo di campionamento fisso (o ambientale): un dispositivo installato in una particolare area allo scopo di valutare il potere di sorgente dell'inquinante allo studio, o il livello di concentrazione dello stesso riferibile ad una determinata zona o reparto.

GOE: per GOE si intende un insieme di lavoratori che effettuano compiti lavorativi assimilabili e/o che frequentano aree produttive aventi caratteristiche similari.

LOD e LOQ : i parametri di LOD e LOQ, intesi quale limite di rilevabilità e limite di quantificazione, rivestono un'importanza cruciale per la scelta di un metodo analitico. Viene definito LOD la più bassa concentrazione di una specifica sostanza che un processo analitico può determinare. Il limite di quantificazione LOQ viene invece definito come la più bassa concentrazione quantitativamente analizzabile da una procedura.

Valore limite: valore di riferimento per la concentrazione nell'aria di un agente chimico

I limiti di riferimento ai quali generalmente si rimanda sono quelli proposti dalla ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), costituiti dai valori limite di esposizione (*threshold limit value*, TLV), che sono definiti come la "concentrazione alla quale si ritiene che quasi tutti i lavoratori possano essere ripetutamente esposti, giorno dopo giorno, senza insorgenza di effetti nocivi". Nell'ambito dei TLV si possono distinguere:

- valore limite di soglia-media ponderata nel tempo (*threshold limit value-time weighted average*, TLV-TWA), da applicarsi per esposizioni occupazionali protratte lungo l'arco dell'intera vita lavorativa; il concetto di "media ponderata nel tempo" è espresso come livello medio per un giorno di 8 ore nella settimana lavorativa (8h/d, 40 h/w) .

- valore limite di soglia-limite per breve tempo di esposizione (*threshold limit value-short time exposure limit*, TLV-STEL), definito quale esposizione media ponderata su un periodo di 15 minuti da non superarsi mai nella giornata lavorativa anche se la media ponderata sulle 8 ore rimane inferiore al TLV-TWA; eventuali esposizioni per livelli compresi tra TLV-TWA e TLV-STEL non devono protrarsi per oltre 15', con un massimo di 4 episodi/die e almeno 60' tra un episodio ed il successivo
- valore limite di soglia-“ceiling” (TLV-C), definito quale livello di concentrazione da non superare mai nell'esposizione lavorativa

4. Valutazione del rischio tossicologico

La valutazione del rischio tossicologico (VRT) si connota come una procedura complessa ed articolata, che si basa su un insieme di dati scientifici relativi alla tossicità delle sostanze considerate, alle caratteristiche della popolazione potenzialmente esposta, ai livelli di esposizione (intesi come intensità e durata) ed alle previsioni sugli effetti tossici ad essi conseguenti nei confronti della popolazione umana (a vario titolo esposta), ed al confronto delle dosi e degli effetti con i rispettivi “valori di accettabilità” che sono sanciti a livello normativo ovvero trovano espressione negli orientamenti regolamentatori a livello nazionale ed internazionale.

A livello generale, lo scopo della VRT è quindi rappresentato dalla valutazione degli effetti attesi in una popolazione ipoteticamente sottoposta ad un determinato grado di esposizione e nel loro confronto con quelli considerati accettabili. Tale attività è espressamente richiesta dal regolamento della Commissione delle Comunità Europee n. 793/93 del 23.03.1993 (relativo alla “... valutazione e al controllo dei rischi presentati dalle sostanze esistenti”), ed in modo più stringente dalla Direttiva 93/67 del 20.07.1993, che delinea proprio i principi per la valutazione dei rischi per l'uomo e l'ambiente per le sostanze incluse nella Direttiva 67/548/CEE inerente la classificazione e l'etichettatura delle sostanze pericolose.

Come definito già nel 1971 nella Conferenza della ONU sull'ambiente umano, il rischio è un concetto statistico, quale “frequenza osservata o attesa di effetti indesiderabili attribuibili all'esposizione ad un determinato inquinante chimico”. In sintesi, la VRT può essere considerata un processo sistematico, multistadio, di analisi critica dei dati al fine di caratterizzare il tipo (qualità) e l'entità (quantità) del danno alla salute che un agente chimico, disperso nell'ambiente, potrebbe causare in differenti situazioni di esposizione.

Secondo quanto sancito dalla già menzionata Direttiva 93/67 della Commissione CEE, si prevede che la VRT si articoli in quattro fasi principali, come di seguito riportato:

- *Identificazione della tossicità intrinseca* (pericolo o “hazard”), cioè della capacità propria di una sostanza a produrre un effetto avverso nei confronti dell'organismo umano; questo permette di stabilire una relazione causale tra

un'esposizione per qualsiasi via ad uno specifico agente chimico ed il conseguente effetto nocivo sulla salute.

- *Valutazione della curva dose/risposta*: consiste nel descrivere questa relazione per i diversi effetti sostenuti dalla sostanza, anche in relazione alle differenti condizioni di esposizione (intensità e durata), ed evidenziando eventuali incertezze biologiche e/o statistiche della relazione stessa.
- *Valutazione dell'esposizione umana*, fase che consiste nel calcolare il possibile assorbimento umano di una sostanza a partire dalla sorgente identificata di esposizione, in funzione del tempo; oltre che la stima della dose assunta a partire dalle emissioni, la valutazione prevede anche la definizione – nell'ambito della popolazione considerata – dei gruppi maggiormente a rischio per le loro caratteristiche demografiche e biologiche, quali per esempio bambini, anziani, donne in età fertile.
- *Caratterizzazione e previsione del rischio*: in questa fase, sulla base delle evidenze emerse dalle fasi precedenti, avviene la quantificazione della probabilità che l'esposizione considerata possa dar luogo all'insorgenza di effetti avversi per la salute nella popolazione interessata. Nei casi in cui più consolidate sono le conoscenze tossicologiche, il disporre del dato relativo alla dose giornaliera priva di effetto o comunque considerata "accettabile" (concetto di "allowable daily intake") è possibile operare il confronto tra tale dato e l'assunzione stimata in esame; dal rapporto tra dose accettabile e dose assunta risulta il cosiddetto "margine di sicurezza": quanto più esso risulta elevato, maggiore è il livello di protezione. Tuttavia nel caso della valutazione del rischio tossicologico esclusivamente riferito all'ambiente di lavoro, e considerata la sola via di penetrazione inalatoria (peraltro come riferito nella norma UNI/EN 689), tale valutazione può essere limitata al confronto con il valore limite di esposizione raccomandato come sopra definito.

Si rammenta che oltre ai già citati valori proposti dall'ACGIH come TLV, esistono come riferimento anche OEL Europei proposti nelle Direttive 2000/39/CE e 2006/15/CE, successivamente recepite nell'ordinamento italiano (Allegato VIIIbis e VIIIter del D. Lgs. 626/94 ex DLgs. 25 del 02/02/2002).

Nel caso specifico dell'industria della plastica e della gomma e della plastica, per alcuni inquinanti (ad esempio polveri di gomma e fumi di gomma calda) si fa riferimento a standard analitici e limiti di esposizione proposti dal HSE (Health and Safety Executive) britannico.

Nel Regno Unito l'HSW Act (Health & Safety at Work Act) affida il compito agli imprenditori di assicurare, per quanto ragionevolmente praticabile, la salute, la sicurezza e il benessere sul posto di lavoro di tutti i dipendenti: tali limiti di esposizione proposti rappresentano, quindi, un mezzo per raggiungere questo obiettivo.

Sono inoltre da considerare i valori limite proposti dal Ministero del Lavoro e della Previdenza tedesco (Deutsche ForschungsGemeinschaft DFG), secondo le seguenti definizioni:

- MAK (Massima Concentrazione Tollerabile): è la massima concentrazione di una sostanza chimica (gas, vapori o particelle aerodisperse) negli ambienti di

lavoro che non dà effetti avversi alle persone esposte per un lungo periodo (8 ore giornaliere o 40 ore settimanali);

- **BAT (Livello Biologico Tollerabile):** viene definito come la massima quantità di sostanza chimica o di metaboliti presenti in campioni prelevati in persone esposte per un periodo di 8 ore giornaliere o 40 ore settimanali. I BAT sono valutati facendo riferimento ai valori di MAK.
- **TRK (Limite di Esposizione Tecnica):** è il livello più basso di concentrazione che si può avere nelle industrie con le tecnologie attuali.

In particolare, si sottolinea come questi ultimi TRK siano da considerarsi limiti tecnici-pragmatici utili alla espressione di un giudizio relativamente alla corretta applicazione delle migliori tecniche disponibili in termini di prevenzione (buona pratica di igiene industriale). Si sottolinea peraltro come questi TRK non siano comunque da considerarsi ai fini della valutazione del rischio per la salute in termini di tutela assoluta verso tutti gli effetti.

5. Metodo di valutazione dell'esposizione

La procedura per la valutazione dell'esposizione è stata articolata nelle seguenti fasi:

- **Identificazione dell'esposizione potenziale:** attraverso l'esame preliminare delle attività lavorative, dei luoghi di lavoro degli impianti e del processo, è stato possibile classificare le specifiche operatività e le zone con una potenziale esposizione alle sostanze considerate
- **Determinazione dei gruppi di lavoratori ad esposizione equivalente:** per ogni processo produttivo sono stati quindi identificati gruppi di operatori, più o meno numerosi, che per la loro specifica qualifica e specializzazione sono adibiti allo svolgimento di una serie di operazioni equivalenti o similari.
- **Esecuzione delle misure,** che ha previsto la scelta della numerosità dei campioni, delle zone da campionare e dei metodi di campionamento ed analisi;
- **Valutazione delle esposizioni,** attraverso il confronto tra i risultati delle misure ed il valore limite prescelto utilizzando opportune variabili statistiche.
- **Numero di campioni,** la norma UNI 689 definisce il numero minimo di campioni richiesti in relazione alla durata del campionamento ed afferma anche che tale numerosità può essere stabilita mediante appropriata analisi statistica.

Per ulteriori approfondimenti, si rimanda alle norme tecniche citate in precedenza.

6. Le indagini ambientali svolte: materiali e metodi

Allo scopo di raggiungere gli obiettivi precedentemente descritti, si sono selezionate 12 aziende tra quelle operanti nel territorio oggetto della ricerca di comparto (Varese e Provincia).

Per quanto attiene alle condizioni operative programmate per la realizzazione dei campionamenti ambientali ci si è posti in condizioni rappresentative o peggiorative rispetto al normale esercizio dell'attività di stampaggio.

Tali scelte, così come il numero e la tipologia dei siti di campionamenti sono state effettuate tenendo ben presente le indicazioni riportate nelle norme EN 482 e 689 richiamate nel D.Lgs 626/94 e successive modificazioni ed integrazioni sulla Valutazione del Rischio Chimico.

Sono stati eseguiti campionamenti sia di tipo personale (addetto alla macchina) sia di tipo ambientale (fase di carico ABS, scarico, riferimento ambientale interno ed esterno).

I campionamenti hanno avuto una durata complessiva di 90-120min.

Il campionamento personale è stato eseguito sull'addetto alla macchina di stampaggio, che ha operato sempre nelle immediate vicinanze della macchina stessa. La distanza tra il punto di carico/scarico e il sistema di campionamento è stata di circa 1,5 mt, mentre il riferimento interno è stato posto al centro del locale adibito a laboratorio ad una distanza di circa 2 mt. dalla macchina.

Le indagini sono state realizzate secondo quanto concordato precedentemente con la Direzione di Stabilimento, il Medico Competente, e gli RLS di Stabilimento.

La numerosità dei campionamenti e la strategia adottata risulta conforme alla norma UNI EN 689, si specifica che in alcuni casi è stato necessario ripetere le misure su più turni per giungere ad una più completa valutazione.

La rappresentatività delle misure è ampiamente soddisfatta sia in termini di significatività che di stabilità dei risultati.

In riferimento alla UNI EN 689, al manuale operativo AIDII ed al manuale NIOSH 77-173 si sottolinea la congruenza e la consistenza della mole dei dati osservati.

Il programma dei controlli ambientali eseguiti, con campionamenti sia fissi che personali, risulta pienamente congruente sia con quanto previsto dal Titolo VII e VII-bis del D.Lgs 626/94 relativamente al controllo dell'esposizione ad agenti chimici, cancerogeni e mutageni, sia di quanto noto dalla manualistica e dalla letteratura scientifica relativamente alle migliori procedure di indagine in Igiene Industriale.

I metodi di campionamento ed analisi adottati sono tutti riconosciuti a livello internazionale come quelli di riferimento per indagini di Igiene Industriale.

6.1. Breve descrizione dei diversi sistemi di stampaggio

- Stampaggio ad iniezione. È una tecnologia che si applica alle materie plastiche termoplastiche e prevede tre operazioni fondamentali: il materiale plastico, sotto forma di granuli, viene riscaldato per essere trasformato in

- pasta, successivamente la pasta viene iniettata in un contenitore freddo, chiamato stampo, entro cui solidifica ed infine il prodotto finito viene espulso.
- Stampaggio per estrusione-soffiaggio. Anche questa tecnologia, come l'estrusione, permette di produrre manufatti cavi in resina termoplastica. La materia prima viene utilizzata sotto forma di granuli ed il processo comprende le seguenti operazioni fondamentali: dapprima si produce, con la tecnica dell'estrusione, un tubo di dimensioni opportune, questi, ancora caldo, viene collocato dentro uno stampo, successivamente, dopo la chiusura dello stampo, viene insufflata aria compressa all'interno del tubo le cui pareti si deformano fino ad aderire allo stampo assumendone la forma, infine, dopo il raffreddamento, lo stampo viene aperto ed il manufatto rimosso. Le resine termoplastiche che vengono sottoposte a questo trattamento e che trovano impiego nella fabbricazione dei contenitori sono il PVC, il polistirolo, l'ABS ed i policarbonati.
 - Stampaggio per compressione a caldo. Questa tecnica si applica in genere alle materie plastiche termoindurenti che si trovano in commercio sotto forma di polvere già additivata dei vari ingredienti. Si distinguono, durante il ciclo di produzione, quattro operazioni fondamentali: dapprima si riempie lo stampo con la polvere, questi viene chiuso e riscaldato sotto pressione. A queste prime fasi segue lo stampaggio vero e proprio, durante il quale, grazie all'azione del calore, la polvere fonde e si distribuisce all'interno dello stampo diventando sempre più rigida man mano che la reticolazione del polimero progredisce; alla fine si effettua l'apertura dello stampo e l'espulsione del manufatto.
 - Copolimeri Acrilonitrile-Butadiene-Stirolo (ABS). Questo copolimero rispetto al polistirolo non è trasparente, ha maggior resistenza sia all'urto che all'abrasione ed è praticamente insensibile alla corrosione; per la sua produzione si parte da tre monomeri diversi (Acrilonitrile, Butadiene e Stirolo dalle cui iniziali deriva la sigla ABS); questi dopo la polimerizzazione vengono sottoposti a stampaggio ad iniezione o estrusione al fine di ottenere valigie rigide, telefoni, accessori per automobili (sterzi, cruscotti, trombe, ecc.), parti di elettrodomestici (pannelli isolanti, ventole, bocchettoni, ecc.), parti di posate da tavola, caschi per moto, ecc.. L'ABS può essere rinforzato con fibre di vetro e si può preparare anche nella forma espansa.

6.2. Breve descrizione delle sostanze monitorate

6.2.1. Acrilonitrile

Vie di esposizione: la sostanza può essere assorbita principalmente per inalazione dei suoi vapori e attraverso la cute.

Effetti dell'esposizione a breve termine: la sostanza e il vapore, già disponibile a 20° C, è irritante per gli occhi, la cute e il tratto respiratorio. Possono essere presenti effetti ritardati.

Effetti dell'esposizione ripetuta a lungo termine: contatti ripetuti o prolungati possono causare, a lungo termine, sensibilizzazione cutanea. E' possibile che questa sostanza sia cancerogena per l'uomo.

Classificazione di cancerogenicità:

- ACGIH: A3 (carcinogeno riconosciuto per l'animale con rilevanza non nota per l'uomo);
- IARC: 2B (possibile cancerogeno per l'uomo);
- UE: classe 2 (Sostanze che dovrebbero considerarsi cancerogene per l'uomo).

Limiti di esposizione occupazionale:

- ACGIH TLV-TWA: 2 ppm (4,3 mg/m³) (cute);
- DFG TRK: 7 mg/m³ assorbimento cutaneo (H); sensibilizzazione della cute (Sh).

6.2.2. 1,3-Butadiene

Vie di esposizione: la sostanza può essere assorbita principalmente per inalazione e per ingestione.

Effetti dell'esposizione a breve termine: la sostanza è irritante per gli occhi e il tratto respiratorio. La sostanza può determinare effetti sul sistema nervoso centrale, causando riduzione dello stato di vigilanza.

Effetti dell'esposizione ripetuta a lungo termine: la sostanza ha effetti tossici sull'apparato emolinfopoietico. È probabilmente cancerogena per l'uomo. Test su animali indicano la possibilità che questa sostanza possa causare tossicità per la riproduzione o lo sviluppo umano.

Classificazione di cancerogenicità:

- ACGIH: A2 (carcinogeno sospetto per l'uomo);
- IARC: 2A (probabile cancerogeno per l'uomo);
- UE: classe 1 (Sostanze note per effetti cancerogeni sull'uomo).

Limiti di esposizione occupazionale:

- ACGIH TLV-TWA: 2 ppm (4,4 mg/m³);
- DFG TRK: 34 mg/m³.

6.2.3. Stirene

Vie di esposizione: la sostanza può essere assorbita principalmente per inalazione.

Effetti dell'esposizione a breve termine: la sostanza è irritante per gli occhi la cute e il tratto respiratorio. Se il liquido viene ingerito, l'aspirazione nei polmoni può portare a polmonite chimica. L'esposizione potrebbe provocare effetti sul SNC.

Effetti dell'esposizione ripetuta a lungo termine: contatti ripetuti o prolungati con la cute possono causare dermatiti e/o sensibilizzazione cutanea. Esposizioni ripetute o prolungate per inalazione possono causare asma. La sostanza può avere effetto sul sistema nervoso centrale. È possibile che questa sostanza sia cancerogena per l'uomo.

Classificazione di cancerogenicità:

- ACGIH: A4 (non classificabile come carcinogeno per l'uomo);
- IARC: 2B (possibile cancerogeno per l'uomo);
- UE: classe 3 (Sostanze con sospetto per i possibili effetti cancerogeni per l'uomo).

Limiti di esposizione occupazionale:

- ACGIH TLV-TWA: 20 ppm (85 mg/m³);
- ACGIH TLV-STEL: 40 ppm (170 mg/m³).
- DFG MAK: 85 mg/m³.

I dati sono riassunti nella Tabella 1 e nella Tabella 2.

Caratteristiche	Acrilonitrile	Butadiene	Stirene
Punto di ebollizione (°C)	77	- 4	145
Punto di fusione (°C)	- 84	- 109	- 30,6
Densità relativa (acqua=1)	0,8	0,6	0,9
Solubilità in acqua (g/100ml a 20°C)	7	insolubile (0,1)	0,03
Tensione di vapore (kPa a 20°C)	11,0	245	0,7
Densità di vapore relativa (aria=1)	1,8	1,9	3,6
Densità relativa della miscela aria/vapore a 20°C (aria=1)	1,05	-	1,02
Temp. di auto-accensione (°C)	481	414	490
Limiti di esplosività (vol % in aria)	3,0 – 17,0	1,1-16,3	0,9-6,8
Coeff. ripartiz. ottanolo/acqua (log Pow)	0,25	1,99	3,2

Tabella 1

Principali caratteristiche chimico-fisiche dei singoli monomeri

Ente	Limite	Acrilonitrile (mg/m ³)	1,3-Butadiene (mg/m ³)	Stirene (mg/m ³)
ACGIH	TWA	4,3	4,4	85
	STEL	-	-	170
DFG	MAK	-	-	85
	TRK	7	34	-
OSHA	TWA	4,3	-	426
NIOSH	10-h TWA	-	-	215

Tabella 2

Principali valori limite di esposizione occupazionale degli inquinanti considerati proposti dai maggiori enti scientifici internazionali

6.3. Monitoraggio ambientale e personale

Nello specifico sono stati effettuati quattro campionamenti in postazione fissa così suddivisi: centro ambiente, presso il macchinario in corrispondenza del carico materiale (tramoggia), presso il macchinario in corrispondenza dello scarico del pezzo finito, in esterno in prossimità dello stabilimento. Inoltre, è stato effettuato il monitoraggio personale dell'esposizione mediante campionatori portatili indossati da un lavoratore responsabile del funzionamento della macchina ABS.

Ogni punto di monitoraggio è stato munito di due pompe aspiranti di cui una per l'1,3-butadiene e l'altra per l'acrilonitrile e lo stirene.

Per quanto riguarda il campionatore personale i sistemi di captazione sono stati posti in corrispondenza del bavero della tuta da lavoro, nella zona respiratoria.

Per l'1,3-butadiene il sistema di captazione scelto è consistito in una fiala riempita con CARBOSIEVE SIII e il flusso dell'aria campionata è stato regolato a 0,05 l/m

Per l'Acrilonitrile e lo Stirene sono state invece utilizzate fiale contenenti TENAX TA, il flusso di aria campionata all'interno è stato regolato a 0,1 l/m.

I campioni sono stati desorbiti termicamente ed analizzati con GC/FID (colonna OV1, 60 mt, 0.32 mm diametro interno, 0.25 µm spessore del film). Calibrazione con bombola contenente ABS in azoto a 1 ppm.

Limiti di determinazione (LOD) degli analiti indagati sono:

- LOD Acrilonitrile = 10 µg/m³;
- LOD 1,3-Butadiene = 1 µg/m³;
- LOD Stirene = 1 µg/m³.

7. Risultati

Tutte le indagini condotte su un totale di 12 aziende selezionate hanno mostrato livelli di concentrazione piuttosto modesti.

I risultati del monitoraggio ambientale indicano quindi che le operazioni monitorate determinano una modesta dispersione in aria delle sostanze indagate.

I dati di concentrazione ambientale sono mediamente inferiori di alcuni ordini di grandezza rispetto ai TLV-TWA proposti.

Le concentrazioni rilevate dai campionatori personali, seppur lievemente superiori ai livelli ambientali sono risultate inferiori di alcuni ordini di grandezza rispetto ai limiti posti dall'ACGIH.

I dati di concentrazione relativi all'1,3 butadiene sono sempre risultati inferiori al limite ad eccezione di qualche dato indicativo di tracce di contaminazione fino ad un massimo di circa 6 microgrammi per metro cubo.

Le concentrazioni di acrilonitrile sono sempre risultate inferiori al valore minimo di determinazione fissato in 10 microgrammi per metro cubo di aria campionata.

Solo lo stirene mostra livelli variabili tra 1 microgrammo per metro cubo di aria campionato (limite di determinazione analitica) e circa 20 microgrammi per metro cubo di aria campionata. Fanno eccezione alcune concentrazioni di stirene riscontrate in una sola delle aziende monitorate e la cui dispersione in aria fino all'ordine di grandezza delle migliaia di microgrammi (cioè fino a 4 milligrammi) per metro cubo di aria campionata sono peraltro risultate ascrivibile allo stampaggio di manufatti in polistirolo e non in resina ABS.

Bibliografia

American Conference of Governmental Industrial Hygienists - TLVs and BEIs. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices - Cincinnati, OH, 2005

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - List of MAK and BAT values 2006 - Commission for the investigation of health hazard of chemical compounds in the work area. Report No 42. Ed. Wiley – VCH Verlag GmbH & Co. KGaA - Weinheim, 2006

IARC - Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man - World Health Organization, International Agency for Research on Cancer. 1972-PRESENT (Multivolume work) Vol. 71 - Geneva, 1999

Mocak et al. - A statistical overview of standard (IUPAC and ACS) and new procedures for determining the limits of detection and quantification - Pure & Appl. Chem., 1997; 69(2):297-328

National Institute for Occupational Safety and Health - NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards - DHHS (NIOSH). Publication No. 97-140. U.S. Government Printing Office. - Washington, D.C, 1997

Esposizione ad IPA: i risultati dello studio PPTP – Gomma

P.E. Cirila^{a*}, E. Mossini^b, A.M. Cirila^c

^a Centro di Riferimento PPTP Clinica del Lavoro «Luigi Devoto», Fondazione (I.R.C.C.S.) "Ospedale Maggiore Policlinico, Mangiagalli, Regina Elena" e Università degli Studi, Milano

^b Servizio Prevenzione Sicurezza Ambienti Lavoro (SPSAL), ASL della Provincia di Mantova, Mantova

^c Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del Lavoro (UOOML), A.O. "Istituti Ospitalieri", Cremona

Riassunto. Nella presente relazione vengono riportate le evidenze relative all'esposizione dei lavoratori fornite dalle campagne di monitoraggio effettuate presso aziende dello stampaggio della gomma nell'arco del periodo di durata del Progetto Prevenzione dei Tumori Professionali (PPTP) nella provincia di Mantova. In particolare l'attenzione è focalizzata sui livelli di esposizione ad Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), alcuni dei quali sono classificati cancerogeni per l'uomo dalla comunità europea. Lo studio ha coinvolto 60 soggetti maschi indagati con monitoraggio ambientale (16 IPA ritenuti di interesse tossicologico dall'EPA) e biologico (1-idrossipirene urinario). I risultati mostrano come in genere i livelli espositivi si attestino a valori paragonabili a quelli della popolazione generale.

Parole chiave: Monitoraggio ambientale; Monitoraggio Biologico; 1-idrossipirene; IPA; Gomma.

1. Introduzione

Nel ciclo tecnologico della gomma gli addetti alle lavorazioni hanno la possibilità di venire a contatto con agenti chimici tossici per l'organismo umano. In particolare l'attenzione viene posta verso la possibile esposizione, per via aerea e per via cutanea¹⁴, agli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA). Essi sono infatti presenti negli oli e nel nerofumo utilizzati nelle mescole. Tra gli oli derivati per raffinazione dei petroli, si ha un contenuto crescente di IPA passando da quelli raffinati "al solvente", a quelli raffinati "al vapore" ed ai cosiddetti "oli aromatici". Per il nerofumo, a partire

* Telefono: 02 59901542

Indirizzo: Vicolo die Pettinari, 7 – 26100 Cremona

E-mail: piero.cirila@gruppocimal.it

dagli anni '70, il tenore in IPA è stato progressivamente ridotto (oggi nella maggior parte dei casi è inferiore ad 1 ppm).

2. Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Gli IPA sono una grande famiglia di congeneri costituita da idrocarburi aromatici (o areni) ad elevato peso molecolare, la cui molecola è formata da due o più anelli benzenici, condensati in modo tale da avere in comune due o più atomi di carbonio. In particolare, la dizione "Idrocarburi Policiclici Aromatici" nella letteratura scientifica nazionale ed internazionale si riferisce ai composti contenenti solo atomi di carbonio e idrogeno (IPA non sostituiti e loro derivati alchil-sostituiti); essi rientrano nella categoria più generale dei "Composti Policiclici Aromatici", che include anche i derivati funzionali (es. i nitro-IPA) e gli analoghi eterociclici (es. gli aza-areni). Il termine "polinucleari" viene spesso utilizzato come sinonimo di "policiclici" e come tale è riconosciuto anche dall'Istituto Superiore di Sanità e dalla banca dati tossicologica della National Library of Medicine (Toxicology Data Network).

Gli IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici) sono sostanze scarsamente solubili in acqua, nettamente lipofile, facilmente solubili in solventi polari, scarsamente volatili (tranne i componenti a più basso peso molecolare come il naftalene ed il fluorene), che costituiscono microinquinanti ambientali ampiamente diffusi in varie matrici a causa della loro bassa reattività².

L'americana Environmental Protection Agency (EPA) ritiene di maggior rilevanza tossicologica 16 IPA: Acenaftene, Acenaftilene, Antracene, Benzo[a]antracene, Benzo[a]pirene, Benzo[b]-fluorantene, Benzo[k]fluorantene, Benzo[g,h,i]perilene, Crisene, Dibenzo[a,h]antra-cene, Fenantrene, Fluorantene, Fluorene, Indeno[1,2,3-c,d]perilene, Naftalene e Pirene.

Dal punto di vista tossicologico, al di là di effetti irritanti su mucose e congiuntive evidenti per alte esposizioni, di sicuro rilievo è il potenziale cancerogeno per cute e apparato respiratorio riconosciuto ad alcuni IPA (Tabella 1) dalla IARC (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro) e dall'Unione Europea.

In particolare la IARC^{7,8} classifica come "certamente cancerogeno per l'uomo" (gruppo 1) Benzo[a]pirene, come "probabile cancerogeno" (gruppo 2A) Benzo[a]antracene e Dibenzo[a,h]antracene, come "possibile cancerogeno" (gruppo 2B) Benzo[b]fluorantene, Benzo[k]fluorantene, Benzo[j]fluorantene, mentre come "non classificabile in merito alla cancerogenicità" (gruppo 3) il crisene. L'Unione Europea, etichetta tutte queste sostanze con la frase di rischio "R45 – può provocare il cancro".

Si richiama inoltre l'attenzione sui risultati di uno studio a lungo termine per via inalatoria, condotto dal National Toxicology Program (NTP) su due specie di roditori, che indica, in seguito al manifestarsi di neuroblastomi dell'epitelio olfattivo nasale, chiara evidenza di cancerogenicità del naftalene per gli animali¹¹. Queste considerazioni sono alla base della recente classificazione del naftalene nel gruppo 2B della IARC.

	n. CAS	IARC	Unione Europea
Acenaftene	83-32-9	-	-
Acenaftilene	208-96-8	-	-
Antracene	120-12-7	-	-
Benzo[a]antracene	56-55-3	2A – Probabile cancerogeno	Cancerogeno Cat. 2 (R45)
Benzo[a]pirene	50-32-8	1 – Cancerogeno certo per l'uomo	Cancerogeno Cat. 2 (R45)
Benzo[b]fluorantene	205-99-2	2B – Possibile cancerogeno	Cancerogeno Cat. 2 (R45)
Benzo[k]fluorantene	207-08-9	2B – Possibile cancerogeno	Cancerogeno Cat. 2 (R45)
Benzo[g,h,i]perilene	191-24-2	3 – Non classificabile come cancerogeno	-
Crisene	218-01-9	3 – Non classificabile come cancerogeno	Cancerogeno Cat. 2 (R45)
Dibenzo[a,h]antracene	53-70-3	2A – Probabile cancerogeno	Cancerogeno Cat. 2 (R45)
Fenantrene	85-01-8	3 – Non classificabile come cancerogeno	-
Fluorantene	206-44-0	3 – Non classificabile come cancerogeno	-
Fluorene	86-73-7	3 – Non classificabile come cancerogeno	-
Indeno[1,2,3-c,d]pirene	193-39-5	2B – Possibile cancerogeno	-
Naftalene	91-20-3	2B – Possibile cancerogeno	-
Pirene	129-00-0	3 – Non classificabile come cancerogeno	-

Tabella 1

IPA ritenuti di maggiore rilevanza tossicologica dalla EPA: classificazione di cancerogenicità IARC e UE

3. Indagini di monitoraggio

Nell'ambito dello Studio PPTP-Gomma (Progetto Prevenzione Tumori Professionali – Lavorazione della gomma), realizzato negli ultimi due anni con la collaborazione

della Clinica del Lavoro "Luigi Devoto" di Milano, dell'ASL della provincia di Mantova e dell'Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del Lavoro di Cremona, supportate anche dal Laboratorio di Igiene e Tossicologia degli "Spedali Civili" di Brescia, sono state progettate e condotte una serie di indagini finalizzate a verificare gli attuali livelli espositivi ad IPA nelle lavorazioni di stampaggio della gomma.

3.1 Soggetti

Le aziende da indagare sono state individuate basandosi sulla banca dati ISPESL e sulla memoria storica delle ASL: nel complesso sono state coinvolte, anche con indagini ripetute, 6 aziende. L'indagine si è svolta nei mesi tra settembre e ottobre dell'anno 2006, durante un'intera giornata lavorativa in ambiente chiuso sito in zona con assenza periferica con scarso traffico veicolare.

Tutti i lavoratori, informati su metodi e finalità dell'indagine, hanno espresso libero consenso a partecipare allo studio. Sono stati indagati 60 soggetti maschi con età media 36 anni (D.S. 8), addetti allo stampaggio della gomma. Ogni soggetto è stato sottoposto ad anamnesi ed intervista con ausilio di questionario per il controllo di fattori di confondimento (cibo, fumo di sigaretta). Il 33% presenta abitudine al fumo di tabacco (media di 13 sigarette al dì). Tutti i soggetti utilizzavano, come dispositivi di protezione individuale, tuta da lavoro in cotone, scarpe antinfortunistiche e guanti (al bisogno).

3.2 Protocollo individuale

Ogni soggetto è stato sottoposto ad indagine di monitoraggio ambientale dell'esposizione per via aerea oltre che ad indagine di monitoraggio biologico.

Il campionamento aereo personale dell'esposizione a IPA ha avuto la durata di almeno 4 ore ed è stato effettuato con campionatori personali attivi (flusso 2 l/min) posizionati in zona respiratoria. Si è monitorato la frazione inalabile del particolato aerodisperso (membrana in PTFE) e la fase vapore (fiala XAD2), con sistema a doppio corpo.

Per il monitoraggio biologico ogni soggetto è fornito tre campioni di urina: il primo raccolto al mattino dopo due giornate di astensione dal lavoro (baseline), gli altri due raccolti all'inizio ed alla fine del turno di lavoro durante il quale si è svolto il monitoraggio ambientale (dopo almeno due giornate di attività).

La determinazione della concentrazione dei 16 IPA di maggiore rilevanza tossicologica per l'EPA e dell'1-idrossipirene urinario è avvenuta mediante cromatografia liquida ad elevate prestazioni (HPLC) con rivelatore spettrofluorimetrico.

3.3 Risultati

I risultati del monitoraggio ambientale (Tabella 2) indicano una modesta dispersione in aria degli IPA oggetto di indagine. Rispetto ai pochi valori limite esistenti (TRK tedeschi, MPC polacchi e norvegesi), le concentrazioni di benzo(a)pirene, dibenzo(a,h)antracene e naftalene risultano mediamente inferiori di vari ordini di grandezza. Le concentrazioni di IPA altobollenti misurate, ed in particolare il benzo(a)pirene, sono comprese nel range riscontrabile in un'area metropolitana e paragonabili ai livelli espositivi rilevati in altri studi su lavoratori esposti a basse dosi^{3,4,12,13}.

	Inferiore al LOD	Mediana (ng/m ³)	5° - 95° centile (ng/m ³)
Acenaftene	0 %	18	9 - 499
Acenaftilene	90 %	< 1.000	< 1.000 - 1.100
Antracene	0 %	4,1	0,7 - 22,7
Benzo[a]antracene	12 %	0,19	< 0,10 - 1,13
Benzo[a]pirene	6 %	0,17	< 0,04 - 0,84
Benzo[b]fluorantene	0 %	0,2	0,2 - 1,8
Benzo[k]fluorantene	17 %	0,07	< 0,04 - 0,71
Benzo[g,h,i]perilene	51 %	< 0,4	< 0,4 - 1,7
Crisene	30 %	0,11	< 0,10 - 2,05
Dibenzo[a,h]antracene	27 %	0,09	< 0,08 - 0,67
Fenantrene	0 %	32,8	8,3 - 271,3
Fluorantene	0 %	25	2 - 463
Fluorene	0 %	53	16 - 261
Indeno[1,2,3-c,d]pirene	35 %	< 0,4	0,4 - 0,7
Naftalene	0 %	673	138 - 12.308
Pirene	6 %	9	< 2 - 64

Tabella 2
Studio PPTP-gomma: risultati monitoraggio ambientale

I risultati del monitoraggio biologico (Tabella 3), indicativi dell'esposizione per via aerea e cutanea, mostrano nei soggetti fumatori e non fumatori, un andamento crescente di 1-HOP passando dal baseline a inizio turno ed a fine turno al limite della significatività statistica e comunque di modesta entità.

Nel complesso i valori del metabolita non mostrano un significativo incremento legato allo svolgimento dell'attività di stampaggio della gomma e tengono conto del contributo derivante dal fumo di sigaretta.

	Fumatori (n. 18)	Non fumatori (n.42)	Totale (n.60)
Baseline	243 (94 – 424)	130 (42 – 336)	139 (45 – 399)
Inizio Turno	265 (137 – 710)	146 (60 – 939)	165 (65 – 863)
Fine Turno	312 (138 – 837)	134 (60 – 1071)	162 (63 – 1.077)

Tabella 3

Studio PPTP-gomma: risultati 1-HO pirene urinario (**ng/g creatinina**). Sono indicati mediana (5°-95° percentile)

Appare dunque evidente come il rischio per la salute legato all'esposizione ad IPA nelle lavorazioni monitorate risulti essere in genere non significativo¹⁰. Ai fini della valutazione del rischio, occorre tuttavia sottolineare in situazioni dove l'impianto di aspirazione non mostri caratteri di efficienza ed efficacia¹, possono riscontrarsi valori ambientali e biologici meritevoli di maggiore attenzione e di più approfondita valutazione.

4. Quadro normativo e misure di prevenzione

In relazione alle disposizioni specifiche contenute nel Titolo VII "Protezione da agenti cancerogeni mutageni" e nel Titolo VII-bis "Protezione da agenti chimici" del D.Lgs 626/94 e successive modificazioni ed integrazioni, appare evidente che nell'industria della gomma è previsto l'utilizzo di sostanze o preparati attualmente classificati come cancerogeni o pericolosi per l'uomo^{5,6}. In particolare i lavoratori possono venire a contatto con sostanze chimiche, che si liberano proprio durante la lavorazione: gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), alcuni dei quali sono riconosciuti come cancerogeni o pericolosi. Attualmente non è tecnicamente possibile la sostituzione di tali materie prime nel ciclo produttivo con altre meno pericolose e l'utilizzo di un ciclo chiuso può riguardare limitate fasi. Il datore di lavoro deve quindi provvedere affinché il livello di esposizione dei lavoratori sia ridotto al più basso valore tecnicamente possibile. Tutto ciò non può prescindere dalla valutazione

dei rischi di cui agli articoli 4, 63 e 72-quater: per individuare misure appropriate ed efficaci, condizione preventiva e necessaria è la valutazione del livello di esposizione dei lavoratori all'agente cancerogeno o pericoloso, tenendo conto anche del possibile assorbimento cutaneo.

Predisporre opportuni, efficaci ed efficienti sistemi di aspirazione e ventilazione è un ottimo accorgimento per ridurre l'esposizione professionale¹.

Per quanto riguarda la possibilità di effetti sulla salute legati agli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), si deve tenere ben presente che i livelli espositivi nella lavorazione della gomma appaiono in genere paragonabili a quelli riscontrabili in aree metropolitane. Il livello di rischio non è quindi tale da rendere indicata una sorveglianza sanitaria legata esclusivamente ad esso, ai sensi della normativa vigente. Tale rischio può tuttavia assumere un certo rilievo, che andrà opportunamente valutato in collaborazione con il medico del lavoro, nelle lavorazioni entro ambienti chiusi prive di aspirazioni efficaci; in tali casi occorrerà provvedere ad un eventuale utilizzo di opportuni sistemi di estrazione (aspirazione) oppure aumentare di diluizione dell'aria (ventilazione forzata). In situazioni di accumulo degli inquinanti nell'aria il personale addetto deve fare uso di opportuni DPI per la protezione delle vie respiratorie quali facciale filtrante antipolvere di classe 2 con filtro in carbone attivo (FFP2SL), sostituito dopo ogni turno di lavoro o in seguito se dotato di bordo di tenuta.

Non essendo realizzati in genere, ai sensi del D.Lgs 626/94 i presupposti per l'istituzione di una sorveglianza sanitaria mirata al rischio cancerogeno (articolo 69, comma 1), vengono meno anche gli adempimenti ad essa collegati ed in particolare il disposto dell'articolo 70, riguardo all'istituzione di un registro degli esposti da parte del datore di lavoro.

Una valutazione di monitoraggio biologico potrà utilmente essere intrapresa, anche a cadenza annuale e comunque non maggiore di triennale (articolo 63), per valutare l'efficacia delle misure di prevenzione adottate e per dimostrare l'esiguità del rischio per la salute. A tale scopo viene proposta la determinazione nell'urina dell'1-idrossipirene, metabolita del pirene, che è sostanza non cancerogena, ma discretamente rappresentativa dell'esposizione globale⁹. Trattandosi di esposizioni attese a livelli bassi appare opportuno procedere alla raccolta del campione dopo almeno due giorni di lavoro, cercando di eliminare o tenere sotto controllo fattori esterni di confondimento (fumo di sigaretta, alcuni cibi²). Indagini più approfondite, che richiedono l'intervento di laboratori specializzati, possono comprendere il dosaggio degli addotti al DNA e alle proteine, rappresentativi della dose biologicamente efficace e dell'esposizione in atto o pregressa.

Bibliografia

1. American Conference of Governmental Industrial Hygienists – Industrial ventilation, a manual of recommended practices – ACGIH ed. – Cincinnati, 1998
2. Bocca B., Crebelli R., Manichini E. – Presenza degli idrocarburi policiclici aromatici negli alimenti – ed. Istituto Superiore di Sanità - Rapporti ISTISAN 03/22 – Roma, 2003

3. Buratti M, Pellegrino O, Brambilla G, Colombi A – Urinary excretion of 1-hydroxypyrene as a biomarker of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons from different sources – *Biomarkers* – 2000;5:368-381
4. Cirila P.E., Martinotti I., Zito E., et al.: Assessment of exposure to organic aromatic compounds and PAH in asphalt industry: the PPTP-POPA Study results. *G Ital Med Lav Ergon* 27:303-7 (2005).
5. Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome – Titolo VII D.Lgs n°626/94 “Protezione da agenti cancerogeni mutageni” - Linee Guida
6. Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome – Titolo VII-bis D.Lgs n°626/94 “Protezione da agenti chimici” - Linee Guida
7. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenetic Risks to Human – Polynuclear aromatic compounds – IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans vol. 35 – Lyon, 1985
8. International Agency for Research on Cancer: IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans – Air pollution, part 1: Some non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons and some related exposures – IARC Volume 92 – Lyon, 2005
9. Jongeneelen F.J., Bos R.P., Anzion R.B., Theuws J.L., Henderson P.T. – Biological monitoring of polycyclic aromatic hydrocarbons. Metabolites in urine. – *Scand J Work Environ Health* – 1986;12(2):137-43
10. Minoia C., Magnaghi S., Micoli G., et al. – Determination of environmental reference concentration of six PAHs in urban areas (Pavia, Italy) – *Sci Total Environ* – 1997;198:33-41
11. National Toxicology Program (NTP) – Toxicology and carcinogenesis studies of naphthalene (cas no. 91-20-3) in F344/N rats (inhalation studies) – National Toxicology Program technical report series – 2000;500:1-173
12. Pavanello S., Genova A., Foà V., Clonfero E. – Valutazione dell'esposizione professionale ad idrocarburi policiclici aromatici mediante l'analisi dei livelli urinari di 1-pirenolo – *Med Lav* – 2000;91:192-205
13. Roggi C., Minoia C., Sciarpa G.F., et al. – Urinary 1-hydroxypyrene as a marker of exposure to pyrene: an epidemiological survey on a general population group – *Sci Total Environ* – 1997;199:247-254
14. Van Rooij JGM, De Roos JG, Bodelier-Bade MM, Jongeneelen FJ – Absorption of polycyclic aromatic hydrocarbons through human skin: differences between anatomical sites and individuals – *J Toxicol Environ Health* – 1993;38(4): 355-368

MONITORARE E FORMARE PER PREVENIRE

Monitoraggio biologico nello stampaggio di plastica e gomma: approcci attuali e prospettive di sviluppo

S. Fustinoni*

*Clinica del Lavoro "Luigi Devoto", Dipartimento di Medicina Preventiva,
Fondazione (IRCCS) "Policlinico Ospedale Maggiore, Mangiagalli e Regina Elena", Milano*

Riassunto. Il monitoraggio biologico è uno strumento molto raffinato per stimare l'esposizione individuale a sostanze tossiche in quanto consente di valutare il reale assorbimento, integrando le caratteristiche dell'individuo e dell'ambiente di lavoro. Il comparto plastiche e gomme presenta alcune complessità nella identificazione degli agenti di rischio per il monitoraggio biologico, in quanto la maggior parte dei prodotti chimici impiegati si trova in forma polimerica, ovvero chimicamente inerte, mentre la parte più reattiva e tossicologicamente rilevante di queste produzioni è costituita dagli additivi, presenti nelle plastiche in piccole quantità, in numero elevato, variabile in qualità e quantità tra una produzione e l'altra, e tra un impianto e l'altro. La difficoltà a condurre questi studi è testimoniata dalla penuria di esempi in letteratura relativi a questo comparto. Nella presente indagine ci si è focalizzati su l'esposizione a acrilonitrile, butadiene e stirene, monomeri costituenti il polimero ABS, e gli idrocarburi policiclici aromatici, presenti negli oli aggiunti alla miscela per preparazione di gomma. Uno scenario differente è quello delle plastiche termoindurenti, nelle cui lavorazioni sono presenti, in abbondante quantità, composti chimici molto reattivi, che danno luogo a polimerizzazione durante la lavorazione. L'esposizione a queste sostanze, che spesso presentano caratteristiche tossicologiche rilevanti, può essere indagata con il monitoraggio biologico. Uno degli esempi più importanti è costituito dalla produzione di manufatti in plastica rinforzata con fibra di vetro, come gli scafi di imbarcazioni. In questo settore esistono numerosi esempi di valutazione dell'esposizione a stirene, e più recentemente a stirene-(7,8)-ossido, per il cui monitoraggio biologico possono essere utilizzati i classici indicatori urinari acido mandelico e acido fenilgliosilico, ma anche altri metaboliti urinari ed ematici quali lo stirene ossido e gli addotti alle proteine circolanti, questi ultimi con l'obiettivo di valutare, non solo l'esposizione, ma anche la dose biologicamente efficace.

Parole chiave: Monitoraggio biologico; plastica; gomma; butadiene; stirene; idrocarburi policiclici aromatici.

* Telefono: 02 50320116 Fax: 02 50320111
Indirizzo: Via S. Barnaba, 8 – 20122 Milano
E-mail: silvia.fustinoni@unimi.it

1. Il monitoraggio biologico: concetti generali

La stima del rischio per la salute a seguito di esposizione a sostanze tossiche implica, come elemento fondamentale, la valutazione dell'esposizione. Accanto all'approccio che prevede la misura delle concentrazioni degli agenti pericolosi nell'ambiente di lavoro, il monitoraggio ambientale, esiste la possibilità di determinare la presenza di agenti tossici, come tali o come loro metaboliti nei fluidi biologici, nonché gli effetti che questi esercitano, a livello sub-clinico, sull'organismo. Questo approccio costituisce il monitoraggio biologico¹.

In via di principio il monitoraggio biologico offre l'informazione fondamentale per la valutazione del rischio in quanto, tenendo conto delle caratteristiche fisiologiche dell'individuo e le sue abitudini di vita, integrandole con le sue mansioni lavorative svolte in determinate condizioni ambientali, consente di conoscere qual'è la dose realmente assorbita dall'organismo, e perciò in grado di esercitare gli effetti tossici indesiderati.

A questi vantaggi vanno però fatti seguire una serie di condizioni necessarie e di valutazioni di ordine pratico-interpretativo che limitano, di fatto, l'utilizzo del monitoraggio biologico per solo alcune delle esistenti situazioni lavorative.

Condizione necessaria perché il monitoraggio biologico possa essere effettuato è che esista una solida base conoscitiva riguardo la tossico-cinetica della sostanza di interesse nell'uomo, ovvero le fasi di assorbimento nell'organismo, distribuzione ai diversi comparti corporei, metabolismo ed escrezione.

Il monitoraggio deve tenere conto della necessità di indagare un soggetto sano nel suo ambiente di lavoro, utilizzando campioni biologici poco o scarsamente invasivi, e perciò privilegiando le matrici ematiche e urinarie, nei tempi e nei modi che sono compatibili con la presenza del soggetto nell'ambiente di lavoro, senza ovviamente impattare negativamente sul ciclo produttivo. Devono essere noti adeguati valori di riferimento, quali appunto i livelli presenti nella popolazione generale dei soggetti non esposti e valori limite biologici, ovvero livelli che se non superati sono tali da tutelare la salute del lavoratore. Occorre conoscere se e in che misura esistono fattori di confondimento e modificatori che possono distorcere la lettura del dato biologico, e tra questi vanno sottolineate le abitudini voluttuarie, la dieta, il patrimonio genetico individuale che modulano i livelli degli indicatori biologici, indipendentemente dall'esposizione professionale. Devono inoltre essere disponibili strutture di laboratorio in grado di effettuare misure caratterizzate da elevata qualità analitica, e perciò precise e accurate, con tempi e costi contenuti.

La conferenza americana degli igienisti industriali (ACGIH), a fronte di una lista di valori limite di soglia per l'ambiente di lavoro (TLV) che conta nel 2006 più di 600 sostanze o miscele, fornisce una lista di indici biologici equivalenti (BEI) per soltanto 35 sostanze², mentre 44 sostanze sono presenti nella lista presentata dalla società italiana di medicina del lavoro ed igiene industriale (SIMLII)⁹. Questo riflette la complessità di affrontare problematiche connesse al monitoraggio biologico, ma anche la penuria di studi che valutano la relazione tra gli indicatori biologici ed esposizione ambientale e/o i danni per la salute. Questo è anche attribuibile al fatto che le

sofisticate tecniche necessarie per effettuare indagini di monitoraggio biologico si sono rese disponibili solo negli anni più recenti.

In ogni caso l'approccio per la valutazione dell'esposizione e/o degli effetti precoci basato sul monitoraggio biologico offre senz'altro uno strumento vantaggioso per completezza di informazione e rappresenta uno strumento importante per la prevenzione dei rischi per la salute dei lavoratori.

2. Il comparto plastica e gomma

Nell'affrontare il monitoraggio biologico del comparto plastiche e gomme, la prima domanda a cui è necessario dare un risposta è: quali sono gli agenti di rischio per i quali il monitoraggio deve essere messo in atto? Questa domanda implica la conoscenza del ciclo tecnologico di lavorazione di questi prodotti e delle proprietà tossicologiche delle sostanze impiegate. A questo proposito vale la pena di sottolineare come queste informazioni siano spesso di difficile reperimento⁶. Per approfondire questi aspetti è stata presa in esame la classificazione tecnologica con cui vengono suddivise le materie plastiche: termoplastici, termoindurenti e gomme, nonché le sostanze che possono sostituire gli agenti di rischio nelle varie lavorazioni.

I termoplastici sono fatti da macromolecole lineari, se riscaldati fondono e solidificano per raffreddamento. Esempi sono costituiti dal polistirene (PS), policarbonato (PC), polivinilcloruro (PVC), polimetilmetacrilato (PMMA), polietilene (PE), polipropilene (PP), polietilene tereftalato (PET), poliacrilamide (o nylon, PA). Sono commercializzati in granuli sia di polimero quasi puro, che in forma di compound (con cariche, pigmenti, additivi vari). La quantità di monomero libero contenuta nel polimero è molto piccola. Vengono trasformati per via termica attraverso processi di estrusione, termoformatura, calandratura, stampaggio a iniezione, rotazionale e per soffiaggio. In questo tipo di processi produttivi, con particolare riguardo per l'estrusione a caldo, si possono liberare sostanze volatili quali monomeri liberi presenti nel polimero, sostanze additivate nei polimeri caricati, oppure prodotti di decomposizione termica.

Le gomme sono materiali amorfi che richiedono la vulcanizzazione, cioè una blanda reticolazione con zolfo o perossidi. Contengono sempre ingenti quantità di nerofumo. Esempi sono costituiti dalla gomma naturale (poliisoprene 1,4 cis), polibutadiene, copolimeri stirene-butadiene (SBR), copolimeri acrilonitrile-butadiene (NBR), copolimeri etilene-propilene (EPR). La lavorazione richiede prima una fase di preparazione della miscela o compounding, in mescolatori aperti a cilindri, oppure chiusi a rotore, cui segue la trasformazione nel manufatto per estrusione, stampaggio a iniezione o compressione, assemblaggio manuale. Anche in questo caso, come in quello dei termoplastici, durante la preparazione delle mescole o nelle fasi di stampaggio possono essere liberate sostanze volatili quali monomeri liberi presenti nel polimero, oppure sostanze additivate nei polimeri caricati, o ancora prodotti di decomposizione termica.

I termoindurenti sono polimeri reticolati fatti da precursori di basso peso molecolare, spesso liquidi e volte anche monomeri (es. lo stirene come diluente

reattivo delle resine polietere insature, la formaldeide nella preparazione della resina fenolo-formaldeide). Esempi sono costituiti da resine fenolo-formaldeide, poliestere insature, epossidiche, poliuretatiche, melamminiche. Sono importanti per la produzione di compositi rinforzati con fibre di vetro, carbonio, kevlar. La trasformazione e la reticolazione avvengono contemporaneamente ed il processo è irreversibile. Vengono trasformati per stampaggio a compressione, laminazione manuale, spruzzo, anche a iniezione in alcuni casi, e poi avvolgimento elicoidale, poltrusione, stampaggio in sacco o autoclave (per i compositi). Sia per la presenza di grosse quantità di monomero libero disponibile per la polimerizzazione che per la tipologia di queste lavorazioni, nelle quali spesso la produzione dell'oggetto prevede un importante intervento manuale dell'operatore, le esposizioni potenziali e misurate a sostanze chimiche sono significative. Inoltre i promotori di polimerizzazione, quali ad esempio i perossidi, catalizzano la formazione di specie reattive come che perciò sono presenti aerodispersi negli ambienti di lavoro.

3. Il monitoraggio biologico applicato al comparto plastica e gomma

3.1. Lo stampaggio di ABS

Nelle indagini eseguite nell'ambito del Progetto Prevenzione Tumori Professionali (PPTP) della Regione Lombardia, la determinazione di monomeri liberati durante i processi di lavorazione dei polimeri termoplastici (es: acrilonitrile, butadiene e stirene, ABS) ha dimostrato che la loro presenza negli ambienti di lavoro è molto limitata, spesso non rilevabile con i sensibili sistemi di indagine impiegati. Questi risultati sono congruenti con quanto riportato in letteratura¹⁹. Nell'ambito del monitoraggio biologico per l'esposizione a butadiene, recentemente sono stati proposti l'utilizzo dell'acido mercapturico urinario N-acetil-S-(3,4-idrossibutil)-L-cisteina (MI) nel campione raccolto al termine dell'esposizione e degli addotti emoglobinici N-(2-idrossi-3-butenil)-valina, N-(1-idrossi-3-butenil)-valina nei campioni di sangue periferico². Per lo stirene si raccomanda l'uso di acidi mandelico e fenilgliossilico nelle urine raccolte a fine turno e di stirene non metabolizzato nel sangue venoso di fine turno². Per l'acrilonitrile non vengono suggeriti BEI, ma esiste la proposta di valutare i livelli di addotti all'emoglobina in campioni di sangue periferico⁵. Dopo un attento esame delle informazioni disponibili si è ritenuto non praticabile l'approccio del monitoraggio biologico a questa situazione lavorativa in quanto la sensibilità e specificità degli indicatori disponibili non è abbastanza elevata da consentire la discriminazione tra esposti e non esposti ai livelli di contaminazione ambientale misurati⁸.

3.2. La preparazione di mescole per la gomma

In questo caso si è ritenuto opportuno indagare l'esposizione a idrocarburi policiclici aromatici (IPA), presenti quali impurezze negli oli additivati alla mescola per la preparazione delle gomme. In aggiunta alla valutazione di esposizione a IPA aerodispersi sono state anche raccolte le urine per il monitoraggio biologico, che è consistito nella misura dell'idrossipirene urinario, ma anche nella determinazione di IPA non metabolizzati escreti nell'urina. Questi composti sono attualmente allo studio come indicatori biologici che possano consentire una valutazione dell'esposizione a una miscela complessa di sostanze, quali sono appunto gli IPA, con la possibilità di includere anche composti ritenuti diretti responsabili dell'azione cancerogena⁴.

3.3. La produzione di resina fenolo-formaldeide

Nella produzione della resina termoindurente fenolo-formaldeide sono stati riscontrati elevati livelli ambientali di formaldeide, classificata come accertato cancerogeno per l'uomo. Per il monitoraggio biologico della formaldeide purtroppo non esistono indicatori suggeriti dalle principali agenzie che si occupano di igiene industriale. In letteratura è stato recentemente proposto l'utilizzo di addotti formaldeide-emoglobina in campioni di sangue periferico³. Tuttavia i risultati di questo studio, che è da considerarsi preliminare, sono interlocutori in quanto questi addotti risultano presenti a livelli significativi anche nella popolazione non esposta (background adducts) e fortemente influenzati dall'abitudine al fumo di sigaretta, e questo suggerisce che siano di scarsa utilità per discriminare situazioni lavorative nelle quali le esposizioni ambientali siano a livelli confrontabili a quelli degli attuali limiti di esposizione professionale. Nuove prospettive per la scoperta di indicatori biologici per l'esposizione a formaldeide si stanno aprendo con l'utilizzo di nuove tecnologie quali la proteomica¹¹.

3.4. La produzione di manufatti in vetroresina

Il comparto produzione di manufatti in vetroresina è uno di quelli maggiormente indagati nell'ambito delle lavorazioni di materie plastiche e presenta importanti opportunità per l'approccio alla valutazione dell'esposizione basata sul monitoraggio biologico. Agli indicatori biologici storicamente impiegati per il monitoraggio dell'esposizione a stirene, quali l'acido mandelico e l'acido fenilgliosilico urinario, ne sono stati proposti altri quali lo stirene ematico ed urinario, e più recentemente anche i metaboliti urinari 1,4-vinilfenolo, fenilglicina, gli acidi mercapturici^{2,5,10,13,14}, e gli addotti tra cisteina presente sulle proteine albumina ed emoglobina e stirene-(7,8)-ossido^{7,15}. Inoltre è stata attirata l'attenzione sulla presenza in questi ambienti di lavoro di stirene-(7,8)-ossido aerodisperso^{16,18}. Questo composto si forma probabilmente dall'ossidazione dello stirene ad opera dei catalizzatori iniziatori della

polimerizzazione. La valutazione di questa esposizione è importante in quanto lo stirene-(7,8)-ossido è un cancerogeno riconosciuto nell'animale e probabile cancerogeno per l'uomo¹². Nonostante ciò gli studi che hanno valutato l'esposizione a stirene-(7,8)-ossido sono pochi, probabilmente perché le sue concentrazioni sono almeno due ordini di grandezza inferiori a quelle dello stirene, che viene comunque metabolizzato a stirene-(7,8)-ossido in vivo. Basandosi sulla misura degli addotti alla albumina dello stirene-(7,8)-ossido è stato stimato che la maggior parte dello stirene-(7,8)-ossido circolante proviene dall'inalazione di stirene-(7,8)-ossido stesso e non dal metabolismo dello stirene^{15,17}. Per questo motivo sono in corso alcuni studi con lo scopo di valutare l'esposizione sia a stirene che a stirene-(7,8)-ossido, e di identificare possibili indicatori biologici per entrambe queste specie chimiche. La conoscenza delle concentrazioni circolanti di stirene-(7,8)-ossido sarebbe molto utile in quanto consentirebbe di stimare non solo l'esposizione, ma la dose biologicamente efficace.

Bibliografia

1. Alessio L., Bertazzi P.A., Forni A., Gallus G., Imbriani M – Il monitoraggio biologico dei lavoratori esposti a tossici industriali – Maugeri Foundation Books – Pavia, 2000
2. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) – TLVs and BEIs based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological indices – ACGIH – Cincinnati, U.S.A, 2006
3. Bono R., Vincenti M., Schilirò T., Scursatone E., Pignata C., Gilli G. – N-Methylvaline in a group of subjects occupationally exposed to formaldehyde – *Toxicol. Lett.* – 2006;161:10-17
4. Campo L., Addario L., Buratti M., Scibetta L., Longhi O., Valla C., Cirila P.E., Martinotti I., Foà V., Fustinoni S. – Biological monitoring of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons by determination of unmetabolized compounds in urine – *Toxicol. Lett.* – 2006;162:132-138
5. Deutsch Forschungsgemeinschaft (DFG) – List of MAK and BAT values 2006. Report No 40 – DFG, WILEY-VCH – Weinheim, 2006
6. Fishbein L. – Toxicity of the components of styrene polymers: polystyrene, acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS) and styrene-butadiene-rubber (SBR): reactants and additives – *Prog. Clin. Biol. Res.* – 1984;141: 239-262
7. Fustinoni S., Colosio C., Colombi A., Lastrucci L., Yeowell-O'Connell K., Rappaport S.M. – Albumin and hemoglobin adducts as biomarkers of exposure to styrene in fiberglass-reinforced-plastic workers – *Int. Arch. Occup. Environ. Health* – 1998;71: 35-41
8. Fustinoni S., Perbellini L., Soleo L., Manno M., Foà V. – Biological monitoring in occupational exposure to low levels of 1,3-butadiene – *Toxicol. Lett.* – 2004;149:353-360
9. Ghittori S., Alessio A., Maestri L., Negri S., Sgroi M., Zandra P. – Schede informative per il monitoraggio biologico – *G. It. Med. Lav. Erg.* – 2002;25(Suppl.3):1-149
10. Ghittori S., Maestri L., Imbriani M., Capodaglio E., Cavalleri A. – Urinary excretion of specific mercapturic acids in workers exposed to styrene – *Am. J. Ind. Med.* – 1997;31:636-644
11. Im H., Oh E., Mun J., Khim J.Y., Lee E., Kang H.S., Kim E., Kim H., Won N.H., Kim Y.H., Jung W.W., Sul D. – Evaluation of toxicological monitoring markers using proteomic analysis in rats exposed to formaldehyde – *J Proteome Res.* – 2006;5:1354-1366

12. International Agency for Research on Cancer (IARC) – IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans, Vol. 60 Some Industrial Chemicals – IARC – Lyon, 1994:321-346
13. Manini P., Andreoli R., Poli D., De Palma G., Mutti A., Niessen W.M.A – Liquid chromatography/electrospray tandem mass spectrometry characterization of styrene metabolism in man and rat. – *Rapid. Commun. Mass Spectrom.* – 2002;16:2239-2248
14. Manini P., Buzio L., Andreoli R., Goldoni M., Bergamaschi E., Jakubowski I., Vodicka P., Hirvonen P., Mutti A. – Assessment of biotransformation of the arene moiety of styrene in volunteers and occupationally exposed workers – *Toxicol. Appl. Pharm.* – 2003;189:160-169
15. Rappaport S.M., Yeowell-O'Connell K., Bodell W., Yager J.W., Symanski E. – An investigation of cancer biomarkers among workers exposed to styrene and styrene-7,8-oxide – *Cancer Res.* – 1996;56: 5410-5416
16. Serdar, B., Tornero-Velez R., Echeverria D., Nylander-French L.A., Kupper L.L., Rappaport S.M. – Predictors of occupational exposure to styrene and styrene-7,8-oxide in the reinforced plastic industry. – *J. Occup. Med.* – 2006;63: 707-712
17. Tornero-Velez R., Rappaport S.M. – Physiological modelling of the relative contributions of styrene-7,8-oxide derived from direct inhalation and from styrene metabolism to the systemic dose in humans – *Toxicol. Sci.* – 2001;64:151-161
18. Tornero-Velez R., Waidyanatha S., Echeverria D., Rappaport S.M. – Measurements of styrene-7,8-oxide and other oxidation products of styrene in air – *J. Environ. Monit.* – 2000;2:111-117
19. Yoshida T., Tainaka H., Matsunaga I., Goto S. – [The airborne 1,3-butadiene concentrations in rubber and plastic processing plants] [Article in Japanese] – *Sangyo Eiseigaku Zasshi* – 2002;44:56-63

Proposta Vademecum Regionale "Stampaggio Plastica"

C. Tiso*, M.R. Castoldi

*Servizio Prevenzione Sicurezza Ambienti Lavoro (SPSAL), Dipartimento di Prevenzione Medico,
ASL della provincia di Varese, Varese*

Riassunto. Coerentemente con gli obiettivi del piano triennale regionale "interventi operativi per la promozione della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro in Lombardia per il triennio 2004-2006" ed in particolare del "Progetto Prevenzione Tumori Professionali", dall'indagine effettuata nel territorio della provincia di Varese riguardante lo "stampaggio materie plastiche" sono emerse considerazioni di valenza preventiva che possono essere estese all'intero comparto. Previa validazione delle conclusioni raggiunte si potranno generalizzare tali valutazioni diffondendole sull'intero territorio regionale. Si riassumono i principali contenuti che verranno trasformati in indicazioni operative all'interno di un vademecum come già avvenuto per i comparti "asfalti" e "galvaniche".

Parole chiave: stampaggio materie plastiche; rischi lavorativi, prevenzione tumori professionali.

1. Il piano regionale di prevenzione

Come precisato in apertura del convegno, il piano regionale 2004-2006 in materia di prevenzione dei tumori professionali è stato preceduto da una sperimentazione pilota che ha riguardato le ASL di Como, Lodi e Varese.

La principale finalità consisteva nel costruire e validare, in territori dalle caratteristiche produttive diverse, i criteri e gli strumenti per la individuazione, la quantificazione e conseguentemente la riduzione dell'esposizione a rischio.

Durante tale sperimentazione, condotta anche essa dai Dipartimenti di Prevenzione delle ASL con la collaborazione dell'Università degli Studi di Milano, Dipartimento di medicina del Lavoro e Scuola di specializzazione e con INAIL Con.T.A.R.P., dopo aver messo a punto un metodo di lavoro condiviso, è stata inquadrata e quantificata

* Telefono: 0332 277240 Fax: 0332 277414
Indirizzo: Via Ottorino Rossi, 9 – 21100 Varese
E-mail: tisoc@asl.varese.it

l'esposizione professionale in specifici comparti produttivi e si sono poste le basi per individuare idonei percorsi per la riduzione o eliminazione dell'esposizione.

Obiettivo finale è quindi l'individuazione e promozione di soluzioni operative per una prevenzione basata sull'efficacia sia in ambito tecnico che sanitario.

I comparti inizialmente interessati sono stati la attività di "galvanica" a Como, le lavorazioni di produzione e messa in posa di conglomerati bituminosi a Lodi, coinvolgendo successivamente anche Milano città, ed infine la trasformazione di materie plastiche a Varese.

La fase attuale vede il sovrapporsi di più azioni: estensione del metodo di lavoro e di analisi ad altri settori in altre ASL, e tra questi lo stampaggio gomma a Mantova, la validazione dei risultati raggiunti durante la sperimentazione pilota, la generalizzazione e diffusione operativa su tutto il territorio regionale delle conclusioni già consolidate (galvaniche e operazioni di asfaltatura).

Per quanto riguarda il comparto stampaggio materie plastiche con oggi si chiude sia la fase sperimentale che conoscitiva, se pure con una serie di problematiche ancora aperte, riassunte nella pubblicazione agli atti che sarà la base per la stesura di un vademecum, indicazioni operative per la prevenzione, da estendere a tutto il territorio regionale.

Ovviamente il vademecum andrà ratificato e condiviso con le parti datoriali e sindacali dei lavoratori su tavoli di coordinamento quali le commissioni provinciale ex art 27 del D.Lgs 626/94.

2. La costruzione e i contenuti del vademecum

In provincia di Varese il settore lavorativo che porta alla produzione di manufatti in materiale plastico ha una significativa presenza ed è stato analizzato con particolare attenzione il comparto che prevede la stampaggio, che è rappresentato da centinaia di aziende di dimensioni medio piccole (3-100 addetti).

L'obiettivo primo dell'indagine era la verifica della presenza di monomeri cancerogeni durante la lavorazione a caldo. Tale problematica assieme alla ricerca di altri prodotti di degradazione termica è spesso stata affrontata in ricerche riportate in letteratura ma generalmente ritenuta di scarso impatto sanitario.

Il metodo di lavoro adottato è stato quello messo a punto con il progetto pilota sperimentato con le ASL di Como e di Lodi.

Partendo dall'anagrafe delle aziende con criteri il più possibile oggettivi e standardizzati si è studiato il ciclo lavorativo in più di 200 aziende di varie dimensioni, con questionari e con sopralluoghi conoscitivi. In questo modo si sono confrontate modalità di lavoro, macchine e tecnologie, di fatto abbastanza omogenee e con poche varianti, presenti però in ambienti con caratteristiche edilizie ed ambientali diverse.

L'obiettivo era ovviamente quello di verificare la presenza di rischi per la salute e la sicurezza e le modalità di contenimento degli stessi.

Con la collaborazione dell'Università dell'Insubria e del Laboratorio Chimico dell'ASL in alcune aziende si è quindi proceduto al monitoraggio ambientale, con

particolare riguardo allo stampaggio privilegiando le lavorazioni con ABS e di resine contenenti formaldeide. Non sono state monitorate invece lavorazioni con possibile presenza di CVM ed epicloridrina.

Rispetto ad analoghe ricerche disponibili in letteratura, si è cercato di valutare condizioni di normale esercizio che più si avvicinano alla reale esposizione degli addetti.

Per il successo del progetto è stato fondamentale il coinvolgimento dei soggetti interessati: datori di lavoro con collaboratori e consulenti ed i lavoratori e loro rappresentanti.

Incontri, riunioni e diffusione di materiale informativo hanno infatti accompagnato le varie fasi, tutte approvate in sede di commissione provinciale ex art. 27.

In fase sperimentale utile è stata la collaborazione di una azienda che ha messo a disposizione i propri impianti ed i propri tecnici per analizzare anche situazioni limite.

I risultati ottenuti vengono esposti nelle relazioni del convegno odierno. In particolare come previsto dal Progetto Prevenzione dei Tumori professionali della Regione Lombardia è stata approfondita la possibile esposizione ad Acrilonitrile, 1,3 butadiene e stirene durante la stampaggio ABS e a formaldeide durante l'utilizzo di resine fenoliche e amminiche. Sono state affrontate durante varie lavorazioni ed anche in condizioni sperimentali controllate le variabili che possono entrare in gioco nel favorire l'entità di esposizione: la qualità del materiale utilizzato, il tipo di resine, le condizioni di processo (temperatura e pressione), il tipo di lavorazione, la superficie del polimero rammollito esposto all'aria, lo stato del sistema di ventilazione, i dispositivi di protezione individuali adottati...

Una conclusione importante è emersa: " se si adottano corrette norme di igiene del lavoro il rischio nelle situazioni oggetto di studio appare non essere di particolare rilievo".

Tra le corrette misure di igiene del lavoro vanno annoverate:

- La ventilazione generale dell'ambiente
- La presenza di aspirazioni localizzate con espulsione dell'aria all'esterno

La prima è sicuramente imprescindibile anche per assicurare condizioni microclimatiche adeguate, vista l'importanza di questo fattore di rischio soprattutto durante la stagione estiva.

La ventilazione generale da sola però non risulta sufficiente al completo allontanamento dei prodotti di decomposizione soprattutto in occasione di fasi critiche della lavorazione, quali la messa a punto degli stampi e le operazioni di spurgo del materiale e pertanto vanno posizionate aspirazioni localizzate in alcuni punti critici.

Le misure effettuate in situazioni sperimentali controllate in particolare hanno messo in evidenza le sostanziali differenze nelle situazioni estreme di presenza/assenza di aspirazioni localizzate e dato indicazioni sulla influenza della modalità di messa a punto della aspirazione localizzata (velocità d'aspirazione, punto di captazione...).

Per quanto riguarda invece la possibilità di adottare l'indicazione primaria prevista dal D.Lgs 626/94, ovvero la sostituzione con sostanze o preparati a minore tossicità. Se tecnicamente non praticabile completamente per il polimero è tuttavia sicuramente possibile effettuare una scelta tra i vari prodotti presenti sul mercato privilegiando quelli più puri. Tale procedura risulta praticabile anche per la scelta dei master, scegliendo tra coloranti e pigmenti a più bassa tossicità.

Le considerazioni che derivano dall'indagine ambientale, da riverificarsi ovviamente in ogni singola realtà aziendale, fanno venir meno i presupposti per l'istituzione di una sorveglianza sanitaria mirata al rischio cancerogeno e per gli altri adempimenti ad esso collegati (es. registro degli esposti). Una valutazione di monitoraggio potrà utilmente essere intrapresa, per valutare l'efficacia delle misure di prevenzione adottate.

Per quanto riguarda invece gli adempimenti derivanti dalla presenza di rischio chimico, data, tra l'altro, la presenza di agenti sensibilizzanti, il rischio è da considerarsi non moderato.

Queste problematiche sono con maggiore dovizia di particolari riportate nella pubblicazione stampata in occasione del presente convegno non potendo essere esaurientemente approfonditi nelle singole relazioni e comunicazioni.

Nella stessa pubblicazione sono riportati anche gli altri rischi per la salute e la sicurezza emersi dall'indagine oltre al rischio chimico.

Il rischio infortunistico è stato affrontato sia in termini teorici sulla base della modalità di utilizzo di macchine ed impianti, sia raccolti in loco nelle singole aziende, sia consultando la banca dati INAIL- ISPEL-Regioni che da qualche tempo le ASL della Regione Lombardia utilizzano come fonte di conoscenze e quindi come strumento di lavoro e programmazione.

Il rischio infortunistico non è altissimo, ma meritevole di grande attenzione visti gli indici di frequenza e gravità registrati; la gravità deriva soprattutto dal possibile contatto di mani o altre parti del corpo del lavoratore con componenti delle macchine in movimento.

Un capitolo della pubblicazione è dedicato alla descrizione delle parti di impianto e delle operazioni più a rischio di infortunio con particolare attenzione alle attività di manutenzione. Manutenzione ordinaria eseguita frequentemente tra le varie produzioni e manutenzione straordinaria spesso esternalizzata.

Vengono descritti anche i rischi presenti pur se non specifici del settore: movimentazione, sforzi ripetuti, rumore, microclima ecc.

Infine è stato dedicato un capitolo alle situazioni di emergenza e di prevenzione incendi.

Dalla pubblicazione come per gli altri comparti affrontati col progetto regione si passerà alla stesura di indicazioni operative che oltre a riassumere i rischi elencheranno le buone prassi per la prevenzione e contenimento degli stessi.

3. Principali conclusioni e prospettive

La presenza di cancerogeni in questo comparto va presa in considerazione come potenziale rischio ma l'esposizione appare di scarso significato per la salute se sono state messe in atto le norme generali di igiene del lavoro.

Utile può essere approfondire ulteriormente il monitoraggio ambientale della formaldeide.

Sul versante degli effetti le problematiche emergenti sono quindi da inquadrare nel capitolo dell'esposizione a basse o bassissime dosi di cancerogeni ed in tale direzione vanno indirizzati sia gli approfondimenti e le ricerche (monitoraggio biologico?), sia la sorveglianza sanitaria, che dovrà tener conto comunque del rischio chimico, sia l'attività di formazione che assume quindi un ruolo importante per "mantenere alta la percezione del rischio".

Indicazioni operative importanti sono emerse anche per altri rischi per la salute.

Sono stati analizzati i punti più critici per l'accadimento di infortuni gravi.

Il vademecum in corso di stesura, dopo opportuna condivisione, potrà essere valido strumento in primo luogo per le attività di vigilanza attraverso la verifica della sua applicazione nei luoghi di lavoro, ma anche per l'opera di "assistenza" a lavoratori e imprese che le ASL della Lombardia hanno incrementato durante l'attuazione del piano triennale di prevenzione ed infine per "autoanalisi", verifiche interne e strumento per la formazione da parte dei soggetti che operano all'interno delle aziende.

Auspichiamo infine, che l'adozione di buone prassi emerse dall'insieme dei vademecum di tutto il progetto PPTP possa essere considerato utile per accedere ad un "sistema premiante" per le aziende.

Proposta Vademecum Regionale "Stampaggio gomma"

E. Mossini*

*Servizio Prevenzione Sicurezza Ambienti Lavoro (SPSAL), Dipartimento di Prevenzione Medico,
ASL della Provincia di Mantova, Mantova*

Riassunto. Nell'ambito del Piano Attuativo Locale della Regione Lombardia sulla salute e sicurezza nei luoghi di lavoro, è stata proposta e realizzata nella provincia di Mantova l'indagine sul comparto dello stampaggio della gomma. Nel presente documento sono riassunti e schematizzati, con particolare riguardo alle misure di tutela per i lavoratori, i principali punti che saranno toccati nel Vademecum presentato per il settore. Ricavato dall'esperienza maturata con l'indagine PAL, sulla falsariga del Vademecum regionale già attivo per le opere di asfaltatura, infatti, esso verrà a costituire un pratico strumento di lavoro, da condividere con le parti sociali ed imprenditoriali in vista della sua estensione su tutto il territorio regionale. Nello specifico il Vademecum permetterà dunque di: individuare tutti gli attori ed i rispettivi ruoli, stimare i rischi, individuare standard tecnici adeguati, sviluppare un organico programma regionale di intervento, essere una guida per studi di approfondimento sul campo, consentire il confronto fra dati di diverse aree e provenienze.

Parole chiave: Gomma; stampaggio; sicurezza e salute.

1. Introduzione

La Regione Lombardia nello sviluppo dei progetti 2000-2003 e 2004-2006 per la prevenzione negli ambienti di lavoro ha sempre dedicato grande attenzione al problema dell'esposizione professionale a cancerogeni. In tal senso ha messo a punto nel secondo triennio in alcuni comparti produttivi, tra cui l'industria della gomma, un metodo per l'approfondimento della conoscenza dei rischi e per la definizione di indicazioni operative per la prevenzione da generalizzare in tutto il territorio regionale nell'arco del terzo triennio.

* *Telefono:* 0376 334408 *Fax:* 0376 334461
Indirizzo: Via dei Toscani, 1 – 46100 Mantova
E-mail: emanuela.mossini@aslmn.it

L'Azienda Sanitaria Locale (ASL) di Mantova, capofila del gruppo di lavoro tecnico PPTP-Gomma, con la collaborazione del Centro di Riferimento (CdR) regionale Clinica del Lavoro «L.Devoto» di Milano e della Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del Lavoro (UOOML) di Cremona, nel corso della fase di indagine ha individuato e valutato i rischi in ordine alla sicurezza ed alla salute nello stampaggio della gomma. Le risultanze vengono proposte per il Vademecum che potrà essere utilizzato in Regione Lombardia in maniera generalizzata nell'ambito del sistema della prevenzione; vale a dire un insieme strutturato di indicazioni riconosciuto come valido strumento di confronto tecnico sia da parte del sistema pubblico sia da parte del sistema aziendale (DdL, RSPP, MC, RLS). Nella sua stesura saranno prese in considerazione come base di partenza valutazioni di ordine tecnico-scientifico e saranno definite alcune indicazioni per l'impostazione di interventi, cui tutte le imprese potranno attenersi per il rispetto della normativa vigente in materia.

L'industria della gomma è caratterizzata dall'utilizzo di molte sostanze chimiche, alcune delle quali sono state, in passato, considerate cancerogene per l'uomo o in animali da esperimento. Le numerose indagini epidemiologiche disponibili hanno evidenziato, negli addetti esposti fino agli anni '50, un eccesso di mortalità per neoplasie soprattutto a carico della vescica e del sistema emopoietico. L'aumento di incidenza di queste patologie è stato attribuito all'uso delle ammine aromatiche di prima classe. Queste considerazioni hanno spinto i paesi industrializzati ad una progressiva regolamentazione dell'uso di tali sostanze che, sommato ad un costante miglioramento delle condizioni igienico - ambientali dei luoghi di lavoro, sembra abbia portato ad una riduzione dell'incidenza di queste neoplasie. L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) classifica l'industria della gomma come attività a rischio di provocare il cancro sulla base del sospetto dell'esistenza di prodotti di reazione biologicamente attivi che si sviluppano durante la lavorazione.

L'ASL di Mantova ha ritenuto utile indagare situazioni ambientali a rischio prevalentemente sul versante tossicologico ma anche dal punto di vista infortunistico, mediante lo studio generale degli ambienti di lavoro e delle attrezzature di tutte le realtà del settore presenti sul territorio provinciale, con valutazioni più approfondite concentrate in 6 aziende che producono articoli tecnici in gomma specialmente per uso antivibrante. Nello specifico due di queste aziende possiedono un impianto di miscela della gomma e di stampaggio mentre le altre realizzano esclusivamente prodotti su stampi (vulcanizzazione), assorbendo circa 230 dipendenti.

L'attività, qui presentata, costituisce la sintesi degli interventi effettuati allo scopo di aumentare le conoscenze sulle esposizioni ai prodotti di degradazione della gomma e di migliorare la sicurezza delle macchine e degli impianti. Lo studio ambientale è stato realizzato con la fondamentale collaborazione della Clinica del Lavoro di Milano, della UOOML di Cremona con il supporto del Laboratorio di Igiene e Tossicologia degli "Spedali Civili" di Brescia; grazie a questa sinergia è stato possibile applicare sul campo metodiche analitiche per IPA ed ABS, con messa a punto di metodi anche originali, atti ad evidenziare anche valori di esposizione estremamente bassi. Le applicazioni di sicurezza sulle macchine derivano dalle ispezioni e dai rilievi degli operatori del Servizio PSAL di Mantova.

2. Dal ciclo produttivo ai rischi per la salute e la sicurezza durante il lavoro

I contenuti proposti per il Vademecum riguardanti l'analisi del ciclo produttivo ed i rischi per la sicurezza e la salute sono di seguito schematizzati e riassunti nelle tabelle seguenti, poiché vengono analizzati puntualmente nelle specifiche trattazioni e saranno ripresi approfonditamente nel gruppo di lavoro per la stesura del testo definitivo.

Tabella 1 Schema ciclo produttivo: impianto di stampaggio della gomma

STAMPAGGIO DELLA GOMMA		
1 – Arrivo della mescola cruda e dei pezzi metallici		
1.1	Arrivo e stoccaggio di mescola e pezzi metallici in magazzino	Trasporto mediante autocarri in magazzino e relativo stoccaggio.
1.2	Arrivo mescola e pezzi metallici in prossimità delle presse	Trasporto mediante muletti elettrici e scarico in prossimità delle presse di: cestoni contenenti strisce o fogli di mescola di gomma e cestoni contenenti pezzi metallici.
2 – Assemblaggio di mescola ed eventuale pezzo metallico nello stampo		
2.1	Assemblaggio mescola e pezzi metallici nello stampo	Una quantità dosata di mescola viene prelevata dai cestoni o inserita automaticamente in modo da riempire la cavità dello stampo. I pezzi metallici vengono inseriti manualmente dall'operatore negli stampi.
3 – Vulcanizzazione		
3.1	Stampaggio	L'operatore pilota il rientro dello stampo, il cilindro spinge lo stampo posto sul piano pressa verso la piastra superiore: con pressione e calore per un determinato tempo avviene la reazione a temperatura di 170-200°C.
4 – Apertura stampo		
4.1	Apertura stampo	L'apertura dello stampo e lo scarico del manufatto sono automatici, secondo tempi preimpostati; la funzione di scaricamento dei pezzi può avvenire manualmente.
5 – Posizionamento del pezzo sotto cappa		
5.1	Raffreddamento dei pezzi	Tutti i pezzi vengono posizionati sotto cappa aspirante fino al loro raffreddamento.
6 – Sbavatura		
6.1	Sbavatura dei pezzi	La sbavatura può avvenire manualmente con forbici o con sbavatrici funzionanti ad azoto liquido all'interno di buratti.
7 – Manutenzione		
7.1	Manutenzione e cambio stampi	Gli stampi dopo prolungato utilizzo devono essere smontati e lavati con detergenti.
7.2	Manutenzione presse e tubazioni	La sostituzione di pezzi usurati di presse di epoca datata potrebbero, se coibentate con amianto, rappresentare una fonte di rischio.

Tabella 2 Schema per l'individuazione dei rischi per la sicurezza

STAMPAGGIO DELLA GOMMA			
Fase Lavorativa		Rischi per la sicurezza	Note
1.1	Arrivo e stoccaggio di mescola e pezzi metallici in magazzino	Ambiente di lavoro Utilizzo di macchine Movimentazione carichi	Investimenti, urti, scivolamenti Caduta di gravi
1.2	Arrivo di mescola e pezzi metallici in prossimità delle presse	Ambiente di lavoro Movimentazione carichi	Investimenti, urti, scivolamenti
2.1	Alimentazione delle presse	Utilizzo macchine Utilizzo strumenti Ambiente di lavoro Movimentazione carichi	Urti, schiacciamenti, compressioni, colpi, tagli Scivolamenti, cadute Cadute di gravi
3.1	Vulcanizzazione	Utilizzo di macchine Ambiente di lavoro	Ustioni Scivolamenti, cadute
4.1	Apertura stampo	Utilizzo di macchine Ambiente di lavoro Agenti chimici	Schiacciamenti, ustioni Scivolamenti, cadute Imbrattamenti, ustioni
5.1	Raffreddamento dei pezzi	Agenti chimici Movimentazione carichi	Ustioni Caduta di gravi
6.1	Sbavatura dei pezzi	Utilizzo strumenti Movimentazione carichi	Tagli Caduta di gravi
7.1	Manutenzione e cambio stampi	Utilizzo strumenti Movimentazione carichi	Colpi, tagli, schiacciamenti Caduta di gravi

L'analisi dei dati infortunistici del comparto provinciale evidenzia un elevato rischio, relativo nell'utilizzo di macchine e attrezzature e all'ambiente di lavoro per seguito di cadute e scivolamenti. Il rischio lavorativo connesso all'utilizzo delle presse è relativo allo schiacciamento delle mani o di altre parti del corpo del lavoratore nella zona di chiusura degli stampi delle presse e di ustioni per contatto con parti di macchine ad alta temperatura.

Tabella 3 Schema per l'individuazione dei rischi per la salute

STAMPAGGIO DELLA GOMMA			
Fase Lavorativa		Rischi per la salute	Note
1.1	Arrivo e stoccaggio mescola e pezzi metallici in magazzino	Movimentazione carichi	Disturbi muscolo – scheletrici
1.2	Arrivo mescola e pezzi metallici in prossimità delle presse	Movimentazione carichi Ambiente di lavoro	Disturbi muscolo – scheletrici Microclima, fumi di vulcanizzazione
2.1	Alimentazione delle presse	Utilizzo macchine Agenti chimici Ambiente di lavoro Movimentazione carichi Organizzazione lavoro	Rumore Fumi di vulcanizzazione, dermatiti Microclima Disturbi muscolo – scheletrici Lavoro a turni
3.1	Vulcanizzazione	Utilizzo di macchine Ambiente di lavoro Organizzazione lavoro	Rumore, Microclima, Fumi di vulcanizzazione Lavoro a turni
4.1	Apertura stampo	Utilizzo di macchine Ambiente di lavoro Agenti chimici Movimentazione carichi	Rumore, Microclima Fumi di vulcanizzazione, dermatiti Disturbi muscolo – scheletrici
5.1	Raffreddamento dei pezzi	Agenti chimici Movimentazione carichi	Fumi di vulcanizzazione, dermatiti Disturbi muscolo – scheletrici
6.1	Sbavatura dei pezzi	Movimentazione carichi Strumenti di lavoro	Disturbi muscolo – scheletrici Dermatiti
7.1	Manutenzione e cambio stampi	Utilizzo strumenti Movimentazione carichi Detergenti	Disturbi muscolo-scheletrici Dermatiti
7.2	Manutenzione presse e tubazioni	Possibile esposizione ad amianto	Patologie amianto-correlate

La mescola che viene vulcanizzata è composta da gomma naturale o sintetica, nerofumo, oli minerali e diverse sostanze ausiliarie. In particolare le sostanze e i preparati impiegati nelle aziende esaminate suddivise per gruppi sono: elastomeri, cariche, oli, attivanti, acceleranti, ritardanti, antiossidanti, vulcanizzanti.

L'attenzione dello studio PPTP-Gomma si è focalizzata su alcuni IPA (contenuti in oli minerali), oltre che su Acrilonitrile ed 1,3-butadiene (monomeri dell'elastomero maggiormente utilizzato ABS), tutti classificati dall'Unione Europea con la frase di rischio R45 "Può provocare il cancro".

L'esistenza di un rischio genotossico per i lavoratori è peraltro storicamente sospettabile sia per l'elevata varietà di sostanze chimiche, spesso ricche di impurezze, impiegate nei cicli lavorativi sia per le complesse interazioni tra composti che si verificano durante la vulcanizzazione, con conseguente formazione di nuove molecole non sempre conosciute.

Per individuare misure appropriate ed efficaci, condizione preventiva e necessaria è la valutazione del livello di esposizione dei lavoratori all'agente. Dallo Studio PPTP-Gomma della Regione Lombardia emerge come i livelli ambientali di IPA misurati non si discostano generalmente dalle concentrazioni ambientali di fondo riscontrabili in un'area metropolitana; le situazioni più critiche si manifestano laddove non sia presente un efficace ed efficiente sistema di aspirazione. Per quanto riguarda l'elastomero ABS, le operazioni monitorate determinano una modesta dispersione in aria delle sostanze indagate: i dati di concentrazione ambientale e dei campionatori personali sono mediamente inferiori di alcuni ordini di grandezza rispetto ai TLV-TWA e ai limiti posti dall'ACGIH, che pur non avendo valore di legge costituiscono un utile riferimento.

I contatti ripetuti o prolungati con la cute delle sostanze specifiche della lavorazione possono in particolare causare dermatiti e/o sensibilizzazione cutanea.

Nei reparti di vulcanizzazione sono presenti alte temperature con problematiche di disagio microclimatico da valutare attentamente. Il calore si genera prevalentemente nella lavorazione di stampaggio con le presse. Un contributo all'innalzamento della temperatura dell'ambiente è dato anche dal prodotto finito estratto dallo stampo. Le dimensioni talvolta notevoli delle presse e gli spazi ristretti tra le stesse possono impedire un'adeguata circolazione dell'aria e, di conseguenza, un aumento della temperatura nell'ambiente di lavoro. In particolare, nella stagione estiva la combinazione delle temperature elevate, con la temperatura radiante delle presse e con l'intenso lavoro possono provocare oltre che discomfort, problematiche di salute dei lavoratori.

3. Prevenzione dei rischi e misure di tutela

Dopo avere correttamente individuato ed attentamente valutato i rischi per la salute e la sicurezza che si possono presentare durante il lavoro, è possibile procedere all'impostazione degli interventi preventivi. Sia nella fase di programmazione sia al momento della realizzazione pratica delle misure preventive si ribadisce che la gestione della sicurezza richiede la sostanziale collaborazione tra le figure chiave del sistema della prevenzione: datore di lavoro, responsabile del servizio di prevenzione e protezione (RSPP), medico competente e rappresentante dei lavoratori per la sicurezza (RLS). In particolare la consultazione dei lavoratori, diretta o attraverso il responsabile dei lavoratori per la sicurezza (aziendale o territoriale), è un aspetto da sviluppare anche in questa fase e che assicura un costante impegno attivo nelle procedure e nei miglioramenti.

Come ben delineato nell'articolo 3 del D.Lgs 626/94 e successive modifiche ed integrazioni, nella scelta degli interventi la priorità deve essere data alle misure di

protezione collettiva, che eliminano o riducono al minimo il rischio all'origine, sfruttando le più recenti conoscenze acquisite dal progresso tecnico.

Nel quadro complessivo importante è il rispetto delle misure igieniche e dei principi ergonomici nella concezione dei posti di lavoro, nella scelta delle attrezzature e nella definizione dei metodi di produzione.

Per quanto riguarda i rischi per la salute un ruolo di primo piano ha anche il controllo sanitario, che deve essere effettuato da parte del medico competente in maniera mirata ai rischi specifici e che si deve integrare a pieno con l'organizzazione generale della prevenzione.

Necessario e fondamentale completamento degli interventi preventivi è costituito dall'informazione, dalla formazione e dall'addestramento dei lavoratori che devono percepire i rischi e le loro conseguenze, e adottare le giuste precauzioni agendo in sicurezza.

Le indicazioni che seguono non sono da intendersi in senso rigido, ma vanno adattate in base alle singole specifiche situazioni. Lo scopo è quello di fornire ai componenti del sistema della prevenzione aziendale indicazioni utili e spunti per migliorare l'efficacia della propria attività.

4. Misure collettive

I seguenti accorgimenti pratici ed organizzativi di ordine generale possono rappresentare i fondamenti del sistema di prevenzione:

- Tenere ordinate le aree di lavoro e di stoccaggio dei materiali.
- Assicurare un'illuminazione adeguata all'area di lavoro.
- Realizzare gli impianti elettrici secondo norma (collegamento a terra, ecc.) e mantenerli in modo da prevenire contatti accidentali con elementi sotto tensione, incendi o scoppi.
- Tenere a disposizione imbracature di sicurezza per eventuali interventi d'emergenza o soccorso.
- Procedere ad un'accurata pianificazione giornaliera e settimanale della attività, che tenga in considerazione l'impegno fisico richiesto e le cadenze operative vincolanti, provvedendo ad una adeguata distribuzione dei compiti lavorativi.
- Cercare di stimolare l'affiatamento degli operai, che si trovano a stretto contatto per tutta la giornata
- Favorire l'inserimento di nuovo personale, specialmente se di nazionalità non italiana, mediante l'affiancamento di un tutor.

Per quanto riguarda in particolare gli attrezzi e mezzi d'opera sono indicati i seguenti requisiti generali di prevenzione:

- Possedere i requisiti di sicurezza stabiliti dalla Comunità Europea (marchio "CE");

- Essere dotati di idonei sistemi che impediscono l'accesso a organi mobili se non in condizioni di sicurezza;
- Avere motori manovrabili nella messa in moto e nell'arresto con facilità e sicurezza (comandi chiaramente visibili, identificabili ed ergonomici) e dotati di dispositivi contro l'avvio accidentale;
- Essere sottoposti a regolare e periodica manutenzione;
- Essere acquistati privilegiando la minore emissione di rumore, vibrazioni e scuotimenti.

Per quanto riguarda l'igiene e l'organizzazione del lavoro, fatta salva la vigente normativa in materia, vengono fornite le seguenti particolari indicazioni:

- Non mangiare cibi e bevande e non fumare durante la produzione.
- Assicurare ai lavoratori, nelle unità produttive, la disponibilità di spogliatoi appropriati ed adeguati, nonché di armadietti individuali a doppio scomparto (separare indumenti privati e di lavoro), programmando periodica pulizia ed eventuale sostituzione.
- Mettere a disposizione per ogni lavoratore contenitori individuali ove riporre la propria dotazione di DPI.
- Organizzare un programma di pulizia, manutenzione e verifica dell'efficienza dei DPI con appropriati controlli periodici ed al termine di ogni utilizzo, assicurando l'immediata sostituzione ove necessario.
- Garantire percorsi separati tra uomini e mezzi nell'ambiente di lavoro.
- Assicurare un confort termico adeguato. Il microclima è sicuramente uno dei rischi più significativi nelle attività di stampaggio della gomma. La vulcanizzazione è un processo particolarmente critico per il raggiungimento di alte temperature e la liberazione e dispersione di fumi e vapori nelle fasi di apertura degli stampi e di allontanamento dei pezzi vulcanizzati ancora caldi.
- Provvedere ad interventi preventivi mirati al benessere termico.
- Orientare alla dotazione di fonti di acqua fresca per idratazione frequente e se è necessario assicurare un adeguato assorbimento di acqua e sali minerali, per contrastare eventuali squilibri idrosalini, mettendo a disposizione bevande con integrazione salina. Le condizioni microclimatiche sfavorevoli, in particolare nella stagione estiva, possono creare una squilibrata risposta termoregolatoria con problemi di salute nei lavoratori.
- Provvedere a ridurre al minimo con interventi preventivi l'inquinamento da fumi e vapori nell'ambiente di lavoro. Questi interventi devono essere applicati per impedire il ristagno dei fumi e ridurre il calore radiante. A tal fine si rende indispensabile:
 - Distribuire adeguatamente le presse per evitare una eccessiva concentrazione ed una corretta circolazione dell'aria.
 - Predisporre sia una ventilazione generale dell'ambiente di lavoro per un ricambio dell'aria che l'aspirazione localizzata dei fumi provenienti dalle presse per il convogliamento della maggior quantità

possibile di inquinante nel sistema di abbattimento. Un condizionamento dell'aria di questo comparto è difficilmente attuabile per i grandi volumi in gioco in un capannone industriale.

Una particolare e fondamentale attenzione deve essere rivolta ai principali aspetti legati alla ventilazione generale dell'ambiente di lavoro chiuso ed alla corretta installazione di sistemi di aspirazione localizzata.

5. Impianti di ventilazione

La ventilazione degli ambienti confinati, come quelli di lavoro, ha come obiettivo il controllo della concentrazione degli inquinanti veicolati dall'aria prevenendo in tal modo i danni provocati alla salute. In un intervento di bonifica dell'aria si deve affrontare, pertanto, una fase preliminare di progettazione, valutando il rischio e procedendo attraverso le seguenti fasi:

- Identificazione dei prodotti chimici e degli inquinanti presenti nel processo;
- Determinazione, per ogni inquinante, di uno standard d'esposizione;
- Esame del processo per individuare in quale punto gli inquinanti sono rilasciati e, quindi, l'esposizione a cui sono sottoposti gli operatori;
- Determinazione analitica delle concentrazioni di inquinanti attraverso il prelievo dei campioni d'aria;
- Determinazione, attraverso i dati analitici ottenuti, dei livelli d'esposizione medi e di punta e dei tempi di esposizione degli operatori;
- Confronto dei livelli di esposizione determinati con gli standard (OEL, TLV, ecc.), in qualche modo definiti attraverso le conoscenze delle caratteristiche tossicologiche o di altri effetti.

Tale evoluzione porta ad identificare i problemi di esposizione presenti in un impianto e, pertanto, alla individuazione degli interventi per la loro soluzione, mediante la riduzione delle concentrazioni degli inquinanti a livelli di accettabilità per l'esposizione degli operatori. Le tecniche fondamentali da adottare per effettuare tale riduzione possono essere di due tipi: la ventilazione che consiste nella diluizione dell'aria inquinata allo scopo di ridurre la concentrazione degli inquinanti; l'aspirazione che consiste nella cattura, tramite apposito impianto, degli inquinanti emessi prima che essi vengano dispersi nell'ambiente. Nella tabella 4 sono schematizzati i vantaggi e gli svantaggi dei due sistemi.

Tabella 4 Vantaggi e svantaggi di aspirazione e ventilazione

	ASPIRAZIONE	VENTILAZIONE
Vantaggi	<p>Cattura completamente le sostanze inquinanti alla sorgente.</p> <p>Richiede portate d'aria minori (minor consumo energetico per il riscaldamento dell'aria di ricambio immessa).</p> <p>Consente l'abbattimento e il recupero degli inquinanti.</p> <p>Evita di trasferire inquinanti all'esterno della fabbrica.</p> <p>Consente il riciclo delle sostanze recuperate.</p>	<p>Costi molto ridotti</p> <p>Integra efficacemente l'aspirazione localizzata quando le sorgenti inquinanti sono numerosissime e non tutte raggiungibili con una propria cappa</p> <p>Unico sistema adottabile quando non esistono sorgenti localizzate di inquinamento (ad es. uffici, negozi, toilettes, spogliatoi).</p>
Svantaggi	<p>Difficilmente realizzabile se le sorgenti inquinanti sono molto numerose e sparse nell'ambiente.</p> <p>Costi notevoli dell'impianto.</p> <p>Ingombro e rigidità nel lay out.</p>	<p>Non elimina gli inquinanti nell'ambiente di lavoro.</p> <p>Si limita a diluirli in molta aria.</p> <p>Non cattura e abbatte gli inquinanti ma li disperde fuori dal luogo di lavoro.</p> <p>Richiede il riscaldamento di grandi quantità d'aria per il ricambio.</p>

Gli elementi principali di cui è composto un impianto di ventilazione mediante aspirazione per la bonifica dell'aria di un ambiente confinato sono i seguenti:

- dispositivo per l'aspirazione dell'aria, ovvero la cappa: è la parte più rilevante dell'impianto poiché individua l'apparato che cattura e trattiene gli inquinanti attraverso correnti d'aria.
- condotti: organizzano la rete di collegamento delle varie cappe di aspirazione posizionate in corrispondenza alle varie sorgenti di emissione e di eventuali altri componenti del sistema destinato al convogliamento dell'aria aspirata all'esterno;
- depuratore dell'aria: ha la funzione di abbattere i materiali trasportati dall'aria aspirata sotto forma di particolato e di gas o vapori; la necessità

dell'abbattimento è importante per prevenire l'inquinamento atmosferico ed il riciclo dell'aria all'impianto;

- ventilatore: dispositivo che viene utilizzato per la movimentazione dell'aria inquinata all'interno del sistema d'aspirazione.

Un impianto di bonifica dell'aria deve considerare in fase di progettazione le necessità dello specifico processo produttivo connesso, che si sviluppa, indicativamente, attraverso le seguenti fasi:

- scelta del tipo di cappa d'aspirazione e della sua collocazione in base alla sorgente di emissione degli inquinanti da catturare;
- determinazione della portata d'aria attraverso ogni cappa installata;
- dimensionamento dei condotti d'adduzione dell'apparato di depurazione dell'aria inquinata e del ventilatore necessario per la movimentazione dell'aria attraverso l'impianto di ventilazione;
- verifica del sistema installato per determinare le rispondenze alla specifica di progetto.

L'impianto più idoneo, quindi, ha la capacità di catturare tutti gli inquinanti emessi; si cerca di costruire un impianto "efficiente" che riduca al minimo i livelli di esposizione per gli operatori.

5.1. Cappa di aspirazione

La cappa di aspirazione rappresenta l'elemento più rilevante dell'impianto di ventilazione nella sua complessità. La struttura e la collocazione di una cappa d'aspirazione sono fondamentali nel determinare l'efficacia dell'aspirazione all'interno dell'ambiente da bonificare.

Per "cappa" si intende qualsiasi dispositivo che permette il convogliamento dell'aria nell'impianto di ventilazione al fine di catturare e controllare gli inquinanti.

I principali parametri che caratterizzano il funzionamento di una cappa di aspirazione sono rappresentati nella figura I e nelle tabelle 5 e 6. Per ogni categoria della Tabella 6 è indicato un intervallo di velocità; la scelta del corretto valore è legata da alcuni fattori riportati in Tabella 7.

Sono inoltre da valutare la portata minima d'aria (obiettivo è di rendere minima la portata d'aria per il controllo delle concentrazioni degli inquinanti), collocazione funzionale e la protezione della zona di respirazione (emissione degli inquinanti non deve attraversare mai la zona nella quale respirano gli operatori).

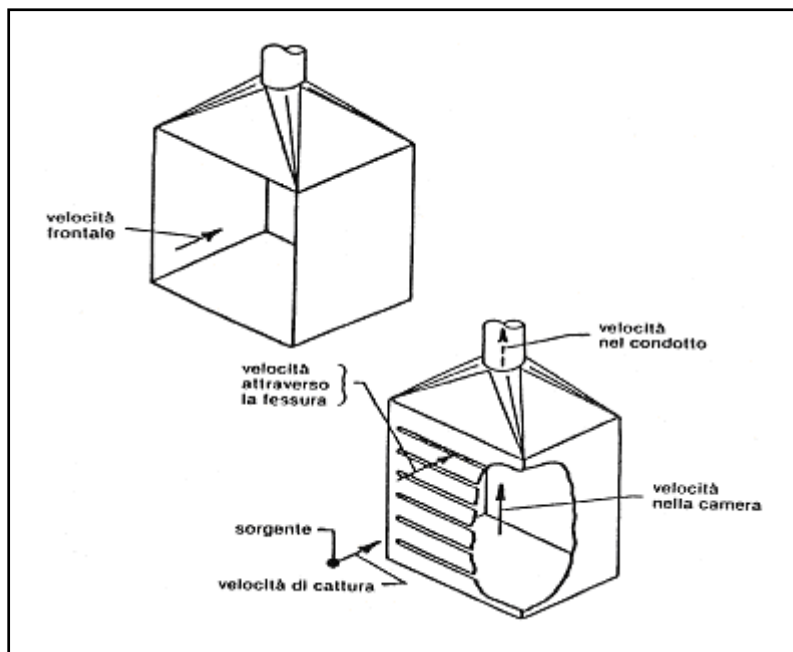


Figura 1
Funzionamento di una cappa di aspirazione – parametri principali

Tabella 5 Parametri caratterizzanti il funzionamento di una cappa di aspirazione

VELOCITA' DELL'ARIA	
di cattura	è relativa ad un qualsiasi punto anteriore alla cappa e alla sua apertura. È basilare per vincere le correnti d'aria contrastanti e catturare l'aria inquinata in quel punto canalizzandola all'interno della cappa.
frontale	in corrispondenza all'apertura della cappa
attraverso la fessura	attraverso le aperture di una cappa a fessurazioni
nella camera	all'interno della cappa: per quanto riguarda i tipi a fessurazioni per ottenere una buona distribuzione dell'aria, tale velocità deve essere minore o uguale alla metà della velocità attraverso la fessura.
nel condotto	Deve essere maggiore del valore minimo necessario per il trasporto degli inquinanti particolati.

Tabella 6 Velocità di cattura per varie lavorazioni (da "Industrial Ventilation" - ACGIH 1976)

DISPERSIONE DELL'INQUINANTE (polveri, fumi, gas e vapori)	ESEMPI DI LAVORAZIONE	VELOCITA' DI CATTURA (m/s)
Emesso senza velocità in aria quieta	Evaporazione di colle o vernici Vasche di grassaggio Evaporazione di gas e vapori prodotti dalla vulcanizzazione e stampaggio della gomma	0,25 ÷ 0,50
Emesso a bassa velocità in aria quasi quieta	Verniciatura a spruzzo a bassa pressione Riempimento di contenitori Nastri trasportatori a bassa velocità Saldatura Galvanica Decapaggio	0,50 ÷ 1,00
Emesso a media velocità in zona d'aria perturbata	Verniciatura a spruzzo Insaccatura automatica Nastri trasportatori	1,00 ÷ 2,50
Emesso ad elevata velocità	Molatura Sabbatura	2,50 ÷ 10,00

VALORI DI VELOCITA'	
ALTI	BASSI
Correnti d'aria nell'ambiente molto ridotte o tali da favorire la cattura	Presenza di correnti d'aria
Inquinanti poco tossici	Inquinanti molto tossici
Lavorazioni saltuarie	Produzione continua
Cappe di grandi dimensioni o elevate masse di aria in moto	Piccole cappe

Tabella 7

Scelta dei valori di velocità dell'aria

La **cappa chiusa** ha una struttura che permette di circondare ampiamente la sorgente emissiva degli inquinanti: questi vengono trattenuti all'interno grazie all'aria che passa attraverso aperture praticate nella cappa. La progettazione della cappa deve rispettare la distribuzione dell'aria al suo interno impedendo l'accumulo di vapori esplosivi e/o infiammabili. Inoltre la portata d'aria che percorre la cappa è valutata come prodotto fra il valore della velocità che l'aria deve avere per la cattura degli inquinanti e l'area di tutte le vie di ingresso e aperture presenti nella cappa stessa (Figura 2).

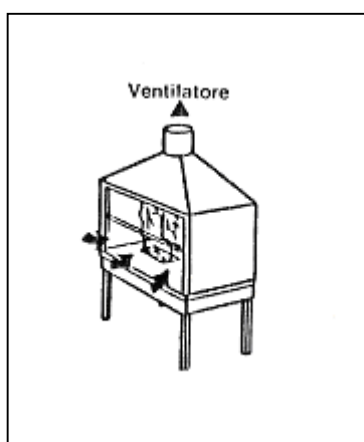


Figura 2
Cappa chiusa

La **cappa con invito** è essenzialmente impiegata quando si desidera controllare un processo che genera correnti gassose inquinate in una definita direzione. Pertanto la sua collocazione ottimale è quella che permette la cattura di tutti gli inquinanti. La portata d'aria è riferita al volume d'aria inquinata emessa in direzione della cappa (Figura 2).

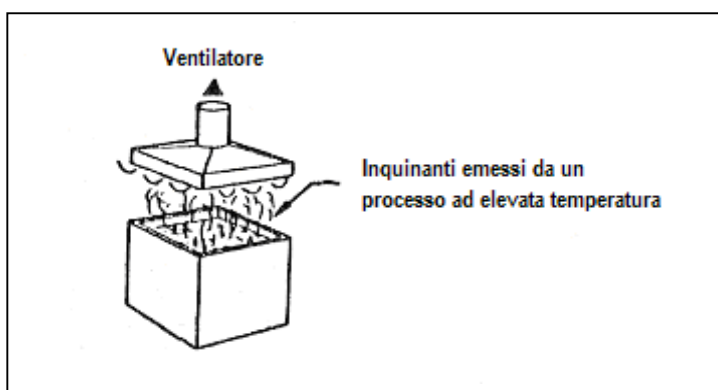


Figura 3
Cappa con invito

La **cappa esterna** viene utilizzata quando si intende catturare inquinanti formati in un punto all'esterno e anche ad una certa distanza dalla cappa. La portata d'aria determina una velocità di cattura sufficientemente elevata nello spazio di fronte alla cappa; la velocità, quindi, dipende dalla quantità e dalle caratteristiche degli inquinanti e dall'emissione gassosa inquinata (Figura 4).

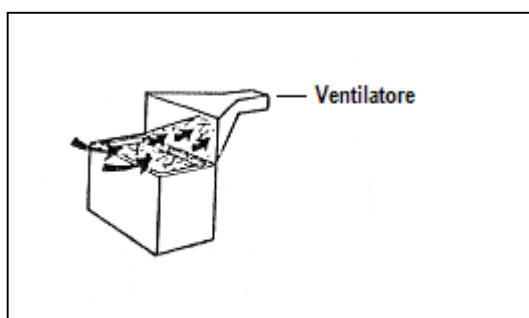


Figura 3

Cappa esterna

5.2. Sistema dei condotti e del ventilatore

Alla fase di progettazione delle cappe di aspirazione segue la fase di lay out dell'impianto, che concerne la disposizione dei condotti di adduzione dell'aria nei vari punti di aspirazione e collocazione del ventilatore.

La progettazione dei condotti è rilevante poiché i diametri, il numero e il tipo di accessori (raccordi, valvole ecc..) hanno una diretta influenza sulle perdite di carico.

È pertanto nel lay out del sistema che va cercata la soluzione più corretta: infatti eventuali perdite di carico molto elevate su un ramo dell'impianto possono arrecare conseguenze per la circolazione dell'aria all'interno di tutto l'impianto.

Il diametro va scelto tenendo conto di alcuni punti:

- se diminuisce il diametro, diminuisce il costo di un condotto, mentre aumentano le perdite di carico che variano con il quadrato delle velocità nel condotto. Ciò è fondamentale perché se così non fosse si avrebbe come conseguenza l'installazione di un ventilatore di maggiori dimensioni con consumo più elevato di energia;
- con sistemi di ventilazione a più cappe di aspirazione, i diametri dei condotti vanno selezionati in modo che le perdite di carico totali creino un'appropriata distribuzione di portate in tutte le cappe;
- le particelle solide o inquinanti richiedono una velocità nei condotti maggiori a certi valori minimi. Ad esempio nel caso di gas o vapori non esistono veri valori minimi della velocità nei condotti, in linea di massima velocità intorno a 10 ÷ 15 m/s sono consigliabili;

- sono preferibili condotti a sezione circolare perché, soprattutto nel convogliamento di gas con particelle solide, la distribuzione di velocità è più uniforme rispetto a quella di un condotto a sezione rettangolare.

Le dimensioni del ventilatore dipendono essenzialmente dalla portata d'aria convogliata e dalla pressione statica che deve sviluppare. La pressione statica deriva dalla differenza di pressione che il ventilatore deve realizzare per movimentare l'aria necessaria attraverso il sistema.

Anche per gli impianti a più cappe si procede come per i sistemi più semplici:

- idonea selezione del diametro di un condotto in riferimento alla velocità assicurata all'interno;
- calcolo della caduta di pressione fino al punto di raccordo (nodo) con un altro condotto.

Se vengono mescolate correnti gassose provenienti da altri processi, bisogna far attenzione alla compatibilità; se questa risulta un problema è opportuno installare più impianti di ventilazione piuttosto che uno unico generale.

6. Protezione dai rischi di schiacciamento

In riferimento alla protezione da rischi di schiacciamento, legati fondamentalmente alle presse, sono ancora attuali le indicazioni cogenti di cui all'art. 115 del DPR 547/55, che prescrive una serie di misure di protezione, alternative tra loro, per il raggiungimento di un medesimo obiettivo consistente nell'eliminazione del principale rischio connesso all'utilizzo di questa macchina, di schiacciamento delle mani o altre parti del corpo dei lavoratori dagli organi mobili lavoratori:

“Art. 115 – Dispositivi per le presse in genere

.... Tali ripari o dispositivi, a seconda del tipo della macchina o delle esigenze della lavorazione, possono essere costituiti da:

- a) schermi fissi che permettono il passaggio dei materiali nella zona di lavoro pericolosa, ma non quello delle mani del lavoratore;*
- b) schermi mobili di completa protezione della zona pericolosa, che non consentano il movimento del punzone se non quando sono nella posizione di chiusura;*
- c) apparecchi scansamano comandati automaticamente dagli organi mobili della macchina;*
- d) dispositivi che impediscano la discesa del punzone quando le mani o altre parti del corpo dei lavoratori si trovino in posizione di pericolo. I dispositivi di sicurezza consistenti nel comando obbligato della macchina per mezzo di due organi da manovrarsi contemporaneamente con ambo le mani, possono essere ritenuti sufficienti soltanto nel caso che alla macchina sia addetto un solo lavoratore. I suddetti ripari e dispositivi di sicurezza possono essere omessi quando la macchina sia provvista di apparecchi automatici o semi-automatici di alimentazione.”*

Delle protezioni di sicurezza riportate nel citato articolo di Legge, due sono quelle di norma adottate nelle presse del settore della gomma. Esse sono quelle di cui alla lettera b) – schermi mobili – e quelle consistenti nel dispositivo di comando obbligato di azionamento della pressa per mezzo di due specifici ed idonei pulsanti dotati di fattore di contemporaneità, cioè tale per cui le mani del lavoratore rimangano impegnate nell'azionamento dei pulsanti per tutto il tempo necessario alla discesa dello stampo, impedendone così l'avvicinamento alla zona di pericolo.

Il DPR 459/96, più conosciuto come "Direttiva Macchine", che impone la marcatura CE per le macchine costruite dopo la data di emanazione del Decreto e che presuppone quindi il rispetto ai Requisiti Essenziali di Sicurezza, in riferimento alle caratteristiche di sicurezza dei comandi prevede nell'allegato 1:

"1.2.2. Dispositivi di comando

- 1. chiaramente visibili, individuabili ed eventualmente contrassegnati da una marcatura adatta,*
- 2. disposti in modo da garantire una manovra sicura, univoca e rapida,*
- 3. progettati in modo tale che il movimento del dispositivo di comando sia coerente con l'azione del comando,*
- 4. situati fuori delle zone pericolose tranne il caso, all'occorrenza, di taluni organi, come un arresto di emergenza, una console di apprendimento per i robot,*
- 5. sistemati in modo che la loro manovra non causi rischi supplementari,*
- 6. progettati o protetti in modo che l'azione comandata, se comporta un rischio, non possa aver luogo senza una manovra intenzionale,*
- 7. fabbricati in modo da resistere agli sforzi prevedibili; particolare attenzione sarà data ai dispositivi di arresto di emergenza che possono essere soggetti a grossi sforzi.*

Se un dispositivo di comando è progettato e costruito per consentire varie azioni differenti, vale a dire se la sua azione è univoca (ad esempio: utilizzazione di tasti, ecc.), l'azione comandata deve essere chiaramente indicata e, all'occorrenza, confermata.

La posizione e la corsa dei dispositivi di comando, nonché lo sforzo richiesto devono essere compatibili con l'azione comandata, tenendo conto dei principi ergonomici. Si deve tener conto degli obblighi dovuti all'uso necessario e prevedibile di dispositivi di protezione individuale (ad esempio: calzature, guanti, ecc.). La macchina deve essere munita di dispositivi di segnalazione (quadranti, segnali, ecc.) e indicazioni la cui conoscenza è necessaria per un funzionamento sicuro. Dal posto di comando l'operatore deve poter vedere l'indicazione dei suddetti dispositivi. Dal posto di comando principale l'operatore deve poter essere in grado di assicurarsi dell'assenza di persone esposte nelle zone di rischio. Se ciò fosse impossibile, il sistema di comando deve essere progettato e costruito in modo che ogni messa in marcia sia preceduta da un segnale di avvertimento sonoro e/o visivo. La persona esposta deve avere il tempo e i mezzi per impedire rapidamente l'avviamento della macchina."

In figura 5 si riporta inoltre un estratto della norma CEI-EN 60204-1 relativa al significato delle colorazioni dei pulsanti installati sulle macchine in generale:

Figura 5 Significato delle colorazioni dei pulsanti installati su macchina

COLORE	SIGNIFICATO	UTILIZZI TIPICI
Rosso	Azione in caso di emergenza	Arresto di emergenza Attivazione di un dispositivo antincendio
	Arresto o disinserzione	Arresto generale Arresto di uno o più motori Arresto del ciclo (la macchina si arresta dopo che il ciclo in atto si è completato) Arresto di un elemento di macchina Apertura di un dispositivo d'interruzione Ripristino combinato con l'arresto
Giallo	Intervento	Interventi per sopprimere condizioni anormali o per evitare cambiamenti non desiderati. <i>Per esempio:</i> <i>Ritorno di un elemento di macchina al punto di partenza del ciclo, se questo non è stato ultimato</i> <i>Annullamento di altre funzioni preventivamente selezionate</i>
Verde	Avviamento o inserzione	Avviamento generale Alimentazione di circuiti di comando Avviamento di uno o più motori Avviamento di un elemento di una macchina Avviamenti di funzioni ausiliarie Chiusura di un dispositivo d'interruzione
Blu	Altro significato specifico	Può essere assegnato, in casi particolari
Nero Grigio Bianco	Nessun significato specifico	Possono essere utilizzati per tutte le funzioni salvo che per i pulsanti con la sola funzione di arresto o disinserzione.

Un altro comando che merita alcune considerazioni è il “selettore modale di funzionamento” che consente, se azionato, modifiche al normale funzionamento della macchina ed è necessario per poter eseguire le operazioni di regolazione e di manutenzione della pressa. Un suo uso non sempre appropriato, nonché la scarsa formazione dell'utilizzatore e più spesso del manutentore in merito alle conseguenze che comporta l'azionamento del selettore, ha comportato infortuni sul lavoro molto gravi. È necessario pertanto che questo comando risponda ai requisiti di sicurezza riportati al punto 1.2.5 del DPR 459/96 (Direttiva Macchine) a cui si rimanda la lettura integrale, che comprendono, nella pratica, l'azionamento tramite chiave, a disposizione esclusiva di personale appositamente addestrato e incaricato (art. 38 e 35 comma 5 del D.Lgs. 626/94), delle specifiche attività di manutenzione, regolazione e ispezione, nonché l'univocità dei comandi a valle di ciascuna posizione di funzionamento.

Va inoltre ricordata la necessità di adottare sulla macchina un pulsante di arresto di emergenza. Il suo azionamento deve provocare l'arresto immediato della macchina senza creare rischi supplementari, deve mantenere l'arresto della macchina mediante un blocco del pulsante e lo sblocco dello stesso deve essere possibile soltanto con una apposita manovra e non deve riavviare la macchina, ma soltanto autorizzarne la rimessa in funzione. L'art 4 comma 5 lettera b) del D.Lgs. 626/94 prevede, infine, che il datore di lavoro aggiorni “...le misure di prevenzione ... in relazione al grado di evoluzione della tecnica, della prevenzione e della protezione;”.

Si può ritenere che l'adozione dei Requisiti Essenziali di Sicurezza sulle macchine prive di tali requisiti, poiché costruite e commercializzate in data anteriore all'emanazione del DPR 459/96, costituiscano l'adempimento al disposto di Legge e soprattutto raggiungano l'obbiettivo di provvedere al miglioramento dei livelli di sicurezza degli ambienti di lavoro.

7. Dispositivi individuali di protezione

In generale tutti i lavoratori impegnati nelle varie fasi del ciclo produttivo devono essere equipaggiati e fare uso di idonei dispositivi di protezione individuale (DPI) quali:

- Indumenti protettivi (tute da lavoro complete oppure pantaloni lunghi con maglietta).
- Calzature antinfortunistiche con suola antiscivolo.
- Guanti.

Resta da trattare la questione dei DPI con particolare attenzione alle vie respiratorie. Questi DPI vanno utilizzati solo come integrazione degli altri sistemi di prevenzione a partire dalla eliminazione dei rischi alla fonte; infatti, come specifica l'art. 41 del D. L. vo 626/94, i DPI devono essere impiegati quando l'esposizione agli agenti di rischio non può essere evitata o convenientemente ridotta con misure

tecniche preventive, mezzi di protezione collettiva, metodi organizzativi (valutazione del rischio residuo).

Bisogna tener conto della classificazione di pericolo e delle proprietà pericolose delle sostanze utilizzate, delle caratteristiche degli impianti e del luogo di lavoro e delle modalità di esposizione. In generale può essere indicato, a seconda della valutazione del rischio, l'utilizzo di facciali filtranti antipolvere che sono anche idonei alla protezione da fibre, fumi e nebbie. Le norme europee di riferimento per i respiratori antipolvere sono la EN 149 per i facciali filtranti antipolvere e la EN 143 per i filtri antipolvere. Queste norme definiscono 3 diverse classi di protezione ad efficienza filtrante totale crescente:

Classe	Efficienza filtrante totale minima
FFP1	78%
FFP2	92%
FFP3	98%

Tabella 8

Classi di protezione ed efficienza filtrate totale

Nella scelta del respiratore idoneo la norma UNI 10720 definisce un valore realistico del fattore di protezione associato a ciascun dispositivo denominato fattore di protezione operativo FPO. Ad esempio, per i facciali filtranti FFP1 il FPO è pari a 4: ciò significa che il dispositivo è in grado di ridurre di 4 volte la concentrazione esterna e quindi che l'utilizzatore può esporsi a concentrazioni fino a 4 volte il TLV. Nel comparto in esame si consigliano solo in particolari situazioni (manutenzione, anomalie di funzionamento delle presse) l'utilizzo di filtri FFP2.

Classe	FPO
FFP1	4
FFP2	10
FFP3	30

Tabella 9

Classe di protezione e fattore di protezione operativo

In relazione al rischio da contatto con prodotti o parti di macchina ad alta temperatura è altresì necessario dotare i lavoratori di idonei guanti contro rischi termici (calore e/o fuoco) i cui requisiti sono indicati dalla norma EN 407.

8. Sorveglianza Sanitaria

In considerazione di tutti i rischi individuati la proposta di sorveglianza è la seguente:

Assunzione o prima visita

- Raccolta anamnestica accurata anche mediante ausilio di questionari mirati a rischi specifici.
- Esame obiettivo completo (particolare attenzione a sistema respiratorio, cardiovascolare, cutaneo e muscolo-scheletrico).
- Compilazione della cartella sanitaria e di rischio.
- Esami ematochimici eventualmente suggeriti dal medico nel corso della visita.
- Prove di Funzionalità Respiratoria, eventualmente con misurazione del volume residuo.
- Audiometria.
- Visita cardiologica ed ECG con test da sforzo (per lavoratori in situazioni microclimatiche critiche con più di 45 anni e presenza di fattori di rischio per patologie cardiovascolari).

Accertamenti sanitari periodici

- Visita medica con aggiornamento della cartella sanitaria e di rischio con cadenza annuale.
- Prove di Funzionalità Respiratoria (eventualmente con misurazione del volume residuo), con cadenza biennale.
- Audiometria con cadenza stabilita dalla normativa vigente
- ECG con Test da sforzo (per lavoratori in situazioni microclimatiche critiche con più di 45 anni e presenza di fattori di rischio per patologie cardiovascolari), con cadenza concordata con lo specialista cardiologo.
- Esami ematochimici eventualmente suggeriti dal medico sulla base dei risultati della visita.

Resta ferma la possibilità del singolo lavoratore di richiedere una visita medica in seguito alla comparsa di sintomatologia ritenuta legata alla situazione lavorativa.

Sarà in base a specifiche esigenze, legate al rilascio del giudizio di idoneità o al sospetto di patologia professionale, che il medico competente disporrà l'esecuzione di ulteriori altri accertamenti di approfondimento per singole situazioni sempre tenendo un contatto con il medico curante.

Con specifico riferimento al rischio cancerogeno, occorre considerare che la presenza dell'industria della gomma nella lista IARC delle attività classificate come cancerogene (classe 1) è sostenuta da evidenze epidemiologiche consolidate intorno alla fine degli anni '70 e pertanto riferite a letteratura, ad epoche e cicli produttivi che hanno avuto un'evoluzione nel tempo. In particolare, a questo proposito, la sorveglianza sanitaria, fornendo serie storiche individuali di dati quantitativi di esposizione, può essere strumento di base fondamentale per studi prospettici, che

utilizzino i dati per verificare nella popolazione del comparto eventuali eccessi di patologie tumorali correlate. L'esiguità dei numeri relativi alle malattie professionali segnalate negli ultimi anni sembra deporre a favore di un netto regresso dell'eccesso di rischio oncogeno, che meriterebbe un approfondimento sul piano epidemiologico.

La possibile esposizione dei lavoratori della gomma ad un grande numero di prodotti contenuti come tali o da impurezze o degradati nella fase critica del ciclo produttivo tuttora non completamente identificati rende, tuttavia, valida la necessità del controllo delle "basse esposizioni", cui sono presumibilmente esposti i lavoratori del comparto, che trova riscontro nell'applicazione del Titolo VII (agenti cancerogeni) e VII-bis (agenti chimici) del D.Lgs 626/94 e successive modifiche ed integrazioni. In questo senso la determinazione dell'1-idrossipirene urinario (a fine turno, con cadenza annuale e comunque almeno triennale), può essere un utile e conveniente approccio per tenere aggiornata la valutazione del rischio da esposizione ad IPA mediante monitoraggio biologico.

Qualora durante la lavorazione sia possibile un'esposizione a sostanze classificate dall'Unione Europea con la frase di rischio "R45 – può provocare il cancro" di rilievo per gli effetti sulle vie urinarie (es. o-toluidina), appare applicabile nella pratica il disposto del Titolo VII ed in particolare la sorveglianza sanitaria andrà integrata con l'esame citologico urinario. Laddove sia individuata la presenza di composti con effetti sulle vie urinarie classificati dall'Unione Europea con la frase di rischio "R40 - Possibili effetti cancerogeni – prove insufficienti", pur non applicandosi il Titolo VII, dovrà essere prestata particolare attenzione nella valutazione e gestione del rischio, eventualmente anche integrando la sorveglianza sanitaria ai sensi del Titolo VII-bis con l'esame citologico urinario.

9. Formazione

Necessario e fondamentale completamento degli interventi preventivi è costituito dall'informazione, dalla formazione e dall'addestramento dei lavoratori.

I lavoratori devono percepire i rischi, le loro conseguenze e adottare le giuste precauzioni agendo in sicurezza. In particolare la formazione dovrebbe essere collegata a situazioni reali (operazioni non riuscite, modi per evitare che determinati fatti accadano di nuovo, ecc.), rispondente ai reali bisogni formativi e basata su una buona comunicazione (discussioni e scambio di informazioni in incontri di gruppo, comprensibilità anche per i lavoratori che parlano una lingua diversa, ecc.). La formazione deve essere impartita sia ai nuovi lavoratori sia a quelli già assunti da tempo, ogni qual volta si modificano le pratiche o l'attrezzatura di lavoro, quando ci si appresta ad una nuova lavorazione o quando viene introdotta una nuova tecnologia. Un essenziale fattore di successo è poi sicuramente costituito da interventi di formazione ed addestramento, che si inseriscano in un piano generale, mirati su rischi specifici.

Tutti gli operatori devono venire formati ed addestrati nella conduzione delle macchine cui sono addetti ed avere a disposizione il relativo manuale in cui sono elencate le istruzioni per la messa a punto, il funzionamento e la manutenzione in

sicurezza. Di particolare importanza è concordare e stabilire le procedure da seguire circa il comportamento da tenere in caso di guasto del macchinario.

Normativa essenziale di riferimento

D.P.R. n. 547 del 27 aprile 1955 e successive modificazioni ed integrazioni

D.P.R. n. 303 del 19 marzo 1956 e successive modificazioni ed integrazioni

Legge n. 292 del 5 marzo 1963

D.P.R. n. 1301 del 7 settembre 1965

D.Lgs n. 277 del 15 agosto 1991 e successive modificazioni ed integrazioni

D.Lgs n. 626 del 19 settembre 1994 e successive modificazioni ed integrazioni

D.Lgs n. 494 del 14 agosto 1996 e successive modificazioni ed integrazioni

Circolare del Ministero della Sanità n. 16 del 11 novembre 1996

D.M. del 10 marzo 1998

Legge 257 del 1992

D.Lgs n. 187 del 19 agosto 2005

Bibliografia

American Conference of Governmental Industrial Hygienists – Industrial ventilation, a manual of recommended practices – ACGIH ed. – Cincinnati, 1998

Atti del 46° Congresso Nazionale della SIMLII “Rischi, patologia e prevenzione nell’industria della gomma” – Acireale, 1983

Atti del Congresso di Igiene Industriale “Tossici ambientali ed industriali” – Torino, 1985

Atti del seminario “Progettazione e ristrutturazione degli stabilimenti industriali” – AIDII – Verona, 28 gennaio 2000

Atti del Convegno Nazionale “I DPI delle vie respiratorie” – ISPESL, Regione Emilia-Romagna, USL Modena – Modena, 23 settembre 1999.

Campo L., Addario L., Scibetta L., Buratti M., Foà V., Longhi O., Cirila P.E., Martinotti I., Fustinoni S. – Nuovi indicatori per il monitoraggio biologico dell’esposizione a idrocarburi policiclici aromatici: gli IPA urinari – *Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia* – 2004;26(4):35-37

Campo L., Addario L., Buratti M., Scibetta L., Longhi O., Valla C., Cirila P.E., Martinotti I., Foà V., Fustinoni S. – Biological monitoring of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons by determination of unmetabolized compounds in urine – *Toxicology Letters* – 2006;162:132-138

Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome – Titolo V D.Lgs n°626/94 “Movimentazione manuale dei carichi” - Linee Guida

Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome – Titolo VII D.Lgs n°626/94 “Protezione da agenti cancerogeni mutageni” - Linee Guida, 2002

Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome – Titolo VII-bis D.Lgs n°626/94 "Protezione da agenti chimici" - Linee Guida, 2002

Fracasso M.E., Franceschetti P., Mossini E., Tieghi S., Perbellini L., Romeo L. – Exposure to mutagenic airborne particulate in a rubber manufacturing plant – *Mut. Res.* – 1999;441:43-51

IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemical to humans – The Rubber Industry – Volume 28 – IARC, Lyon 1982

IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenetic Risks to Human – Polynuclear aromatic compounds – IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans – vol. 35 – Lyon, 1985

Minoia C., Magnaghi S., Micoli G., Fiorentino M.L., Turci R., Angeleri S., Berri A. – Determination of environmental reference concentration of six PAHs in urban areas (Pavia, Italy) – *Science of the Total Environment* – 1997; 198:33-41

National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH guide to industrial respiratory protection – Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention ed. – DHHS (NIOSH) Publication No 87-116 – Cincinnati, 1987

Pavanello S., Genova A., Foà V., Clonfero E. – Valutazione dell'esposizione professionale ad idrocarburi policiclici aromatici mediante l'analisi dei livelli urinari di 1-pirenolo – *La Medicina del Lavoro* – 2000; 91:192-205

Pira E., Detragiache E., Discalzi G., Apostoli P., Mutti A., Ghigo D., Iavicoli S. SIMLII - Linee guida per la sorveglianza sanitaria degli esposti ad agenti cancerogeni e mutageni in ambienti di lavoro - Volume II 2003

Roggi C., Minoia C., Sciarra G.F., Apostoli P., Maccarini L., Magnaghi S., Cenni A., Fonte A., Nidasio G.F., Micoli G. – Urinary 1-hydroxypyrene as a marker of exposure to pyrene: an epidemiological survey on a general population group – *Science of the Total Environment* – 1997;199:247-254

Agenti cancerogeni: l'esperienza di mappatura dello studio PPTP-Gomma

L. Galli*, A. Filipponi, E. Antoniazzi, A.M. Cirila

Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del Lavoro - Istituti Ospitalieri di Cremona

Riassunto. In otto aziende rappresentative di varie produzioni del comparto "stampaggio gomma" sono stati identificati 107 composti chimici utilizzati nelle mescole. Di queste sostanze, 17 sono risultate cancerogene. Le due Liste ufficiali di riferimento (IARC e CE) non hanno classifiche univoche e la concordanza si ha solo per 3 composti (butadiene, acrilonitrile, ortotoluidina). Ne deriva l'utilità, sotto l'aspetto medico, di procedure ed ulteriori approfondimenti sia bibliografici che epidemiologici. Anche il solo sospetto di un effetto irreversibile può orientare alla prudenza il medico che effettua la sorveglianza sanitaria a lungo termine

Parole chiave: lista IARC; lista ACGIH; lista CE; mappatura cancerogeni; stampaggio gomma.

1. Premessa, introduzione e metodi

L'Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del Lavoro (UOOML) degli Istituti Ospitalieri di Cremona ha collaborato col Servizio Prevenzione Sicurezza degli Ambienti di Lavoro dell'ASL di Mantova nell'ambito del PPTP – Area Igienistico Tossicologica per il Settore Produttivo dello Stampaggio Gomma. Si è proceduto alla identificazione e catalogazione di otto aziende del territorio mantovano (la totalità del campione) che operano nel settore indicato. Sono stati effettuati sopralluoghi nelle stesse per la verifica e la ricostruzione sequenziale del ciclo produttivo e delle procedure preventive messe in atto per i lavoratori esposti a rischio. Contestualmente ai sopralluoghi si sono acquisite le schede di sicurezza di tutti i prodotti utilizzati nella lavorazione, con i dati compositivi delle mescole. Le mescole utilizzate per lo stampaggio sono a base di gomma naturale, gomma di riciclo, gomma sintetica, in particolare SBR (stirene, butadiene), NBR (acrilonitrile, butadiene), PBR

* Telefono: 0372 405433 Fax: 0372 405656
Indirizzo: Largo Priori, 1 – 26100 Cremona (CR)
E-mail: med.lav.aioc@e-cremona.it

(polibutadiene) e distillati aromatici di petrolio. La tipologia dei manufatti stampati a caldo è largamente rappresentativa di varie linee produttive (dai supporti antivibranti ai cavi) pur nel modesto numero di ditte del campione oggetto dello studio.

Acquisite le singole schede tecniche si è proceduto, da parte di due medici specialisti della UO OML, a creare un data base per la registrazione di tutte le sostanze chimiche riportate nell'elenco compositivo di ciascun prodotto commerciale. Particolare attenzione è stata dedicata alla ricerca di eventuali composti cancerogeni, innanzitutto analizzando le frasi di rischio riportate nelle schede di sicurezza "può provocare il cancro" [R45], "può provocare il cancro per inalazione" [R49], "possibilità di effetti cancerogeni – prove insufficienti" [R40]. Contemporaneamente per ogni singola sostanza è stata controllata anche la classificazione definita dalle principali Agenzie Internazionali (IARC, ACGIH). Inoltre tramite il numero attribuito a ciascun composto dal Chemical Abstract Service (CAS) e/o al numero dell'European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances (EINECS) sono state consultate le banche dati internet specializzate (Toxnet, Medline, Istituto Superiore di Sanità) ed altri motori di ricerca.

2. Classificazione degli agenti cancerogeni

Ricordiamo che l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) è un organismo dell'OMS deputato allo studio del cancro, delle sue cause e delle strategie per il suo controllo. La IARC valuta gli studi esistenti in merito alla possibile azione cancerogena di agenti, miscele, lavorazioni e classifica le evidenze di cancerogenicità in: sufficiente, limitata, inadeguata, assente. Valuta separatamente la cancerogenicità nell'uomo, negli animali da esperimento e considera tutti gli altri elementi rilevanti a questo proposito (es. mutagenesi, azioni sull'embrione, sul genoma, su colture cellulari). Su tale base stila una valutazione complessiva che classifica l'agente in cinque gruppi (Tabella 1).

Gruppo	Specifiche
1	Cancerogeno per l'uomo
2A	Probabilmente cancerogeno per l'uomo
2B	Possibile cancerogeno per l'uomo
3	Non classificabile in merito alla cancerogenicità per l'uomo
4	Probabilmente non cancerogeno per l'uomo

Tabella 1

Classificazione IARC

La classificazione dell'Associazione degli Igienisti Industriali Americani (ACGIH) segue sostanzialmente la metodologia della IARC ed approda anch'essa a cinque gruppi (Tabella 2).

Gruppo	Specifiche
A1	Cancerogeno riconosciuto per l'uomo
A2	Cancerogeno sospetto per l'uomo
A3	Cancerogeno riconosciuto per l'animale con rilevanza non nota per l'uomo
A4	Non classificabile come cancerogeno per l'uomo
A5	Non sospetto come cancerogeno per l'uomo

Tabella 2

Classificazione
ACGIH

La Comunità Europea ha invece classificato le sostanze cancerogene in tre Categoria secondo l'Allegato I della Direttiva 67/548 (Tabella 3). Il metodo si basa su dati epidemiologici ed esperimenti su animali

Categoria	Specifiche
1	Sostanze note per gli effetti cancerogeni. Esistono prove sufficienti per stabilire un nesso causale tra l'esposizione alla sostanza e lo sviluppo di tumori.
2	Sostanze che dovrebbero essere considerate cancerogene per l'uomo sulla base di studi su animali ed altre informazioni specifiche.
3	Sostanze con sospetto per i possibili effetti cancerogeni sull'uomo

Tabella 3

Classificazione UE

La Normativa vigente prevede che per le sostanze inserite nelle Categorie 1 e 2 siano da utilizzarsi le frasi di rischio R 45 e R 49. Per la Categoria 3 sia usata la frase R 40.

3. Risultati

Complessivamente, dall'esame dettagliato delle schede tecniche fornite da tutte le aziende indagate, sono stati registrati 107 composti chimici utilizzati nel comparto produttivo mantovano. Tra questi composti ne sono state individuati diciannove con capacità di provocare effetti cancerogeni (Tabella 4)

Sostanze identificate	CAS	IARC	UE
1,3-Butadiene	106-99-0	2A	1 (R45)
Acrilonitrile	107-13-1	2B	2 (R45)
Estratti (petrolio), frazione paraffinica pesante distillata con solvente	64742-04-7	-	2 (R45)
Epicloridrina	106-89-8	2A	2 (R45)
Tetracloroetilene	127-18-4	2A	3 (R40)
2-Cloro-1,3-butadiene (β -cloroprene)	126-99-8	2B	-
Silice cristallina	14808-60-7	1	-
Nafta solvente (petrolio) aromatica leggera	64742-95-6	-	2 (R45)
Nafta (petrolio) leggera idrodesolfurata dearomatizzata	92045-53-9	-	2 (R45)
Distillati (petrolio) naftenici leggeri 'hydrotreating'	64742-53-6	-	2 (R45)
Cloruro di metilene (diclorometano)	75-09-2	2B	3 (R40)
Triossido di Antimonio	1309-64-4	2B	3 (R40)
Distillati (petrolio) frazione paraffinica decerata con solvente	64742-65-0	-	2 (R45)
Oli lubrificanti (petrolio), C24-50 estratti con solvente decerati idrogenati	101316-72-7	-	2 (R45)
Distillati (petrolio) frazione paraffinica leggera distillata con solvente	64741-89-5	-	2 (R45)
Stirene	100-42-5	2B	-
o-Toluidina	95-53-4	2A	2 (R45)
Anilina	62-53-3	3	3 (R40)
Formaldeide	50-00-0	1	3 (R40)

Tabella 4
Composti cancerogeni individuati

Seguendo i criteri della IARC sono state individuate 11 sostanze cancerogene (due inserite nel Gruppo 1, quattro nel Gruppo 2A e cinque nel 2B) mentre secondo la classificazione Europea 11 composti risultano cancerogeni della Categoria 1 e 2, definiti dalle frasi di rischio R45, ed altri 4 sono però classificati nella Categoria 3 con la frase R40 come possibili cancerogeni; in totale quindi 15 composti. Lo Stirene non è classificato dall'Unione Europea.

Indicazioni conclusive dell'esperienza

Le due liste di riferimento hanno quindi accuratezza di classificazione diversa. L'Unione Europea più rigorosa inserendo nella propria regolamentazione anche la Categoria dei composti con possibili effetti cancerogeni (R40). Il problema è però che i composti da noi identificati in base alle due liste non sempre coincidono, essendo le valutazioni concordanti solo per 9 composti e discordanti per altri 10. Infatti 3 sostanze sono classificate come cancerogene solo dalla IARC (silice, cloroprene e stirene) mentre altre 7 (tutti i solventi distillati di petroli e nafte modificate) solo dall'Unione Europea.

Noti cancerogeni classificati come tali da IARC e UE sono solo il 1,3-butadiene, l'acrilonitrile, l'epicloridrina e l'orto-toluidina.

Per gli altri (silice, formaldeide, stirene, cloroprene, ossido di antimonio, distillati di petrolio), vi è discordanza completa o dubbi di attribuzione di classe ma la loro capacità cancerogena e genotossica è risultata confermata dalle altre fonti. Va distinto per l'Europa l'obbligo di adempimenti specifici previsti dal Titolo VII del D.Lgs 626/94 (per i composti R45, R49), dall'aspetto medico-tossicologico di rischio. In questo senso il rifarsi solo alle liste di riferimento ha indubbiamente un'utilità pratica preventiva per la protezione sul lavoro, ma l'estendere la valutazione secondo altre fonti di conferma od orientamento "basate sull'evidenza scientifica", come da noi integrato, può essere altrettanto utile per prevedere un rischio futuro o cautelarsi in anticipo nell'ambito della sorveglianza sanitaria (oncoprevenzione secondaria) che deve tener conto delle quantità utilizzate e delle modalità di contaminazione.

Ci sembra anche importante sottolineare che non sempre le schede di sicurezza riportano, come d'obbligo, le indicazioni della classificazione UE e pertanto appare sempre necessario un approfondimento di tipo medico e tossicologico, su altre fonti per la completezza della valutazione del possibile rischio cancerogeno.

Esposizione a formaldeide nella lavorazione di resine termoindurenti Un'esperienza nella provincia di Varese

C. Lionetti^a, M. Boni^a, V. Cutugno^a, M.R. Castoldi^{b*}

a U.O Laboratorio chimico, ASL della Provincia di Varese, Varese

*b Servizio Prevenzione Sicurezza Ambienti Lavoro (SPSAL), Dipartimento di Prevenzione Medico,
ASL della provincia di Varese, Varese*

Riassunto. Il Laboratorio Chimico dell'ASL di Varese ha condotto un'indagine presso il comparto delle lavorazioni delle plastiche termoindurenti, in particolare resine fenoliche, dalla cui manipolazione può verificarsi l'esposizione alla formaldeide da parte degli operatori.

L'effetto tossico e cancerogeno della formaldeide, contenuta nelle resine di cui sopra, è riconosciuto a livello nazionale ed internazionale: l'Unione Europea inserisce l'aldeide in classe 3 con frase di rischio R 40, mentre lo IARC dal giugno 2004 lo classifica in categoria 1 e quindi cancerogeno certo per l'uomo.

Per le nostre analisi abbiamo fatto riferimento al limite di esposizione-soglia (ceiling) espresso dall'ACGIH, ovvero 0.37 mg/m³ come valore che non può mai essere superato.

Per il monitoraggio e l'analisi della formaldeide sono stati effettuati campionamenti ambientali e personali, verificando tutto il ciclo di produzione e fasi particolarmente critiche di esso. Le aziende, monitorate per questo progetto, utilizzano principalmente una resina fenolica e una minima parte di esse una resina ureica.

Non si rilevano concentrazioni di formaldeide superiori al limite di esposizione, se non in due casi in cui si è reso necessario effettuare ulteriori campionamenti al fine di identificare le eventuali criticità presenti nel ciclo produttivo.

Parole chiave: materie plastiche; formaldeide; analisi.

* Telefono: 0332 277384 Fax: 0332 260774

Indirizzo: Via Ottorino Rossi, 9 – 21100 Varese

E-mail: castoldim@asl.varese.it

1. Introduzione

La formaldeide (aldeide formica) è un gas di odore pungente ed irritante che presenta notevoli problematiche legate alle sue proprietà chimico-fisiche (alta reattività e volatilità), tossicologiche e alla sua cancerogenicità. L'esposizione professionale principale è soprattutto di tipo inalatorio e può avvenire nelle fasi di produzione e utilizzo della formaldeide e/o produzione di composti ottenuti dalla formaldeide e/o dall'utilizzo di questi prodotti come intermedi di lavorazione.

La Comunità Europea, alla quale l'Italia fa riferimento, classifica la formaldeide come cancerogeno di categoria 3, con frase di rischio R40 (possibilità di effetti cancerogeni – prove insufficienti). Analoga classificazione è fatta da altri enti internazionalmente riconosciuti, mentre lo IARC lo ha inserito dal giugno 2004 in classe 1, ovvero cancerogeno certo per l'uomo.

2. Materiali

Le resine fenoliche sono resine costituite da fenolo e formaldeide: in funzione del rapporto tra i due reagenti si dividono in novolacche e resoli.

Le novolacche sono polimeri termoplastici: il rapporto aldeide/fenolo è inferiore ad 1, questo determina la formazione di lunghe molecole lineari tenute insieme da ponti -CH₂- che per riscaldamento si spezzano. Quindi questi polimeri possono essere fusi e rimodellati.

I resoli sono polimeri termoindurenti: in questo caso il rapporto tra aldeide e fenolo è superiore ad uno, si formano così strutture reticolari in cui più residui di aldeide fanno da ponte tra catene diverse.

I polimeri termoindurenti una volta trattati se sottoposti ad ulteriore riscaldamento non subiscono più alterazioni strutturali: ciò è dovuto proprio alla loro struttura reticolare.

- Resine termoindurenti ampiamente utilizzate sono:
- resine ureiche che si formano per condensazione di formaldeide con urea
- resine melamminiche costituite da melammina, urea-formaldeide e melammina, fenolo-urea-formaldeide
- resine costituite da resorcina (difenolo) e formaldeide
- resine epossidiche che sono poliesteri costituiti da fenolo ed epossidi.

Lo stampaggio per compressione rappresenta la tecnica di lavorazione più utilizzata per le resine termoindurenti. Trattate ad una temperatura che oscilla tra i 100-170 °C, diventano plastiche e in un tempo più o meno breve induriscono e il materiale diventa infusibile.

3. Campionamento ed analisi

Il Laboratorio Chimico dell'ASL di Varese ha condotto un'indagine per valutare l'esposizione a formaldeide, eventualmente liberatasi come gas, durante la lavorazione delle materie plastiche termoindurenti.

Sono stati effettuati dei campionamenti personali ed ambientali con l'ausilio di campionatori modello GilAir5 della ditta TCR Tecora e campionatori della ditta ZAMBELLI, in grado di aspirare aria a velocità di flusso costante, mediamente tra 0,2 - 0,4 l/minuto.

Per tutte le postazioni, campionamenti di circa 1 ora e 50 minuti hanno permesso di monitorare tutto il ciclo produttivo, mentre in casi particolari sono stati effettuati campionamenti più brevi in corrispondenza delle fasi critiche all'interno del ciclo stesso.

Al termine di ogni prelievo i campioni sono stati trasportati in laboratorio e quindi conservati a 4°C fino all'inizio delle analisi.

Per l'analisi della formaldeide il metodo analitico adoperato è tratto dal Compendium Method TO-11A EPA/625/R-96/010b: Determination of Formaldehyde in Ambient Air using Adsorbent Cartridge followed by High Performance Liquid Chromatography.

I campioni di aria sono stati adsorbiti su specifiche fiale contenenti gel di silice impregnate con 2,4 dinitrofenilidrazina, la quale reagendo con l'aldeide forma il 2,4 difenilidrazone, composto molto stabile ed estremamente rilevabile in spettrometria UV. Le fiale, dopo eluizione con acetonitrile sono state analizzate in HPLC: questa tecnica di analisi risulta molto sensibile.

Il campo di linearità del metodo è 0,07 µg/ml -14,3 µg /ml (0,005 mg/m³ – 0,953 mg/m³), il LOQ è 0.015 mg/m³.

4. Risultati

Le aziende oggetto della nostra indagine sono tutte appartenenti al comparto delle lavorazioni delle plastiche termoindurenti.

Abbiamo riscontrato che la maggior parte utilizzano bakelite, quindi una resina fenolica, come materia prima e in minima parte utilizza una resina ureica.

Dalla nostra indagine è emerso che per la maggior parte delle aziende interessate i valori di formaldeide osservati risultano essere notevolmente inferiori al limite di esposizione consigliato.

In due casi invece è stato necessario un ulteriore approfondimento, in quanto il limite di esposizione soglia indicato dall' ACGIH, ovvero 0.37 mg/m³ come ceiling, è risultato superato. I successivi campionamenti sono stati finalizzati ad identificare le possibili fasi critiche del ciclo produttivo: è stato pertanto effettuata un'analisi del processo produttivo e monitorate le fasi di maggiore esposizione da parte di alcuni operatori attraverso campionamenti più brevi.

I risultati, riportati sotto, dimostrano che il rischio è tutt'altro che moderato in alcuni casi, se si considera che il limite convenzionalmente accettato come riferimento è un limite-soglia. Questa tipologia di limite (ceiling) rende anche inadeguata la

tecnica di campionamento da noi adoperata perché essa non permette il confronto dei valori sperimentali con il limite stesso non evidenziando il picco di esposizione, ma stimando solo l'esposizione mediata nel periodo di monitoraggio. Viceversa, si può anche ritenere inadeguato il tipo di limite consigliato (ceiling, appunto) rispetto alle possibili tecniche di indagine: non a caso agenzie internazionalmente riconosciute (es. NIOSH) prevedono dei limiti TWA (time waiting averaged) più adeguati per una valutazione del rischio di esposizione.

I risultati di questa esperienza nella provincia di Varese incoraggiano un approfondimento più strutturato e vasto dell'effetto di alcune lavorazioni sulla salute dei lavoratori e del potenziale rischio connesso. In particolare si intende rivolgere in futuro l'attenzione, oltre al comparto delle plastiche termoindurenti, anche a quello delle termoplastiche ancora ampiamente presenti sul territorio.

Campionamento	Postazione	Resina utilizzata	Quantità di resina utilizzata l'ora	Volume di aria campionato (m ³)	Formaldeide (mg/m ³)
Personale addetto pressa	Area stampaggio Zona presse	Bakelite (resina fenolica)	14 kg	0,0342	<0,015
Personale addetto pressa				0,0336	<0,015
Personale addetto pressa				0,0336	<0,015
Ambientale				0,0336	<0,015
Ambientale	Area stampaggio Zona pastigliatrice			0,0336	<0,015
Ambientale	Area stampaggio Zona rifinitura			0,0336	<0,015
Ambientale	Esterno			0,0336	<0,015

Tabella 1
Ditta A

Campionamento	Postazione	Resina utilizzata	Quantità di resina utilizzata l'ora	Volume di aria campionato (m ³)	Formaldeide (mg/m ³)
Personale addetto pressa	Area stampaggio	Bakelite, Decal (resine fenoliche) Duresco/ciba (resine epossidiche)	81 kg	0,0282	<0,015
Personale addetto pressa				0,0282	<0,015
Personale addetto pressa				0,0288	<0,015
Ambientale				0,0288	<0,015
Ambientale				0,0282	<0,015
Ambientale				0,0376	<0,015
Ambientale	Esterno			0,0282	<0,015

Tabella 2
Ditta B

Campionamento	Postazione	Resina utilizzata	Quantità di resina utilizzata l'ora	Volume di aria campionato (m ³)	Formaldeide (mg/m ³)
Personale addetto pressa	Area stampaggio	Bakelite (resine fenolica)	12 kg	0,0306	<0,015
Personale addetto pressa				0,0312	<0,015
Ambientale				0,039	<0,015
Ambientale	Esterno			0,0408	<0,015

Tabella 3
Ditta C

Campionamento	Postazione	Resina utilizzata	Quantità di resina utilizzata l'ora	Volume di aria campionato (m ³)	Formaldeide (mg/m ³)
Personale addetto pressa	Area stampaggio	Urokem (resina ureica)	70 kg	0,0315	0,275
Personale addetto pressa				0,0315	0,403
Ambientale	Fondo capannone			0,0315	0,338
Ambientale	Esterno			0,0315	0,044

Tabella 4

Ditta D
I monit.

Campionamento	Postazione	Resina utilizzata	Quantità di resina utilizzata l'ora	Volume di aria campionato (m ³)	Formaldeide (mg/m ³)
Personale addetto pressa	Area stampaggio	Urokem (resina ureica)	70 kg	0,0318	<0,015
Ambientale				0,0306	0,017
Ambientale	Fondo capannone			0,0300	0,032
Ambientale	Esterno			0,0400	<0,015

Tabella 5

Ditta D
II monit.

Campionamento	Postazione	Resina utilizzata	Quantità di resina utilizzata l'ora	Volume di aria campionato (m ³)	Formaldeide (mg/m ³)
Personale addetto pressa	Area stampaggio	Urokem (resina ureica)	70 kg	0,0339	0,017
Ambientale				0,0268	<0,015
Ambientale	Fondo capannone			0,0333	<0,015
Ambientale	Esterno			0,0342	<0,015

Tabella 6

Ditta D
III monit.

Campionamento	Postazione	Resina utilizzata	Quantità di resina utilizzata l'ora	Volume di aria campionato (m³)	Formaldeide (mg/m³)
Ambientale	Reparto espansione	Bakelite (resina fenolica)	14 kg	0,0312	0,790
Personale addetto 1	Reparto espansione			0,0324	0,784
Personale addetto 2	Reparto espansione			0,0324	0,962
Personale addetto 3	Reparto taglio			0,0312	<0,015
Ambientale	Reparto taglio			0,0309	<0,015
Ambientale	Reparto stagionatura			0,0318	<0,015
Ambientale	Esterno			0,053	0,018

Tabella 7

Ditta E
I monit.

Campionamento	Postazione	Resina utilizzata	Quantità di resina utilizzata l'ora	Volume di aria campionato (m³)	Formaldeide (mg/m³)
Ambientale	Esterno			0,0715	<0,015
Ambientale	Reparto espansione	Bakelite (resina fenolica)	14 kg	0,0390	0,081
Personale addetto 1	Reparto espansione			0,0366	0,072
Personale addetto 2	Reparto espansione			0,0378	0,291

Tabella 8

Ditta E
II monit.

Campionamento	Postazione	Resina utilizzata	Quantità di resina utilizzata l'ora	Volume di aria campionato (m ³)	Formaldeide (mg/m ³)
Ambientale	Reparto espansione	Bakelite (resina fenolica)	50 kg	0,0285	0,015
Personale addetto 1	Reparto espansione			0,0344	0,080
Personale addetto 2	Reparto espansione			0,0421	0,166
Personale addetto 1	Apertura forno reparto espansione			0,0107	0,173
Personale addetto 2	Apertura forno reparto espansione			0,0126	0,416

Tabella 9
Ditta E
III monit.

Bibliografia

Legambiente - Dossier Formaldeide. Un cancerogeno per l'uomo accertato nella nostra vita. Proposte normative e per la riduzione dell'esposizione - 2006

IARC - Summary of data reported and evaluation – 2006; 88:5.1-5.5.

<http://www.osha.gov/>

<http://www.cdc.gov/niosh>

<http://www.acgih.org>

<http://www.airc.it>

<http://www.epa.gov/>

Infortunati e malattie professionali nel comparto plastica - gomma in provincia di Varese

E. Marchese^{*}, D. Calderini, M.R. Castoldi

*Servizio Prevenzione Sicurezza Ambienti Lavoro (SPSAL), Dipartimento di Prevenzione Medico,
ASL della provincia di Varese, Varese*

Riassunto. Il comparto produttivo gomma – plastica in provincia di Varese viene analizzato relativamente agli aspetti inerenti agli infortuni positivi sul luogo di lavoro e alle malattie professionali manifestatesi. Vengono quindi illustrati i materiali e i metodi utilizzati per indagare tali realtà. Successivamente si illustrano i risultati più significati ottenuti a riguardo di: numerosità unità operative e addetti del comparto, tasso grezzo degli infortuni indennizzati, numero degli infortuni totali e numero infortuni che hanno condotto ad inabilità permanente, natura, agente e sede dell'infortunio e altri parametri ritenuti rilevanti; si procede quindi al confronto dei dati, relativi ad infortuni e malattie, con gli altri settori produttivi presenti in provincia. Infine vengono illustrate le principali situazioni che possono condurre ad infortuni e malattie professionali e viene riportato un breve commento relativo ai dati ottenuti.

Parole chiave: Infortuni; malattie professionali; macchine; ambiente di lavoro.

1. Introduzione

Nel più ampio discorso relativo alla sicurezza del comparto della lavorazione della gomma - plastica, è di rilevante importanza una analisi dell'andamento degli infortuni e delle malattie professionali nel settore, relativamente agli anni dal 2000 al 2005.

Durante le lavorazioni numerose sono le occasioni in cui si possono verificare infortuni: scivolamento, cadute a livello, caduta di materiale dall'alto, urti, schiacciamenti, ed altri. Non meno importanti appaiono pure i rischi per la salute legati fondamentalmente all'utilizzo di sostanze chimiche, all'utilizzo di macchine e

^{*} *Telefono:* 0332 277749 *Fax:* 0332 260774
Indirizzo: Via Ottorino Rossi, 9 – 21100 Varese
E-mail: marchese@asl.varese.it

attrezzature, all'ambiente di lavoro, alla movimentazione di carichi, ai movimenti ripetuti ed all'organizzazione del lavoro.

Relativamente alle malattie professionali - oltre alla casistica eterogenea delle malattie non tabellate - è da porre particolare attenzione ai casi di ipoacusia.

2. Materiali e metodi

Per estrapolare i dati relativi agli infortuni del comparto gomma – plastica è stato utilizzato il database flussi informativi inail – ispesl regioni e province autonome. Si è scelto di estrarre dall'universo dei flussi i dati relativi al gruppo ateco DH della provincia di Varese (che è apparso come il più rappresentativo del settore, anche se è probabile che una piccola percentuale dei dati delle aziende che lavorano plastica possa essere dispersa anche all'interno di altri comparti) e si è quindi lavorato su questo set di elementi.

3. Risultati

Si riporta di seguito una selezione particolarmente significativa dei dati elaborati.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	TOTALE
PAT del gruppo ATECO DH	1097	1099	1100	1074	1003	963	6336
PAT totali	57575	57979	59901	60364	59002	59287	354108
Tot. Dipendenti PAT gruppo ATECO DH	12089	12417	11824	12618	13012	nd	61960
Tot. Dipendenti	262556	271209	273355	279431	279571	nd	136612 2

Tabella 1
Aziende del gruppo ateco DH e Totale dipendenti aziende del gruppo ateco DH

Come è stato rilevato anche durante le indagini sul campo, le ditte che si occupano di lavorazione di gomma – plastica attraversano una congiuntura negativa (soprattutto nel caso dei terzisti) e la loro numerosità è in calo. In controtendenza è invece il dato degli occupati del settore che risultano in crescita; per spiegare questa

situazione si avanzano due ipotesi, la prima è che tale dato potrebbe essere il risultato del crescente numero di operai extracomunitari regolarizzati, la seconda è che a fronte della chiusura delle ditte con minore numeri di addetti (piccolissime imprese), si è invece avuto un rafforzamento delle realtà produttive medio piccole con leggero incremento delle assunzioni.

Anno	Localizzazione	Tasso grezzo
2000	Italia	54,90
	Lombardia	46,4
	Varese	57,4
2001	Italia	53,63
	Lombardia	44,3
	Varese	59,2
2002	Italia	49,95
	Lombardia	41,9
	Varese	52,5
2003	Italia	46,42
	Lombardia	41,7
	Varese	54,3
2004	Italia	41,55
	Lombardia	34,7
	Varese	46,8

Tabella 2

Tasso grezzo infortuni indennizzati

Dalla tabella si vede che la provincia di Varese ha avuto sempre, ne periodo 2000 – 2004 un tasso di infortuni indennizzati superiore sia alla realtà italiana, sia alla realtà regionale.

Anno accadimento	N° infortuni totali	N° infortuni con inabilità permanente
2000	732	32
2001	772	19
2002	653	17
2003	724	37
2004	649	33
2005	577	16

Tabella 3

Numero infortuni totali e con inabilità permanente

Il numero di infortuni totali positivi sul luogo di lavoro ha complessivamente un andamento decrescente (ad eccezione di due picchi del 2001 e 2003); la percentuale di

inabilità permanenti è pari a circa il 3,7% del totale, con una tendenza piuttosto variabile nell'ultimo triennio.

Tabella 4 Natura degli infortuni

Anno	Contusione	Ferita	Lussazione, distorsione	Frattura	Lesioni da altri agenti	Corpi estranei	Perdita anatomica	Lesioni da sforzo	Lesioni da infezioni parassiti	Sconosciuta
2000	261	235	99	71	25	17	11	12	0	1
2001	251	245	132	65	40	25	7	4	1	2
2002	202	221	105	59	26	24	10	4	1	1
2003	240	222	122	61	30	24	15	10	0	0
2004	204	220	109	54	29	20	4	8	0	1
2005	180	203	94	50	15	21	4	7	0	3

Per quanto riguarda la natura delle lesioni si evidenziano con maggior frequenza , per circa il 50% del totale, contusioni e ferite. I casi di lesioni gravi, ovvero con perdita anatomica, si verificano con una frequenza pari a circa lo 0,8% del totale.

Tabella 5 Agente causale degli infortuni

Agente	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Sconosciuto	37	88	352	230	161	204
Macchine	84	89	72	107	119	112
Mezzi sollevamento e trasporto	70	58	17	30	39	25
Impianti	0	0	2	8	3	2
Impianti di distribuzione	0	0	1	4	4	2
Attrezzature apparecchiature attrezzi utensili	131	124	43	68	73	54
Materiali sostanze radiazioni	143	151	72	141	113	79
Ambienti di lavoro	77	102	56	84	79	70
Persone animali e vegetali	1	4	6	3	3	4
Recipienti e contenitori	36	24	18	27	20	14
Parti di macchine	153	132	14	22	35	11
Totale	732	772	653	724	649	577

Gli agenti causali sono prevalentemente parti di macchine, materiali, attrezzi ed utensili (circa il 60% del totale).

Tabella 6 Sedi lesioni

Anno	Mano, pollice, ...	Braccio, gomito, ...	Caviglia, piede, ...	Cingolo pelvico, coscia, ...	Occhio, orecchio	Cranio	Cingolo toracico	Colonna vertebrale	Faccia	Parete toracica	Organi interni	Collo	Vertebre + midollo	Sconosciuta
2000	326	109	69	54	42	39	30	27	5	18	5	5	2	1
2001	363	72	103	65	41	30	14	29	28	17	4	3	1	2
2002	315	65	73	59	35	24	12	28	18	16	2	3	2	1
2003	323	75	88	62	41	25	21	36	27	15	5	1	5	0
2004	301	78	61	64	37	27	21	29	16	7	5	1	1	1
2005	269	57	72	56	33	22	16	21	10	14	0	2	2	3

Le sedi maggiormente interessate dagli eventi infortunistici sono le dita e la mano, gli arti superiori e le relative articolazioni, il piede e gli arti inferiori. Le lesioni meno frequenti riguardano gli organi interni, il collo ed il midollo spinale.

Tabella 7 Età infortunati

Anno	Indeterm.	15-17 anni	18-29 anni	30-40 anni	41-50 anni	51-60 anni	61-65 anni	Oltre 65 anni
2000	0	8	281	266	141	33	0	3
2001	3	10	283	278	138	56	4	0
2002	0	3	225	255	123	43	4	0
2003	0	5	260	280	136	39	3	1
2004	0	2	238	240	128	37	3	1
2005	0	2	159	241	128	46	1	0

La fascia di età maggiormente coinvolta è risultata quella tra i 18 ed i 40 anni a fronte di un dato occupazionale che vede maggiormente rappresentata invece la fascia di età compresa fra i 35 ed i 64 anni.

Tabella 8 Giornate di assenza causa infortunio

Giorni assenza	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1 - 7	177	171	160	162	137	128
8 - 30	399	427	354	393	360	307
31 - 40	35	38	36	42	34	35
più di 40	119	132	97	126	114	106
Sconosciuto	2	4	6	1	4	1

Dalla tabella si rileva che le giornate di assenza a causa degli infortuni sono nella maggior parte dei casi comprese tra 8 e 30 giorni, seguite da prognosi di 1-7 giorni. È da notare il numero tutt'altro che esiguo di infortuni che hanno comportato una assenza dal lavoro superiore ai 40 giorni.

Tabella 9 Confronto con altri comparti per infortuni positivi sul luogo di lavoro

Gruppi ATECO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	TOTALE
F Costruzioni	1340	1285	1320	1372	1440	1322	8079
I Trasporti	1505	1540	1401	1168	1137	1060	7811
DJ Industria metalli	1288	1194	1208	1136	1056	987	6869
DK Industria meccanica	1025	983	998	905	797	726	5434
DH Industria gomma	732	772	658	724	649	577	4112
K Attività immobiliari	691	682	654	572	575	639	3813
DB Industria tessile	677	637	575	582	541	407	3419
G52 Commercio dettaglio	440	430	474	478	515	451	2788
N Sanità	437	386	434	391	409	412	2469
H Alberghi e ristoranti	461	404	417	380	372	341	2375
G51 Commercio ingrosso	262	284	247	239	342	299	1673
DL Industria elettrica	260	303	260	230	229	215	1497
G50 Commercio riparazione auto	195	196	208	209	182	208	1198
DE Industria carta	224	264	186	191	186	127	1178
O Servizi pubblici	192	187	205	194	195	197	1170
DG Industria chimica	206	185	213	188	189	167	1148
DM Industria mezzitransporto	179	202	191	180	180	205	1137
DA Industria alimentare	179	168	166	170	192	148	1023
L Pubblica amministrazione	157	140	148	134	132	144	855
DI Industria non metalliferi	147	139	115	118	97	99	715
DD Industria legno	96	110	87	91	83	102	569
DN Altre industrie	107	86	103	83	103	77	559

Relativamente al numero di infortuni positivi sul luogo di lavoro in provincia di Varese il gruppo ateco DH si trova al quinto posto.

Tabella 10 Confronto con altri comparti per infortuni gravi sul luogo di lavoro

Gruppi ATECO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	TOTALE
F Costruzioni	325	335	318	354	398	350	2080
I Trasporti	318	323	312	301	307	276	1837
DJ Industria metalli	211	226	215	222	219	188	1281
DK Industria meccanica	171	156	169	165	124	143	928
K Attività immobiliari	133	130	128	132	118	136	777
DH Industria gomma	124	142	106	136	121	113	742
DB Industria tessile	136	124	123	129	109	92	713
G52 Commercio dettaglio	73	67	93	84	94	86	497
N Sanità	78	64	80	82	91	94	489
H Alberghi e ristoranti	64	83	52	69	64	54	386
G51 Commercio ingrosso	59	63	39	53	80	63	357
DL Industria elettrica	50	45	56	39	44	46	280
O Servizi pubblici	34	52	49	48	51	43	277
G50 Commercio riparazione auto	54	35	36	52	36	42	255
DA Industria alimentare	38	42	45	39	49	33	246
DE Industria carta	41	56	35	33	42	36	243
DG Industria chimica	40	31	39	32	34	31	207
L Pubblica amministrazione	35	35	37	34	31	34	206
DM Industria mezzi trasporto	32	45	32	27	29	40	205
DD Industria legno	27	30	28	29	25	32	171
DI Industria non metalliferi	23	25	30	20	20	25	143
DN Altre industrie	21	24	17	22	34	23	141

Mentre per gli infortuni gravi sul luogo di lavoro il gruppo ateco DH si trova al sesto posto.

Tabella 11 Malattie professionali manifestatesi, confronto con gli altri comparti

Gruppi ATECO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	TOTALE
DJ Industria metalli	13	22	36	37	24	28	160
F Costruzioni	13	22	26	15	23	20	119
DB Industria tessile	7	12	17	10	11	13	70
DK Industria meccanica	16	9	9	12	11	12	69
DL Industria elettrica	0	5	6	7	3	15	36
DM Industria mezzi trasporto	7	2	7	4	9	7	36
DH Industria gomma	2	8	4	8	5	6	33
N Sanità	1	2	6	5	8	9	31
DI Industria non metalliferi	1	2	9	5	3	2	22
DE Industria carta	3	4	1	9	3	1	21
DG Industria chimica	4	7	6	2	1	1	21
I Trasporti	1	1	5	4	6	2	19
G50 Commercio riparazione auto	1	2	3	2	1	6	15
K Attività immobiliari	1	3	1	3	3	4	15
O Servizi pubblici	0	1	3	5	3	3	15
DA Industria alimentare	1	2	2	2	4	2	13
DD Industria legno	1	3	3	1	0	1	9
C Estrazione minerali	2	1	1	0	2	3	9
DC Industria conciaria	0	1	1	3	1	1	7
G52 Commercio dettaglio	1	1	2	0	0	2	6
L Pubblica amministrazione	1	0	2	1	0	2	6
A Agrindustria	0	0	1	0	1	2	4
G51 Commercio ingrosso	0	0	1	2	1	0	4
H Alberghi e ristoranti	0	0	0	1	3	0	4
J Intermediazione finanziaria	1	0	1	0	0	2	4
E Elettricità gas acqua	0	0	2	0	0	0	2
DN Altre industrie	1	0	0	0	0	0	1
M Istruzione	0	0	0	0	0	1	1

Per il numero di malattie professionali manifestatesi il gruppo ateco DH si colloca al settimo posto.

Tabella 12 Malattie professionali manifestatesi del gruppo ateco DH

Malattia professionale	2000	2001	2002	2003	2004	2005	TOT
Sconosciuta	0	1	0	0	0	0	1
Ipoacusia da frantumazione o macinazione ai frantoi, molini per resine sintetiche, ecc	0	1	1	2	0	1	5
Mal. osteoarticolari e angioneurotiche da lavorazioni con motoseghe(?)	0	0	0	0	1	0	1
Malattia professionale non tabellata, o contratta in lavorazioni non tabellate	2	4	5	6	4	5	26
TOTALE	2	6	6	8	5	6	33

Si può osservare come la maggior parte delle malattie professionali del comparto rientrano nella casistica eterogenea delle malattie non tabellate, si possono quindi segnalare i casi di ipoacusia, causati da esposizione ad inquinamento sonoro di diversa entità generato dai macchinari presenti nei reparti.

4. Considerazioni conclusive

Nel settore gomma – plastica l'utilizzo inappropriato di attrezzature e mezzi d'opera può portare il lavoratore ad andare incontro ad infortuni: la problematica infortunistica legata all'utilizzo di macchine è di primaria importanza in tutto il ciclo lavorativo, dal magazzino all'attività di stampa.

Il rischio di infortunio è legato soprattutto alla presenza di organi meccanici in movimento, all'uso di attrezzi ed utensili o alla presenza di sollevatori elettrici.

Particolari fonti di pericolo si possono rendere evidenti in occasione delle operazioni di manutenzione, durante le quali vengono utilizzati una serie di attrezzi, più o meno semplici, anche con organi in movimento o alimentati elettricamente.

Le lesioni derivano sia da proiezioni di materiale (schegge o polvere), sia da taglio o contusioni e quindi risultano ferite, amputazioni, emorragie e fratture; non è da dimenticare la possibilità di lesioni da corrente elettrica (elettrocuzione) che può portare ad infortuni di grande entità con esiti mortali.

La problematica infortunistica legata agli agenti chimici si presenta in forma limitata e relativamente ad alcune fasi del ciclo lavorativo.

Possibilità di imbrattamenti, getti e schizzi si possono presentare dove vengano ancora utilizzati additivi in forma liquida, con procedure che prevedono la manipolazione diretta da parte dell'addetto.

Dall'analisi degli infortuni del settore sia a livello del territorio di Varese che nazionale, risulta che gli infortuni legati ad agenti chimici costituiscono un'estrema minoranza del totale, oltre che mostrarsi di modesta gravità.

Relativamente alle malattie professionali si può osservare che le macchine e gli utensili utilizzati nei processi di stampaggio delle materie plastiche e di macinazione degli scarti sono fonti di esposizione ad inquinamento sonoro di diversa entità, che vanno tenute nella dovuta considerazione ai fini della valutazione dei rischi per la salute e della programmazione delle misure di miglioramento.

L'esposizione protratta nel tempo a rumori elevati durante l'attività lavorativa può provocare danni irreversibili all'udito con sordità più o meno grave.

Come ultima osservazione si può affermare che l'analisi statistica dei dati infortunistici rileva una buona correlazione con la "fotografia" del comparto quale è stata rilevata in occasione dello studio sul campo del settore. Le principali e più frequenti carenze dal punto di vista della sicurezza sono risultate infatti quelle legate alla movimentazione di materiali, agli spazi quasi sempre estremamente ristretti per il personale addetto, all'ingombro delle vie di transito e di lavoro. Permangono problematiche legate alla sicurezza delle macchine anche se in una buona parte dei casi superate dai sistemi di protezione della zona di stampaggio mediante cancelli o schermi interbloccati, per quanto riguarda le presse a iniezione e compressione. Alcune problematiche sono ancora presenti nelle attività di calandratura, soprattutto in occasione di interventi di manutenzione e di "incorsatura".

Bibliografia

Database flussi informativi inail-ispesl regioni e province autonome

Prevenzione e sicurezza nelle aziende della gomma-plastica: manuale per gli RLS del comparto

D. Marcucci*

Filcem CGIL Lombardia

Riassunto. Il manuale è un volume di divulgazione, uno strumento di supporto per gli RLS che operano nel comparto della gomma plastica, utile anche per quanti in azienda si occupano di prevenzione e tutela della salute e sicurezza dei lavoratori. Questo lavoro è stato promosso proprio perché riteniamo che questo sia un settore particolarmente a rischio, e che sia fondamentale la partecipazione del RLS e dei lavoratori al percorso di prevenzione. È stato impostato perché fosse di facile consultazione anche per un semplice lavoratore, ma mai superfluo o approssimativo. Questa è la seconda edizione aggiornata del volume. La qualità del lavoro è stata riconosciuta (nel 2002 – prima edizione) con il 1° premio nella "Rassegna-concorso dei materiali per l'educazione alla salute e sicurezza" nell'ambito del Convegno annuale sull'ambiente e sicurezza del lavoro che si tiene a Modena. Il manuale è diviso in tre parti: l'industria della gomma, della plastica ed il contratto di lavoro, oltre a diverse schede informative relative a specifici aspetti

Parole chiave: Divulgazione; strumento; contratto; partecipazione.

1. Introduzione

Il settore della gomma e plastica segnala un alto numero di infortuni: è quinto nella graduatoria INAIL tra tutti i settori per frequenza di accadimento, mentre i settori della chimica e del petrolio chiudono la classifica. La nostra categoria, la Filcem, rappresenta i lavoratori chimici, farmaceutici, della gomma plastica, gli elettricisti e dell'energia petrolio, del vetro e delle piastrelle, del settore gas acqua e delle lampade, della concia e dei coibenti. Il settore che maggiormente ci preoccupa è proprio quello della gomma plastica. Difatti a fronte dei dati infortunistici e delle condizioni di sicurezza e salute presenti, abbiamo scelto di promuovere un intervento straordinario di sensibilizzazione e di formazione. Il volume vuole essere una risposta

* *Telefono:* 02 4676291 *Fax:* 02 46762930
Indirizzo: Piazza de Angeli, 1 – 20146 Milano
E-mail: domenico.marcucci@cgil.lombardia.it

concreta volta ad informare l'RLS ed a guidarlo nell'attività di prevenzione in azienda ed essere materiale per la sua formazione. Il volume è frutto, oltre che opera di divulgazione della letteratura presente, dalle esperienze maturate nel settore, dai materiali, schede ed elaborati, utilizzati nella specifica formazione e dei contributi puntuali di vari RLS. Il volume si presenta ricco di illustrazioni (disegni e vignette), e volutamente usa un approccio che tende a sdrammatizzare ed a rendere "leggibile" il contenuto. Non è spaventando che si motiva alla prevenzione, ma tracciando i possibili sentieri per migliorare e gestire i rischi, nella consapevolezza e con volontà positiva.

2. La struttura del volume

Il volume è diviso in tre parti una prima relativa al settore della gomma, una seconda riporta le parti ambiente e sicurezza dello specifico CCNL (Contratto collettivo nazionale di lavoro), la terza riguarda il settore della plastica.

La prima e la terza sono una guida alla lettura del documento di valutazione dei rischi che l'azienda deve predisporre, e nel caso ad evidenziarne le eventuali mancanze. Difatti si prende per mano il lettore e lo si guida a riconoscere il ciclo produttivo ed i rischi connessi.

Ogni settore è esaminato partendo dalla descrizione delle attività (il processo produttivo), quindi sono esaminati i relativi fattori di rischio ed i possibili danni alla salute, quindi vengono proposte delle possibili soluzioni, infine è riportato un esemplificativo protocollo di sorveglianza sanitaria e la legislazione vigente. La prima parte è completata da sei schede informative relative a: "La lavorazione dei cavi", "La lavorazione dei tubi di gomma", "La produzione della gomma spalmata", "I composti emessi dalla lavorazione della gomma", "Il rischio cancerogeno nell'industria della gomma", "Le materie prima utilizzate". La seconda parte riporta il testo del CCNL rinnovato nel giugno del 2004 relativo all'"Ambiente di lavoro – Rappresentanza per la sicurezza" (art.42) e "Prevenzione, igiene e sicurezza" (art.43), vi è anche un estratto dell'accordo Interconfederale del giugno 1995 relativo alle modalità di consultazione del RLS e le informazioni e documentazione aziendale (punti 2.2. e 2.3). La terza parte è relativa alla industria della plastica. Parte dalla descrizione delle attività, segue poi l'analisi dei fattori di rischio, quindi i danni alla salute e all'ambiente, le soluzioni e bonifiche, il protocollo di sorveglianza sanitaria e infine la legislazione. Anche questa terza parte è completata da schede: "I polimeri più diffusi", "I principali additivi in uso", "Composti emessi dal polietilene", "Composti emessi dal polipropilene", "Composti emessi dal polistirene", "Composti emessi dall'ABS", "Pericoli associati alla manipolazione delle sostanze chimiche". Questa ultima scheda illustra le caratteristiche dell'etichettatura (simboli e indicazioni di pericolo), e riporta l'elenco delle frasi di rischio e dei consigli di prudenza. Chiude il volume una sintetica bibliografia.

3. La parte dedicata alla lavorazione della gomma

Nella descrizione delle attività si esamina un processo produttivo standard: l'immagazzinamento e la dosatura delle materie prime, il confezionamento della mescola e la mescolatura di ripresa, la calandratura (vedi fig.1), lo stampaggio e vulcanizzazione con presse, i cicli dello stampaggio (pastigliatura, preriscaldamento, caricamento del materiale nello stampo, chiusura lenta dello stampo e degasaggio, vulcanizzazione e indurimento del prodotto), estrusione di tubi e profilati e vulcanizzazione in autoclave, finitura e controllo.

Il secondo capitolo illustra i rischi presenti, partendo da quelli non particolari di una singola lavorazione, per affrontare via via i principali rischi di tutte le fasi prima esaminate (vedi fig.2).

Importante è il capitolo dedicato alle soluzioni e bonifiche, ed anche in questo caso si presentano prima le soluzioni generali e quindi quelle relative ai rischi prima esaminati nelle varie fasi della lavorazione (in alcuni casi sono anche citati gli articoli di legge di riferimento).

Nell'esaminare il protocollo di sorveglianza sanitaria si riportano i principali esami da effettuare ed il monitoraggio biologico.

Dopo il capitolo sulla legislazione, sei schede specifiche chiudono la prima parte; sono relative ad aspetti che meritavano una trattazione puntuale come il rischio cancerogeno, o un elenco delle materie prime utilizzate raggruppate secondo le loro caratteristiche.

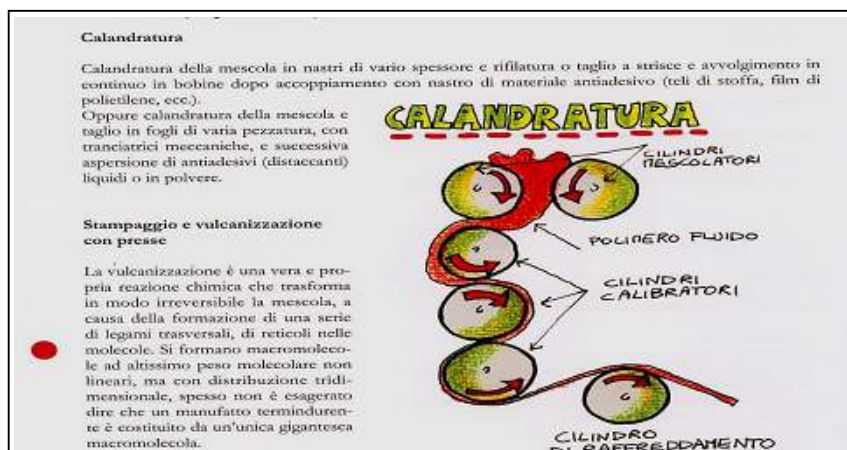


Figura 1

Pagina 20 del volume: si esamina la fase della calandratura

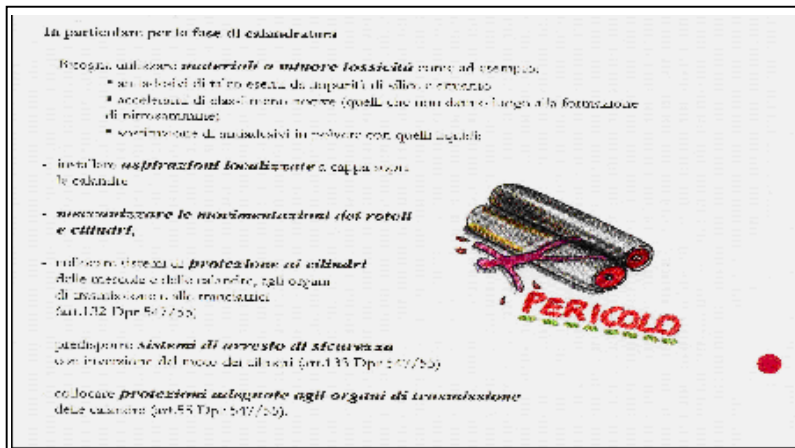


Figura 2

Pagina 33 del volume: i rischi relativi alla fase della calandratura

4. Industria della plastica

Lo sviluppo di questa parte segue lo schema relativo alla gomma. Sono da segnalare le schede presentate, in particolare quelle che elencano le sostanze emesse da alcuni polimeri, per la loro utilità nell'attività di valutazione dei rischi nelle specifica azienda. Non sempre la valutazione dei rischi esaminano compiutamente questi aspetti, che restano non indagati, esponendo i lavoratori ad esposizioni pericolose.

5. Conclusioni

La prevenzione necessita la partecipazione attiva di tutti gli attori presenti in azienda, in un positivo sistema di relazioni con il territorio, a partire dalle Asl.

La premessa per una buona partecipazione è l'informazione e formazione, questo volume vuole essere un contributo in questo difficile lavoro di coinvolgimento e crescita nel miglioramento continuo.

Il ruolo della contrattazione collettiva per la sicurezza nelle aziende della gomma-plastica

P. Villa*

Direttore Area Relazioni Sindacali, Federazione Gomma Plastica

Riassunto. Il contratto collettivo nazionale per le industrie della gomma, plastica e cavi elettrici traduce in norme operative i principi del decreto 626 e dell'accordo interconfederale 22 giugno 1995. Vengono definite le figure e i loro rispettivi ruoli, in un impianto generale volto alla partecipazione, nella diversità dei ruoli e delle responsabilità. Il compito delle parti sociali in materia di sicurezza e salute del lavoro parte dal considerare come l'obiettivo della maggiore sicurezza sia il frutto di più azioni di diversi soggetti. Vi sono responsabilità molteplici e differenziate che coinvolgono il legislatore, il datore di lavoro, i lavoratori, gli enti di controllo. Le parti stipulanti un contratto di lavoro nazionale hanno il compito di definire – per quanto loro compete – un quadro efficace di regole di comportamento all'interno del quale i diversi attori possano esercitare le loro attribuzioni, finalizzate alla salvaguardia della salute e della sicurezza.

Parole chiave: Formazione; Informazione; Prevenzione; Partecipazione.

1. Premessa

Il contratto collettivo nazionale per le industrie della gomma, plastica e cavi elettrici traduce in norme operative i principi del decreto 626 e dell'accordo interconfederale 22 giugno 1995. Vengono definite le figure e i loro rispettivi ruoli, in un impianto generale volto alla partecipazione, nella diversità dei ruoli e delle responsabilità.

Il settore, secondo i dati Istat, conta circa 187.000 addetti, dei quali 43.000 occupati in aziende della gomma, 132.000 della plastica, 12.000 dei cavi elettrici; escluse le aziende artigiane e le piccole industrie, si stima che il contratto collettivo nazionale per l'industria riguardi circa 120.000 addetti, distribuiti prevalentemente nel Nord, ma con significative presenze in tutte le regioni italiane.

* Telefono: 02 439281 Fax: 02 435432
E-mail: p.villa@federazionegommaplastica.it

Il compito delle parti sociali, in materia di sicurezza e salute del lavoro, parte dal considerare come l'obiettivo della maggiore sicurezza è il frutto di più azioni di diversi soggetti. Vi sono responsabilità molteplici e differenziate che coinvolgono il legislatore, il datore di lavoro, i lavoratori, gli enti di controllo. Le parti stipulanti un contratto di lavoro nazionale hanno il compito di definire – per quanto loro compete – un quadro efficace di regole di comportamento all'interno del quale i diversi attori possano esercitare le loro attribuzioni, finalizzate alla salvaguardia della salute e della sicurezza.

2. Il contratto collettivo nazionale

Più in particolare passiamo a esaminare i principali istituti del nostro contratto.

Innanzitutto si definiscono i soggetti della formazione, prevedendo, ad esempio, il numero di rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza e le modalità per la loro elezione. Le funzioni del rappresentante sono dettagliatamente elencate; oltre a recepire quanto già previsto dalla legge in tema di consultazione, partecipazione alle riunioni, informazioni, il nostro contratto nazionale prevede che il rappresentante dei lavoratori – dopo aver eventualmente avvertito il responsabile dell'azienda sui rischi individuati, partecipi ai sopralluoghi specifici sul luogo di lavoro organizzati dal datore di lavoro ed effettuati dal medico competente. Altre disposizioni regolano l'accesso dei rappresentanti ai luoghi di lavoro, o insieme al responsabile aziendale della sicurezza o, in casi di emergenza, autonomamente.

Il rappresentante dei lavoratori ha facoltà di chiedere lo svolgimento della riunione periodica di prevenzione non solo in caso di significative variazioni delle condizioni di sicurezza – come prevede la legge – ma anche in caso di gravi e motivate situazioni di rischio.

Quanto agli strumenti operativi, il contratto nazionale ribadisce le prerogative già stabilite dalla legge in ordine al numero di ore di permesso spettanti, il diritto alla formazione e agli aggiornamenti periodici. Prevede inoltre la possibilità che azienda e rappresentante dei lavoratori concordino l'effettuazione di indagini e di accertamenti specifici sul luogo di lavoro. In tal caso i lavoratori che operano nelle condizioni sotto esame possono delegare fino a 6 loro rappresentanti che partecipano alla discussione con la RSU; qualora tale discussione si svolga in orario di lavoro è previsto il diritto alla normale retribuzione.

Una norma specifica del contratto prevede che non sono ammesse lavorazioni nelle quali l'esposizione ai fattori di rischio chimici, fisici e biologici risulti superiore ai livelli previsti non solo dalle norme di legge o dalle normative comunitarie, ma anche dai TLV suggeriti dalle migliori pratiche.

Specifiche disposizioni riguardano l'igiene del lavoro e la prevenzione, in particolare per ciò che riguarda la possibilità di sottoporre a visita medica i lavoratori non solo nei casi stabiliti dalla legge, ma anche i lavoratori spostati a lavorazioni nocive quando richiesto dagli stessi e ritenuto opportuno.

Nel dettaglio vengono previsti l'utilizzo dei mezzi di protezione individuale forniti dal datore di lavoro, nonché degli indumenti di lavoro, le norme sulla consumazione dei pasti, ecc.

Il contratto nazionale prevede – ormai da tempo – l'istituzione di registri dei dati ambientali per ogni reparto (riportanti gli esiti di indagini su fattori ambientali, fisici e chimici), dei dati statistici sulle visite mediche, sulle assenze per infortunio, malattia professionale e malattia comune.

È prevista la tenuta di una scheda di sicurezza per gli impianti sottoposti a particolari rischi di esplosione, infiammabilità, scoppio ed emissione eccezionale di sostanze pericolose. La scheda registra le fasi rischiose della lavorazione, i dispositivi di sicurezza dell'impianto, le modalità operative per garantire la sicurezza, l'ubicazione dei mezzi di protezione, gli interventi necessari in caso di emergenza. Per gli impianti contenenti sostanze nocive o pericolose suscettibili di venire in contatto con l'operatore, sono inoltre da registrare le caratteristiche chimico fisiche delle sostanze, e la loro classificazione di pericolosità.

Di formazione per la sicurezza si parla anche nella Parte I del CCNL, al Titolo V, laddove è registrato l'impegno contrattuale a collaborare con gli organismi paritetici territoriali per la formazione degli RSL in materia di salute e sicurezza, attraverso l'individuazione di moduli di programmi formativi e l'organizzazione di ulteriori momenti formativi necessari.

3. Quale lettura possiamo dare, oggi, di queste norme contrattuali

La sicurezza è un obiettivo da raggiungere costantemente, attraverso interventi ripetuti e con comportamenti virtuosi di tutti i soggetti interessati. Pertanto anche le norme che le parti contrattuali nazionali si sono date sono suscettibili di miglioramenti e adattamenti progressivi. Tuttavia si può affermare che l'impianto di regole che la categoria si è dato è solido, essenziale, ed efficace; è improntato al rispetto dei ruoli e delle responsabilità e indica come le parti abbiano fatto proprio lo spirito e il significato vero della 626, che non è legge di prescrizioni tecniche ma di metodo, di organizzazione, di regole di rapporti e di responsabilità.

Per dare una completa panoramica dell'impegno delle parti sul tema della sicurezza vanno tuttavia citate altre due iniziative recenti.

4. Corsi di formazione obbligatoria per gli RSPP

A fine 2006 si sono conclusi i corsi di formazione obbligatoria organizzati dalla Federazione Gomma Plastica per i responsabili della sicurezza (RSPP) delle imprese associate. Le lezioni sono state svolte da giugno a dicembre 2006, in collaborazione con la società ARES di Torino, incaricata della didattica. Sono stati rilasciati complessivamente 63 attestati di idoneità ad altrettanti Responsabili o Addetti alla sicurezza che hanno partecipato alle iniziative.

La Federazione, in qualità di associazione datoriale di categoria, è direttamente autorizzata dalla legge ad effettuare la formazione. Si è ritenuto necessario offrire

alle aziende associate un'occasione di formazione specificamente mirata alle esigenze del settore. La maggior parte dei corsi offerti dal mercato sono infatti di tipo generalista, e sono frequentati da soggetti provenienti da diversi settori industriali o dei servizi. Nei nostri corsi, invece, sono state costituite classi omogenee, i cui partecipanti erano accomunati dall'esperienza lavorativa nello stesso settore.

È stato così possibile dar vita a un proficuo scambio di esperienze fra i partecipanti, arricchendo i contenuti formativi con un costante confronto sulla pratica quotidiana della gestione della sicurezza. I corsi si sono svolti a Milano, nella sede della Federazione. Ciascun corso ha avuto una durata complessiva di 120 ore, suddivise in moduli.

La Federazione ha ora in programma – seppure non a breve scadenza – la prosecuzione della formazione dei responsabili della sicurezza. Le “Linee interpretative” dell’Accordo Stato – Regioni emanate il 5 ottobre 2006 precisano infatti che i moduli A e C del corso costituiscono un credito formativo permanente, mentre il modulo B relativo ai rischi specifici della lavorazione ha durata quinquennale; alla scadenza dei 5 anni il soggetto interessato ha pertanto l’obbligo dell’aggiornamento. Il monte ore complessivo dell’aggiornamento (pari a 60 ore complessive per il settore della gomma – plastica) può essere distribuito nel quinquennio. La Federazione si propone pertanto di organizzare brevi seminari di una giornata su temi di attualità nel campo della sicurezza e dell’igiene del lavoro. La frequenza all’insieme di tali iniziative, diluita nell’arco dei 5 anni consentiti, costituirà l’aggiornamento di legge della formazione iniziale.

5. Iniziative per diffondere la formazione continua in materia di sicurezza

La formazione continua è stato un argomento di confronto fra le parti sociali del settore a cavallo tra la fine del 2006 e i primi mesi del 2007. L’occasione è stata offerta da Fondimpresa, l’organismo nazionale che finanzia la formazione continua nelle imprese industriali, che ha emanato l’Avviso n. 1/2006 per il finanziamento di programmi collettivi di formazione continua che riguardino prioritariamente imprese al di sotto dei 200 dipendenti.

Nell’impossibilità di partecipare alla gara (di fatto riservata a soggetti associativi che operano su base provinciale o regionale) la Federazione Gomma Plastica ha sottoscritto con Filcem CGIL, Femca CISL e Uilcem UIL un protocollo di intesa con cui sono stati individuati i principali fabbisogni di formazione continua per i lavoratori del settore, allo scopo di farli rientrare nelle azioni formative progettate dai soggetti territoriali.

I programmi formativi territoriali che terranno conto delle priorità individuate al livello di categoria avranno un titolo di precedenza nella graduatoria di ammissione ai finanziamenti. Va inoltre rilevato che la cooperazione tra il livello territoriale e il nazionale di categoria potrebbe dar vita a iniziative formative capillarmente diffuse fra le imprese, e dal contenuto mirato alle esigenze settoriali.

Le priorità elencate nell'intesa riguardano – fra l'altro – i seguenti temi:

- A) Diffondere le conoscenze relative ai rischi ambientali e alla loro prevenzione
 - Conoscenze relative ai sistemi di gestione ambientale ISO 14001 / EMAS
 - Conoscenze relative alla certificazione integrata ambiente / qualità / prodotto

- B) Diffondere le conoscenze in materia di smaltimento e riciclo
 - Conoscenze sulla classificazione degli scarti e sottoprodotti di lavorazione
 - Possibilità di riutilizzo all'interno e all'esterno del ciclo produttivo degli scarti e sottoprodotti

- C) Diffondere le conoscenze in materia di ambiente di lavoro e di sicurezza delle lavorazioni
 - Normative antinfortunistiche e di igiene del lavoro applicate al settore
 - Linee guida INAIL e ISPESL sui sistemi di gestione della sicurezza sul lavoro.

ASSOCOMAPLAST: oltre 30 anni di attività nella sicurezza

M. Maggiani*

Associazione Nazionale Costruttori di Macchine e stampi per materie Plastiche e gomma

Riassunto. Fondata nel 1960, senza scopo di lucro, ASSOCOMAPLAST raggruppa oggi 173 importanti aziende italiane costruttrici di macchine, attrezzature ausiliarie e stampi per la lavorazione delle materie plastiche e della gomma. Principale scopo di ASSOCOMAPLAST è quello di promuovere la conoscenza e la diffusione in Italia e all'estero della tecnologia per la trasformazione delle materie plastiche e della gomma. In particolare, per conto dell' UNI (Ente Nazionale Italiano di Unificazione) gestisce il Comitato Tecnico "CEN/TC 145" che elabora le norme di sicurezza europee per le macchine per materie plastiche e gomma.

Parole chiave: Sicurezza; Macchine; Prevenzione

1. La storia

Fondata nel 1960, senza scopo di lucro, ASSOCOMAPLAST raggruppa oggi 173 importanti aziende italiane costruttrici di macchine, attrezzature ausiliarie e stampi per la lavorazione delle materie plastiche e della gomma.

Principale scopo di ASSOCOMAPLAST è quello di promuovere la conoscenza e la diffusione in Italia e all'estero della tecnologia per la trasformazione delle materie plastiche e della gomma.

Attraverso la propria società di gestione PROMAPLAST srl, ASSOCOMAPLAST pubblica la rivista mensile MACPLAS e MACPLAS INTERNATIONAL che, con una diffusione totale di 47.000 copie con 7 diverse edizioni, in altrettante lingue - dall'inglese, all'arabo - garantiscono la copertura del mercato mondiale.

Inoltre, PROMAPLAST organizza la mostra internazionale PLAST a Milano (la cui prossima edizione è fissata dal 24 al 28 marzo 2009) e la mostra regionale triennale

* Telefono: 02 82283741 Fax: 02 57512490

Indirizzo: Centro direzionale Milanofiori, palazzo F/3 – 20090 Assago (MI)

E-mail: m.maggiani@assocomoplast.org

MACPLAS (Bari, 21-24 febbraio 2008). Sempre in campo fieristico, PROMAPLAST srl fornisce un supporto organizzativo alla mostra triennale SAMUPLAST di Pordenone e collabora con la mostra PLASTECH di Ancona.

Inoltre ASSOCOMAPLAST, attraverso la società consortile CESAP (Centro Sviluppo Applicazioni Plastiche) fornisce un supporto tecnico per la ricerca e lo sviluppo di nuove tecnologie di trasformazione, di nuovi materiali, la verifica dei requisiti di sicurezza sui macchinari e nell'ambiente di lavoro, per l'assistenza alla certificazione ISO ecc..

Infine ASSOCOMAPLAST, per conto dell' UNI (Ente Nazionale Italiano di Unificazione) gestisce il Comitato Tecnico "CEN/TC 145" che elabora le norme di sicurezza europee per le macchine per materie plastiche e gomma.

ASSOCOMAPLAST aderisce a CONFINDUSTRIA e al Comitato Europeo EUROMAP.

2. Le attività nell'ambito della sicurezza

Come sottolineato nel titolo, da oltre trent'anni ASSOCOMAPLAST è attiva nella sicurezza, aiutando i costruttori di macchine Associati (ma anche i non Associati e le aziende trasformatrici attraverso CESAP) a rispettare ed applicare tutte le normative in vigore sulla sicurezza sia dei macchinari (a partire dal DPR 459/55 fino alla Direttiva Macchine 98/37) sia degli ambienti di lavoro (dal DPR 303/56 al D.Lgs. 626/94).

Al di là di quelli che sono gli obblighi di legge, ASSOCOMAPLAST si è sempre distinta anche nell'ambito delle normative tecniche, volontarie per la sicurezza, creando negli anni '70 le cosiddette "raccomandazioni ASSOCOMAPLAST", in seguito adottate come base per sviluppare le attuali norme armonizzate CEN. Non è un caso che per conto dell'UNI ASSOCOMAPLAST detenga da ormai più di 10 anni Segreteria e Presidenza del TC 145, il Comitato Tecnico Europeo per la sicurezza dei macchinari per la lavorazione delle materie plastiche e della gomma.

Senza entrare nel merito di ogni singola iniziativa, e a titolo del tutto esemplificativo, si riportano alcune delle attività svolte da ASSOCOMAPLAST nell'ambito della sicurezza:

- seminario sulla sicurezza delle macchine presso le ASL di Reggio Emilia e Modena
- seminari in Cina per illustrare ai locali costruttori i contenuti della Direttiva Macchine

- seminari in Tunisia sulla sicurezza nelle aziende trasformatrici
- accordo con l'Agenzia delle Dogane per il controllo della sicurezza delle macchine provenienti dall'Estremo Oriente

- realizzazione di un CD multimediale sulla sicurezza nelle aziende trasformatrici le materie plastiche

- realizzazione con le altre Associazioni delle meccanica strumentale che aderiscono a FEDERMACCHINE di una guida alla "Disciplina delle macchine usate"

Oltre alle iniziative di cui si è fatto cenno poco sopra, ASSOCOMAPLAST organizza regolarmente per le aziende aderenti seminari tecnici di aggiornamento sulle nuove

norme (sia tecniche sia di legge) nonché, attraverso la rivista di settore MACPLAS, pubblica articoli su tutte le tematiche inerenti la sicurezza.

Nonostante la Direttiva Macchine ed il D.Lgs. 626/94 siano in vigore da una decina d'anni circa, purtroppo gli argomenti trattati sono stati solo in parte assimilati e "digeriti".

Per la sicurezza non si fa mai abbastanza e in un periodo non certo facile quale l'attuale, la politica di riduzione dei costi che molte aziende intraprendono sovente va a toccare anche la sicurezza, settore – ahimè – non ritenuto strategico.

Sebbene il comparto della lavorazione delle materie plastiche non sia certo fra i più pericolosi (se paragonato, per esempio, all'edilizia) non di meno, ad ogni occasione ASSOCOMAPLAST intende ribadire l'importanza di lavorare in ambienti sicuri, rispettando le leggi a qualsiasi costo (anche economico).

INDICE PER AUTORI

Antoniazzi E., 116
Foà V., 13
Boni M., 121
Calderini D., 129
Castoldi M.R., 34, 87, 121, 129
Cavallo D.M., 57
Cirila A.M., 47, 70, 116
Cirila P.E., 13, 47, 70
Cutugno V., 121
Filipponi A., 116
Fustinoni S., 57, 80
Galli L., 116
Longhi O., 57
Lionetti C., 57, 121
Maggiani M., 148
Marchese E., 34, 129
Marcucci D., 139
Martinotti I., 13, 47
Mossini E., 70, 92
Scarpa M., 57
Tieghi S., 20
Tiso C., 34, 87
Villa P., 143

Questo volume è stato realizzato da
Centro Italiano Medicina Ambiente e Lavoro (CIMAL)
e terminato nel mese di maggio 2007 in Milano

