

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

SCUOLA DI SCIENZE

Dipartimento di Chimica Industriale “Toso Montanari”

Corso di Laurea Magistrale in:

Chimica Industriale

**VALUTAZIONE DEL RISCHIO CHIMICO APPLICATA IN
STABILIMENTO DI PRODUZIONE DI TESSUTI IN RESINE DI
POLIVINILCLORURO**

Tesi di laurea sperimentale

CANDIDATO

Gilles Zalambani

RELATORE

Prof. Loris Giorgini

CORRELATORE

Dott. Cesare Casalini

(Vulcaflex Spa)

Dott.ssa Chiara Leonardi

Sessione III

Anno Accademico 2014 – 2015

“Ai miei compagni di classe.”

Sommario

1	Scopo.....	7
	GLOSSARIO	8
2	Introduzione.....	11
2.1	POLIVINILCLORURO – MERCATO ED UTILIZZO.....	11
2.1.1	Vulcaflex SpA.....	12
2.2	PRODUZIONE DI RESINE PVC.....	13
2.2.1	Produzione del monomero e polimerizzazione [4].....	13
2.2.2	Polimerizzazione in sospensione.....	14
2.2.3	Polimerizzazione in emulsione.....	15
2.2.4	Polimerizzazione in massa o Bulk.....	15
2.2.5	Copolimeri e post trattamenti	16
2.2.6	Post-clorurazione del PVC.....	16
2.3	Additivi [4].....	16
2.3.1	Stabilizzanti per il calore [4].....	17
2.3.2	Plastificanti [4].....	22
2.3.3	Antimpattanti.....	32
2.3.4	Ausiliari di processo	32
2.3.5	Lubrificanti [4].....	33
2.3.6	Riempitivi o cariche.....	33
2.3.7	Antifiamma e antifumo	33
2.3.8	Pigmenti [4].....	34
2.3.9	Altri additivi [4].....	34
2.3.9.1	Biocidi.....	34
2.3.9.2	Rigonfianti o agenti espandenti	35
2.3.9.3	Antiossidanti e stabilizzanti alla luce.....	35
3	Normativa vigente.....	37
3.1	LEGISLAZIONE.....	37
3.1.1	Classificazione	37
3.1.2	Etichettatura	44
3.2	IL MODELLO MOVARISC [111].....	44
3.2.1	Premessa	44
3.2.2	Il modello per la valutazione del rischio derivante da esposizione ad agenti chimici pericolosi.....	45

3.2.3	Criteri per l'identificazione dell'indice P	48
3.2.4	Attribuzione dei coefficienti (score).....	49
3.2.5	Determinazione dell'indice di esposizione per via inalatoria (E_{INAL})	51
3.2.6	Determinazione dell'indice di esposizione per via CUTANEA (E_{CUTE})	60
3.2.7	Classificazione del rischio – Valore di Rischio (R).....	62
3.3	SCHEDE DI SICUREZZA.....	63
3.3.1	Normativa dedicata.....	63
3.3.2	Struttura.....	63
3.4	VALORI LIMITE DI SOGLIA (TLV)	64
4	Valutazione del rischio chimico applicata al caso studio	65
4.1	PROCEDURA	65
4.2	AREA STAMPA.....	66
4.2.1	Mappatura del reparto.....	67
4.2.2	Applicazione del Modello Movarisc	79
4.3	AREA SPALMATURA	91
4.3.1	Mappatura del reparto.....	91
4.3.2	Applicazione del Modello Movarisc al reparto Chimica Spalmati.....	94
4.3.3	Mappatura reparto Spalmatura	100
4.3.4	Applicazione del Modello Movarisc al reparto Spalmatura.....	102
4.4	AREA CALANDRA	102
4.4.1	Mappatura.....	103
4.4.2	Applicazione del Modello Movarisc	107
4.5	AREA DI ACCOPPIATURA E TAGLIO	112
4.5.1	Mappatura.....	112
4.5.2	Applicazione del Modello Movarisc	113
5	Campionamenti e Analisi Ambientali.....	116
5.1	Premessa.....	116
5.2	Determinazione degli analiti da ricercare	116
5.2.1	Catalogazione SDS e specifica delle Frasi di Rischio H	117
5.2.2	Applicazione Movarisc e presentazione dei risultati a Medico Competente e RSPP 117	
5.2.3	Individuazione dei componenti pericolosi di ogni singolo prodotto.	118
5.2.4	Scelta provvisoria degli analiti da ricercare	118
5.2.5	Scelta provvisoria dei punti di campionamento	118

5.2.6	Presentazione e discussione dei risultati a Datore di Lavoro, RSPP, Medico Competente, Capi Area e RLS.....	126
5.2.7	Incontro con esperto di igiene industriale	126
5.3	Dispositivi di protezione individuali	128
5.4	5.4 Campionamenti ed analisi.....	128
5.4.1	Metodologia di campionamento.....	130
5.4.2	Espressione dati analitici: calcolo della Concentrazione Aerodispersa (CA).....	133
5.4.3	Espressione dei dati analitici: calcolo della Concentrazione di Esposizione Professionale (OEC).....	134
5.4.4	Confronto dei risultati con i Valori Limite di Esposizione Professionale (VLEP) [18] 135	
5.5	Presentazione dati analitici	138
5.6	Azioni correttive	150
6	Conclusioni	153
7	Bibliografia	155
8	Ringraziamenti	157

1 Scopo

L'esposizione agli agenti chimici è un pericolo che non riguarda i soli addetti ai lavori: detersivi, solventi ed inquinamento atmosferico, appartengono infatti alla quotidianità. Nel caso dei luoghi di lavoro, oltre agli effetti del suddetto elenco, vanno sommate le interazioni con i reagenti di produzione, i prodotti finiti e le sostanze liberate durante il ciclo di lavorazione. Da questa premessa emerge che il rischio chimico è legato ad una gamma ampia ed eterogenea di prodotti.

Al fine di tutelare la salute dei lavoratori, il Parlamento Europeo è intervenuto per coordinare la creazione, fra i vari Stati Membri, di un sistema normativo comune.

Iniziato nel 2006 con il REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals), questo processo ha dato origine in Italia al cosiddetto TUSL (Testo Unico sulla Sicurezza sul Lavoro), entrato totalmente in vigore nel giugno del 2015.

L'obiettivo di questa Tesi di Laurea sperimentale è quello di effettuare una valutazione del rischio chimico sui luoghi di lavoro, prendendo come caso di studio i reparti produttivi di Vulcaflex S.p.A, azienda produttrice di tessuti in polivinilcloruro (PVC) secondo linee guida della nuova normativa.

In accordo a questo, il lavoro è stato sviluppato utilizzando gli strumenti precisi di quest'ultima: analisi delle Schede di Rischio e predisposizione dell'Algoritmo di Valutazione in primis, coinvolgendo il più possibile tutte le figure professionali definite dal TUSL.

Il risultato finale è una documentazione completa, organizzata in schemi e tabelle riassuntive, che la rendono rapida, funzionale alla consultazione e fruibile a più livelli: il tecnico della sicurezza, intenzionato a studiare il procedimento, troverà tutti i riferimenti che permettono di capire come sono stati affrontati i problemi e perché sono state eseguite determinate scelte; parimenti, l'operatore che volesse semplicemente sapere da quali rischi fosse caratterizzata la propria mansione, troverebbe in questo testo tutte le informazioni utili alla prevenzione e alla protezione dai pericoli.

È importante sottolineare che il lavoro non è da considerare "chiuso e definitivo": l'attuazione di un piano di monitoraggio e l'attenzione agli sviluppi tecnologici, normativi e procedurali, permetteranno di integrare e/o migliorare i contenuti presentati, rendendo la valutazione del rischio chimico ancora più accurata e utile.

GLOSSARIO

ECHA: acronimo di European CHemicals Agency, è l'Agenzia europea per le sostanze chimiche, istituita ai sensi del regolamento REACH.

Sostanza: un elemento chimico e i suoi composti, allo stato naturale o ottenuti per mezzo di un procedimento di fabbricazione, compresi gli additivi necessari a mantenerne la stabilità e le impurità derivanti dal procedimento utilizzato, ma esclusi i solventi che possono essere separati senza compromettere la stabilità della sostanza o modificarne la composizione.

Miscela: una miscela o una soluzione composta di due o più sostanze.

Articolo: un oggetto a cui sono dati, durante la sua produzione, una forma, una superficie o un disegno particolari che ne determinano la funzione in misura maggiore della sua composizione chimica.

Scenari di esposizione: costituiscono un allegato alla SDS; sono previsti solo per le sostanze registrate e prodotte o importate in quantità superiore a 10 ton/anno. Riportano l'insieme degli usi identificati della sostanza con le condizioni operative e le misure di gestione del rischio.

Numero CE: numero identificativo della sostanza chimica all'interno dell'Inventario Europeo.

Numero CAS: numero di registro attribuito alla sostanza chimica dal Chemical Abstract Service (CAS), divisione dell'American Chemical Society (Columbus, Ohio, USA) che assegna un numero identificativo univoco ad ogni sostanza chimica descritta in letteratura.

CSR: Chemical Safety Report, è il rapporto sulla sicurezza chimica della sostanza. Documento richiesto dal regolamento REACH nella fase di registrazione dall'Echa al produttore o importatore della sostanza.

GHS: Globally Harmonized System, si tratta del sistema mondiale armonizzato di classificazione ed etichettatura delle sostanze chimiche, definito nell'ambito della struttura delle Nazioni Unite (ONU).

Pittogramma di pericolo: composizione grafica comprendente un simbolo e altri elementi grafici, ad esempio un bordo, motivo o colore di fondo, destinata a comunicare informazioni specifiche.

Indicazione di pericolo: frase attribuita a una classe e categoria di pericolo che descrive la natura del pericolo di una sostanza o miscela pericolosa e, se del caso, il grado di pericolo.

Consiglio di prudenza: una frase che descrive la misura o le misure raccomandate per ridurre al minimo o prevenire gli effetti nocivi dell'esposizione a una sostanza o miscela pericolosa conseguente al suo impiego.

PBT: Persistent bioaccumulant and toxic, sostanze persistenti bioaccumulabili e tossiche.

vPvB: Very permanent very bioaccumulant, sostanze molto persistenti e molto bioaccumulabili.

GHS – CLP - REACH: sono gli acronimi che identificano l'idea alla base della nuova normativa. Il GHS (Global Harmonized System) è un sistema internazionale per tutti gli operatori il cui scopo è l'armonizzazione della classificazione e comunicazione dei pericoli relativi alle sostanze chimiche (le etichette e le schede di sicurezza). Presso l'Unione Europea, è stata recepita nel regolamento 1272/2008, denominato CLP (classificazione, etichettatura ed imballaggio). È un sistema internazionale per tutti gli operatori il cui scopo è l'armonizzazione della classificazione e comunicazione dei pericoli relativi alle sostanze chimiche (le etichette e le schede di sicurezza). Il CLP è complementare ad un altro regolamento, il REACH, concernente, come da acronimo, la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche. Esso istituisce un'agenzia europea per le sostanze chimiche, che modifica la direttiva 1999/45/CE e che abroga il regolamento (CEE) n. 793/93 del Consiglio e il regolamento (CE) n. 1488/94 della Commissione, nonché la direttiva 76/769/CEE del Consiglio e le direttive della Commissione 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE e 2000/21/CE, ha lo scopo principale di migliorare la conoscenza dei pericoli e dei rischi derivanti da sostanze chimiche.

Legge 81: anche nota come “TUSL - testo unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro”, raccoglie le norme contenute nel decreto legislativo 9 aprile 2008 n. 81. La norma, in attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007 n. 123, ha riformato, riunito

ed armonizzato abrogandole, le disposizioni dettate da numerose precedenti normative in materia di sicurezza e salute nei luoghi di lavoro succedutesi nell'arco di quasi sessant'anni, al fine di adeguare il corpus normativo all'evolversi della tecnica e del sistema di organizzazione del lavoro.

TLV/TWA: le treshold limit value, abbreviate in TLV, sono le concentrazioni ambientali delle sostanze chimiche aerodisperse al di sotto delle quali si ritiene che la maggior parte dei lavoratori possa rimanere esposta ripetutamente giorno dopo giorno, per una vita lavorativa, senza alcun effetto negativo per la salute. La TLV-TWA (time-weighted average), in particolare, esprime la concentrazione limite, calcolata come media ponderata nel tempo (8 ore/giorno; 40 ore settimanali), alla quale tutti i lavoratori possono essere esposti, giorno dopo giorno senza effetti avversi per la salute per tutta la vita lavorativa

SDS: Scheda di Sicurezza, documento legale in cui vengono elencati tutti i pericoli per la salute dell'uomo e dell'ambiente di un prodotto chimico. In particolare vi sono elencate le componenti, il produttore, i rischi per il trasporto, per l'uomo e per l'ambiente, le indicazioni per lo smaltimento, le frasi H ed i consigli P, i limiti di esposizione TLV/TWA e le protezioni da indossare (DPI, Dispositivi di Protezione Individuale) per il lavoratore che ne entra in contatto.

2 Introduzione

L'intento di questo capitolo è quello di fornire una panoramica sufficientemente dettagliata del caso di studio. In primo luogo viene presentato il polivinilcloruro, il polimero attorno al quale ruota il processo produttivo preso in esame. Viene poi esposto un excursus su tutte le materie prime, additivi e cariche, utilizzate per la produzione dei manufatti finali: una breve presentazione delle sostanze che prendono parte al processo produttivo è difatti essenziale per comprendere quali pericoli siano collegati ad esso e per quale motivo non si possa prescindere dall'utilizzo di alcune sostanze.

2.1 POLIVINILCLORURO – MERCATO ED UTILIZZO

Il polivinilcloruro, o policloruro di vinile, spesso indicato con l'acronimo PVC, è una delle materie plastiche più utilizzate al mondo. Il consumo mondiale di PVC ha superato nel 2014 oltre 30 milioni di tonnellate, 650.000 delle quali trasformate in Italia [1].

Come tutti i polimeri, il materiale è chimicamente composto da lunghe catene in cui si presenta la ripetizione di una molecola detta monomero, che in questo caso è il cloruro di vinile ($\text{CH}_2=\text{CHCl}$) o CVM.

Scoperto nell'800, sottoforma di polvere bianca, vede il primo brevetto produttivo già agli inizi del 900 con la sintesi del cloruro di vinile monomero via acetilene ed acido cloridrico. Successivamente ulteriori brevetti sono stati sviluppati per la produzione del CVM attraverso il processo di cracking del dicloroetano (DCE); il DCE può oggi essere prodotto sia per reazione tra etilene e acido cloridrico sia per reazione diretta tra etilene e cloro.

Anche il processo di polimerizzazione ha avuto continui sviluppi tecnologici allo scopo di velocizzare la reazione di polimerizzazione, renderla più sicura e di produrre PVC a diversi pesi molecolari in funzione della destinazione d'uso del materiale.

Oltre all'aumento della lunghezza delle catene polimeriche, che comporta un aumento del peso molecolare, per ottenere le caratteristiche di robustezza, diversità d'uso, resistenza al deterioramento e lavorabilità desiderate, è necessario miscelare il prodotto con altre sostanze dette additivi.

Le applicazioni sono molteplici: dall'edilizia (tubazioni, finestre, tapparelle), all'imballaggio alimentare e farmaceutico, dai presidi medico-chirurgici (strumentazione usa e getta), ai materiali per la protezione civile (tendoni e tende), dalla cartotecnica alla moda (eco-pelli) e al design (mobili, arredamenti).

L'innovazione tecnica data dalle numerose ricerche sul PVC e la sostenibilità delle produzioni, fanno del PVC un materiale multi-uso, plasmabile secondo i tempi e le necessità del momento, seguendo un'ottica di riduzione dei consumi energetici, delle emissioni inquinanti e dei costi.

2.1.1 Vulcaflex SpA

L'azienda Vulcaflex SpA [2] è un complesso industriale con sede principale (Figura 1) a Cotignola (RA) per la trasformazione di materie plastiche. Essa non produce direttamente polimeri, ma si occupa della loro trasformazione in tessuti preparando miscele di prodotti diversificate in funzione dei quattro settori in cui opera: industria automobilistica, della moda, degli imballaggi ed applicazioni industriali.

Figura 1. Sito di produzione di Vulcaflex S.p.A. a Cotignola (RA)



Fondata a Milano nell'immediato dopoguerra per la produzione di pelli sintetiche, l'azienda è sempre stata caratterizzata da una crescente espansione, che l'ha spesso portata a scelte importanti e significative, come il trasferimento nel ben più ampio sito produttivo di Cotignola (RA) e all'apertura al mercato internazionale.

La ricerca di nuove soluzioni produttive, che siano al contempo più performanti e meno impattanti sia sulle persone che sull'ambiente, ha portato all'ottenimento di varie certificazioni (ISO 9002, ISO 14001, ISO/TS 16949, QS-9000, certificazione BRC/IoP per citarne alcune) e al continuo rinnovamento della gamma di sostanze utilizzate.

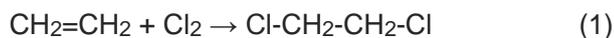
Oggi Vulcaflex SpA si impone nel mercato dei tessuti sintetici con un export pari al 75% del proprio fatturato, con clienti prestigiosi quali BMW, Luis Vuitton e Fiat-Chrysler ed è ai primi posti della Provincia per crescita occupazionale.

2.2 PRODUZIONE DI RESINE PVC

Le materie prime da cui si ottiene PVC sono l'etilene ed il cloro. Il primo deriva da processi di cracking catalitico alimentati con petrolio o gas naturali mentre il secondo è principalmente ottenuto per elettrolisi dell'acqua marina nei processi di produzione della soda caustica [3].

2.2.1 Produzione del monomero e polimerizzazione [4]

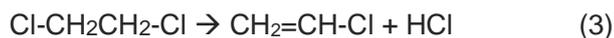
Come già detto in fase di presentazione, il PVC è ottenuto per polimerizzazione del cloruro di vinile, o cloruro di vinile monomero (CVM). La produzione del monomero avviene preparando l'1,2-dicloroetano (DCE) come intermedio. Questo può avvenire per ossidazione diretta di etilene, catalizzata da FeCl_3 (1):



oppure per ossiclorazione, mediante acido cloridrico e ossigeno (2):



Indipendentemente dal metodo di produzione, il DCE ottenuto nelle reazioni 1 e 2, viene sottoposto a deidroclorazione termica, un processo noto anche come termolisi o thermal cracking: il reagente viene riscaldato fino ad una temperatura fra i 500 ed i 600°C, con pressione di esercizio di 15-30 atm. In queste condizioni, l'1,2 dicloroetano decompone in cloruro di vinile monomero e acido cloridrico (3):



Per innescare la sua polimerizzazione si utilizzano iniziatori a base di perossidi organici [5], aggiunti in reattori ad alto spessore ed incamiciati, caratteristiche necessarie a causa dell'alta esotermia della reazione.

Esiste una vasta gamma di perossidi, classificati sulla base dell'emivita a temperature comprese fra 40 e 90°C. Gli iniziatori, che controllano il flusso di radicali determinando il grado di polimerizzazione nei processi in emulsione, sospensione o bulk, vengono generalmente introdotti con concentrazioni che vanno dallo 0,05 al 0,15% in peso.

Il peso molecolare del polimero viene regolato agendo sul tempo e sulla temperatura di reazione.

Dopo la polimerizzazione, i residui delle unità di cloruro di vinile monomero sono collegate in catene che vanno dalle 500 alle 1500 unità monomeriche ($PM \approx 40000-170000$ Dalton). Le proprietà del materiale finale dipenderanno sia dal suo PM che dalla sua distribuzione. La polimerizzazione può essere condotta in sospensione, emulsione o in massa. Questi processi sono caratterizzati da modalità di conduzione e costi differenti e la scelta tra i tre dipende principalmente dall'utilizzo finale previsto per il prodotto.

2.2.2 Polimerizzazione in sospensione

Nel caso di polimerizzazioni in sospensione, il processo avviene in reattori batch contenenti una sospensione acquosa di monomero e iniziatori perossidici solubili in VCM, tutto sovrastato da una patina colloidale protettiva (es. alcol polivinilici) per isolare chimicamente la sospensione. Altri agenti possono essere aggiunti come regolatori di catena (estensori, agenti terminanti, trasferitori), antiossidanti, regolatori di pH e agenti antischiumanti.

A seconda delle condizioni di miscelazione e della natura del protettivo colloidale, le goccioline (droplet) di monomero si agglomerano in misura (extent) maggiore o minore. La reazione viene interrotta dopo un determinato tempo, in funzione del grado di conversione desiderato.

Le goccioline in sospensione di VCM sono convertite in PVC solido o poroso, insolubile nel suo monomero. La parte non reagita di quest'ultimo viene separata e riciclata, previa eliminazione dell'acqua con centrifuga. Il polimero viene essiccato ed inviato ai successivi stadi di lavorazione, mentre il reattore, a seguito di pulitura ed inserimento di un agente anti-sporco, accoglie una nuova reazione.

Questo tipo di lavorazione è la più usata sia per la creazione di manufatti con caratteristiche termoplastiche che per quelli a maggior rigidità.

Si parla di *microsospensione*, quando la sospensione iniziale viene additivata con un emulsionante e fatta passare attraverso una pompa miscelatrice, che omogenizza il tutto riducendo il diametro delle goccioline di VCM, che vengono poi coperte da un tensioattivo,

per aumentarne la stabilità. La sospensione così trattata viene reimpressa in autoclave per poi procedere con la polimerizzazione. È un metodo molto simile al precedente, usato per ottenere plastisols e paste da mescolare con il PVC emulsio-polimerizzato.

2.2.3 Polimerizzazione in emulsione

Il processo di polimerizzazione in emulsione è ottenuto inserendo in autoclave acqua, monomero, iniziatore solubile (tiosolfato o simile) ed un emulsionante (tensioattivo anionico). L'aggiunta di rame(I) o ferro (II) può essere prevista per incrementare il grado di decomposizione degli iniziatori (catalisi redox).

Al termine della polimerizzazione si avrà una dispersione finissima e stabile di PVC. A questo punto sarà possibile aggiungere tensioattivi non anionici. Da questa emulsione lattiginosa (latex) si rimuove poi l'acqua mediante evaporazione in essiccatori a spray, a cui può seguire la macinazione per ottenere le dimensioni volute.

La resina finale mantiene molte delle caratteristiche degli emulsionanti usati, fra le quali la stabilità termica che facilita la lavorazione successiva.

Per ottenere particelle più grandi, si possono introdurre centri di nucleazione di latex, intorno ai quali si formerà nuovo polimero.

Il processo può essere effettuato in reattori batch; semicontinui in cui il monomero è aggiunto in più stadi; oppure reattori continui, in cui i reagenti sono aggiunti costantemente nel reattore, dal cui fondo viene prelevato il latex.

Se ne ottengono delle sferette lisce, agglomerate in particelle irregolari dopo essiccazione, di dimensioni pari a circa 5,5 μm .

Mescolando i grani ad un plastificante si ottiene una pasta (o un plastisol) a causa dello strato di tensioattivo presente su ogni grano, che inibisce l'assorbimento dell'agente plasticizzante a temperatura ambiente.

Le resine così ottenute sono disponibili in diverse viscosità, trasparenza e lucidità, e sono utilizzabili per una larga gamma di possibilità.

2.2.4 Polimerizzazione in massa o Bulk

Nelle polimerizzazioni in massa il polimero è ottenuto senza l'utilizzo di un solvente. La massa, o bulk, di VCM viene trattata in due steps: nel primo, detto prepolimerizzazione, si applica una vigorosa agitazione per ottenere la distribuzione dimensionale delle particelle voluta, si aggiunge un iniziatore e la polimerizzazione procede fino a circa il 10% di conversione, creando PVC disperso nella massa di VCM. Durante il secondo step, la

velocità di agitazione viene ridotta e vengono aggiunti ulteriori quantità di VCM ed iniziatore, che fanno procedere la polimerizzazione fino al 20%, momento in cui tutto il VCM è assorbito nella polvere secca. La reazione procede fino all'80-90% di polimerizzazione e il monomero non reagito viene riciclato. Le dimensioni particellari sono simili a quelle ottenute per sospensioni, ma con forma sferica, alta densità di bulk, alta porosità, stabilità termica e trasparenza maggiori.

Con questo tipo di polimerizzazione si elimina la fase di essiccamento, ma si hanno difficoltà legate alla complicata rimozione del VCM non reagito, al controllo dell'esotermicità della polimerizzazione e alle dimensioni del materiale finale.

2.2.5 Copolimeri e post trattamenti

Esiste inoltre una vasta gamma di materiali commerciali prodotti per copolimerizzazione di VCM con altri monomeri.

Un tipico esempio è l'innesto di elastomeri poliacrilici, che danno al PVC maggior densità, utile per le produzioni di oggetti da esterno, che necessitano di maggior resistenza agli agenti atmosferici. Il terpolimero di VCM, etilene e vinil acetato (EVA) è un altro esempio di prodotto atto alla fabbricazione di manufatti caratterizzati da migliori proprietà meccaniche.

2.2.6 Post-clorurazione del PVC

Il PVC può essere sottoposto a post clorurazione mediante esposizione a radicali liberi di cloro, prodotti con energia termica o raggi UV, i quali si sostituiscono agli idrogeni nella catena polimerica. Il processo aumenta il tenore di cloro in un range compreso tra il 56 ed il 66% m/m, comportando un incremento di allungabilità ed una estensione del valore di temperatura di servizio anche di 40°C.

2.3 Additivi [4]

Il PVC di per sé non è stabile ed è quindi necessaria l'aggiunta di uno o più additivi per ottenere le performance richieste in funzione dell'utilizzo previsto per il prodotto finito. La gamma di prodotti utilizzabili è varia e può essere suddivisa per categorie basate sugli effetti, come mostrato in Tabella 1:

Tabella 1. Categorie additivi

CLASSIFICAZIONE PER EFFETTI	
<i>Tipologia</i>	<i>Effetto</i>
Stabilizzatori calore	Prevenzione decomposizione per esposizioni al calore
Plastificanti	Aumento flessibilità e lavorabilità
Modificatori per l'impatto	Resistenza a stress da taglio e da urto
Ausiliari di processo	Aumento lavorabilità
Lubrificanti	Riduzione attriti con parti metalliche
Riempitivi	Riduzione costi di formulazione
Antifiamma/Inibitori del fumo	Aumento proprietà ignifughe
Pigmenti	Colorazione
Agenti espandenti	Formazione di schiume polimeriche
Biocidi	Protezione contro muffe e funghi
Modificatori della viscosità	Regolazione applicabilità su altri materiali
Agenti antistatici	Prevenzione formazione cariche elettriche
Antiossidanti	Protezione da perossidi
Protettivi UV	Protezione deterioramento da irraggiamento luminoso
Anti appannamento	Per manufatti trasparenti
Agenti leganti	Proprietà adesive

2.3.1 Stabilizzanti per il calore [4]

La degradazione termica del PVC avviene principalmente a causa della cosiddetta deidroclorurazione, cioè perdita di HCl, che lascia un doppio legame in catena polimerica.

Questa tipologia di stabilizzanti non solo previene la deidroclorazione, l'auto-ossidazione e la frammentazione, ma ripara i danni esistenti ed aumenta la stabilità all'irraggiamento UV.

Gli stabilizzanti al calore sono in forma solida o liquida.

2.3.1.1 Forma solida

Gli stabilizzanti termici a forma solida sono la soluzione più economica per donare resistenza alle alte temperature, ma questo va a discapito degli effetti sulla salute, in quanto la presenza di elementi tossici o sensibilizzanti (es. piombo, zinco) e la volatilità delle polveri presentano rischi maggiori per gli operatori.

Gli stabilizzanti per il calore in forma solida principalmente usati sono:

➤ Stabilizzanti al Piombo [4]

Gli stabilizzanti termici a base di piombo sono stati per anni una forma molto economica per stabilizzare il PVC. Sono costituiti da miscele di Sali di piombo, quali piombo solfato tribasico ($3\text{PbO PbSO}_4 \text{H}_2\text{O}$); fosfito di piombo dibasico ($2\text{PbO PbHPO}_3 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$); saponi di piombo con azione lubrificante; stearato di piombo ($\text{Pb}(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_2$) o stearato di piombo dibasico ($[2\text{PbO Pb}(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_2]$).

Tuttavia, la loro tossicità li ha presto limitati ai soli utilizzi che non prevedessero il contatto con i lavoratori come cavi e filamenti interrati.

➤ Stabilizzanti Calcio-Zinco

Il più importante successo raggiunto nel tentativo di trovare una variante a basso costo per i prodotti al piombo, è stato ottenuto con l'utilizzo di stabilizzanti Calcio-Zinco. Si tratta di miscele complesse, caratterizzate da bassi profili di tossicità, composte sostanzialmente da:

- sapone di calcio (stearato o laurato), che agisce da lubrificante e da accettore protonico;
- sapone di zinco (stearato o laurato), che aumenta la colorazione iniziale mediante la complessazione con il costabilizzatore. Quest'ultimo crea un complesso con lo zinco, inibendo la formazione di ZnCl_2 che è un prodegradante. È da sottolineare che le resine PVC reagiscono in maniera diversa alla presenza di zinco, cosa che influenza la stabilità (resine zinco sensibili);
- acidi cosiddetti "spazzini" quali idrotalcite, zeoliti o complessi idrossidi/ossidi metallici, con la funzione di stabilizzanti. Queste

sostanze formano complessi con i siti degradati, disattivandoli, inoltre catturano l'HCl mobile. Le idrotalciti hanno struttura a strati costituiti da idrocarbonati di alluminio/magnesio, che contengono anioni scambiabili. Le zeoliti, invece, sono forme cristalline di alluminosilicati di sodio, con un cristallo di zeolite A. Sono microporose, a pori uniformi ed alta area superficiale esterna;

- co-stabilizzatori organici come dicheton- stearoil benzoilmetano;
- antiossidanti, aggiunti a bassi livelli di concentrazione per inibire l'ossidazione della matrice polimerica non solo da processi termici, ma anche da altri fattori esterni come la degradazione fotochimica e ambientale;
- polioli.

I vari sistemi Ca-Zn, generalmente utilizzati in concentrazioni tra il 2 ed il 4%, sono principalmente forniti in dotazioni uniche che contengono anche il lubrificante. Questo permette di soddisfare le varie esigenze reologiche e di resistenza termica necessarie a seconda che si debbano produrre profilati, tubazioni, cablaggi e cavi. Sono additivi utilizzabili anche per le produzioni a fini farmaceutici ed alimentari e recentemente hanno sostituito, per alcune applicazioni del PVC plastificato (PVC-P), gli additivi liquidi Ba-Zn al fine di abbassarne la tossicità.

➤ Stabilizzanti calcio-organici

Sono stati sviluppati per eliminare la presenza di zinco e, conseguentemente, la zinco-sensibilità. Le performance dei composti brevettati sono collegate all'efficienza di coniugazione e trasferimento elettronico, che prevengono la deidroclorazione e l'azione delle sequenze polieniche corte. Vengono utilizzate principalmente nella produzione di tubazioni e giunti.

2.3.1.2 Forma liquida [4]

Gli stabilizzanti in forma liquida rappresentano una soluzione tecnica più evoluta: la miglior compatibilità chimica migliora estetica e lavorabilità della miscela, riducendo al contempo i rischi di esposizione per l'operatore. È intuibile come questa opzione presenti costi più alti per la maggior qualità e costo delle sostanze impiegate.

➤ Composti organostannici

Basati su derivati metilici, butilici o ottilici, generalmente miscele di dialchili o monoalchili, legati allo stagno da legami covalenti C-Sn. La formula generica è R_xSnL_{4-x} .

○ Stagno- mercaptidi

In questo caso R può essere un metile, un butile o un ottile, mono o dialchilati. L può invece essere un 2-etilesil- tioglicolato o un 2-mercaptotiloleato.

Le performance di questi composti non dipendono dalla presenza di stagno, ma dalla specie organostannica, dal legante e dal co-stabilizzatore organico. Lo Sn reagisce con l'HCl che si forma a inizio reazione, senza “strapparlo” dalla catena polimerica. Il monoalchil mercaptide agisce rapidamente per reagire con il cloro libero, generando il corrispondente triclorato. Quest'ultimo catalizzerebbe la reazione di decomposizione e viene quindi fatto reagire con il dialchile, formando il diclorato, molto più stabile. Le aggiunte delle forme butiliche e ottiliche sono effettuate nei casi in cui si abbia a che fare con produzioni a fini farmaceutici o alimentari, ma hanno un costo molto maggiore ed il loro utilizzo è limitato al PVC non plastificato (PVC-U).

Le aggiunte variano tipicamente dal 0,5 al 1,5% in peso.

○ Stagno-carbossilati

In questi composti R è un butile dialchilato, mentre L è un alchil-maleato o un alchil-laurato.

Gli alchil-maleati sono meno efficienti dei mercaptidi, ma presentano una miglior stabilità alla luce per la presenza dell'acido malico che reagisce con i doppi legami coniugati tramite reazione di Diels-Alder.

I sistemi contengono generalmente anche antiossidanti a basse concentrazioni e vengono aggiunti in concentrazioni che vanno dal 1,5 al 3,0 % in peso.

➤ Composti multimetallici [4]

Usati quasi esclusivamente nelle applicazioni PVC-P, questo tipo di stabilizzanti sono formulati per soddisfare specifiche richieste di trasparenza, buona colorazione iniziale, stabilità a lungo termine, compatibilità ai riempitivi, sistemi pigmentati e buona lavorabilità nei processi post-produttivi. Si possono ottenere sia una miscelanea di tutte queste caratteristiche che una formulazione specifica contenente una o due caratteristiche ad alto livello.

I composti multimetallici sono miscele di sali o saponi metallici, in combinazione con esteri organofosfiti e costabilizzatori liquidi. I saponi e/o i sali possono essere etilesanoato, nonilfenato, paraterbutilbenzoato, oleato e così via.

Gli arili alchilici o gli organofosfiti alchilici sono esteri liquidi, che sostituiscono il cloro libero, eliminano HCl, decompongono i perossidi e agiscono come complessanti degli acidi di Lewis. Contribuiscono inoltre a solubilizzare i componenti stabilizzanti.

La produzione si basa su una reazione in situ di ossidi e idrossidi metallici con gli appropriati acidi. Importanti aspetti nella scelta della tipologia sono la stabilità durante lo stoccaggio, la facilità di lavorazione ed emissioni odorose contenute.

I carbossilati fortemente basici, derivati da bario e calcio, sono ancor più efficaci nella rimozione di HCl. Anche le forme carbossiliche di cadmio e zinco sono funzionali allo scopo, ma tendono ad estendere la rimozione di cloro anche dalle forme alliliche.

Altri prodotti con funzione simile sono l'olio di soia epossidato (ESPO) e l'ottil epossidato stearato, aggiunti in misura del 2-5% nelle formulazioni di PVC plastico.

Presentano problematiche legate alle emissioni volatili di solventi come, ad esempio, il fenolo.

➤ Bario-Cadmio

I sistemi bario-cadmio, che possono includere in certi casi lo zinco, donano stabilità a lungo termine e buona colorazione iniziale, a fronte di costi contenuti. Il loro utilizzo è stato però impedito in Europa dal 2001 a causa delle restrizioni legate alla loro tossicità e al loro elevato impatto ambientale. Sono però ancora utilizzati in paesi con restrizioni meno severe come Asia e Stati Uniti.

➤ Bario-Zinco

I sistemi bario-zinco sono i più utilizzati nella stabilizzazione del PVC plastico in Europa anche se presentano alcune difficoltà legate alla presenza del bario che, come metallo pesante, comporta restrizioni specifiche.

➤ Calcio-Zinco

Sono il primo tentativo della sostituzione del bario. per la stabilizzazione Sono meno efficienti dei sistemi bario-zinco, ma rappresentano tuttavia un efficace escamotage in attesa dello sviluppo di forme più performanti. In realtà non sono ancora stati effettuati studi approfonditi o dimostrati benefici sulla salute derivanti dall'utilizzo di questi sistemi.

2.3.2 Plastificanti [4]

Sono sostanze utilizzate per rendere più flessibile e lavorabile il PVC. Operano come lubrificante allo scopo aumentare la mobilità delle catene macromolecolari favorendone lo scorrimento reciproco. Basati su esteri ad alto punto di ebollizione, come ftalati e fosfati, vengono addizionati in quantità che vanno da 20 phr (“part per hundred, ovvero parti di additivo ogni cento parti di polimero) per i materiali semirigidi, fino alle 100 phr per applicazioni che richiedono alta flessibilità.

L’effetto dei plastificanti si traduce in un abbassamento della temperatura di transizione vetrosa (T_g) che per molti utilizzi deve essere al di sotto della temperatura ambiente.

Non c’è reazione chimica fra plastificante e resina PVC: all’aumentare del calore fornito alla miscela, il plastificante penetra e rigonfia le particelle di polimero. I gruppi polari presenti nel PVC, responsabili delle forti interazioni inter e intracatena, vengono liberati ed interagiscono con i gruppi polari dell’additivo. Maggiore è la compatibilità polimero-plastificante, maggiore sarà la flessibilità generata.

2.3.2.1 La compatibilità ai plastificanti

Ogni teoria sulla compatibilità fra PVC e plastificanti prende in considerazione la solubilità (σ): si presenta compatibilità se vi è corrispondenza di valori fra plastificante e le unità ripetenti del polimero. esistono diverse modalità di calcolo della solubilità, denominate Hildebrand [6], basate sulla densità di energia di coesione, e Hansen [7], che estendono questo approccio includendo la dispersione, la polarità e i legami ad idrogeno. La solubilità (σ) permette di dividere i vari plastificanti in famiglie, definite sulla base della relativa compatibilità con il PVC. Questo approccio non permette un confronto diretto tra tutti i plastificanti, ma solo all’interno delle suddette famiglie. Per predire la compatibilità dei diversi plastificanti esterei è stata quindi elaborata una nuova teoria, basata sulla polarità (ϕ). Van Veersen e Meulenberg hanno proposto il *grado di polarizzazione* [8], espresso come A_p/P_o , dove A_p è il numero degli atomi di carbonio presenti nel plastificante ad esclusione dei gruppi aromatici e carbossilici, mentre P_o è il numero di gruppi polari presenti nella resina. Un basso valore di questo rapporto indica alta compatibilità, dato caratterizzato da riscontri empirici. Purtroppo però, il grado di polarizzazione da solo non è sufficiente a comparare l’attività plastificante delle diverse famiglie.

Un rapido test per verificare il grado di compatibilità è la misurazione della temperatura di transizione solido-gel (T_m); ovvero la temperatura a cui una miscela composta da un

eccesso di plastificante e una sospensione di PVC passa ad una singola fase. A bassi valori di questo parametro si riscontra buona compatibilità ed alta lavorabilità.

Ulteriori metodi per valutare la compatibilità tra PVC e plastificante sono i parametri di Attività ed Interazione. Un esempio è l'interazione Flory-Huggins (χ) [9], che utilizza un trattamento statistico-meccanico di un modello polimerico di lattice.

2.3.2.2 Il processo di plastificazione

Il processo di plastificazione è diviso in due stadi. Il primo è la gelificazione, nel quale le particelle di PVC adsorbono il plastificante a causa dell'aumento di temperatura. Il risultato di questo stadio è un debole gel che viene poi sottoposto al secondo stadio: la fusione, derivante da un ulteriore riscaldamento a circa 150°C, durante il quale le particelle di PVC e plastificante si uniscono dando luogo a un materiale omogeneo. In questi due stadi si riscontrano 6 sottofasi:

- 1) penetrazione irreversibile delle molecole di plastificante nei pori della struttura di PVC;
- 2) adsorbimento del plastificante, con dissoluzione parziale della superficie di PVC;
- 3) assorbimento del plastificante, con rigonfiamento delle particelle di PVC e decremento del volume totale;
- 4) manifestazione dei cambiamenti più rilevanti a seguito dell'aumento di temperatura: il plastificante forma grappoli assieme ai segmenti polimerici, penetrando la struttura macromolecolare. La miscela inizia a trasformarsi in materiale omogeneo;
- 5) la miscela inizia a comportarsi come un fuso fluido;
- 6) indurimento a seguito del raffreddamento, dovuto alla formazione di legami dipolari e di deboli legami di van der Waals.

2.3.2.3 Influenza del plastificante sulle proprietà fisiche

Il primo criterio per la valutazione degli effetti di un plastificante sulle proprietà di un PVC è la durezza di quest'ultimo, indicata seguendo la scala internazionale denominata "Puntellatura A". Aggiungendo l'additivo in esame aumentano plasticità e allungamento a rottura con contestuale riduzione di durezza, resistenza alla trazione e modulo elastico.

La flessibilità delle resine PVC è comunque strettamente correlata alla temperatura, con irrigidimento reversibile ed infragilimento a basse temperature.

Le performance di una resina plastica a basse temperature sono valutate considerando la sua “temperatura fredda di flessione” cioè la temperatura alla quale il modulo di torsione di un foglio di PVC raggiunge un definito valore standard, e la sua “temperatura fredda di frattura” cioè la temperatura alla quale il 50% dei campioni si rompe a seguito di un impatto con caratteristiche definite.

L’aggiunta di plastificante modifica l’isolamento elettrico e la resistività volumetrica, diminuisce la resistenza alla fiamma.

2.3.2.4 Scelta del plastificante

La selezione del tipo di plastificante è determinata sulla base delle specifiche che si vogliono ottenere nel prodotto finito. Essenzialmente dipendono da:

- 1) Costi di produzione, che includono anche la formulazione e il processo, cioè quanto facilmente la formula può essere lavorata e trasformata nel prodotto finale.
- 2) Compatibilità, per assicurare che il materiale flessibile resti stabile ed esente da migrazione e separazione di fase durante l’utilizzo.
- 3) Efficienza di plastificazione, ovvero la scelta di quale plastificante e a quale quantità necessaria a raggiungere le modifiche sulle proprietà volute.
- 4) Resistenza a migrazione, volatilità ed estraibilità durante il servizio.
- 5) Stabilità in esercizio.

Anche se i liquidi plastificanti sono completamente miscibili nelle resine PVC, il contatto con oli o solventi organici può causare un impoverimento del manufatto finale a causa della migrazione del plastificante stesso. Il fenomeno si manifesta più velocemente quando si ha a che fare con solventi polari a basso peso molecolare (come esteri, eteri o chetoni), ma avviene anche a seguito di contatti con polimeri affini al plastificante, in maniera tanto maggiore quanto più è lineare la molecola di additivo, quanto più basso è il suo peso molecolare e quanto più simile è il valore di solubilità confrontato con quello del materiale di contatto.

Questo difetto, che può essere inibito utilizzando plastificanti polimerici, è dovuto al fatto che l’additivo è legato alla resina solo da deboli forze intramolecolari. Tale fenomeno è da tenere in considerazione in tutte le valutazioni di impatto ambientale ed inquinamento indoor.

I plastificanti più utilizzati, gli ftalati, hanno alto peso molecolare (PM: 390-450 g/mol) e una tensione di vapore a T_{amb} talmente bassa da non poter essere misurata. Purtroppo un

aumento di temperatura causa un conseguente aumento della volatilità, causando serie modifiche alle proprietà fisiche del materiale finale.

Appare quindi evidente come migrazione e volatilità siano parametri fondamentali nella valutazione della stabilità in esercizio.

Quando la temperatura supera la soglia dei 70°C si va incontro ad una naturale ossidazione della struttura: i perossidi, presenti in piccole quantità, fungono da iniziatori della deidroclorazione, effetto più marcato nei plastificanti che contengono gruppi alchilici ramificati (DINP – diisonoil ftalato; DIDP- diisodecil ftalato).

A tal fine è bene introdurre un antiossidante fenolico in quantità di circa 0,1-0,5%.

La fotodegradazione e la biodegradazione sono, anche in questo caso, correlate alla scelta del plastificante; l'assorbimento degli UV è, per esempio, manifesta negli esteri aromatici, ma non in quelli alifatici.

2.3.2.5 Tipologie di plastificante

La classificazione dei plastificanti viene effettuata a seconda della funzione:

- a. Plastificante primario: elevata compatibilità con la resina, può essere usato da solo e aumentando le aggiunte aumentano gli effetti.
- b. Plastificante secondario: ha compatibilità limitata e solitamente si usa in combinazione con un primario.
- c. Estensore: può essere usato per rimpiazzare parzialmente l'azione del primario, con costi minori.
- d. Plastificanti di servizio: possono essere usati in molti PVC-P come plastificanti primari, ottenendo buone proprietà finali limitandone i costi.
- e. Ad alta temperatura: caratterizzati da bassa volatilità ed elevata resistenza termica.
- f. A bassa temperatura: offrono resistenza all'infragilimento e all'indurimento.
- g. Bassa migrazione.
- h. Alta fusione.
- i. Bassa viscosità.

Le principali tipologie di plastificanti con relative caratteristiche e campi di applicazioni sono riportate in Tabella 2.

Tabella 2. Elenco delle principali tipologie di plastificanti e relative applicazioni

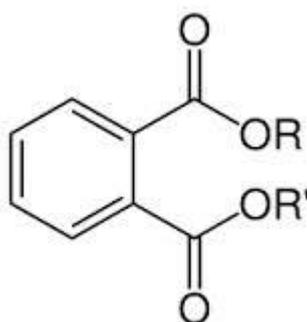
Tipo di Plastificante		Caratteristiche	Utilizzo tipico
ESTERI FTALATI di servizio			
C ₈	Di-2-etilesil ftalato(DEHP)/diottil ftalato (DOP)	Buon grado di fusione e viscosità (plastisols).	Usi generici; apparecchi medici.
	Di-isottil ftalato		
C ₉	DINP	Poco meno efficienti dei C ₈ , ma anche meno volatili. Preferibili per questioni ambientali e legate alla salute.	Giocattoli e miscelanea.
C ₁₀	DIDP		Funzionale a basse T.
	Di-2-propileptil ftalato	Cablaggi,	
C ₇	Di-isoeptil ftalato	Buona solvatazione.	Plastisols per pavimentazioni.
C ₁₃	Di-isotridecil ftalato	Alta T di gelificazione, bassa estraibilità e alta resistenza alla migrazione.	Isolamento cavi ad alte temperature.
ESTERI FTALATI ad usi speciali			
<C ₈	Dibutil ftalato (DBP), di-isobutil ftalato, butilbenzil ftalato (BBP), diesil ftalato	Alta fusibilità e volatilità, efficienza di plastificazione più bassa, maggior flessibilità a basse T.	Pavimentazioni.
	Di-isoundecil ftalato (DIUP)	Bassa volatilità.	
C ₇ -C ₁₁	L911P;L810P;L711P,L9P, L11P	Lineari, per applicazioni a bassa volatilità e viscosità.	Per basse T. Basso appannamento.
ESTERI TRIMELLITATI			
Tris-2-etilesil trimellitato (TEHTM)/ triottil-trimellitato (TOTM)		Miglior resistenza all'estrazione e alla migrazione. Buona performance ad alta T, ma mediocre alle basse T.	Prodotti medici, isolamento per cavi ad alte specifiche.
Esteri trimellitati di alcoli C ₇ e C ₉ semilineari miscelati (L79TM)			Prodotti a basso appannamento.
Esteri trimellitati di miscele di alcoli lineari C ₈ e C ₁₀ (L810TM)			
ESTERI ALIFATICI			
C ₈	DEHA (di 2- etilesil adipato)/ DOA (diottiladipato)	Alta volatilità, plastisols a bassa viscosità, incrementa le prestazioni a basse T.	Usati in combinazione con plastificanti polimerici per utilizzi alimentari.
C ₉	Di-isonoil adipato (DINA)	Molto meno volatili del DEHA.	Miscele con ftalati.
C ₁₀	Di-isodecil adipato (DIDA)		
C ₈	DOS (di-2-etilesil sebacato), di-2-etilesil azelato	Prestazioni superiori a basse, buona flessibilità, anche a minor resistenza all'estrazione.	Cavi per applicazioni a basse T.

C ₁₀	Di-isodecil sebacato (DIDS)		
ESTERI FOSFATICI			
Triaril fosfato esteri isobutilati o isopropilati. Alchil aril esteri fosfati oppure esteri trialchil fosfati.		Antifiamma con buona permanenza.	Tende, coperture da esterno, etc.
PLASTIFICANTI SECONDARI			
Paraffine clorurate		Hanno qualche vincolo di compatibilità e possono influenzare la stabilità termica.	Usati per risparmiare sulla produzione.
A contenuto ≈ 52%		Volatilità simile a quella dei C ₈ ftalati.	Profilati estrusi, cavi, pavimenti.
A contenuto ≈ 45%		Buono a basse T. Bassa viscosità.	Plastisols (coibentazioni, pavimentazioni)
ESBO		Stabilizzante secondario al calore, anche usato per dare maggior flessibilità.	Usi generici.
PLASTIFICANTI POLIMERICI			
Adipati polimerici di diversi pesi molecolari. Poliesteri ftalici o derivati del caprolattone.		Molto costosi e di difficile lavorabilità, ma ottima compatibilità e resistenza alla migrazione.	Applicazioni che richiedono un'ottima stabilità chimica.

1) *Ftalati ramificati e lineari*

Gli ftalati (Figura 2) sono la famiglia di plastificanti più usati, ottenuti per esterificazione dell'anidrida ftalica con alcoli più o meno ramificati. *R* è generalmente una catena che va da C₆ a C₁₃ ma più comunemente si utilizzano C₈, C₉ e C₁₀.

Figura 2. Struttura generale di unftalato



A seconda che la catena sia lineare o ramificata si distinguono due tipi di plastificanti:

- Ramificati

2-etilesanolo, precursore del DEHP, deriva dal propilene. Isononano, così come l'isodecanolo, usati rispettivamente nella produzione di DINP e DIDP, possono essere prodotti per la cosiddetta via ossidativa, attraverso la carbonilazione delle olefine poligassose. Essendo ottenuti da isoalcoli, sono detti isoftalati, ricchi rispettivamente in C₉ e C₁₀. L'altro modo per ottenere DINP e DIDP è basato sull'utilizzo di olefine C₈, prodotte dalla dimerizzazione del n-butene. Questa tipologia ha meno strutture ramificate e presenta migliori performance finali.

DEHP, DINP e DIDP sono soggette alla valutazione del rischio.

- Lineari

Gli alcoli usati nella preparazione di ftalati lineari, sono generalmente miscele prodotte dall'idroformilazione delle frazioni di alfa olefine lineari derivate dall'erilene. In pratica questi alcoli contengono fra il 50 e l'80% di catene lineari, con la restante percentuale debolmente ramificata.

In Europa, il principale ftalato lineare usato è basato su miscele alcoliche di C₉-C₁₀. In America è presente una larga gamma di ftalati lineari, il cui prezzo è vicino a quello dei corrispettivi ramificati.

2) Correlazioni fra struttura e performance dei plastificanti ftalati

La correlazione fra le performance dei plastificanti ed il numero di carboni alchilici e il grado di ramificazione è nota e segue alcune regole generali.

L'incremento del numero dei carboni dà:

- Diminuzione di densità, volatilità, migrazione ed estraibilità da parte di sostanze polari;
- incremento della viscosità e del punto di fusione per gli ftalati lineari;
- efficienza di morbidezza a temperature prossime alla temperatura ambiente;
- proprietà di flessione a freddo migliorate.

La riduzione delle ramificazioni dà:

- una diminuzione di viscosità;
- tendenza a congelare rilasciando cere solide invece che aumentare progressivamente la viscosità a seguito della diminuzione della temperatura;

- riduzione della volatilità, ma aumento della migrazione;
- in presenza di plastificanti secondari, lieve riduzione di compatibilità con il PVC;
- lieve miglioramento dell'efficienza di morbidezza a temperatura ambiente, con aumento sensibile delle proprietà di flessione a freddo;
- miglior stabilità termica e alla fotossidazione;
- riduzione della resistenza all'idrolisi chimica e alla biodegradazione.

3) Alternative agli ftalati

Sono state sviluppate parecchie alternative agli esteri ftalati, per via delle attenzioni mediatiche, scientifiche e legislative legati ad essi. Alcune di queste hanno già un utilizzo di nicchia nella produzione di PVC-P, ma generalmente si può affermare che tutte necessitano di analisi e raccolta dati per la valutazione del rischio relativo.

Gli esteri fenil sulfonici alchilati sono stati proposti per prendere il posto di DEHP e DINP in giocattoli, fogli, pellicole etc. Presentano buona lavorabilità e alta resistenza all'idrolisi. Anche gli esteri benzoati sono stati sperimentati, specialmente negli Stati Uniti, nella produzione di materiale per le pavimentazioni: si è sostituito il BBP con il dipropilenglicole-dibenzoato. Nuove miscele sono state introdotte per i plastisols, con lo scopo di sostituire il DINP.

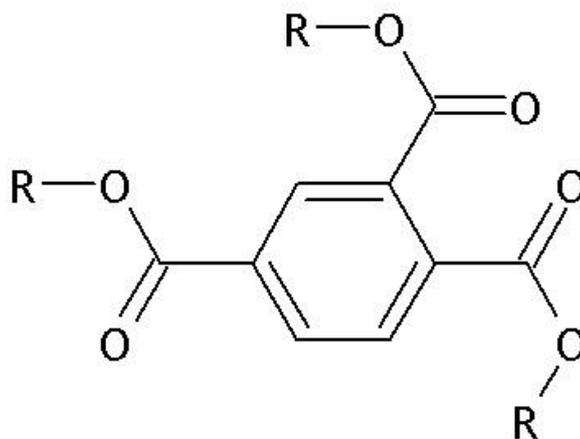
Anche la sostituzione del DBP è possibile. Il di-isononil-cicloesano-1,2-dicarbossilato è stato messo a punto per i mercati cosiddetti "sensibili", quali giocattoli, strumentazione medica e applicazioni alimentari, mostrando un profilo tossicologico più vantaggioso rispetto agli ftalati.

Il DINP, utilizzato nel campo dei giocattoli, ed il DEHP, utilizzato in applicazioni ad uso medicale, sono stati egregiamente sostituiti da esteri citrati (acetil tri-n-butil citrato; tri-n-butil citrato; acetil tri-n-esil citrato e altri) aventi impatto ambientale e sulla salute nettamente inferiori, pur avendo costi più alti.

4) Esteri trimellitati

Gli esteri trimellitati (Figura 3) sono prodotti dall'esterificazione di alcoli da C₇ a C₁₀ con anidride trimellitica (TMA), che ha struttura simile all'anidride ftalica, ma con funzionalità tripla all'anello aromatico. Di conseguenza, questi esteri sono prodotti in ragione di tre moli di alcol e una di anidride.

Figura 3. Struttura generale di un estere trimellitato



L'alto peso molecolare e la struttura molecolare conferiscono una minor volatilità e, generalmente, maggior resistenza all'estraibilità ed alla migrazione.

I prodotti a più ampio mercato sono TEHTM (TOTM) e L810TM, e sono spesso utilizzati per cablaggi, fogli e applicazioni interne per le automazioni.

5) *Esteri alifatici*

Questi esteri di acidi alifatici presentano struttura simile agli adipati. Gli azelaici [(CH₂)₇] e i sebacei [(CH₂)₈] sono basati su derivati di prodotti naturali, come l'acido sebaceo estratto dall'olio di ricino.

Gli adipati sono plastificanti molto importanti, con alcoli di catena simile a quelli usati negli ftalati (8-10 atomi di carbonio), esterificati con acido adipico.

Il comportamento è in effetti molto simile agli ftalati, ma il loro prezzo di mercato è molto maggiore. Hanno bassa viscosità, che li rende idonei per i plastisols, e buona flessibilità a basse temperature; per contro, il grado di volatilità e migrazione è maggiore.

Di fatto gli esteri alifatici vengono utilizzati in miscela con gli ftalati per ottenere un compromesso delle rispettive caratteristiche.

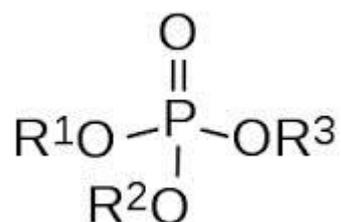
I più utilizzati sono il DEHA per la preparazione di pellicole adesive, la DINA e la DIDA, che non avendo alta compatibilità sono usate in miscela con altri plastificanti.

Fra i sebacati, il più venduto è il DOS, che presenta le migliori performance a basse temperature di qualsiasi plastificante commerciale.

6) Esteri Fosfatati

La struttura generale di un estere fosfatato è riportata in Figura 4. Tra questi, il più utilizzato è il triaril fosfatato, in particolare quello isopropilato.

Figura 4. Struttura generale di un estere fosfato



Vengono utilizzati soprattutto per la loro proprietà di ridurre l'inflammabilità del polimero.

7) Plastificanti secondari

Le due tipologie più importanti di plastificanti secondari sono le cloroparaffine e gli epossidi. Le prime sono ottenute per clorurazione controllata di catene paraffiniche, con formula generale $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{Cl}$, dove n va da 14 a 17. Non sono abbastanza compatibili per essere usate singolarmente, ma possono fungere da plastificanti secondari a basso costo, con il valore aggiunto di fornire resistenza alla fiamma. Fra gli epossidi, il più importante è l'olio di soia epossidato (ESBO) con acqua ossigenata, utilizzato principalmente in campo alimentare.

Oltre agli epossidi provenienti da oli si utilizzano gli epo-esterificati, derivati da alcol sintetici e acidi insaturi. L'ottil-epossi-stearato, da acido oleico, è il prodotto più comune di questa categoria. Peso molecolare minore e maggior linearità sono le due principali differenze con l'olio di soia perossidato, che conferiscono una minor viscosità e un miglior funzionamento a basse temperature.

8) Plastificanti polimerici o poliesteri

I plastificanti polimerici o poliesteri sono utilizzati quando è richiesta una buona stabilità termica e un'ottima resistenza alla migrazione; peculiarità mostrata nei confronti di idrocarburi, oli vegetali, solventi e polimeri affini, in particolare quelli non polari. In questo caso l'utilizzo è consentito anche per scopi alimentari. In genere sono policondensati solidi di glicoli con acidi di basici, sono spesso basati su 1,2-propandiolo o 1,2-butandiolo e acido

adipico. Molecole di differente peso molecolare sono disponibili per soddisfare particolari richieste. Le strutture di poliestere possono essere terminate dall'inclusione di un acido monobasico o da un alcol monoidrato (es. 2-etilesanolo).

Una forma alternativa di poliestere può essere ottenuta dall'apertura e dall'autocondensazione di un anello di lattone, oppure dalla reazione fra un caprolattone e neopentil glicole. Queste ultime sono paste a basso punto di fusione che si dimostrano più lavorabili rispetto ad altri poliesteri.

Per contro hanno un costo più elevato, non sono molto compatibili con il PVC e sono molto viscosi, cosa che li rende poco maneggevoli durante la lavorazione.

2.3.3 Antimpattanti

Il PVC grezzo è scarsamente resistente all'impatto. Per migliorare le sue performance, specialmente nei confronti degli stress da taglio, si aggiungono gomme alla matrice polimerica, che devono ovviamente riempire ed aderire bene ad essa. Per ottenere un efficace effetto di rinforzo è essenziale una buona dispersione dell'antimpattante nel polimero.

Il meccanismo di assorbimento dell'urto dipende dalla tipologia degli additivi. Fra i più usati troviamo:

- metacrilato di butadiene-stirene (MBS);
- copolimero di acrilato-polimetacrilato;
- polietilene clorato (CPE);
- copolimero etilen-vinilacetato (EVA);
- acrilonitrile-butadiene-stirene (resine ABS).

L'additivo è generalmente presente in quantità variabile tra il 5 ed il 12% in peso ed influisce sulla gelificazione e la viscosità di miscelazione.

2.3.4 Ausiliari di processo

Gli ausiliari di processo sono additivi utilizzati, in particolare per i PVC non plastificati, al fine di aumentare la miscibilità durante il processo. Sono aggiunti in ragione del 1-6% in peso e migliorano l'efficienza modificando il peso molecolare e la temperatura di transizione vetrosa della resina prodotta.

I più utilizzati sono a base di polimeri acrilici (metil metacrilato o acrilato) o copolimeri stirenici, anch'essi contenenti metacrilato.

2.3.5 Lubrificanti [4]

Gli additivi lubrificanti sono suddivisibili in due categorie: superficiali e di struttura. I primi hanno bassa compatibilità chimica con le resine in modo da permettere una migrazione verso la superficie, dove svolgono la funzione di riduttori di attrito con le parti metalliche calde delle apparecchiature di processo.

I composti appartenenti al secondo gruppo, invece, hanno buona compatibilità con il PVC e si omogeneizzano con esso al fine di ridurre la frizione fra i vari gruppi strutturali.

Le principali classi di prodotti chimici usate sono cere e saponi:

- cere d'amido con etilen-distearammide (EBS), con attività bilanciata fra superficiale e di struttura;
- idrocarburi, quali paraffine e polietilene (normale o ossidato);
- esteri di vari tipi, quali GMO (glicerol-monoleato) o GMS (glicerol monostearato); acidi grassi (stearico) o saponi con metalli (calcio stearato).

2.3.6 Riempitivi o cariche

I riempitivi sono additivi utilizzati per ridurre i costi di formulazione e/o migliorare le prestazioni tecniche. Il riempitivo principale è il carbonato di calcio (CaCO_3), ma, a seconda della regione geografica, si possono trovare materiali riempitivi a minor costo, quali terra dolomitica (carbonati di calcio e magnesio), talco e/o caolino.

2.3.7 Antifiamma e antifumo

Le resine non plastificate presentano naturalmente una bassa infiammabilità, dovuta al contenuto di cloro che abbassa l'ammontare di radicali ad alta reattività (HO^\bullet e H^\bullet) e diminuendo la cinetica di combustione. L'aggiunta di plastificanti, però, obbliga all'utilizzo di additivi ritardanti (FR, o Flame Retardant) o soppressanti (SS, o Smoke Suppressor) di fiamma.

Nella produzione presa in esame si utilizza Triossido di Antimonio (Sb_2O_3), in assoluto l'agente antifiamma più efficace e usato a livello mondiale, in miscela con plastificanti a base di esteri fosfati. La proprietà antifiamma si perpetra per via della formazione di cloruro di antimonio (SbCl_3) e di antimonio ossicloruro (SbOCl), volatili, che abbattano i radicali reattivi. Tuttavia il triossido di antimonio, seppur largamente usato, è classificato come cancerogeno e, ad oggi, sono in opera studi al fine di trovare un adeguato sostituto.

Per ora l'unica alternativa commerciale è rappresentata da octamolibdato di antimonio combinato con stannato di zinco, che donano alla resina buona resistenza alla fiamma abbassando la produzione di fumi.

Fra gli antifumo principali si menzionano zinco borato, alluminio tri-idrato con idrossido di magnesio e minerali di calcio/magnesio carbonati/idrossidi.

2.3.8 Pigmenti [4]

I pigmenti inseriti nelle formulazioni di PVC devono soddisfare il più possibile determinati requisiti di resistenza termica, stabilità alla luce, alto grado di dispersione e compatibilità chimica. Generalmente si utilizzano pigmenti inorganici. La Tabella 3 riporta una serie di pigmenti molto utilizzati e le relative colorazioni ottenibili:

Tabella 3. Elenco dei principali pigmenti e delle relative colorazioni ottenibili

Sostanza	Natura	Colore
Biossido di titanio (TiO ₂)	Inorganica	Bianco brillante
Piombo cromato e tiocromato	Inorganica	Giallo
Tiocromato/molibdato di piombo	Inorganica	Arancione
Tio-silicati sodio-alluminati	Inorganica	Ombreggiamento
Rame ftalocianina	Organica	Blu e verde
Prodotti da diazo-condensazione	Organica	Giallo, rosso, marrone
Composti diazotati	Organica	Giallo
Composti policiclici	Organica	Da viola a giallo
Composti monoazotati	Organica	Da arancione a giallo

2.3.9 Altri additivi [4]

Oltre ai sopracitati componenti, esiste poi un'ulteriore insieme di sostanze opzionali che possono essere additivate a seconda della destinazione d'uso finale del manufatto in PVC.

2.3.9.1 Biocidi

I PVC plastici, specialmente quelli utilizzati per pavimentazioni o coperture esterne, a causa delle condizioni di esercizio, sono particolarmente soggetti all'attacco di microrganismi quali muffe, batteri o funghi, che trovano un habitat idoneo e una fonte di

alimentazione nella componente carboniosa. Questo porta a perdita di colorazione, emanazione di cattivi odori e deterioramento superficiale.

Per limitare il problema, il PVC viene additivato di particolari sostanze il cui funzionamento si basa sulla migrazione delle stesse verso la superficie, dove effettuano un'azione disinfestante. Per stabilità, compatibilità, permanenza e spettro di azione contro le forme fungine e batteriche, si utilizzano generalmente ossibisfenoksiarsina (OBPA), ottitioazolinone (OIT) e dicloro- ottitioazolinone (DCOIT).

2.3.9.2 Rigonfianti o agenti espandenti

Sono sostanze che rilasciano gas a particolari condizioni di temperatura, al fine di conferire una struttura schiumosa. Ve ne sono di due tipologie principali, l'azodicarboammide ($H_2NCON=NOCNH_2$) [4] che a circa $215^{\circ}C$ rilascia azoto e ammoniaca gassosa, e il bicarbonato di sodio ($NaHCO_3$), che rilascia anidride carbonica in un ampio spettro di temperature.

Sono utilizzate per trasformare il PVC-U in schiuma da rivestimento, esterni o pavimentazioni allo scopo di diminuirne la densità.

2.3.9.3 Antiossidanti e stabilizzanti alla luce

Gli antiossidanti primari, quali i fenoli stericamente impediti, agiscono come inibitori radicalici durante la lavorazione o l'utilizzo. Il meccanismo si basa sulla cessione di idrogeni ai radicali perossidici, che andrebbero altrimenti ad intaccare la catena polimerica. Fosfiti e esteri dell'acido 3,3 tiodipropionico sono usati come antiossidanti secondari per estendere l'efficienza dei primari.

Gli stabilizzanti alla luce, invece, agiscono assorbendo la radiazione UV che potrebbe degradare, frammentando, il polimero. I più usati sono a base di idrossibenzofenone o idrossifenil triazolo. Ammine impedito foto-stabilizzate (HALS) possono essere validi sostituti.

2.3.9.4 Antistatici

Per prevenire la formazione di cariche elettrostatiche, che potrebbero originare scintille, vengono aggiunti alla formulazione particolari additivi antistatici. Esistono vari prodotti, generalmente complessi anionici o cationici, aggiunti in misura di 5-12 phr, che riducono la resistività superficiale del materiale. La loro aggiunta previene anche la ritenzione della polvere.

2.3.9.5 Modificatori reologici e di viscosità

I modificatori reologici e di viscosità hanno composizione chimica simile rispetto agli antistatici ma sono aggiunti in quantità minore (2-4 phr). Vengono utilizzati per tutte quelle produzioni in cui è necessario regolare la viscosità delle resine (o delle miscele di esse) per applicazioni su altri materiali.

2.3.9.6 Agenti leganti

Gli agenti leganti sono generalmente basati su policianurati aromatici dispersi nel plastificante allo scopo di dare adesione superficiale alla resina.

3 Normativa vigente

3.1 LEGISLAZIONE

Tutta la normativa mondiale in materia di sicurezza fa riferimento al modello GHS (Global Harmonized System), elaborato dalle Nazioni Unite nel 1992, con l'intento di unificare le varie regolamentazioni presenti.

In Europa, il modello trova la sua concretizzazione su vari regolamenti emendati a partire dal 2006:

- Regolamento (CE) n.1907/2006 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 18 dicembre 2006 (**REACH**, Registration, Evaluation, Authorization of Chemicals);
- Regolamento (CE) n. 1272/2008 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2008 (**CLP** - Classification Labelling Packaging);
- Regolamento (UE) n. 453/2010;

In Italia l'aggiornamento è avvenuto mediante la stesura del sistema prevenzionistico definito dal Titolo IX, Capi I e II del **D.Lgs. n. 81/2008** e s.m.i..

Il Regolamento CLP, entrato in vigore il 20 gennaio 2009, modifica ed integra il Regolamento REACH.

CLP e REACH sono, di fatto, i due regolamenti che sostituiscono le Direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE, definitivamente abrogate a partire dal 1 giugno 2015.

La nuova normativa prevede un'evoluzione della simbologia legata al rischio mediante l'introduzione di nuovi pittogrammi e nuove frasi di rischio e prevenzione, assegnate sulla base di diversi criteri.

3.1.1 Classificazione

Il sistema GHS, suddivide il Pericolo in Ambientale, Sanitario e Fisico. La classificazione procede esaminando i rischi ambientali e sanitari distinguendo tra "sostanze" e "miscele", per poi valutarne i rischi fisici in un'unica modalità.

3.1.1.1 Sostanze: rischi ambientali e sanitari

Con il termine "sostanza" si intendono gli elementi chimici ed i loro composti allo stato naturale od ottenuti da sintesi. Ciò include anche ogni additivo utilizzato e ogni impurità derivata dal processo, con l'esclusione dei soli solventi completamente separabili.

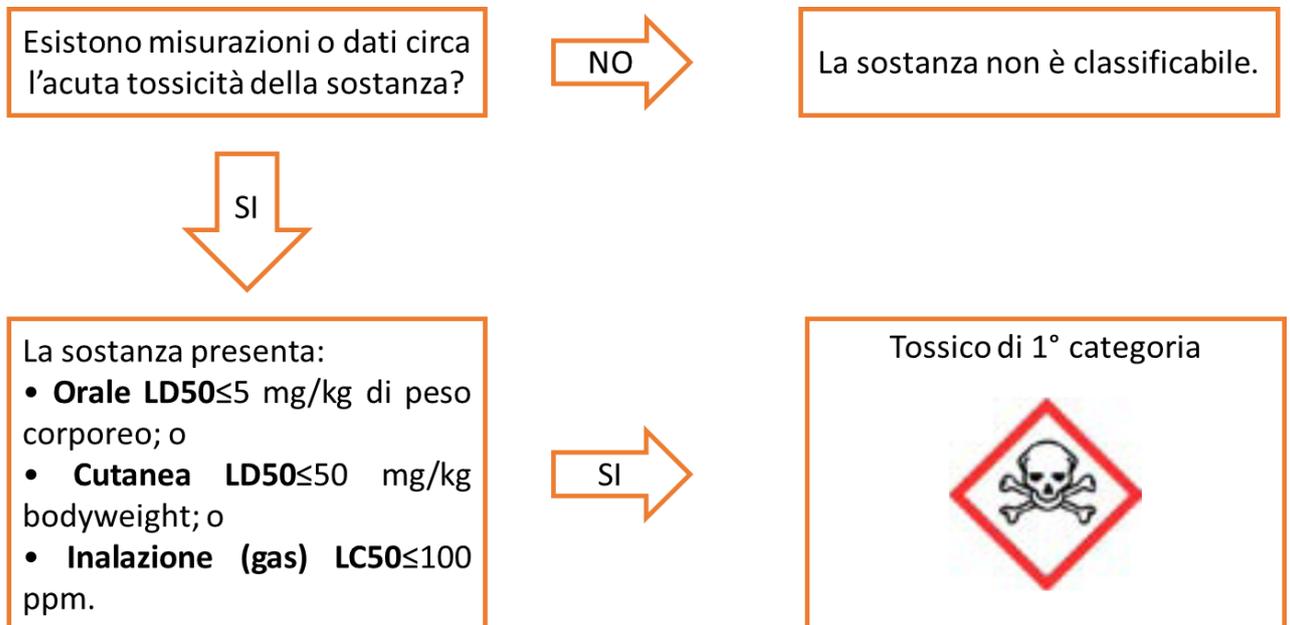
Per quel che riguarda il rischio ambientale e legato alla salute, le classi di rischio in cui sono suddivise le varie sostanze sono schematizzate come riportato in Tabella 4, nella quale sono inoltre riportati i simboli di pericolo relativi ad ogni classe.

Tabella 4. Pittogrammi associati alle classi di pericolo per l'ambiente o la salute [10]

CLASSE DI PERICOLO	PITTOGRAMMI ASSOCIATI
Tossicità acuta	 
Corrosione/irritazione dermica	 
Irritazione/danni seri agli occhi	 
Sensibilità delle vie respiratorie e della pelle	 
Mutageno	
Cancerogeno	
Tossico per la riproduzione	
Tossicità verso organi specifici a seguito di esposizione singola	
Tossicità verso organi specifici a seguito di esposizione prolungata	
Pericoloso se inalato	
Pericoloso per l'ambiente acquatico	

La scelta del pittogramma adeguato e adatto alla sostanza procede seguendo un diagramma di flusso organizzato per scelte logiche e prendendo in esame concentrazioni e dosi limite, come riportato nell'Esempio 1 in Figura 5.

Figura 5. Esempio 1



Nel caso le concentrazioni (o le dosi) non raggiungessero i valori indicati nell'esempio 1 di figura 4, il diagramma continuerebbe con valori inferiori che identificano le varie categorie, fino all'ultimo step, arrivati al quale si può considerare la sostanza come non appartenente alla classe di rischio in esame.

Viene inoltre introdotto il concetto di "esposizione ripetuta".

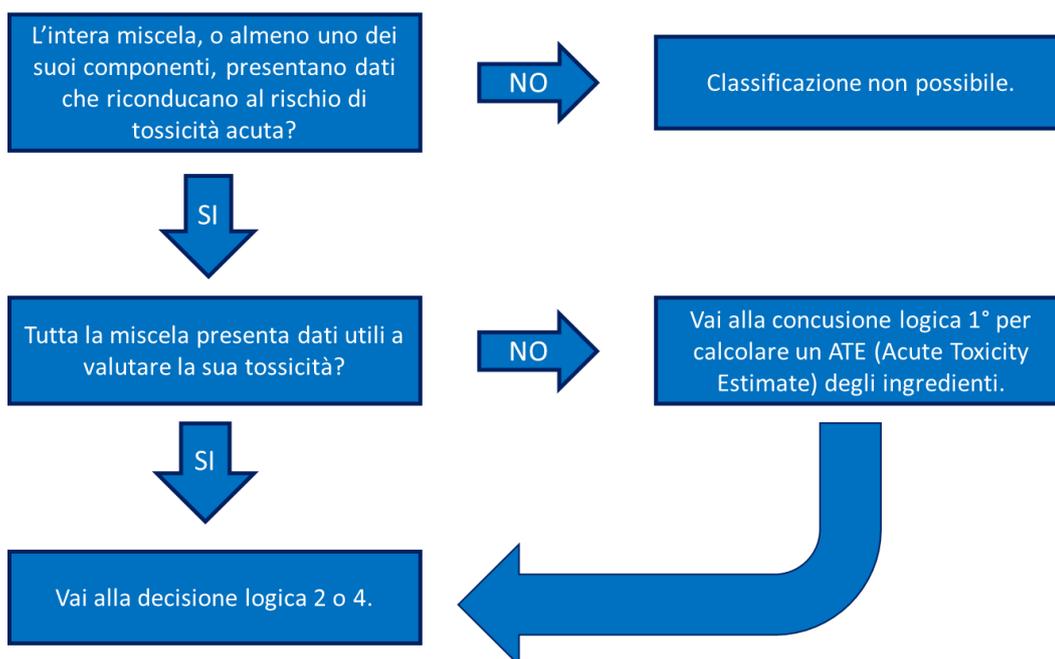
3.1.1.2 Miscela: rischi ambientali e sanitari

Con il termine miscela si indica un miscuglio o una soluzione di due o più sostanze fra le quali non sussiste reazione chimica. Sotto questa definizione cadono quindi anche le leghe metalliche.

La classificazione delle miscele riprende gli stessi criteri adottati per le sostanze, ma il diagramma di flusso che regola la procedura è reso più complesso, e funzionale, dalle cosiddette "operazioni ponte" (Esempio 2 in Figura 6), azioni che permettono la classificazione anche nei casi in cui non siano presenti dati di studio sulla miscela.

In mancanza di riferimenti di letteratura, si procede per confronti ed interpolazioni con i risultati ottenuti su miscele simili, procedendo per concentrazioni, dosaggi, classe di rischio, categoria, similarità e miscele aerosol. Nei casi in cui non si ottenga una classificazione funzionale nemmeno perseguendo questo tipo di caratterizzazione, si procederà ad analizzare il rischio relativo ad ogni componente della miscela, o alla maggior parte dei componenti nel caso in cui non sia possibile avere dati certi su tutti.

Figura 6. Esempio 2



3.1.1.3 Pericoli fisici di sostanze e miscele

I pericoli fisici per le sostanze e le miscele sono divisi, secondo il sistema GHS, in sedici classi di rischio, riportate in Tabella 5:

Tabella 5. Pittogrammi associati alle classi di pericolo fisico

	<i>Classe di rischio</i>	<i>Pittogrammi associati</i>
1	Esplosivi	
2	Gas infiammabili	
3	Aerosol infiammabili	
4	Gas comburenti	
5	Gas sotto pressione	
6	Liquidi infiammabili	

7	Solidi infiammabili	
8	Autoinnescenti	
9	Liquidi piroforici	
10	Solidi piroforici	
11	Autoriscaldanti	
12	Emissione di gas infiammabili per contatto con acqua	
13	Liquidi ossidanti	
14	Solidi ossidanti	
15	Perossidi organici	
16	Corrosivo per i metalli	

➤ *Esplosivi*

La gamma degli esplosivi comprende tutte quelle sostanze, miscele o articoli contenenti una delle precedenti, in grado di sprigionare velocemente gas ad alta temperatura e pressione.

A questi si aggiungono le sostanze o miscele pirotecniche, che a seguito di esposizione a fiamma, luce, fumo, vibrazione o gas, producono una reazione esotermica autoalimentata.

Un ulteriore sottodivisione cataloga gli esplosivi in sei gradi di pericolo:

1. Pericolo di esplosione di massa.
2. Pericolo di onda barica.
3. Pericolo di infiammabilità con minor scarica o onda barica.
4. Nessun pericolo significativo in caso di innesco.

5. Sostanza poco sensibile con pericolo di esplosione di massa.
6. Sostanza poco sensibile senza pericolo di esplosione di massa.

➤ *Gas Infiammabili*

- Un gas è considerato infiammabile quando si trova nel suo range di infiammabilità in condizioni ambientali. Viene definito “estremamente infiammabile”, se risulta infiammabile anche in miscela con aria $\leq 13\%$ in volume.

➤ *Aerosol infiammabili*

Gli aerosol sono considerati infiammabili se contengono componenti a loro volta infiammabili, ma anche a seconda del grado del calore chimico di combustione e dei risultati del Test Schiuma e del Test di accensione a distanza. La scala di classificazione va da “aerosol non infiammabile”, con percentuale di componenti infiammabili $<1\%$ e calore di combustione $<20\text{kJ/g}$, ad “estremamente infiammabile”, con percentuale di componenti infiammabili $>85\%$ e calore di combustione $>30\text{kJ/g}$.

➤ *Materiali comburenti*

Rientrano nella classe dei materiali comburenti quei gas, liquidi e solidi che, fornendo ossigeno, rendono un secondo materiale più infiammabile di quanto non lo sarebbe al semplice contatto con l'aria.

➤ *Gas sotto pressione*

I gas conservati a pressioni maggiori di 200kPa o liquefatti e refrigerati sono denominati gas sotto pressione.

➤ *Liquidi infiammabili*

Qualunque liquido con flash point a $T < 93^\circ\text{C}$ è considerato infiammabile. Sono classificati in categorie di rischio crescente sulla base del punto di flash e del punto di ebollizione:

1. Liquidi e vapori estremamente infiammabili (flash point $< 23^\circ\text{C}$ e boiling point $\leq 35^\circ\text{C}$).
2. Liquidi e vapori altamente infiammabili (flash point $< 23^\circ\text{C}$ e boiling point $> 35^\circ\text{C}$).
3. Liquidi e vapori infiammabili (flash point $\geq 23^\circ\text{C}$ e $\leq 60^\circ\text{C}$).
4. Liquidi combustibili (flash point $> 60^\circ\text{C}$ e $\leq 93^\circ\text{C}$).

Per le altre classi non sono forniti range di parametri atti a stabilire una sottoclassificazione.

3.1.2 Etichettatura

Il sistema GHS sostituisce le frasi di rischio R e S rispettivamente con “indicazioni di pericolo- H” ed “indicazioni di prudenza- P”. Inserisce inoltre un codice alfanumerico per suddividerle in macrocategorie, secondo quanto riportato in Tabella 6.

Tabella 6. Elenco delle Indicazioni di pericolo e di prudenza

<i>Indicazioni di pericolo - H</i>	<i>Indicazioni di prudenza - P</i>
200-299 / Pericolo fisico	100-199/ Generale
300-399/ Pericolo per la salute	200-299/ Prevenzione
400-499/ Pericolo ambientale	300-399/ Reazione
	400-499/ Conservazione
	500-599/ Smaltimento

Le indicazioni di pericolo o prudenza derivanti dalla Direttiva sulle Sostanze Pericolose (DSP) e dalla Direttiva sui Preparati Pericolosi (DPP), ma non ancora incluse nella GHS non vengono codificate con la sigla “EUH”.

3.2 IL MODELLO MOVARISC [11]

3.2.1 Premessa

In alternativa alla misurazione dell’agente chimico è possibile, e largamente praticato, l’uso di sistemi di valutazione del rischio basati su relazioni matematiche denominati algoritmi. Mediante un algoritmo è possibile assegnare un valore numerico ad una serie di fattori o parametri che intervengono nella determinazione del rischio che ne esprime l’importanza assoluta e reciproca sul risultato valutativo finale.

I fattori individuati vengono quindi inseriti in una relazione matematica semplice, o in un modello grafico, la quale fornisce un indice numerico che permette di inserire il valore trovato in una “scala numerica del rischio” individuando, per la situazione analizzata, una gradazione dell’importanza del valore dell’indice calcolato.

Il Movarisc (da “MOdello di VALutazione del RISChio”) è una modalità di analisi che consente di effettuare la valutazione del rischio secondo quanto previsto dall’articolo 223 comma 1. del D.Lgs. 81/08 (Titolo IX Capo I “Protezione da agenti chimici”): esso prevede l’identificazione e il peso da assegnare ai parametri indicati dall’articolo di legge e dai quali non è possibile prescindere. Tuttavia, il modello non va inteso come uno strumento completo e del tutto surrogabile alle analisi quantitative degli agenti chimici, quanto più

come una semplificazione atta a consentire, alle piccole e medie imprese, la classificazione qualitativa rispetto alla soglia del rischio “IRRILEVANTE PER SALUTE”.

Va sottolineato che le misure di prevenzione e protezione di carattere generale, quali quelle previste dall’Allegato IV D.Lgs.81/08 ai punti 2-3-4. (in nota *Presenza nei luoghi di lavoro di agenti nocivi; Vasche, Canalizzazioni, Tubazioni, Serbatoi, Recipienti, Silos; Misure contro l’incendio e l’esplosione*) e dall’articolo 224 comma 1. del D.Lgs.81/08, devono essere adottate prima di eseguire la valutazione del rischio.

3.2.2 Il modello per la valutazione del rischio derivante da esposizione ad agenti chimici pericolosi.

Il Rischio, R, per le valutazioni del rischio derivanti dall’esposizione ad agenti chimici pericolosi è il prodotto del Pericolo, P (o Hazard, H), per l’Esposizione, E (o Exposure, E):

$$\mathbf{R = P \times E}$$

o

$$\mathbf{R = H \times E}$$

Il Pericolo, P, rappresenta l’indice di pericolosità intrinseca di una sostanza o di una miscela che nell’applicazione di questo modello viene identificato con le *frasi o indicazioni di pericolo H* che sono utilizzate nella classificazione (nota: secondo i criteri dell’*Allegato I del Regolamento CE 1272/2008* e successive modificazioni, *Regolamento CLP*). Ad ogni *Hazard Statement (Frases o Codice di pericolo H)* è stato assegnato un punteggio (score) tenendo conto del significato delle disposizioni relative alla classificazione e all’etichettatura delle sostanze e delle miscele pericolose di cui all’Allegato I del Regolamento (CE) 1272/2008 e successive modificazioni.

Il Pericolo, P, rappresenta quindi la potenziale pericolosità di una sostanza indipendentemente dai livelli a cui le persone sono esposte (pericolosità intrinseca).

L’Esposizione, E, rappresenta il livello di esposizione dei soggetti nella specifica attività lavorativa.

Il Rischio, R, determinato secondo questo modello, tiene conto dei parametri di cui all’articolo 223 comma 1 del D.Lgs. 81/08:

- per il pericolo P sono tenuti in considerazione le proprietà pericolose e l’assegnazione di un valore limite professionale, mediante il punteggio assegnato;

- per l'esposizione E si sono presi in considerazione: tipo, durata dell'esposizione, le modalità con cui avviene l'esposizione, le quantità in uso, gli effetti delle misure preventive e protettive adottate.

In questo modello, il rischio R può essere calcolato separatamente per esposizioni inalatorie e per esposizioni cutanee:

$$R_{\text{inal}} = P \times E_{\text{inal}}$$

$$R_{\text{cute}} = P \times E_{\text{cute}}$$

Nel caso in cui, per un agente chimico pericoloso, siano previste contemporaneamente entrambe le vie di assorbimento, il Rischio, R cumulativo (R_{cum}) è ottenuto tramite il seguente calcolo:

$$R_{\text{cum}} = \sqrt{(R_{\text{inal}}^2 + R_{\text{cute}}^2)}$$

Gli intervalli di variazione di R sono:

$$0,1 < R_{\text{inal}} < 100$$

$$1 < R_{\text{cute}} < 100$$

$$1 < R_{\text{cum}} < 141$$

Il recepimento della direttiva 98/24/CE e la susseguente istituzione del **Titolo IX Capo I D.Lgs.81/08** ha confermato che, in presenza di rischio chimico per la salute, le misure generali di tutela di cui all'art.15 **D.Lgs.81/08** e di cui all'Allegato IV D.Lgs.81/08 Punti 2-3-4. (vedi nota X) debbano in ogni caso sempre essere rigorosamente osservate, ovviamente assieme alle misure successivamente individuate in maniera mirata **dall'articolo 224 comma 1 del D.Lgs. 81/08**, e cioè:

- progettazione e l'organizzazione dei sistemi di lavorazione sul luogo di lavoro;
- fornitura di attrezzature idonee per il lavoro specifico e le relative procedure di manutenzione adeguate;
- riduzione al minimo del numero di lavoratori che sono o potrebbero essere esposti;
- riduzione al minimo della durata e dell'intensità dell'esposizione;
- misure igieniche adeguate;
- riduzione al minimo della quantità di agenti presenti sul luogo di lavoro in funzione delle necessità della lavorazione;

- metodi di lavoro appropriati, comprese le disposizioni che garantiscono la sicurezza nella manipolazione, nell'immagazzinamento e nel trasporto sul luogo di lavoro di agenti chimici pericolosi nonché dei rifiuti che contengono detti agenti chimici.

Quindi, qualsiasi algoritmo applicato per la valutazione approfondita del rischio chimico, non può prescindere dall'attuazione preliminare e prioritaria dei principi e delle misure generali di tutela dei lavoratori.

L'idea alla base della nuova normativa vigente non è quella di limitarsi a ridurre i danni da esposizione, ma di intraprendere una politica aziendale atta a rimuovere il pericolo alla radice, sostituendo procedure, macchinari e, nel caso specifico, reagenti con alternative meno pericolose.

Fanno eccezione le sostanze cancerogene o mutagene, per cui non è prevista una classificazione al livello di "pericolo irrilevante per la salute" e la cui sostituzione non è facoltativa ma obbligatoria: per queste sostanze, quando si parla di valutazione del rischio, in realtà, ci si riferisce sempre ad una valutazione dell'esposizione.

L'uso di modelli/algoritmi per la valutazione del rischio chimico risulta anche utile come strumento che, a partire da informazioni ugualmente disponibili per tutti, consente di operare delle scelte tra agenti chimici in possesso di diversa pericolosità che, aventi uguale funzione d'uso e destinati a scopi analoghi, sono utilizzabili in modo equivalente.

La *pericolosità intrinseca* degli agenti chimici che vengono impiegati, non è data solo dalla natura della sostanza in sé, ma va correlata alle *modalità* e alle *quantità* in cui vengono impiegati, tenendo conto, non in ultimo, dei tempi d'esposizione di ogni singolo lavoratore. Il rischio chimico viene così determinato in maniera specifica per ogni lavoratore in relazione alle sue mansioni specifiche, queste ultime devono essere individuate con precisione dal datore di lavoro e rese note al lavoratore stesso.

Si procederà quindi, sostanzialmente:

- alla definizione delle proprietà tossicologiche intrinseche a breve, medio e lungo termine degli agenti chimici pericolosi utilizzati o liberati sul luogo di lavoro;
- alla quantificazione dell'esposizione dei lavoratori e le modalità d'impiego;
- alla determinazione della frequenza dell'esposizione.

Il Pericolo, P, verrà poi espresso con uno *score* da 1 a 10.

3.2.3 Criteri per l'identificazione dell'indice P

La classificazione dei pericoli per la salute tende ad identificare tutte le proprietà tossicologiche delle sostanze e delle miscele che possono presentare un pericolo all'atto della normale manipolazione o utilizzazione. I pericoli intrinseci delle sostanze e delle miscele pericolose sono segnalati con indicazioni di pericolo: *Fraasi o Codici di indicazione di pericolo H*. Queste fraasi sono riportate nell'etichettatura di pericolo e nella Scheda Dati di Sicurezza (SDS, compilata, attualmente, secondo i dettati del *Regolamento (UE) n.453/2010* che ha modificato l'*Allegato II - Regolamento (CE) n.1907/2006* concernente le disposizioni sulle schede di dati di sicurezza). Mediante l'assegnazione di un valore ad ogni dicitura H, è possibile avere a disposizione un indice numerico (*score*) di pericolo per ogni agente chimico pericoloso impiegato. La scelta dello score più elevato, fra quelli presenti, dell'agente chimico pericoloso, moltiplicato per l'indice d'esposizione, fornisce la possibilità di valutare il rischio chimico per ogni lavoratore esposto.

Risulta quindi evidente come il risultato finale risenta dei limiti propri dei criteri di classificazione.

La determinazione dello score di pericolo è effettuata in maniera pesata in funzione della graduatoria di pericolosità, assegnata in relazione alle vie d'esposizione più rilevanti per il lavoratore sul luogo di lavoro (Assorbimento per inalazione > Assorbimento per via cutanea/mucose > Assorbimento per via ingestione).

La pericolosità intrinseca degli agenti chimici si può esprimere solo in una scala di valori relativi e pertanto, per valutare la pericolosità degli agenti chimici immessi sul mercato o presenti nel luogo di lavoro, ci si deve dotare innanzitutto di un metro di misura.

L'ordinamento dei vari agenti chimici in funzione della loro pericolosità intrinseca, secondo una scala almeno semi-quantitativa, è di evidente utilità pratica; una tale scala può essere creata attribuendo a certe proprietà delle sostanze degli opportuni coefficienti.

Nella scelta delle proprietà da indicizzare e nella ponderazione dei relativi coefficienti si introduce un inevitabile grado di arbitrarietà, ma applicando lo stesso sistema ai diversi agenti chimici, si ottiene una graduazione comparativa uniforme. È importante sottolineare che il risultato numerico, ottenuto applicando un metodo indicizzato, può essere considerato solo per l'ordine di grandezza che esprime.

Inoltre, è opportuno precisare che metodi di questo tipo non si prestano ad apprezzare modeste differenze di rischio e pertanto questi metodi di valutazione sono sempre accompagnati da un certo grado d'incertezza.

Nel caso in esame, tali incertezze diventano ancor più rilevanti qualora si sia in prossimità della soglia, che viene stabilita dall'estensore, relativa al rischio chimico irrilevante per salute.

I criteri di classificazione ed etichettatura di sostanze e miscele pericolose si basano sul principio che gli effetti a lungo termine ed allergenici, subacuti o cronici, siano più rigorosi ed importanti rispetto agli effetti acuti. L'indice numerico che stabilisce la graduazione del pericolo deve tenere conto di questo principio di carattere generale. Ad esempio, con il Regolamento CLP, i pittogrammi della tossicità acuta rispetto alla tossicità a medio e lungo termine hanno significati diversi: il pittogramma del teschio a tibie incrociate, nero in campo bianco, contenuto in una losanga regolare con i bordi rossi, tipico di sostanze che producono intossicazioni e infortuni mortali, dà un'idea di pericolosità diversa rispetto al pittogramma "dell'uomo che si ammala o dell'uomo che implode" nero in campo bianco, tipico di sostanze pericolose che possono produrre malattie professionali, anche mortali. Un altro esempio di graduazione del pericolo è rappresentato dagli effetti acuti secondo il CLP: le sostanze tossiche di categoria 1 saranno più pericolose in sequenza delle sostanze tossiche di categoria 2, 3 e 4, sulla base dei risultati di tossicità acuta espressa attraverso le DL50 per via orale e cutanea e CL50 per inalazione.

3.2.4 Attribuzione dei coefficienti (score)

Come è stato suindicato, le proprietà tossicologiche di un agente chimico vengono desunte dalla classificazione armonizzata o dall'auto-classificazione delle sostanze e delle miscele (Frase H).

In assenza di classificazione armonizzata, poiché coloro che immettono sul mercato sostanze tal quali o contenute in miscele o in articoli, possono procedere nella realtà, ad auto-classificazioni differenti, *sarebbe cautelativo utilizzare sempre la classificazione provvisoria* adottata da fornitori di prodotti chimici *che prevede lo score P più alto* [10].

In considerazione della bassa probabilità di accadimento, viene dato un punteggio relativamente basso agli effetti dovuti ad ingestione. Si ritiene, infatti, che negli ambienti di lavoro (in particolare quelli presi in esame in questa dissertazione) il rischio legato a questa via di assorbimento possa essere pressoché eliminato alla radice, adottando corrette misure igieniche e comportamentali. È inoltre attribuito un peso maggiore alla via inalatoria rispetto a quella cutanea, facendo in modo che ciascun effetto relativo ad ogni categoria sia diversificato all'interno di ogni classe di pericolo.

Alle indicazioni di pericolo codificate in:

- H370 (Provoca danni agli organi/organo specifico per esposizione singola);
- H371 (Può provocare danni agli organi/organo specifico per esposizione singola);
- H372 (Provoca danni agli organi/organo specifico per esposizione ripetuta);
- H373 (Può provocare danni agli organi/organo specifico per esposizione ripetuta)

è stato attribuito un peso molto elevato, proprio perché le relative classi di pericolo rappresentano una novità degna di attenzione ai fini di tutela della salute, per un effetto tossicologico irreversibile dopo un'unica esposizione o dopo un'esposizione ripetuta, anche se sono indicazioni di pericolo relative ad un effetto irreversibile comunque diverso rispetto agli effetti canonici a breve e lungo termine.

Ai prodotti contenenti almeno una sostanza pericolosa (in concentrazione superiore all'1% in massa, o maggiore dello 0,2 % rispetto al volume per le miscele gassose) è stato comunque attribuito un punteggio, pur non essendo classificate come pericolose. Lo stesso criterio è stato adottato per i prodotti non pericolosi contenenti una sostanza per la quale esistono valori limite europei di esposizione professionale. Dal 2015 è possibile ottenere una SDS anche per miscele contenenti sostanze appartenenti a talune categorie di pericolo, come i cancerogeni di categoria 2, sensibilizzanti per la pelle e per le vie respiratorie, i tossici per la riproduzione di categoria 2, ecc., e contenute in concentrazione $\geq 0,1\%$.

È stato attribuito un punteggio anche per quelle sostanze non classificate pericolose in maniera armonizzata, ma alle quali è stato assegnato un valore limite d'esposizione professionale europeo (ad esempio il clorodifluorometano, l'1- metossi-2-propanolo, 1,2,3-trimetilbenzene, acetato di 1-metilbutile, acetato di 3- amile, seleniuro di idrogeno, 2 metossimetiletossi-propanolo, acetato di terz-amile, ecc.).

È stato inoltre attribuito un punteggio minore a quelle sostanze non classificabili come pericolose per inalazione e/o contatto con pelle/mucose e/o per ingestione, ma in possesso di un valore limite d'esposizione professionale, come ad esempio biossido di carbonio.

Infine, è stato attribuito un punteggio anche alle sostanze e ai preparati non classificati come pericolosi, ma che nel processo di lavorazione si trasformano o si decompongono emettendo tipicamente agenti chimici pericolosi, come accade, ad esempio, nelle lavorazioni metalmeccaniche, nelle saldature, nelle lavorazioni con materie plastiche, ecc...).

Questa modalità di attribuzione di un punteggio a sostanze, o preparati inseriti in un processo, risulta chiaramente più complessa ed indeterminata. Si tratta di casi in cui non è possibile dare un peso certo alle proprietà tossicologiche di queste sostanze e miscele (polimeri, elastomeri, leghe, ecc..), le quali, di per sé, non presentano un pericolo all'atto

della normale manipolazione o utilizzazione. La difficoltà di attribuzione di un punteggio in questo tipo di impieghi è dovuto all'impossibilità di prevedere con certezza quali agenti chimici pericolosi si sviluppino durante il processo, per il fatto che la termodinamica e le cinetiche di reazione relative alla trasformazione sono poco conosciute o che le reazioni possono essere difficilmente controllabili.

Tuttavia è stato deciso di attribuire comunque un punteggio anche in questa fattispecie, diversificandolo in funzione della conoscenza degli agenti chimici che si prevede possano svilupparsi nel processo, dando ovviamente un punteggio più elevato per quelli pericolosi per via inalatoria rispetto alle altre vie d'assorbimento. È stato fornito un punteggio maggiore per i processi ad elevata emissione di agenti chimici rispetto a quelli a bassa emissione (ad esempio, la saldatura è caratterizzata da un'emissione di agenti chimici pericolosi presenti nei fumi molto più elevata rispetto allo stampaggio delle materie plastiche; a sua volta lo stampaggio delle materie plastiche può avvenire sia ad alte temperature (260°C) che a basse temperature (80°C) con diverse velocità di emissione). Il punteggio minimo non nullo è stato attribuito alle sostanze e ai preparati non classificati e non classificabili in alcun modo come pericolosi e non contenenti nessuna sostanza pericolosa neanche come impurezza.

3.2.5 Determinazione dell'indice di esposizione per via inalatoria (E_{INAL})

L'indice di esposizione per via inalatoria, E_{inal} , viene determinato attraverso il prodotto di un Sub-indice "I" (Intensità dell'esposizione) per un Sub-indice "d" (distanza del lavoratore dalla sorgente di intensità I):

$$E_{inal} = I \times d$$

Il calcolo del Sub-indice I comporta l'uso delle seguenti 5 variabili:

1. Proprietà chimico-fisiche;
2. Quantità in uso;
3. Tipologia d'uso;
4. Tipologia di controllo;
5. Tempo di esposizione.

➤ Proprietà chimico-fisiche

Vengono individuati quattro livelli, in ordine crescente alla possibilità della sostanza di rendersi disponibile in aria e quindi di essere inalata, in funzione della volatilità del liquido e della ipotizzabile o conosciuta granulometria delle polveri:

- 1) stato solido/nebbie (largo spettro granulometrico);
- 2) liquidi a bassa volatilità (bassa tensione di vapore);
- 3) liquidi ad alta e media volatilità (alta tensione di vapore) o polveri fini;
- 4) stato gassoso.

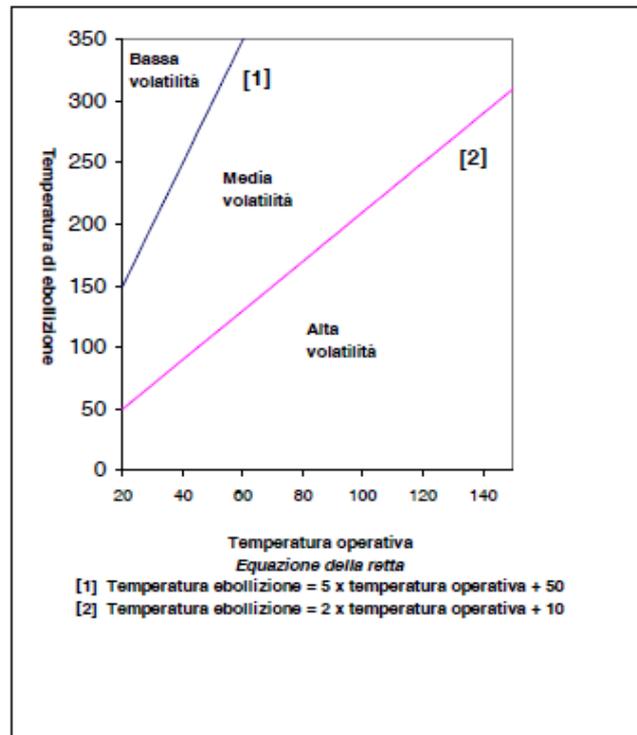
Per assegnare alle sostanze il corrispondente livello si può utilizzare il criterio individuato in letteratura [11] che viene riassunto schematicamente in Tabella 7:

Tabella 7. Livelli di disponibilità in aria delle sostanze

LIVELLI DI DISPONIBILITA' – POLVERI	
Stato solido/nebbie – largo spettro granulometrico	
Basso	Pellet e similari, solidi non friabili, bassa evidenza di polverosità osservata durante l'uso. Per esempio: pellets di PVC, cere e paraffine.
Medio	Solidi granulari o cristallini. Durante l'impiego la polverosità è visibile, ma la polvere si deposita rapidamente. Dopo l'uso la polvere è visibile sulle superfici. Per esempio: sapone in polvere, zucchero granulare.
Polveri fini	
Alto	Polvere fine e leggera. Durante l'impiego si può vedere formarsi una nuvola di polvere che rimane aerosospesa per diversi minuti. Per esempio: cemento, diossido di titanio, toner di fotocopiatrice.

Per i liquidi è possibile suddividere, in tre zone di diversa volatilità, il piano formato dai valori della temperatura di esercizio (in ascissa) e da quelli della temperatura di ebollizione (in ordinata), come mostrato in Figura 7.

Figura 7. Livelli di disponibilità delle sostanze liquide



➤ Quantità in uso

Per quantità in uso si intende la quantità di agente chimico o del preparato effettivamente presente e destinato, con qualunque modalità, all'uso nell'ambiente di lavoro su base giornaliera.

Vengono identificate cinque classi come di seguito distinte:

- 1) < 0,1kg
- 2) 0,1 – 1kg
- 3) 1 – 10kg
- 4) 10 – 100kg
- 5) > 100kg

➤ Tipologia d'uso

Vengono individuati quattro livelli, in ordine crescente rispetto alla possibilità di dispersione in aria e alla tipologia d'uso della sostanza, che identificano la sorgente dell'esposizione.

- 1) uso in sistema chiuso: la sostanza è usata e/o conservata in reattori o contenitori a tenuta stagna e trasferita da un contenitore all'altro attraverso tubazioni stagne. Questa categoria non può essere applicata a situazioni in cui, in una qualsiasi

sezione del processo produttivo, possano aver luogo emissioni nell'ambiente. In altre parole il sistema chiuso deve essere tale in tutte le sue parti.

- 2) Uso in matrice per inclusione: la sostanza viene incorporata in materiali o prodotti da cui è impedita o limitata la dispersione nell'ambiente. Questa categoria include l'uso di materiali in "pellet", la dispersione di solidi in acqua con limitazione del rilascio di polveri e, in genere, l'inglobamento della sostanza in matrici che tendono a trattenerla.
- 3) Uso controllato e non dispersivo: questa categoria include le lavorazioni in cui sono coinvolti solo limitati e selezionati gruppi di lavoratori, adeguatamente formati circa il processo specifico, e in cui sono disponibili sistemi di controllo adeguati a controllare e contenere l'esposizione.
- 4) Uso con dispersione significativa: questa categoria include lavorazioni ed attività che possono comportare un'esposizione sostanzialmente incontrollata, non solo degli addetti, ma anche di altri lavoratori e, eventualmente, della popolazione in generale. Possono essere classificati in questa categoria processi come l'irrorazione di prodotti fitosanitari, l'uso di vernici ed attività analoghe.

➤ Tipologia di controllo

Vengono individuate, per grandi categorie, le misure che possono essere previste e predisposte per evitare che il lavoratore sia esposto alla sostanza; l'ordine è decrescente per efficacia di controllo.

- Contenimento completo; corrisponde ad una situazione a ciclo chiuso. Dovrebbe, almeno teoricamente, rendere trascurabile l'esposizione, ove si escluda il caso di anomalie, incidenti, errori.
- Ventilazione; aspirazione locale degli scarichi e delle emissioni (LEV): questo sistema rimuove il contaminante dalla sorgente di rilascio, impedendone la dispersione nelle aree con presenza umana, dove potrebbe essere inalato.
- Segregazione, separazione: il lavoratore è separato dalla sorgente di rilascio del contaminante da un appropriato spazio di sicurezza, o vi sono adeguati intervalli di tempo fra la presenza del contaminante nell'ambiente e la presenza del personale nella stessa area. Questa procedura si riferisce soprattutto all'adozione di metodi e comportamenti appropriati, controllati in modo adeguato, piuttosto che ad una separazione fisica effettiva (come nel caso del contenimento completo). Il fattore dominante diviene quindi il comportamento finalizzato alla prevenzione

dell'esposizione. L'adeguato controllo di questo comportamento è di primaria importanza.

- Diluizione, ventilazione: questa può essere naturale o forzata. Questo metodo è applicabile nei casi in cui esso consenta di minimizzare l'esposizione e renderla trascurabile in rapporto alla pericolosità intrinseca del fattore di rischio. Richiede generalmente un monitoraggio continuativo ed adeguato.
- Manipolazione diretta con sistemi di protezione individuale; in questo caso il lavoratore opera a diretto contatto con il materiale pericoloso, adottando unicamente maschera, guanti o altre analoghe attrezzature. Si può assumere che, in queste condizioni, le esposizioni possano essere anche relativamente elevate.

➤ Tempo di esposizione

Vengono individuati cinque intervalli per definire il tempo di esposizione alla sostanza o al preparato:

- 1) inferiore a 15 minuti;
- 2) tra 15 minuti e le due ore;
- 3) tra le due ore e le quattro ore;
- 4) tra le quattro ore e le sei ore;
- 5) più di sei ore.

L'identificazione del tempo di esposizione deve essere effettuata su base giornaliera, indipendentemente dalla frequenza d'uso dell'agente su basi temporali più ampie, quali la settimana, il mese o l'anno. Si considera sempre la condizione peggiore.

Se la lavorazione interessa l'uso di diversi agenti chimici pericolosi, al fine dell'individuazione del tempo d'esposizione dei lavoratori, si considera il tempo che complessivamente espone a tutti gli agenti chimici pericolosi.

Le cinque variabili individuate permettono la determinazione del sub-indice "T" attraverso un sistema di matrici a punteggio secondo la seguente procedura:

1. attraverso l'identificazione delle proprietà chimico-fisiche della sostanza/preparato e delle quantità in uso, inserite nella matrice 1, viene stabilito un primo indicatore, D, su quattro livelli di crescente disponibilità potenziale all'aerodispersione;
2. ottenuto l'indicatore D ed identificata la tipologia d'uso, secondo la definizione di cui al punto 3, è possibile attraverso la matrice 2 ottenere il successivo indicatore, U, su tre livelli di crescente disponibilità effettiva all'aerodispersione;

3. ottenuto l'indicatore U ed identificata la "Tipologia di controllo", secondo la definizione di cui al punto 4, attraverso la matrice 3 è possibile ricavare un successivo indicatore, C, che tiene conto dei fattori di compensazione, relativi alle misure di prevenzione o protezione adottate nell'ambiente di lavoro;
4. infine, dall'indicatore C ottenuto e dal tempo di effettiva esposizione del lavoratore è possibile attribuire, attraverso la matrice 4, il valore del sub-indice "I", distribuito su quattro diversi gradi, che corrispondono a diverse "intensità di esposizione", indipendentemente dalla distanza dalla sorgente dei lavoratori esposti.

3.2.5.1 Identificazione del Sub-indice "d" della distanza degli esposti dalla sorgente

Il sub-indice "d" tiene conto della distanza fra una sorgente di intensità I e il/i lavoratore/i esposto/i: nel caso in cui questo/i sia/siano prossimi alla sorgente (< 1 metro) il sub-indice "I" è $d = 1$; via via che il lavoratore sia più lontano dalla sorgente, il sub-indice di intensità di esposizione "I" deve essere ridotto proporzionalmente fino ad arrivare ad un valore di 1/10 di I per distanze maggiori di 10 metri. I valori di "d" da utilizzare sono indicati in Tabella 8.

Tabella 8. Valori del sub indice d in ragione della distanza dalla fonte di rischio

<i>DISTANZA (m)</i>	<i>VALORE DI d</i>
Inferiore ad 1	1
Da 1 a 3	0,75
Da 3 a 5	0,50
Da 5 a 10	0,25
Maggiore o uguale a 10	0,1

3.2.5.2 Schema semplificato per il calcolo di E_{inal}

Per facilitare l'applicazione del modello per la valutazione dell'esposizione inalatoria (E_{inal}), viene utilizzato uno schema semplificato che consente:

- di avere il quadro complessivo di tutte le variabili che concorrono all'esposizione inalatoria;
- di individuare, per ognuna delle variabili, l'opzione scelta barrando l'apposita casella;

- di individuare, attraverso il sistema delle quattro matrici, gli indicatori D, U, C ed I;
- di calcolare, attraverso il valore della distanza dalla sorgente “d”, il valore di E_{inal} .

Lo schema debitamente compilato con l’assegnazione delle variabili, degli indicatori “D”, “U”, “C” ed “I” ricavati, della distanza “d” e il calcolo di E_{inal} , va applicato per ogni postazione di lavoro e per ogni sostanza o preparato pericoloso.

Lo schema di determinazione di E_{inal} è mostrato a titolo esemplificativo nelle Tabelle 9-16. Questo può essere direttamente inserito nel documento di valutazione del rischio per l’assegnazione del livello delle esposizioni.

Tabella 9. Matrice 1 per la determinazione dell’esposizione per inalazione

Proprietà chimico-fisiche	Quantità in uso				
	< 0,1 kg	0,1 – 1 kg	1 – 10 kg	10 – 100 kg	> 100 kg
Solido/nebbia	Bassa	Bassa	Bassa	Medio/Bassa	Medio/Bassa
Bassa volatilità	Bassa	Medio/Bassa	Medio/Alta	Medio/Alta	Alta
Media/Alta volatilità e polveri fini	Bassa	Medio/Alta	Medio/Alta	Alta	Alta
Stato gassoso	Medio/Bassa	Medio/Alta	Alta	Alta	Alta

Tabella 10. Assegnazione indicatore d

Valore dell’indicatore di disponibilità “d”

Bassa, D=1

Medio bassa, D=2

Medio alta, D=3

Alta, D=4

Tabella 11. Matrice 2 per la determinazione dell'esposizione per inalazione

	Tipologia d'uso			
	Sistema chiuso	Inclusione in matrice	Uso controllato	Uso dispersivo
D1	Bassa	Bassa	Bassa	Medio
D2	Bassa	Medio	Medio	Alta
D3	Bassa	Medio	Alta	Alta
D4	Medio	Alta	Alta	Alta

Tabella 12. Assegnazione indicatore U

Valore dell'indicatore d'uso "U"

Basso, U= 1

Medio, U=2

Alto, U=3

Tabella 13. Matrice 3 per la determinazione dell'esposizione per inalazione

	Tipologia di controllo				
	Contenimento completo	Aspirazione localizzata	Segregazione/ Separazione	Ventilazione generale	Manipolazione diretta
U1	Bassa	Bassa	Bassa	Medio	Medio
U2	Bassa	Medio	Medio	Alta	Alta
U3	Bassa	Medio	Alta	Alta	Alta

Tabella 14. Assegnazione indicatore C

Indicatore di Compensazione "C"

Basso, C=1

Medio, C=2

Alto, C=3

Tabella 15. Matrice 4 per la determinazione dell'esposizione per inalazione

	Tempo di esposizione				
	<15 min	15 min- 2 ore	2 – 4 ore	4 – 6 ore	> 6 ore
C1	Bassa	Bassa	Medio / Basso	Medio / Basso	Medio/Alto
C2	Bassa	Medio / Basso	Medio/Alto	Medio/Alto	Alta
C3	Medio / Basso	Medio/Alto	Alta	Alta	Alta

Tabella 16. Assegnazione sub indice I

Valore del sub indice "I"
Bassa, I=1
Medio-bassa, I=3
Medio-alta, I=7
Alta, I=10

3.2.6 Determinazione dell'indice di esposizione per via CUTANEA (E_{CUTE})

Lo schema proposto considera esclusivamente il contatto diretto con solidi o liquidi, mentre l'esposizione cutanea a gas e vapori viene considerata in generale bassa, soprattutto in relazione ai valori di esposizione per via inalatoria: in tale contesto il modello considera esclusivamente la variabile "livelli di contatto cutaneo".

L'indice di esposizione per via cutanea E_{CUTE} viene determinato attraverso una semplice matrice (Tabella 16) che tiene conto di due variabili:

➤ *Tipologia d'uso*

La sorgente dell'esposizione è caratterizzata da quattro livelli, che tengono conto della possibilità di dispersione in aria e della tipologia d'uso della sostanza:

- 1) Uso in sistema chiuso: la sostanza è usata e/o conservata in reattori o contenitori a tenuta stagna e trasferita da un contenitore all'altro attraverso tubazioni stagne. Questa categoria non può essere applicata a situazioni in cui, in una qualsiasi sezione del processo produttivo, possano aver luogo emissioni nell'ambiente. In altre parole il sistema chiuso deve essere tale in tutte le sue parti.
- 2) Uso in matrice per inclusione: la sostanza viene incorporata in materiali o prodotti da cui è impedita o limitata la dispersione nell'ambiente. Questa categoria include l'uso di materiali in "pellet", la dispersione di solidi in acqua con limitazione del rilascio di polveri e, in genere, l'inglobamento della sostanza in matrici che tendono a trattenerla.
- 3) Uso controllato e non dispersivo: questa categoria include le lavorazioni in cui sono coinvolti solo limitati e selezionati gruppi di lavoratori, adeguatamente formati circa il processo specifico, e in cui sono disponibili sistemi di controllo adeguati a controllare e contenere l'esposizione.
- 4) Uso con dispersione significativa: questa categoria include lavorazioni ed attività che possono comportare un'esposizione sostanzialmente incontrollata, non solo degli addetti, ma anche di altri lavoratori e, eventualmente, della popolazione in

generale. Possono essere classificati in questa categoria processi come l'irrorazione di pesticidi, l'uso di vernici ed altre analoghe attività.

➤ Livelli di contatto cutaneo

Vengono individuati quattro gradi in ordine crescente:

- 1) nessun contatto.
- 2) Contatto accidentale: non più di un evento al giorno, dovuto a spruzzi o rilasci occasionali (come per esempio nel caso della preparazione di una vernice).
- 3) Contatto discontinuo: da due a dieci eventi al giorno, dovuti alle caratteristiche proprie del processo.
- 4) Contatto esteso: il numero di eventi giornalieri è superiore a dieci.

Dopo aver attribuito le ipotesi relative alle due variabili sopra indicate e con l'ausilio della matrice 5 per la valutazione cutanea schematizzata in Tabella 17 è possibile assegnare il valore dell'indice E_{cute} (Tabella 18).

Tabella 17. Matrice 5 per la determinazione dell'esposizione cutanea

	Nessun contatto	Contatto accidentale	Contatto discontinuo	Contatto esteso
Sistema chiuso	Bassa	Bassa	Medio	Alta
Inclusione in matrice	Bassa	Medio	Medio	Alta
Uso controllato	Bassa	Medio	Alta	Molto alta
Uso dispersivo	Bassa	Alta	Alta	Molto alta

Tabella 18. Assegnazione di E_{cute}

Valori da assegnare ad E_{cute}

Basso $E_{cute} = 1$

Medio $E_{cute} = 3$

Alto $E_{cute} = 7$

Molto Alto $E_{cute} = 10$

3.2.7 Classificazione del rischio – Valore di Rischio (R)

Mediante l'utilizzo delle informazioni dedotte e calcolate, come mostrato nei paragrafi precedenti, è possibile ricavare il Valore di Rischio "R". Le classi di rischio convenzionali sono cinque ed il valore trovato è classificabile secondo lo schema presentato in Tabella 19.

Tabella 19. Classificazione dei Valori di Rischio

	Valori di Rischio (R)	Classificazione
ZONA DI RISCHIO IRRILEVANTE	$0,1 \leq R < 15$	Rischio irrilevante per la salute ZONA VERDE <u>Consultare comunque il medico competente.</u>
	$15 \leq R < 21$	Intervallo di incertezza ZONA ARANCIO E' necessario, prima della classificazione in rischio irrilevante per la salute, rivedere con scrupolo l'assegnazione dei punteggi, le misure di prevenzione e protezione adottate e <u>consultare il medico competente.</u>
ZONA DI RISCHIO SUPERIORE ALL'IRRILEVANTE	$21 \leq R \leq 40$	Rischio superiore al rischio chimico irrilevante per la salute. Applicare articoli 225, 226, 229 e 230 del D.Lgs 81/08.
	$40 < R \leq 80$	Zona di rischio elevato.
	$R > 80$	Zona di grave rischio. Riconsiderare il percorso di identificazione tutte le misure di prevenzione e protezione ai fini di una loro eventuale implementazione. Intensificare i controlli quali sorveglianza sanitaria, misurazione degli agenti chimici e periodicità della manutenzione

Per ulteriori informazioni inerenti la caratterizzazione e l'utilizzo del Movarisc si rimanda alle linee guida dei riferimenti bibliografici indicati in questo stesso testo [11].

3.3 SCHEDE DI SICUREZZA

La scheda di sicurezza (SDS) è il documento con il quale il produttore comunica tutte le informazioni utili ed i pericoli fisici, per la salute e per l'ambiente, relativi ai propri prodotti immessi sul mercato. In particolare elenca: le componenti; i contatti utili (produzione e responsabili preposti); i rischi per l'uomo, per l'ambiente ed in fase di trasporto; frasi di pericolo "H" e consigli per la prevenzione "P"; i limiti di esposizione; i dispositivi di protezione individuale obbligatori durante il maneggio e i consigli per lo smaltimento.

3.3.1 Normativa dedicata

In Europa le SDS sono basate sul regolamento n. 1907/2006 del Parlamento Europeo, anche indicato come REACH (*Registrazione, valutazione, autorizzazione e restrizione delle sostanze chimiche*), che rende obbligatorio stilare e fornire le SDS per tutti i casi previsti dalla vecchia normativa (direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE), ed estendendo la prescrizione ai casi che prevedono:

- sostanze persistenti, bioaccumulabili e tossiche (PBT);
- molto persistenti e molto bioaccumulabili (vPvB);
- sostanze incluse nella lista per la richiesta di autorizzazione (art.59);
- miscele non classificate come pericolose, ma contenenti sostanze pericolose in concentrazione pari all'1% in peso, per preparati solidi o liquidi, o allo 0,2% in peso per preparati gassosi.

3.3.2 Struttura

Le SDS vengono preparate compilando le informazioni richieste in 16 punti, obbligatori e definiti per legge:

- 1) Identificazione sostanza/preparato e della società/impresa produttrice.
- 2) Identificazione dei pericoli.
- 3) Composizione/informazioni sugli ingredienti.
- 4) Misure di primo soccorso.
- 5) Misure antincendio.
- 6) Misure in caso di rilascio accidentale.
- 7) Manipolazione ed immagazzinamento.
- 8) Controllo dell'esposizione.
- 9) Proprietà fisiche e chimiche.
- 10) Stabilità e reattività.

- 11) Informazioni tossicologiche.
- 12) Informazioni ecologiche.
- 13) Considerazioni sullo smaltimento.
- 14) Informazioni sul trasporto.
- 15) Informazioni sulla regolamentazione.
- 16) Altre informazioni utili.

3.4 VALORI LIMITE DI SOGLIA (TLV)

I valori TLV, acronimo di Treshold Limit Value, indicano, per ogni sostanza chimica, le concentrazioni ambientali a cui la quasi totalità dei lavoratori può essere esposta ripetutamente e giornalmente senza subire effetti dannosi per la salute. Detti valori sono stimati e vanno utilizzati come orientamento, o linea guida, atta ad affinare il controllo e la prevenzione del rischio. Sarebbe sbagliato assumerli come confine fra esposizione sicura ed esposizione pericolosa: non rappresentano, infatti, né un indice di tossicità, né riferimenti per il controllo dell'inquinamento atmosferico. Si dividono in tre categorie:

- 1) **TLV/TWA** - da Time Weight Average, ovvero media ponderata nel tempo, rappresenta la concentrazione media (relativa ad una giornata lavorativa di 8 ore in una settimana lavorativa di 40) alla quale quasi tutti i lavoratori possono essere esposti, ripetutamente, giorno dopo giorno, senza subire effetti dannosi alla salute;
- 2) **TLV/STEL** - da Short Time Exposure Limit, ovvero limite per breve tempo di esposizione, rappresenta la concentrazione massima alla quale i lavoratori possono essere esposti per un breve periodo di tempo (massimo 15 minuti nell'arco delle 8 ore di turno), senza riportare irritazioni, alterazioni croniche o permanenti ai tessuti, narcosi a livelli tali da subire incidenti. Il numero delle esposizioni non può essere superiore a 4 al giorno e fra l'una e l'altra devono intercorrere almeno 60 minuti;
- 3) **TLV/C** - da Ceiling, ovvero valore di tetto, rappresenta una concentrazione che non deve mai essere superata, nemmeno per periodi limitati di tempo, durante l'attività lavorativa.

Essi non vanno confusi con la Dose Letale 50 (LD₅₀), cioè la dose che porta alla morte del 50% della popolazione esposta, o con la Concentrazione Letale 50 (LC₅₀), ovvero la concentrazione di esposizione che porta alla morte del 50% della popolazione.

4 Valutazione del rischio chimico applicata al caso studio

4.1 PROCEDURA

Nel caso studio in esame, procedure e prodotti utilizzati per la preparazione di manufatti in PVC (Vulcaflex S.p.A.), la valutazione del rischio chimico prevedel'esame di una gamma di oltre ottocento prodotti. Considerando che la produzione non ha andamento costante e molte sostanze vengono utilizzate in pochi momenti dell'anno, effettuare analisi ambientali ricercando le concentrazioni dei singoli componenti pericolosi per ognuna di esse avrebbe prodotto un vasto insieme di dati, per lo più poco rappresentativo del reale andamento della produzione e del rischio associato. Inoltre, in molti casi, le modalità di utilizzo, unite al basso grado di rischio di alcuni prodotti, rendevano pressoché nulla la pericolosità degli stessi.

Questi aspetti devono essere considerati e ben ponderati altrimenti l'indagine sarebbe risultata sicuramente viziata e poco affidabile.

La procedura di valutazione del rischio eseguita è stata realizzata in quattro fasi principali:

- 1) Mappatura delle diverse aree aziendali: in questa fase sono state raccolte le SDS di tutte le sostanze utilizzate in ogni singolo reparto, separando i prodotti pericolosi e preparando una tabella con il codice interno e le frasi di rischio "H" relative ad ognuno di essi. In considerazione del fatto che il rischio chimico è strettamente legato alla mansione lavorativa svolta, sono state definite tutte le differenti postazioni di lavoro a contatto con sostanze chimiche pericolose, partendo dalla documentazione interna e dal confronto delle informazioni con i rispettivi capi area. In aggiunta, sono state specificate le misure di prevenzione e protezione adottate relative ai sistemi di controllo per la diffusione degli agenti chimici.
- 2) Applicazione dell'algoritmo Movarisc per ciascuna area produttiva mappata per la valutazione teorica del rischio. Mediante una seconda visita nei reparti, sono stati identificati, per ogni prodotto, le quantità e modalità di utilizzo, le caratteristiche del sistema di contenimento, i tempi di esposizione e le precauzioni utilizzate; concentrandosi su quelli a maggior "score" di rischio o utilizzati in maggior quantità. Queste informazioni sono state poi messe in relazione allo "score" di rischio (derivante dalle frasi H e tabulato secondo normativa regionale) mediante

l'uso delle matrici presentate nel capitolo precedente. È stato così possibile concentrare l'interesse su un minor e più significativo insieme di sostanze, ovvero quelle che presentano una "non irrilevanza".

- 3) **Analisi chimiche ambientali:** sono stati effettuati diversi campionamenti ambientali allo scopo di misurare la reale esposizione a sostanze chimiche pericolose. Prima di ciò è stata attuata un'ulteriore fase discriminante perchè alcune sostanze che presentavano alti score di rischio erano caratterizzate da utilizzi annui piuttosto modesti. In questo contesto, il medico aziendale ha prodotto un confronto in cui, sulla base dei metaboliti trovati nelle analisi biologiche, sono stati evidenziati alcuni analiti di maggior criticità. Infine, l'elenco definitivo degli agenti chimici da ricercare e dei punti di campionamento opportuni è stato redatto direttamente e in stretta collaborazione con i responsabili della sicurezza per i lavoratori e con i capi area.
- 4) **Predisposizione di misure correttive e monitoraggio futuro:** una volta completata la parte relativa alla valutazione sono state predisposte azioni atte a modificare i processi produttivi e introdurre ulteriori misure precauzionali quando questi non siano altrimenti ottimizzabili. Inoltre saranno effettuate analisi ambientali non cicliche, basate sull'andamento delle concentrazioni di metaboliti derivanti dalle analisi biologiche periodiche.

4.2 AREA STAMPA

È il reparto nel quale il tessuto in PVC viene stampato, utilizzando linee a più cilindri di stampa, a seconda dei motivi e del numero di colori necessari.

I prodotti realizzati nelle linee di produzione primarie, qualora sia richiesta una finitura non realizzabile su tali linee o in presenza di requisiti che rendano necessario un trattamento superficiale, vengono sottoposti alla fase di stampa.

La fase di stampa consiste nell'applicare uno o più strati di lacca colorata o trasparente su una foglia di materiale plastico (PVC, TPO, PE, ecc.). Gli strati di lacca sono applicati tramite uno o più cilindri a bagno in una vasca di lacca che riempie il retino del cilindro o dei cilindri (sistema rotocalco, visibile in Figura 8). Tramite una racla viene asportata la lacca superflua. La foglia, così ottenuta, passa quindi in un forno di asciugatura, dove avviene l'essiccazione della lacca applicata.

Figura 8. Cilindro linea stampa



L'area stampa è stata la prima ad essere interessata dalla valutazione del rischio chimico ed è in assoluto la più complessa essendocaratterizzata dalle maggiori criticità ed atipicità: la tipologia e quantità di sostanze usate varia in base agli ordini commerciali e all'organizzazione produttiva e, di fatto, ogni operatore del reparto può entrare in contatto con qualunque prodotto presente nell'elenco sostanze. Inoltre, l'attività lavorativa non si svolge continuamente in un'unica posizione, per questo è stato necessario schematizzare il turno lavorativo allo scopo di far emergere le differenze legate al periodo di esposizione. Le informazioni sulla suddivisione del lavoro e sulle relative tempistiche sono riportate nelle Tabelle 20-23.

4.2.1 Mappatura del reparto

Oltre alla divisione delle SDS per singole aree di produzione, la mappatura dei reparti necessita di una descrizione delle singole mansioni, diversificate per zona di lavoro, operazioni compiute e tempi caratteristici. Questo lavoro trova la sua utilità in fase di selezione dei punti di campionamento, sia personali che ambientali.

4.2.1.1 Mansioni

Le mansioni dei lavoratori identificate nel reparto Stampa sono sei:

- Preparazione lacche.
- Addetto macchine stampa.
- Addetto reparto accoppiatura.
- Impiegato tecnico.
- Colorimetria.
- Carrellista.

➤ Preparazione lacche

La mansione principale dell'addetto designato consiste nella preparazione delle lacche colorate o trasparenti utilizzate nella fase di stampa a rotocalco. L'addetto esegue le seguenti operazioni:

- preleva, se non già presenti in reparto, le materie prime stoccate nel deposito lacche esterno con il carrello antideflagrante;
- preleva un fusto vuoto del peso di circa 15 Kg;
- posiziona il fusto sul carrello porta-fusti tramite un apposito carrello solleva-fusti;
- trascina il fusto sulla bilancia e travasa al suo interno, tramite una caraffa, le materie prime;
- agita la lacca tramite apposito agitatore meccanico (visibile in Figura 9) per circa 15 min. L'agitazione di alcune lacche colorate viene effettuata manualmente con apposito utensile;
- preleva manualmente, tramite "tazza ford", un campione di lacca per controllarne la viscosità ed eventualmente la corregge aggiungendo solvente o acqua;
- porta la lacca così preparata alle pompe di filtraggio e posiziona il filtro sopra un fusto vuoto;
- inserisce le pompe di pescaggio nel fusto da filtrare e i beccucci di uscita sul filtro poi aziona le pompe;

Il fusto contenente la lacca filtrata, dal peso variabile tra i 50-200 kg, viene stoccato in apposita area.

Gli agitatori meccanici sono dotati di cappa di aspirazione, mentre, per le operazioni manuali, i componenti volatili vengono rimossi tramite tubo flessibile aspirante.

Figura 9. Agitatore meccanico con aspiratore



Gli addetti al reparto eseguono anche le operazioni di lavaggio fusti, mediante una macchina che, lavorando in depressione, inietta automaticamente nei fusti il solvente di lavaggio convenzionale: metil-etilchetone (MEK).

Le giranti degli agitatori vengono lavate a mano con stracci puliti o imbevuti di MEK.

Un riassunto dei sottocompiti, con relativa durata, è mostrato in Tabella 20.

Tabella 20. Schema gestionale orario lavorativo addetto preparazione lacche.

OPERAZIONE	TEMPO DI PERMANENZA (h)
Pratiche di ufficio	1
Preparazione lacche	2 ½
Filtrazione fusti	1 ½
Operazioni di stoccaggio	1
Pulizia e riordino	1

La parte critica della mansione, con un'esposizione alle sostanze pericolose maggiore alle 2 ore, è la preparazione e, in minima parte, la filtrazione.

➤ Addetto macchine stampa

Nel reparto sono presenti tre linee: stampa a 2 colori, stampa a 3 colori e stampa a 4 colori. Ogni linea è condotta da più figure professionali, suddivise in: capo macchina, vice capo macchina ed operatore. Questa differenza di responsabilità non incide sull'esposizione alle sostanze maneggiate, che si può quindi assumere uguale per tutte e tre le categorie di operatori.

Prima di avviare la lavorazione, gli operatori addetti alle linee di stampa effettuano, se richiesta dalla nuova produzione, la sostituzione manuale dei cilindri di stampa e della racla.

Successivamente vengono avviati da quadro di comando le aspirazioni, il motore dei cilindri, i forni, i soffiatori, le pompe di preriscaldamento o il cilindro di raffreddamento (se necessario).

Dopo le suddette azioni preliminari, l'operatore esegue le seguenti operazioni:

- preleva dal reparto "preparazione lacche" i fusti di lacche colorate o trasparenti;
- posiziona il fusto sotto il cilindro di stampa specificato dalla commessa ed inserisce il tubo di pescaggio della pompa dentro il fusto e il beccuccio di uscita nella vaschetta sotto ai cilindri ed aziona la pompa tramite valvola;
- avvicina la contropartita di pescaggio (cilindro gommato) al cilindro di stampa in movimento e la racla al cilindro di stampa;
- aziona la macchina tramite apposito comando, previo settaggio linea di stampa.

Se la commessa successiva prevede l'utilizzo di lacca o colore non compatibile con quello utilizzato in precedenza, l'operatore provvede al lavaggio completo dei cilindri e pulisce con stracci la bacinella, la racla e il tubo di pescaggio della pompa. Svuota il solvente dalla pompa e mette in circolo il nuovo solvente. Infine immerge il tubo di pescaggio nella nuova lacca. I cilindri vengono lavati facendo passare nel circuito un po' di solvente o pulendoli con panni imbevuti di solvente e, infine, asciugati con panni puliti. Alcuni cilindri vengono lavati con un'apposita macchina automatica che inietta una miscela di bicarbonato di sodio e acqua. Le bobine vengono posizionate sullo svolgitore tramite gru a ponte. Tutte le giunture dei rotoli vengono effettuate manualmente con l'utilizzo di nastro biadesivo o con una cucitrice.

Un riassunto dei sottocompiti con relativa durata è mostrato in Tabella 21.

Tabella 21. Schema gestionale orario lavorativo addetto linea stampa

OPERAZIONE	TEMPO DI PERMANENZA (h)
Regolazione cilindri	3,5
Prelievo e carico lacche	0,5
Conduzione operazione di avvolgimento	1,0
Controllo essiccazione in ballatoio uscita forno	0,5
Ufficio capo area per direttive	0,5
Conduzione operazione di svolgimento	1,0
Controllo retro linea di stampa	0,5

In questo caso, la fase più critica è rappresentata dal lungo tempo (3,5 ore) trascorso in prossimità dei cilindri di stampa, dove si permane a stretto contatto con i preparati.

➤ Colorimetria

L'addetto alla "colorimetria" preleva i campioni di lacche colorate ed effettua l'operazione di stampa tramite una macchina a cilindri e verifica il colore tramite spettrofotometro. Inoltre, sostituisce gli addetti alle macchine da stampa durante le pause e si occupa della preparazione dei colori. Le operazioni di ufficio e di analisi vengono condotte in cabina chiusa sotto pressione.

Un riassunto dei sottocompiti con relativa durata è mostrata in Tabella 22.

Tabella 22. Schema gestionale orario lavorativo addetto colorimetria

OPERAZIONE	TEMPO DI PERMANENZA (h)
Ufficio e analisi	2,0
Gestione magazzino esterno	1,0
Copertura stampa	1,0
Campionamento e preparazione colori	3,5

Per questo addetto, non si riscontrano utilizzi massivi di materiale o tempi di esposizione eccessivi, ma la pericolosità di alcune sostanze può comunque dare luogo a punteggi di score di rischio chimico molto alti.

➤ Impiegato tecnico

Generalmente posizionati in un'area dedicata del magazzino, gli attrezzisti operano ad una distanza minima di 4 metri dalla linea più vicina. Si occupano essenzialmente di lavare i fusti con macchinario Aquistrip, che opera sigillato ed in autonomia, previa carica con NaHCO_3 ; effettuare la manutenzione cilindri a linee ferme, entrando quindi in contatto al massimo con i residui, e sono disponibili alla copertura degli addetti alla stampa durante le pause. Con cadenza settimanale effettuano pulizie usando MEK come solvente.

Un riassunto dei sottocompiti con relativa durata è mostrata in Tabella 23.

Tabella 23. Schema gestionale orario lavorativo dell'impiegato tecnico

OPERAZIONE	TEMPO DI PERMANENZA (h)
Utilizzo Aquistrip	4,0
Manutenzione cilindri	2,0
Copertura stampa	1,0
Controlli in goffratura	0,5

➤ Accoppiatura

Linea ferma al momento della prima fase di valutazione del rischio (autunno 2013), è condotta da due operatori: un capo macchina ed un addetto. L'accoppiatura è un processo che consiste nell'unione di 2 tipi di foglie di materiale termoplastico al fine di ottenere un unico prodotto accoppiato. Le foglie sono di tipologia diversa (foglia espansa e foglia compatta) e vengono entrambe preriscaldate. La foglia espansa subisce trattamento a corona per alzare la tensione superficiale e favorire l'applicazione dell'adesivo. In seguito le foglie vengono riscaldate con lampade ad infrarossi e l'accoppiamento avviene per termofusione sotto pressione.

Il materiale accoppiato viene raffreddato, in certi casi stampato, e poi stoccato in rotoli.

La pulizia viene condotta una volta per turno lavorativo, dura circa 30 minuti e comporta l'utilizzo di circa 10 litri di MEK.

L'esposizione è limitata ai prodotti liberati dalla degradazione termica dei due film da accoppiare, fatti passare in un forno a resistenze chiuso e munito di cappa aspirante.

Da questa prima descrizione, risulta chiaro che attrezzisti, carrellisti ed addetti al reparto accoppiatura vengono a contatto solo con poche e particolari sostanze, subendo un'esposizione al resto della gamma dei prodotti solo nei momenti di passaggio nelle

vicinanze delle altre linee o del magazzino preparazione lacche e questo avviene, comunque, a distanze maggiori rispetto agli altri addetti specifici.

N.B.

È presente un sottoreparto dell'area STAMPA, denominato reparto GOFFRATURA. Questa zona di lavoro non è stata presa in esame come oggetto di studio, in quanto, al pari di altri spazi dello stabilimento (come uffici, portineria, zona mensa etc.) non presenta l'utilizzo di alcuna sostanza chimica.

4.2.1.2 Sostanze pericolose presenti nell'area stampa

I nomi commerciali delle sostanze pericolose presenti e utilizzate nel reparto di stampa, con le relative frasi di rischio presenti sulle relative SDS e lo score di rischio calcolato mediante l'utilizzo dell'algoritmo Movarisc (basato sulla frase di rischio più pericolosa) sono mostrati in Tabella 23. Nel database aziendale, la Tabella 24 (lo stesso varrà per le tabelle associate agli altri reparti) riporta anche una colonna relativa ai codici interni specifici di identificazione dei prodotti, in questa sede omessa.

Tabella 24. Elenco sostanze pericolose Area di Stampa, con relative Frasi di Rischio e lo score massimo di pericolosità calcolato mediante l'algoritmo Movarisc

NOME PRODOTTO	FRASI DI RISCHIO	SCORE MAGGIORE
XR-22-419/Reticolante	H319/H315; H317; H411	6,00
Sikacure-4902 BE	H317	6,00
Sikacure-8112/00	H224; H332; H319/H335/H315 H334/H317	9,00
Metiletilchetone Puro Sfuso	H224; H319; H336; EUH066	3,50
Dimetilformammide (140810) N,N-Dimetilformamide	H226; H360D; H312; H332; H319	9,50
Cicloesanone	H226; H318; H302; H312 H332; H315	4,50
Solvente Tae 91	H304; H319; H315; H225; H361d; H336; H373	7,50
Solvente Ipae 91,50	H319; H225; H336	3,50
Pm-Propilenglic.M/Etere Sfuso (167510) 1-Metossi-2-Propanolo	H226; H336	3,50
N-Metil 2 Pirrolidone	H319; H315; H360D; H335	9,50
N-Etil 2 Pirrolidone	H318; H361d	7,50
Relca-ADD-4002	H332 H312 H302 H319/H315	4,50
Rowakryl M-31149	H225+EUH019; H361d; H373; H315; H319 H336	7,50
Rowakryl M-32016	H319; H336	3,50
Rowakryl M-32017	H225; H319; H336	3,50

Rowakryl G-32018	H225; H319; H336	3,50
Rowakryl G-31197	H225+EUH019; H361d;H373; H315; H319; H336	7,50
Permutthane Hm-121	H225; H332; H319; H335	4,50
Sd 2494	H224; H332/H312	4,50
SU 13 501	H224; H332; H319	4,50
Lacca Poliuretana In Solvente- LS 5047	H224; H332/H312; H373; H319/H315; H360D	9,50
Lacca Poliuretana In Solvente (EX 60- 309)	H224; H319; EUH066; H336	3,50
Permutex – Vernice All'acqua WF 13- 421	H319	3,00
WF-13-409 (EX-60-237) Vernice all'acqua	H224; H319/H335/H315; H317; H412	6,00
PERMUTEX RU-13-085 Resina poliuretana acq.	H412; H317 da componenti presenti dallo 0,25 al 2,5%	6,00
WF-13-417 – Vernice All'acqua	H319/H315	3,00
PERMUTHANE XR-28-404 Reticolante	H315 – H 319 – H317	6,00
RU-22-035	H224; H319/H335/H315-	3,25
XR 40-102 Reticolante	H224; H332/H312; H315; H334/H317	9,00
WD-2830 – Opacizzante Acquoso	H317	6,00
HM 131 – Modificatore Di Tatto	H224; H332; H319/H335; EUH066; H412	4,50
PERMUTHANE Ls-13-225	H224; H361d; H373 : H315; H336	7,50
WF-38-404 – Vernice All'acqua	H319/H335/H315	3,25
Permutex Ru-13-442	H319/H335/H315	3,25
HM 186 Modificatore Di Tatto	H224; H319; H336 (da propan-2- olo presente da 1 a 5%)	3,50
Permutthane Su-13-565	H225 : H315; H319; H361d; H336; H373	7,50
SD-2428 Opacizzante in solvente	H224; H332/H312; H319/H315	4,50
WF-4608 – Vernice Ad Acqua	H319; H317	6,00
HM-13-118 – Mod. Tatto	H317	6,00
PERMUTEX La-13-863	H318	4,50
Ex-Wf-43-025/B	H224 - H336 (da propan-2-olo 1- 5%)	3,50
Ex-Wf-13-549	H224 – H336 (da propan-2-olo 5- 10%)	3,50
Ex-Wd-13-381	H319	3,00
EX-WF-74-608/B (Vernice All'acqua)	H318 da 2-pyrrolidinone, 1-ethyl- 1-5 %	4,50
EX-WF-74-625 (Vernice All'acqua)	H336 da Butanone 1-5 %	3,50
PERMUTEX WF-43-005 (Vernice All'acqua)	Eye Irrit. 2, H319	3,00
PERMUTEX Wf-73-139	Eye Dam. 1, H318; Repr. 2, H361fd	8,00
PERMUTEX Ru-13-690	H315; H318; H361fd; H335	8,00
Finish Pc 3028/16	H332; H312; H319; H373; H360D	9,50
Finish 5759/16	H224; H332/H312; H335/H315; H318; H373; H360D	9,50
Finish 3026	H332/21; H319/H315; H373; H360D	9,50
Finish 5749	H224; H335/H315; H318; H373; H360D; H336	9,50
Scivolante Ts	H224; H332; H319/H335; EUH066	4,50

Finish 3049/20	H224; H332/H312; H319; H360D; EUH066	9,50
Idropur PI 92/8	H361 da - 3% N-etil-2-pirrolidone	8,00
Finish VI 102/V	H224; H319/H315; H373 H361d; H304; EUH066 H336	7,50
Finish Sg 51/G	H224 - H319/H315 - H373-H361d - H304 - EUH066 - H336	7,50
Finish Sg 53/Rv	H224 - H319/H315 - H373-H361d - H304 - EUH066 - H336	7,50
Finish Sg 200/V	H224 - H319/H315 - H373-H361d - H304 - EUH066 - H336	7,50
LAB 3577	H224 - H319/H315 - H373-H361d - H304 - EUH066 - H336	7,50
F. Matt 48/2	H302 da 1% - 3% 1-etilpirrolindin- 2-one	2,00
X Link 71	H332/H312; H317	6,00
Byk-349	H315; H319	3,00
Leatheroid LU- 312 SPHM 39	H332 - H319/H335 - H224	4,50
Leatheroid LU- 313 SP 39	H361d - H336 - H315/H318 - H224	7,50
LV-13-222 Lacca Vinilica In Solvente	H224; H332; H319/H335; EUH066	4,50
Permutane® Lv-60-097	H224; H319; EUH066; H336	3,50
Norelak Pu 241 Matt	H224; H335/H315; H318; H373; H361d; H304; H336	7,50
Rowathal M 23904-W	H319/H315 da n-metil 2 pirrolidone 2,5/10%	3,00
Rowathal M 23905-W	H319/H315 da n-metil 2 pirrolidone 2,5/10%	3,00
Rowaset 63844 W	H315-H317-H318 - H412	6,00
Rowakryl M-34151	H224 H319 H336	3,50
Rowakryl G-34150	H225; H319; H336	3,50
PERMUTEXwf-13-150	H224; H319 H336 da propan 2 olo	3,50
Byk-066n	H226/H335	3,25
Rowathal M-23901	H225; H361d; H373; H315; H319; H336	7,50
Rowakryl G-34179	H225; H319; H336	3,50
Rowaset 61117	H226; H317; H412	6,00
FINISH 3075/8	H224; H319/H315; H373; H360D; EUH066; H336	9,50
Relca CRL 7001 Liq	H332 - H335 - H317 - H412	6,00
Relca ADD 0002 Liq	Da glicole polietilenico 1-5%: H315/H319	3,00
Relca ADD 0001 Liq	H319	3,00
Relca TOP 1503 Liq	H302; H312; H315; H319; H332; Da 2 butossietanolo e (Metil-2- metossietossi)propanolo	4,50
F. Matt 48/1	H302 da 1% - 3% 1-etilpirrolindin- 2-one	2,00
Soluzione Poliuretanca Argento 21111	H224; H361D; H319/H315; H304; H373; H336	9,50
Irseprint Nero 6041	H332/H312 - H319 - H360D	9,50
Irseprint Bianco L1005/Conc	H224 - H319 - EUH066 - H336	3,50
Irseprint Rosso L 1603/Conc	H224 - H319 - EUH066 - H336	3,50
Irseprint Giallo L 1106/Conc	H224 - H319 - EUH066 - H336	3,50
Irseprint Bleu L 1403/Conc	H224 - H319 - EUH066 - H336	3,50

Irseprint Verde L 1708/Conc	H224- H319 - EUH066 - H336	3,50
Irseprint Giallo L 1108/Conc	H224 - H319 - EUH066 - H336	3,50
Rosso S 1152	H319	3,00
Blu S 1252	H319	3,00
Nero S 1052	H319	3,00
Bianco S 1036	H319	3,00
Giallo S 1130	H319	3,00
Rosso S 2153	H319	3,00
Ocra S 3951/N	H319	3,00
Verde S 1201	H319	3,00
Perla Bronzo S 2505	H319	3,00
Perla Ruggine S 2507	H319	3,00
Irseprint Fuxia L 1801	H224; H319; H373; H361d;H304; EUH066; H336	7,50
Perla Rossa S 2506	H319	3,00
Irseprint Nero 7002	H318 - H360D	9,50
PERMUTEX WF 13-153	H224 - H319 - EUH066 - H336; Da butanone 1-5%	3,50
Texacomp L3575	H224 - H319 - EUH066 - H336	3,50
Texacomp L3576	H224 - H319 - EUH066 - H336	3,50
Sikatherm®-3437/40	H224- H319 - EUH066 - H336	3,50
Jowat 493 25	H224 - H319 - H336	3,50
Jowat Vernetzer 498-07	H224 – H332 - H334/H317- H319	6,00
W 38 428	H319/H315 da n-metil 2 pirrolidone <10%	3,00
Ru-51-787	H332/H312/H302	4,50
PERMUTEX XR-5580	H224- H319	3,00
Byk-347	H319/H315 da polietere 12,5/20 %	3,00
Byk-011	H304	3,50
Pp-9311	H317	6,00
Pp-9338	H302 da di etilen glicole 10/25%	2,00
Pp-9361	H317	6,00
Pp-9385	H302 da di etilen glicole 2-5%	2,00
Metilisobutilchetone Pur Sfuso	H225; H332; H319; H335	4,50
Thf	H224; R19; H319/H335	3,25
Ma-2495	H224; Repr. Cat. 3 H361d; H373; H319/H315; H317; H336; H411	7,50
Su- 9517	H224; H361d; H373; H315; H336	7,50
Ls-13 212	H224; Repr. Cat. 3 H361d; H373; H319; EUH066; H336	7,50
Trapylen® T 8280	H225; H361d; H373; H315; H319; H336	7,50
Ex-Ls-13-314/A	H225; H315; H319; H361d; H336; H373	7,50

4.2.1.3 Misure per il controllo dell'aria

L'area Stampa presenta diversi sistemi di contenimento, descritti in Tabella 25 con i relativi parametri di efficacia, degli agenti inquinanti a seconda dei sottoreparti.

In particolare, presso il reparto preparazione lacche sono presenti aspirazioni localizzate nella zona di miscelazione fusti (contigua a quella di stoccaggio come visibile in Figura

10), che espellono in atmosfera gli inquinanti captati. Sono inoltre presenti una serie di ventilatori a parete per il ricambio generale forzato dell'aria.

Figura 10. Sistemi di aspirazione localizzata nel reparto di preparazione lacche



Presso il reparto linee di stampa, la captazione degli agenti chimici viene effettuata vicino a tutte le potenziali fonti di emissione in ambiente di lavoro (forni di essiccazione, cilindri di stampa, ecc.). Vista la tipologia e conformazione degli impianti in oggetto, non è stato possibile eseguire verifiche dell'efficacia di captazione. Il reparto presenta inoltre una serie di ventilatori a soffitto e parete per il ricambio generale forzato dell'aria.

Tabella 25. Efficacia di captazione aspirazioni nel reparto preparazione lacche

DESCRIZIONE	MISURE	TIPO MISURA	VALORE MEDIO (m/s)	VALORI OTTIMALI [18]
Cappa di aspirazione su miscelatore n. 1,	larghezza 30 cm x 14 cm profondità	velocità di ingresso (misurata in tutte e tre le cappe sul piano di ingresso della tubazione di aspirazione)	16.97	//
		velocità di cattura (misurata in tutte e tre le cappe al centro del bidone contenente la lacca in corso di miscelazione, distante circa 30 cm dal piano di ingresso nella	1.69	0.50 ÷ 1.00

		<i>tubazione di miscelazione)</i>		
Cappa di aspirazione su miscelatore n. 2	Larghezza 30 cm x 14 cm profondità	velocità di ingresso	13.44	//
		velocità di cattura	1.92	0.50 ÷ 1.00
Cappa di aspirazione su miscelatore n. 3	Larghezza 30 cm x 14 cm profondità	velocità di ingresso	15.40	//
		velocità di cattura	2.29	0.50 ÷ 1.00
Braccio snodato con cappa di forma ovale.	Dimensioni 29 x 23.5 cm, posto sopra frantumatore	velocità di cattura <i>(misurata per tutti i bracci aspiranti a 25 cm circa dalla sezione di ingresso in cappa)</i>	0.44	//
		velocità di ingresso <i>(misurata per tutti i bracci aspiranti al centro del piano di ingresso aria nella cappa)</i>	3.90	0.50 ÷ 1.00
Braccio snodato con cappa di forma ovale	Dimensioni 29 x 23.5 cm, posto sopra bilancia analogica	velocità di ingresso	0.40	//
		velocità di cattura	3.59	0.50 ÷ 1.00
Braccio snodato con cappa di forma ovale	Dimensioni 29 x 23.5 cm, posto sopra bilancia digitale	velocità di ingresso	0.34	//
		velocità di cattura	3.21	0.50 ÷ 1.00
Cappa sospesa con aspirazioni a fessura di forma a semicerchio.	Diametro 60 cm, profondità 30 cm	velocità di cattura lato sx <i>(misurata a 30 cm circa dalla sezione di ingresso in cappa)</i>	0.27	//
		velocità di ingresso lato sx <i>(misurata in prossimità delle fessure di ingresso nella cappa)</i>	0.62	0.50 ÷ 1.00
		velocità di cattura lato dx <i>(misurata a 30 cm circa dalla sezione di ingresso in cappa)</i>	0.31	//
		velocità di ingresso lato dx <i>(misurata al centro del piano di ingresso aria nella cappa)</i>	0.70	0.50 ÷ 1.00

4.2.2 Applicazione del Modello Movarisc

Ad un'osservazione diretta della produzione, si evince che la quantità di prodotti utilizzati non è costante, ma varia a seconda delle richieste del mercato. Applicare l'algoritmo a tutte le sostanze finirebbe con il generare un vasto insieme di dati per lo più di scarsa utilità, essendo in larga parte composto da valori calcolati su bassi score o impieghi molto scarsi. Partendo dalle precedenti valutazioni del rischio, effettuate nel 2001 e nel 2009, unitamente ad un verbale di visita degli ambienti di lavoro datato febbraio 2012, è stato possibile stabilire un punto di partenza: l'analisi medica suggerisce infatti un monitoraggio dei prodotti marca "leatheroid" e dei solventi quali DMF, THF, cicloesano, toluene, xilene e MEK. Detti solventi sono stati i traccianti usati nella selezione dei prodotti su cui applicare l'algoritmo.

Il Movarisc è stato quindi applicato, differenziando ogni mansione, a tutte quelle sostanze caratterizzate da score molto alti, per verificare la presenza, o meno, dell'irrelevanza del rischio, determinabile mediante la Tabella 19 presentata in precedenza.

Nelle Tabelle da 26 a 48 sono riportati i risultati dell'analisi del rischio chimico, così come è stato fatto per le altre aree, per i prodotti di maggior utilizzo in termini di ricorrenza e/o quantità al momento dello svolgimento di questo lavoro (biennio 2014-2015).

1) PREPARAZIONE LACCHE

Tabella 26. Leatheroid Lu-312 SPHM 39

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)	Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operator e		
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident.	<input checked="" type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllato	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input checked="" type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input checked="" type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{inal})											7		
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{cute})											7		
<i>Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}</i>													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											4,5		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R _{inal})											31,50		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R _{cute})											31,5		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											44,55		
<i>Valutazione</i>													
RISCHIO NON IRRILEVANTE													

Tabella 27. Leatheroid LU-313 SP 39

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident	<input checked="" type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllato	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input checked="" type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input checked="" type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}													
Determinazione dell'esposizione (E_{inal})											7		
Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}													
Determinazione dell'esposizione (E_{cute})											7		
Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											7,5		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R_{inal})											52,50		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R_{cute})											52,5		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											74,25		
Valutazione													
RISCHIO NON IRRILEVANTE													

Tabella 28. Miscela di solventi Tae-Ipae-MEK

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident	<input checked="" type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input checked="" type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllato	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input checked="" type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input checked="" type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}													
Determinazione dell'esposizione (E_{inal})											7		
Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}													
Determinazione dell'esposizione (E_{cute})											7		
Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											7,5		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R_{inal})											52,50		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R_{cute})											52,5		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											74,25		
Valutazione													
RISCHIO NON IRRILEVANTE													

Tabella 29. DMF

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido- nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident .	<input checked="" type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alt a volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllat o	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ .	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input checked="" type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}													
Determinazione dell'esposizione (E_{inal})											7		
Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}													
Determinazione dell'esposizione (E_{cute})											7		
Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											9,5		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R_{inal})											66,50		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R_{cute})											66,5		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											94,05		
Valutazione													
RISCHIO NON IRRILEVANTE													

Tabella 30. Cicloesaneone

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido- nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident .	<input checked="" type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alt a volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllat o	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ .	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input checked="" type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}													
Determinazione dell'esposizione (E_{inal})											7		
Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}													
Determinazione dell'esposizione (E_{cute})											7		
Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											4,5		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R_{inal})											31,50		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R_{cute})											31,5		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											44,55		
Valutazione													
RISCHIO NON IRRILEVANTE													

2) LINEE DI STAMPA

Tabella 31. Leatheroid Lu-312 SPHM 39

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllato	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input checked="" type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}													
Determinazione dell'esposizione (E_{inal})											7		
Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}													
Determinazione dell'esposizione (E_{cute})											1		
Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											4,5		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R_{inal})											31,50		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R_{cute})											4,5		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											31,82		
Valutazione													
RISCHIO NON IRRILEVANTE													

Tabella 32. Leatheroid LU-313 SP 39

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllato	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input checked="" type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}													
Determinazione dell'esposizione (E_{inal})											7		
Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}													
Determinazione dell'esposizione (E_{cute})											1		
Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											7,5		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R_{inal})											52,50		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R_{cute})											7,5		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											53,03		
Valutazione													
RISCHIO NON IRRILEVANTE													

Tabella 33. Miscela di solventi Tae-Ipae-MEK

<i>Dati rilevati</i>													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllato	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{inal})											3		
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{cut}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{cut})											1		
<i>Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}</i>													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											7,5		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R _{inal})											22,50		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R _{cut})											7,5		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											23,72		
<i>Valutazione</i>													
RISCHIO NON IRRILEVANTE													

Tabella 34. DMF

<i>Dati rilevati</i>													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllato	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{inal})											3		
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{cut}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{cut})											1		
<i>Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}</i>													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											9,5		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R _{inal})											28,50		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R _{cut})											9,5		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											30,04		
<i>Valutazione</i>													
RISCHIO NON IRRILEVANTE													

Tabella 35. Cicloesanone

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllato	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}													
Determinazione dell'esposizione (E_{inal})											3		
Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}													
Determinazione dell'esposizione (E_{cute})											1		
Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											4,5		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R_{inal})											13,50		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R_{cute})											4,5		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											14,23		
Valutazione													
RISCHIO IRRILEVANTE													

Tabella 36. n-metil-2-pirrolidone

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllato	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}													
Determinazione dell'esposizione (E_{inal})											3		
Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}													
Determinazione dell'esposizione (E_{cute})											1		
Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											9,5		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R_{inal})											28,50		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R_{cute})											9,5		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											30,04		
Valutazione													
RISCHIO NON IRRILEVANTE													

3) COLORIMETRIA

Tabella 37. Irseprint nero 6041

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche	Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore		
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident.	<input checked="" type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso controllato	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input checked="" type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}													
Determinazione dell'esposizione (E_{inal})											7		
Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}													
Determinazione dell'esposizione (E_{cute})											7		
Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											9,5		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R_{inal})											66,50		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R_{cute})											66,5		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											94,05		
Valutazione													
RISCHIO NON IRRILEVANTE													

4) COLORIMETRIA E IMPIEGATI TECNICI (durante sostituzione)

Tabella 38. Leatheroid Lu-312 SPHM 39

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche	Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore		
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Accident.	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllato	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input checked="" type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}													
Determinazione dell'esposizione (E_{inal})											3		
Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}													
Determinazione dell'esposizione (E_{cute})											1		
Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											4,5		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R_{inal})											13,50		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R_{cute})											4,5		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											14,23		
Valutazione													
RISCHIO IRRILEVANTE													

Tabella 39. Leatheroid LU-313 SP 39

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Accident	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllato	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input checked="" type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{inal})											3		
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{cut}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{cut})											1		
<i>Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}</i>													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											7,5		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R _{inal})											22,50		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R _{cut})											7,5		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											23,72		
<i>Valutazione</i>													
RISCHIO NON IRRILEVANTE													

Tabella 40. Miscela di solventi Tae-Ipae-MEK

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Accident	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllato	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input checked="" type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{inal})											3		
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{cut}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{cut})											1		
<i>Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}</i>													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											7,5		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R _{inal})											22,50		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R _{cut})											7,5		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											23,72		
<i>Valutazione</i>													
RISCHIO NON IRRILEVANTE													

Tabella 41. DMF

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Accident.	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllato	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{inal})											1		
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{cute})											1		
<i>Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}</i>													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											9,5		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R _{inal})											9,50		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R _{cute})											9,5		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											13,44		
<i>Valutazione</i>													
RISCHIO IRRILEVANTE													

Tabella 42. Cicloesanone

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Accident.	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllato	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{inal})											1		
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{cute})											1		
<i>Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}</i>													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											4,5		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R _{inal})											4,50		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R _{cute})											4,5		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											6,36		
<i>Valutazione</i>													
RISCHIO IRRILEVANTE													

Tabella 43. n metil 2pirrolidone

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Accident.	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllato	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{inal})											1		
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{cute})											1		
<i>Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}</i>													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											9,5		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R _{inal})											9,50		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R _{cute})											9,5		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											13,44		
<i>Valutazione</i>													
RISCHIO IRRILEVANTE													

5) ACCOPIATURA

Tabella 44. Sikacure 8112/00

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input checked="" type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident.	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input checked="" type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso controllato	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input checked="" type="checkbox"/>	10 – 100	<input type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{inal})											2,25		
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{cute})											1		
<i>Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}</i>													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											9		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R _{inal})											20,25		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R _{cute})											9		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											22,16		
<i>Valutazione</i>													
RISCHIO NON IRRILEVANTE													

Tabella 45. Sikatherm 3437/40

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input checked="" type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input checked="" type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso controllato	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input checked="" type="checkbox"/>	10 – 100	<input type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}													
Determinazione dell'esposizione (E_{inal})											2,25		
Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}													
Determinazione dell'esposizione (E_{cute})											1		
Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											3,5		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R_{inal})											7,88		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R_{cute})											3,5		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											8,62		
Valutazione													
RISCHIO IRRILEVANTE													

Tabella 46. SD- 2428

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input checked="" type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input checked="" type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso controllato	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input checked="" type="checkbox"/>	10 – 100	<input type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}													
Determinazione dell'esposizione (E_{inal})											2,25		
Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}													
Determinazione dell'esposizione (E_{cute})											1		
Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											4,5		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R_{inal})											10,13		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R_{cute})											4,5		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											11,08		
Valutazione													
RISCHIO IRRILEVANTE													

Tabella 47. Metiletilchetone

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operator e	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input checked="" type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input checked="" type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso controllato	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input checked="" type="checkbox"/>	10 – 100	<input type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}													
Determinazione dell'esposizione (E_{inal})											2,25		
Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}													
Determinazione dell'esposizione (E_{cute})											1		
Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											3,5		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R_{inal})											7,88		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R_{cute})											3,5		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											8,62		
Valutazione													
RISCHIO IRRILEVANTE													

Tabella 48. Blu S-1252

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operator e	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input checked="" type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input checked="" type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso controllato	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input checked="" type="checkbox"/>	10 – 100	<input type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}													
Determinazione dell'esposizione (E_{inal})											2,25		
Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}													
Determinazione dell'esposizione (E_{cute})											1		
Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											3		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R_{inal})											6,75		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R_{cute})											3		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											7,39		
Valutazione													
RISCHIO IRRILEVANTE													

4.3 AREA SPALMATURA

L'area di spalmatura è il reparto in cui vengono preparati i rotoli di tessuto in PVC. E' composta da due sottoreparti, denominati *Chimica Spalmati*, dove vengono preparate le mescole a base di PVC, e *Spalmatura*, dove le suddette mescole vengono depositate sui rulli di carta e trattate termicamente.

4.3.1 Mappatura del reparto

Pur essendoci una maggior varietà nelle figure lavorative rispetto all'area Stampa, la mappatura dell'area Spalmatura risulta meno complessa per via della maggior omogeneità delle attività svolte e, di conseguenza, anche dell'esposizione agli agenti chimici.

4.3.1.1 Mansioni per l'area Chimica Spalmati

Per l'area Chimica Spalmati si identificano cinque diverse mansioni:

- *Preparazione mescole*: è la fase con cui si realizzano le miscele di pigmenti e plastificanti. L'operatore gestisce la produzione regolando un sistema chiuso di tubazioni che prelevano i reagenti direttamente dai fusti e li travasano nei serbatoi mobili da inviare alla miscelazione. L'unico contatto con i prodotti chimici avviene in maniera molto ridotta durante il cambio dei fusti e la consegna dei serbatoi.
- *Miscelazione*: durante questa fase si ottiene il prodotto grezzo, unendo le resine di PVC alla miscela proveniente dalla preparazione mescole. L'aggiunta avviene manualmente in un miscelatore dotato di cappa chiusa aspirante.
- *Filtrazione*: rappresenta il primo step della raffinazione del prodotto grezzo. Nella miscela derivante dalla miscelazione viene inserita una pompa aspirante, che convoglia il fluido verso un filtro e lo rilascia in un secondo serbatoio mobile. L'operatore controlla e regola il funzionamento delle pompe, la pulizia dei filtri e la sostituzione dei serbatoi.
- *Degasazione*: il sistema, quasi totalmente automatizzato, consta nel collegare il serbatoio mobile proveniente dalla fase di filtraggio con uno dei quattro miscelatori, dotati di sistema di sollevamento pneumatico e coperchio posto sopra l'organo di miscelazione (uno dei quali ritratto in Figura 11). Nel corso della lavorazione la parte superiore della bacinella viene completamente chiusa e l'intero sistema è posto sotto vuoto per eliminare i gas.

Il prodotto derivante viene inviato alle linee di spalmatura.

Figura 11. Miscelatori per degasaggio



- *Lavaggio*: rappresenta la fase più critica per quel che concerne il rischio chimico in reparto: il lavaggio dei fusti viene effettuato sotto cappa di aspirazione, ma è necessario eseguire un risciacquo manuale con acqua ragia.

4.3.1.2 Sostanze pericolose nell'area Chimica Spalmati

Analogamente al reparto Stampa, l'elenco completo delle sostanze utilizzate nell'area Spalmatura-Chimica Spalmati è stato tabulato e riportato in Tabella 49.

Tabella 49. Sostanze pericolose area Spalmatura – Chimica Spalmati

NOMEPRODOTTO	FRASIDI RISCHIO	SCORE DI RISCHIO
VINYZENE™ IT 4008 CPF	H314 1B; H317; H400	6,00
TRIOSSIDO DI ANTIMONIO	H351	8,00
Azodicarbonamide	H412; H334; EUH044	9,00
TRACEL OBSH	H228; H242; H302 H315; H319; STOT SE 3 H335	3,25
Expancel® Microspheres	H304; H400; H 410; H 411; EUH066; H336; H315	3,50
DISPERPLAST-1150	H319	3,00
BYK-9076	H315; H319; H400; H410	3,00
EX-XR-22-555	H412; H332; H314; H334; H317	9,00
PERMUTHANE® XR-13-553	H332; H334; Skin Sens. 1 H317; H319; H315	9,00
BYK-3160	H319; H315; H411	3,00
BYK 1160	H318	4,50
LUBEX 74	H319; 304 1	3,50

LASTAB CF 244 M	H315; H319; H317; H411	6,00
LASTAB CFL 202	H271; H302; H319	3,00
MARK Z 2032 PF	H271; H302	2,00
MARKÒ OBS 1200	H302; H314; H400	5,75
Reagens GL/28	H361d; H411	7,50
REAGENS AC/1502 HV	H271; H302; H319; H373	7,00
REAGENS SL/338	H332; H302; H317; H319	6,00
REAGENS CL/206	H315; H317	6,00
MBL 115/30 HPE	H302; 1B H314; H400; H410	5,75
MBS 122/25 M	H271; H302; H373	7,00
CaO	H318; H315; H335	4,50
Permutex WF 13421	H319, da 1-5% butossietossietanolo	3,00
Permutex Ru 13 085	H400; H410; H317 da 0,25%-5% di estere	6,00
Permuthane XR 28 404	H315; H317; H319	6,00
RU-22-035	H315; H335; H319	3,25
WD-2830	H317	6,00
EX-WF-74-625	H319; H336; EUH066 da 1-5% di butanone	3,50
PERMUTEX® RU-13-690	H315; H318; H361fd; STOT SE 3; H335	8,00
Reofos 50	H317; H361; H373; H411	8,00
CLOROPARAFFINA 45/15 CIST.	H362; H400; H410; EUH066	6,00
WF 38 428	H315; H319 per n metil pirrolidone <10%	3,00
Ru-51-787	H332/H312/H302	4,50
PERMUTEX® RM-4456	H412; H318; H335; H315; H336 da ISOBUTANOLO 5-10%;	4,50
PERMUTEX XR-5580	H224 - H319	3,00
Byk-347	H319/H315 da polietere 12,5/20 %	3,00
Byk-011	H304	3,50
SOLVIN® 373 MH	H302; H315; H335; H318 da 1-2% di sodio dodecilbenzensolfonato	4,50
RAGIA MINERALE	H226; H304; H336; H411	3,50

4.3.1.3 Misure di controllo dell'aria nell'area Chimica Spalmati

Il ricambio generale dell'aria ambientale nel reparto chimica spalmati avviene tramite ventole a parete, ubicate sulle finestre laterali esposte verso l'esterno.

Sono inoltre presenti aspirazioni localizzate con scarico in atmosfera degli inquinanti aerodispersi captati per le quali, dove tecnicamente possibile, sono state svolte le verifiche di efficacia di captazione, come già descritte per l'area Stampa (Tabella 50).

Tabella 50. Misurazione efficacia di captazione aspirazioni reparto chimica spalmati

DESCRIZIONE	DIMENSIONI	MISURA	VALORE MEDIO(m/s)	VALORI OTTIMALI [18]
Cappa sospesa su bacinella con sezione libera per caricamento materie prime	120 x 22 cm	velocità di cattura	0.94	0.50 ÷ 1.00
		velocità di trasporto	8.92	//
Tubo snodato con spirale di rinforzo	Ø 13.5 cm	velocità di cattura (<i>misura a 25 cm dall'ingresso nella sezione piana del sistema di captazione</i>)	0.40	0.50 ÷ 1.00
		velocità di ingresso	10.57	//
Cappa sospesa su spazzolatrice	Ø 140 cm	velocità di cattura (<i>misura a 40 cm dall'ingresso nella sezione piana del sistema di captazione</i>)	0.40	0.50 ÷ 1.00

4.3.2 Applicazione del Modello Movarisc al reparto Chimica Spalmati

Le sostanze caratterizzate da largo utilizzo e alto score di rischio sono principalmente l'azodicarbonammide ed il triossido di antimonio. Un'osservazione diretta del reparto con l'ausilio del capoturno, ha permesso di stabilire quali fossero le sostanze più utilizzate, inserite di conseguenza nella valutazione assieme alle due suddette e a tutte quelle con alto score di rischio, come mostrato in Tabelle da 51 a 61 dove si presentano i risultati dell'analisi di rischio effettuata utilizzando l'algoritmo Movarich suddivise per fase di lavorazione e anche per tipologia di addetto.

1) Preparazione Mescole

Tabella 51. Triossido di antimonio

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input checked="" type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input checked="" type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Accident.	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllato	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}													
Determinazione dell'esposizione (E_{inal})											3		
Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}													
Determinazione dell'esposizione (E_{cute})											1		
Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											8		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R_{inal})											24,00		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R_{cute})											8		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											25,30		
Valutazione													
RISCHIO NON IRRILEVANTE													

Tabella 52. Azodicarbonamide

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input checked="" type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input checked="" type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Accident.	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllato	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}													
Determinazione dell'esposizione (E_{inal})											3		
Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}													
Determinazione dell'esposizione (E_{cute})											1		
Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											9		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R_{inal})											27,00		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R_{cute})											9		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											28,46		
Valutazione													
RISCHIO NON IRRILEVANTE													

Tabella 53. Acqua ragia minerale

<i>Dati rilevati</i>													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident.	<input checked="" type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllato	<input checked="" type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{inal})											7		
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{cute})											3		
<i>Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}</i>													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											3,5		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R _{inal})											24,50		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R _{cute})											10,5		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											26,66		
<i>Valutazione</i>													
RISCHIO NON IRRILEVANTE													

Tabella 54. Resina di PVC (tipo Vinnolit)

<i>Dati rilevati</i>													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident.	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input checked="" type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllato	<input checked="" type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input checked="" type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{inal})											7		
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{cute})											1		
<i>Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}</i>													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											2,1		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R _{inal})											14,70		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R _{cute})											2,1		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											14,85		
<i>Valutazione</i>													
RISCHIO IRRILEVANTE													

2) Colorista

Tabella 55. Triossido di antimonio

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido- nebbia	<input checked="" type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input checked="" type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Accident .	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alt a volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllat o	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ .	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}													
Determinazione dell'esposizione (E_{inal})												3	
Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}													
Determinazione dell'esposizione (E_{cute})												1	
Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}													
Valore dell'indice di pericolosità (P)												8	
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R_{inal})												24,00	
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R_{cute})												8	
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})												25,30	
Valutazione													
RISCHIO NON IRRILEVANTE													

Tabella 56. Acqua ragia minerale

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido- nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident .	<input checked="" type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alt a volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllat o	<input checked="" type="checkbox"/>	Segregaz/separ .	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}													
Determinazione dell'esposizione (E_{inal})												7	
Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}													
Determinazione dell'esposizione (E_{cute})												3	
Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}													
Valore dell'indice di pericolosità (P)												3,5	
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R_{inal})												24,50	
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R_{cute})												10,5	
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})												26,66	
Valutazione													
RISCHIO NON IRRILEVANTE													

3) Degasazione

Tabella 57. EX – XR 22 555

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Accident.	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso controllato	<input checked="" type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input checked="" type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{inal})												7	
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{cut}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{cut})												1	
<i>Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}</i>													
Valore dell'indice di pericolosità (P)												9	
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R _{inal})												63,00	
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R _{cut})												9	
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})												63,64	
<i>Valutazione</i>													
RISCHIO NON IRRILEVANTE													

Tabella 58. Permuthane XR -13 553

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Accident.	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso controllato	<input checked="" type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input checked="" type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{inal})												7	
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{cut}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{cut})												1	
<i>Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}</i>													
Valore dell'indice di pericolosità (P)												9	
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R _{inal})												63,00	
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R _{cut})												9	
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})												63,64	
<i>Valutazione</i>													
RISCHIO NON IRRILEVANTE													

Tabella 59. Acqua ragia minerale

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido- nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident .	<input checked="" type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alt a volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllat o	<input checked="" type="checkbox"/>	Segregaz/separ .	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}													
Determinazione dell'esposizione (E_{inal})											7		
Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}													
Determinazione dell'esposizione (E_{cute})											3		
Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											3,5		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R_{inal})											24,50		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R_{cute})											10,5		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											26,66		
Valutazione													
RISCHIO NON IRRILEVANTE													

4) Filtrazione

Tabella 60. Acqua ragia minerale

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido- nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident .	<input checked="" type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alt a volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllat o	<input checked="" type="checkbox"/>	Segregaz/separ .	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}													
Determinazione dell'esposizione (E_{inal})											7		
Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}													
Determinazione dell'esposizione (E_{cute})											3		
Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											3,5		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R_{inal})											24,50		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R_{cute})											10,5		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											26,66		
Valutazione													
RISCHIO NON IRRILEVANTE													

5) Lavaggio

Tabella 61. Acqua ragia minerale

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident.	<input checked="" type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllato	<input checked="" type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E_{inal})											7		
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E_{cute})											3		
<i>Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}</i>													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											3,5		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R_{inal})											24,50		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R_{cute})											10,5		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											26,66		
<i>Valutazione</i>													
RISCHIO NON IRRILEVANTE													

4.3.3 Mappatura reparto Spalmatura

Il reparto Spalmatura è contiguo a quello della Chimica Spalmati e ne rappresenta il naturale proseguimento. L'area potrebbe sembrare unica a tutti gli effetti, ma essendoci due reparti di lavoro separati ed essendo l'ambiente diverso, sia per mansioni che per esposizione, è stata effettuata una valutazione separata per evidenziare anche le differenze e rendere il lavoro più accurato.

4.3.3.1 Mansioni del reparto Spalmatura

Le mansioni del reparto Spalmatura sono essenzialmente quattro, di cui tre caratterizzate da esposizione limitata agli inquinanti ambientali e solo una ad esposizione personale diretta con agenti chimici:

- Postazione "Skin".
- Postazione strato espansivo.
- Postazione terzo strato.
- Preparazione rulli e recupero carta.

Nelle linee di spalmatura gli operatori lavorano in specifici punti di controllo della linea, in cui inseriscono una pompa di pescaggio nei fusti provenienti dalla “chimica spalmati” (previa approvazione del laboratorio), impongono i parametri di spessore del prodotto in uscita (controllati mediante uno spessimetro a raggi X) e puliscono i fusti ed i filtri delle pompe con acqua ragia una volta vuoti mediante un sistema di ricircolo (come visibile in Figura 12).

Figura 12. Lancia ad acqua ragia per pulizia fusti



Tutte le postazioni prevedono le stesse operazioni, salvo differenziarsi per l’aggiunta di miscele diverse. L’esposizione può ragionevolmente essere intesa come uguale per tutte e tre le postazioni, eccetto la preparazione rulli, dove non vi è praticamente contatto con nessuna sostanza chimica.

Non utilizzando mai prodotti puri, ma solo miscele molto diverse fra loro come ingredienti base e concentrazioni, non è possibile effettuare una valutazione del rischio preliminare con il Movarisc, se non per la sola acqua ragia.

4.3.3.2 Sostanze pericolose nell’area di Spalmatura

L’unica sostanza pericolosa individuabile in maniera certa è l’acqua ragia. Sono sicuramente ipotizzabili le presenze di cloro, derivato dal riscaldamento del PVC nei forni, e di altri agenti chimici provenienti dalle miscele, ma la presenza di questi ultimi non è interpretabile con il Movarisc e per la loro determinazione sono necessarie indagini ambientali specifiche.

4.3.3.3 Sistemi per il controllo dell’aria nell’area di Spalmatura

Il ricambio generale dell’aria ambientale nel reparto avviene tramite ventole a parete, ubicate sulle finestre laterali esposte verso l’esterno.

Sono inoltre presenti aspirazioni localizzate collegate al tunnel di ciascun forno di essiccazione e in prossimità delle zone di dosaggio delle mescole sul foglio, che convogliano gli inquinanti captati nel corso del processo ad un impianto di post combustione posto all'esterno del reparto, quindi in emissione in atmosfera.

4.3.4 Applicazione del Modello Movarisc al reparto Spalmatura

Si riporta, in Tabella 62, la scheda Movarisc relativa al reparto Spalmatura per la sola Acqua ragia.

Operatore spalmatura

Tabella 62. Acqua ragia minerale

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Accident.	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input checked="" type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllato	<input checked="" type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input checked="" type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E_{inal})											7		
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E_{cute})											1		
<i>Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}</i>													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											3,5		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R_{inal})											24,50		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R_{cute})											3,5		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											24,75		
<i>Valutazione</i>													
RISCHIO NON IRRILEVANTE													

4.4 AREA CALANDRA

La calandra è un macchinario a uno o più cilindri atto a trasformare a caldo le mescole di PVC in lamine di diverso spessore e taglio, raccolto poi in rulli. L'area, oltre alle due calandre principali, una con cilindro di 1700 cm per la produzione industriale di finte-pelli, l'altra con cilindro da 2000 cm per la produzione di packaging alimentare-farmaceutico,

raggruppa tutti i macchinari necessari a creare una miscela omogenea di PVC e additivi che viene poi calandrata a caldo.

4.4.1 Mappatura

Ai fini di una valida mappatura non è stato ritenuto necessario considerare distinti i due sottoreparti, Calandra 1700 e Calandra 2000, seppur siano essi fisicamente separati da pareti divisorie per esigenze normative concernenti la produzione di pellicole ad uso alimentare e farmaceutico. Difatti le lavorazioni che avvengono utilizzando le due macchine sono pressochè analoghe. La Calandra 2000 forma, assieme all'area Accoppiatura/Taglio, la macro area PACKAGING.

4.4.1.1 Mansioni

Nell'area calandra si possono distinguere cinque diverse mansioni:

- Preparazione mescole.
- Operatore miscelatore Pomini.
- Capo macchina calandra.
- Operatore calandra.
- Operatore preparazione rotoli.

➤ Preparazione mescole

Per mescole si intende la parte solida composta da resine PVC ed additivi che verrà inviata al mescolatore per la gelificazione. I prodotti per la miscela finale vengono pesati in postazione dotata di sistema di aspirazione, mostrata in Figura 13.

Figura 13. Postazione di pesa per la preparazione mescole



In quest'area del reparto il lavoro è suddiviso secondo lo schema presentato in Tabella 63.

Tabella 63. Schema gestionale orario lavorativo addetto preparazione mescole calandra 1700

OPERAZIONE	TEMPO DI PERMANENZA (h)
Preparazione carico componenti	3,0
Scarico mescola e trasporto carrelli	3,0
Preparazione pigmenti, pesate e campionamenti	2,0

È l'area del reparto in cui si entra più a contatto con le sostanze pericolose nella loro natura pura. Va inoltre considerata l'esposizione alle polveri, caratterizzate da discreta finezza pur non essendo considerabili volatili. Nei successivi step di produzione, le sostanze non vengono maneggiate direttamente e gli unici contatti sono a livello di gas emessi.

➤ Operatore miscelatore Pomini

La mansione prevede il trasporto dei carrelli contenenti le mescole tramite transpallet, azionando poi l'elevatore meccanico per il carico del miscelatore. La venuta a contatto con le sostanze è limitata a pochi minuti, per il tempo rimanente si aziona e si regola il macchinario (per uno schema più dettagliato si veda la Tabella 64).

Tabella 64. Schema gestionale orario lavorativo addetto al miscelatore Pomini

OPERAZIONE	TEMPO DI PERMANENZA (ore)
Carico miscelatore e gelificazione PVC	4,0
Controllo gel	4,0

Nel tempo di permanenza nell'area di lavoro si può però entrare in contatto con HCl generato dal recupero del gel caldo immerso in H₂O.

➤ Capomacchina e addetto Calandra 1700

In questa fase della lavorazione si controlla il corretto funzionamento della calandra e della qualità del prodotto in uscita. La differenza fra il ruolo di capomacchina e addetto consta sostanzialmente nel tempo di permanenza al quadro controlli, maggiore per il preposto, e alla linea in generale. Anche in questo caso, il contatto con sostanze chimiche può avvenire solo per liberazione di gas pericolosi.

➤ Avvolgimento rulli

Dalla foglia proveniente dalla calandra si genera un rullo. Una volta raggiunta la lunghezza desiderata, la foglia viene tagliata, il rullo avvolto con polietilene e il tutto viene caricato su una pedana metallica con l'ausilio di un carro ponte.

In questa postazione di lavoro il contatto con sostanze pericolose è ridotto al minimo.

4.4.1.2 Sostanze pericolose

Si riportano in Tabella 65 le sostanze pericolose utilizzate presso il reparto Calandra.

Tabella 65. Elenco sostanze pericolose reparto Calandra

NOME PRODOTTO	FRASI DI RISCHIO	SCORE DI RISCHIO
TINUVIN P	H317 – H410	6,00
VINYZENE™ IT 4008 CPF	Skin Corr. 1B H314; H317; H400	6,00
Firebrake ZB	H400 – H410	1,00
Lastab CFL 202	H271; H302; H319	3,00
Lastab CFL 201	H271; H302; H319; STOT RE 2 H373	7,00
BAEROSTAB UBZ 784 RF	H332; H302; H341; H317; H315; H319; H400; H410	8,00
REAPAK B-NT/8092	H271; H302	2,00
Tinopal OB	H413	1,00
Irgalite Orange D 2980	/ (pigmento org.)	1,00
VANADURPlusYellow9010	H373 da bismuto vanadio tetraossido, < 10% in peso.	7,00

	H400; H410 da bis(ortofosfato) di tri- N Zinco <4,0% in peso	
Finish VL 102/V	H319; H315; H373; H361d; H304; H336; EUH066	7,50
Reofos 50	H317; H361; H373; H411	8,00
DEHP	H360FD	10,00
CLOROPARAFFINA 45/15 CIST.	H362; H400; H410; EUH066	6,00
Tinuvin 770 DF	H319; H411	3,00
Tinuvin 326	H413	1,00

4.4.1.3 Sistemi per il controllo dell'aria

Per l'area Calandra, sono presenti aspirazioni localizzate in prossimità della zona di preparazione mescole, che espellono in atmosfera gli inquinanti captati. Per queste misure di prevenzione-protezione è stato possibile determinare l'efficacia di captazione, esposta in Tabella 66.

Nel resto del reparto sono poi presenti aspirazioni localizzate poste in prossimità delle fonti di emissione degli inquinanti aerodispersi all'interno (sfiati mescolatori, calandra) con espulsione in atmosfera; ma, vista la tipologia e la conformazione di tali impianti non è stato possibile eseguire le stesse verifiche effettuate per la zona mescole delle calandre.

Il ricambio dell'aria avviene tramite ventole a parete, ubicate sulle finestre laterali esposte verso l'esterno.

Tabella 66. Misurazione efficacia di captazione aspirazioni area calandra-mescole

DESCRIZIONE	DIMENSIONI	MISURA	VALORE MEDIO (m/s)	VALORI OTTIMALI [18]
Cappa per bilancia tecnica per pesature manuali di materie prime in piccole quantità, aspirazione superiore e dal piano di lavoro, presenti parenti laterali, dimensioni sezione frontale libera	80 x 90 cm	velocità di cattura (misurata sul piano di ingresso della cappa in n. 4 subaree di dimensioni equivalenti)	0.46	0.40 ÷ 0.50
Braccio snodato con cappa di forma ovale per captazione polveri disperse prodotte nel prelievo materie prime	Dimensioni 28 x 19 cm,	velocità di cattura (misurata a 25 cm circa dalla sezione di ingresso in cappa)	0.49	0.25 ÷ .50
		velocità di ingresso (misurata al centro del piano di ingresso aria nella cappa)	4.91	//
Braccio snodato con cappa di forma ovale per captazione polveri disperse prodotte nella pesatura di materie prime	Dimensioni 28 x 19 cm	velocità di cattura (misurata a 25 cm circa dalla sezione di ingresso in cappa)	0.31	0.25 ÷ .50
		velocità di ingresso (misurata al centro del piano di ingresso aria nella cappa)	4.64	//
Tubo snodato con spirale di rinforzo, posizionato esclusivamente sul lato dx dello scarico del miscelatore	Ø 16 cm	velocità di cattura (misurata a 25 cm circa dalla sezione di ingresso nella tubazione)	0.57	0.50 ÷ 1.00
		velocità di ingresso (misurata al centro del piano di ingresso aria nella tubazione)	11.72	//
Cappa a fessura posta su metà del bordo esterno del barile di stoccaggio	/	velocità di cattura (misurata a 25 cm circa dalla sezione di ingresso nella cappa a fessura)	1.19	0.25 ÷ .50
		velocità di ingresso (misurata al centro delle due fessure della cappa)	8.84	//

4.4.2 Applicazione del Modello Movarisc

Si riportano, nelle Tabelle da 67 a 75, le schede Movarisc ritenute significative relative al reparto Calandra.

Tabella 67. TINUVIN

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido- nebbia	<input checked="" type="checkbox"/>	< 0,1	<input checked="" type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input checked="" type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident	<input checked="" type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alt a volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllat o	<input checked="" type="checkbox"/>	Segregaz/separ	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}													
Determinazione dell'esposizione (E_{inal})											1		
Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}													
Determinazione dell'esposizione (E_{cute})											3		
Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											6		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R_{inal})											6,00		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R_{cute})											18		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											18,97		
Valutazione													
RISCHIO IRRILEVANTE													

Tabella 68. LASTAB CFL 201

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido- nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Accident	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alt a volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso controllat o	<input checked="" type="checkbox"/>	Segregaz/separ	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input checked="" type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}													
Determinazione dell'esposizione (E_{inal})											7		
Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}													
Determinazione dell'esposizione (E_{cute})											1		
Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											7		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R_{inal})											49,00		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R_{cute})											7		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											49,50		
Valutazione													
RISCHIO NON IRRILEVANTE													

Tabella 69. LASTAB CFL 202

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Accident	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso controllato	<input checked="" type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input checked="" type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}													
Determinazione dell'esposizione (E_{inal})											7		
Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}													
Determinazione dell'esposizione (E_{cute})											1		
Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											3		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R_{inal})											21,00		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R_{cute})											3		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											21,21		
Valutazione													
RISCHIO NON IRRILEVANTE													

Tabella 70. BAREOSTAB UBZ 784 RF

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input checked="" type="checkbox"/>	< 15 min	<input checked="" type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllato	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}													
Determinazione dell'esposizione (E_{inal})											1		
Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}													
Determinazione dell'esposizione (E_{cute})											1		
Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											8		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R_{inal})											8,00		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R_{cute})											8		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											11,31		
Valutazione													
RISCHIO IRRILEVANTE													

Tabella 71. REAPAK B-NT/8092

<i>Dati rilevati</i>													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)	Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore		
Solido-nebbia	<input checked="" type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Accident.	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllato	<input checked="" type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{inal})											3		
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{cute})											1		
<i>Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}</i>													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											2		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R _{inal})											6,00		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R _{cute})											2		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											6,32		
<i>Valutazione</i>													
RISCHIO IRRILEVANTE													

Tabella 72. VANADURP Plus Yellow 9010

<i>Dati rilevati</i>													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)	Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore		
Solido-nebbia	<input checked="" type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Accident.	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso controllato	<input checked="" type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{inal})											1		
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{cute})											1		
<i>Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}</i>													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											7		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R _{inal})											7,00		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R _{cute})											7		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											9,90		
<i>Valutazione</i>													
RISCHIO IRRILEVANTE													

Tabella 73. REOFOS 50

<i>Dati rilevati</i>													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input checked="" type="checkbox"/>	< 15 min	<input checked="" type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input checked="" type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident.	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllato	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{inal})											1		
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{cut}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{cut})											1		
<i>Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}</i>													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											8		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R _{inal})											8,00		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R _{cut})											8		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											11,31		
<i>Valutazione</i>													
RISCHIO IRRILEVANTE													

Tabella 74. DEHP (DOP)

<i>Dati rilevati</i>													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input checked="" type="checkbox"/>	< 15 min	<input checked="" type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident.	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllato	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input checked="" type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{inal})											1		
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{cut}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{cut})											1		
<i>Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}</i>													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											10		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R _{inal})											10,00		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R _{cut})											10		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											14,14		
<i>Valutazione</i>													
RISCHIO IRRILEVANTE													

Tabella 75. TINUVIN 770 DF

Dati rilevati													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido- nebbia	<input checked="" type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input checked="" type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input checked="" type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input checked="" type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident .	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alt a volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllat o	<input checked="" type="checkbox"/>	Segregaz/separ .	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}													
Determinazione dell'esposizione (E_{inal})											1		
Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}													
Determinazione dell'esposizione (E_{cute})											1		
Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											3		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R_{inal})											3,00		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R_{cute})											3		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											4,24		
Valutazione													
RISCHIO IRRILEVANTE													

4.5 AREA DI ACCOPPIATURA E TAGLIO

Per area di accoppiatura e taglio, si intende il reparto in cui la lamina di PVC viene accoppiata, tramite prodotto adesivo, ad una lamina di polietilene (PE), per poi essere tagliata in rulli di vario spessore e lunghezza.

4.5.1 Mappatura

La mappatura di quest'ultimo reparto è relativamente semplice: si distingue una sola mansione precipua, addetto alle accoppiatrici, che entra in contatto solamente con due sostanze: adesivo bicomponente che lega i due strati polimerici e l'etilacetato, necessario alla pulizia delle macchine accoppiatrici.

4.5.1.1 Elenco sostanze pericolose

Si riportano in Tabella 76 le uniche due sostanze pericolose presenti nell'area Accoppiatura/Taglio.

Tabella 76. Sostanze pericolose area Accoppiatura e Taglio

NOME COMMERCIALE	FRASI DI RISCHIO	SCORE DI RISCHIO
MOR FREE 402 A 81 S	H332; H315; H335; H319; H334; H317; H351; H373	8,00
ACETATO DI ETILE	H225; EUH 066	2,50

4.5.1.2 Sistemi per il controllo dell'aria

Il ricambio generale dell'aria ambientale nel reparto accoppiamento avviene tramite ventole a parete, ubicate sulle finestrate laterali esposte verso l'esterno.

Sono presenti cappe di aspirazione localizzata poste in prossimità della zona di spalmatura della colla e del cilindro riscaldato di accoppiamento. Date le dimensioni e il posizionamento dei suddetti sistemi di aspirazione (come mostrato in Figura 14) non è stato possibile eseguire verifiche dell'efficacia di captazione. Gli effluenti captati sono espulsi in atmosfera.

Figura 14. Sistemi di aspirazione area Accoppiatura/Taglio



4.5.2 Applicazione del Modello Movarisc

In Tabella 77 e 78 sono riportati i risultati dell'analisi Movarisc relativa al reparto Accoppiatura/Taglio.

Tabella 77. MOR Free 402

<i>Dati rilevati</i>													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input checked="" type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input checked="" type="checkbox"/>	< 1 metro	<input type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Accident	<input type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input type="checkbox"/>	1 – 10	<input checked="" type="checkbox"/>	Uso controllato	<input type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input checked="" type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{inal})											1,5		
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{cute})											1		
<i>Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}</i>													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											8		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R _{inal})											12,00		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R _{cute})											8		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											14,42		
<i>Valutazione</i>													
RISCHIO IRRILEVANTE													

Tabella 78. ETILACETATO

<i>Dati rilevati</i>													
Proprietà chimico-fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia	<input type="checkbox"/>	< 0,1	<input type="checkbox"/>	Sistema chiuso	<input type="checkbox"/>	Cont.. completo	<input type="checkbox"/>	< 15 min	<input type="checkbox"/>	Nessun cont.	<input type="checkbox"/>	< 1 metro	<input checked="" type="checkbox"/>
Bassa volatilità	<input type="checkbox"/>	0,1 – 1	<input checked="" type="checkbox"/>	Inclus. in matrice	<input type="checkbox"/>	Aspiraz. localiz.	<input type="checkbox"/>	15 min – 2 ore	<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. Accident	<input checked="" type="checkbox"/>	1 - 3 metri	<input type="checkbox"/>
Media/Alta volatilità e Polveri fini	<input checked="" type="checkbox"/>	1 – 10	<input type="checkbox"/>	Uso controllato	<input checked="" type="checkbox"/>	Segregaz/separ.	<input type="checkbox"/>	2 ore – 4 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. Discont.	<input type="checkbox"/>	3 - 5 metri	<input type="checkbox"/>
Stato gassoso	<input type="checkbox"/>	10 – 100	<input type="checkbox"/>	Uso dispersivo	<input type="checkbox"/>	Ventilaz. gen.	<input type="checkbox"/>	4 ore – 6 ore	<input type="checkbox"/>	Cont. esteso	<input type="checkbox"/>	5 - 10 metri	<input type="checkbox"/>
		> 100	<input type="checkbox"/>			Manipolaz. diret.	<input checked="" type="checkbox"/>	> 6 ore	<input type="checkbox"/>			Oltre 10 metri	<input type="checkbox"/>
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{inal})											7		
<i>Determinazione dell'indice di esposizione E_{cute}</i>													
Determinazione dell'esposizione (E _{cute})											3		
<i>Determinazione dell'indice di rischio R o rischio cumulativo R_{cum}</i>													
Valore dell'indice di pericolosità (P)											2,5		
Determinazione del rischio da esposizione inalatoria (R _{inal})											17,50		
Determinazione del rischio da esposizione cutanea (R _{cute})											7,5		
Determinazione del rischio cumulativo (R_{cum})											19,04		
<i>Valutazione</i>													
RISCHIO IRRILEVANTE													

In questi due casi, pur avendo ottenuto una risposta negativa utilizzando l'algoritmo, si è optato per effettuare un'indagine ambientale (campionamento specifico) su entrambi i prodotti: nel primo caso si ha la presenza di un componente cancerogeno, per il quale non esiste, in termini di legge, un limite massimo di esposizione (fissato a 0 o, comunque, al minimo raggiungibile); per quel che riguarda l'acetato di etile è stata ritenuta prioritaria e prevalente l'indicazione di attenzione da parte del medico competente.

5 Campionamenti e Analisi Ambientali

5.1 Premessa

Il lavoro descritto nei capitoli precedenti ha permesso di ottenere una rappresentazione d'insieme in cui sono evidenziati il quadro normativo, la schematizzazione del lavoro e le sorgenti del rischio chimico. Descrivere la struttura di questo percorso è importante tanto quanto presentarne i risultati, poiché si dà modo agli addetti ai lavori di capire con quali ragionamenti e dinamiche sia stata portata avanti la valutazione, permettendo verifiche e correzioni efficaci.

In questo capitolo viene invece riassunta la metodologia applicata, partendo dall'insieme delle informazioni iniziali fino alla determinazione dei punti di campionamento e degli analiti ricercati nelle analisi ambientali svolte nella parte finale del lavoro.

5.2 Determinazione degli analiti da ricercare

La lista finale degli analiti da ricercare nell'ambiente di lavoro e la scelta dei punti di campionamento sono state il risultato di un lavoro affinato per step successivi allo scopo di rimuovere tutte le indagini superflue, concentrandosi sui dati sperimentali più rappresentativi.

Questo percorso è stato articolato in più punti:

1. Catalogazione SDS e specifica delle frasi di rischio H (presentata nei capitoli precedenti).
2. Applicazione Movarisc (presentata nei capitoli precedenti) e presentazione dei risultati al Medico Competente ed al RSPP.
3. Individuazione dei componenti pericolosi di ogni singolo prodotto.
4. Scelta provvisoria degli analiti da ricercare.
5. Scelta provvisoria dei punti di campionamento.
6. Presentazione e discussione dei risultati a Datore di Lavoro, RSPP, Medico Competente, Capi Area e Rappresentanti dei Lavoratori per la Sicurezza.
7. Incontro preliminare con esperto di igiene industriale.
8. Elenco definitivo di analiti e punti di campionamento.

5.2.1 Catalogazione SDS e specifica delle Frasi di Rischio H

Il punto di partenza della valutazione del rischio chimico è rappresentato dalla precedente valutazione aziendale e dall'insieme delle SDS. Lo scopo principale di questa fase è stato quello di dividere le SDS sulla base dei reparti di utilizzo, richiedendone, laddove la data di stesura fosse antecedente i 5 (cinque) anni dal presente, la versione aggiornata al produttore. La precedente valutazione del rischio è stata analizzata al fine di ottenere un prodotto che fosse, oltre che rispettoso della nuova normativa, più snello, efficace e consultabile rapidamente.

Il risultato di questa prima parte è una serie di cartelle contenenti tutte le SDS divise per reparto, aggiornate ed indicizzate da file excel contenenti codice prodotto, nome, data di ultima revisione e frasi di rischio H.

Queste ultime, essendo caratteristiche di ogni prodotto, hanno permesso la determinazione di uno *score di rischio* su cui basare successivamente l'algoritmo Movarisc. In compresenza di più frasi, si è scelto di prendere lo *score* più alto per mantenere un approccio il più conservativo possibile. Le informazioni relative ai prodotti sono state raccolte in elenchi specifici per reparto di cui si riporta un esempio in Tabella 79 per l'area di Stampa.

Tabella 79. Estratto elenco sostanze pericolose con score di rischio relativo all'area di Stampa

REPARTO	CODICE PRODOTTO	NOME PRODOTTO	FRASI DIRISCHIO	SCORE MAGGIORE
STAMPA	P01ADD1201	XR-22-419/Reticolante	H319/H315; H317; H411	6,00
	P01ADR0701	Sikacure-4902 BE	H317	6,00
	P01ADR0702	Sikacure-8112/00	H224; H332; H319/H335/H315; H334/H317	9,00
	P01ADS0201	Metilchetone Puro Sfuso	H224; H319; H336; EUH066	3,50
	P01ADS0301	Dimetilformammide (140810) N,N-Dimetilformamide	H226; H360D; H312; H332; H319	9,50
	P01ADS0302	Cicloesanone	H226; H318; H302; H312; H332; H315	4,50

5.2.2 Applicazione Movarisc e presentazione dei risultati a Medico Competente e RSPP

La determinazione dello score di rischio e l'applicazione dell'algoritmo, danno modo di classificare il pericolo generato come "irrelevante" e "non irrilevante". L'elenco delle

sostanze di interesse, corretto secondo questa prima scrematura, è stato sottoposto all'esame del medico e del RSPP (verbale del 15/01/2014).

5.2.3 Individuazione dei componenti pericolosi di ogni singolo prodotto.

I prodotti causa di rischio non irrilevante sono, da linee guida CLP, classificabili in *sostanze* e *miscele*. Queste ultime sono costituite da uno o più componenti pericolosi. Tramite le SDS è stato possibile preparare un elenco di tutti gli agenti chimici pericolosi (riportato in Tabella 80), da cui costruire l'insieme degli analiti da ricercare con le indagini ambientali.

5.2.4 Scelta provvisoria degli analiti da ricercare

Nella preparazione della richiesta di campionamento e analisi, non sono stati inseriti tutti gli analiti presenti in Tabella 80. Le sostanze mancanti e la motivazione della loro assenza sono indicati in Tabella 81.

Inoltre, con il supporto del medico aziendale (verbale del 15/01/2014), si è optato per la richiesta, in tutta l'area STAMPA, dell'analisi dei metaboliti urinari, da correlare alle concentrazioni di agenti chimici misurate:

- Orto Cresolo (urinario);
- Metil-etilchetone (urinario);
- Metilformammide (urinario),
- Acetone (urinario) - fine turno.

5.2.5 Scelta provvisoria dei punti di campionamento

È stata definita una base di campionamento costituita da un punto per ogni singola mansione presa in esame, più un punto per ogni zona di lavoro con microclima caratteristico. Il risultato è riassunto graficamente in Figura 15.

Tabella 80. Individuazione delle componenti pericolose per mansione.

REPARTO	MANSIONE	SOSTANZA	COMPONENTI PERICOLOSE
Stampa	Colorista	Miscela TAE-IPAE-MEK	Metiletilchetone, isopropil alcol, toluene, etilacetato
	Colorista	DMF	dimetilformammide
	Colorista	Leatheroid Lu-312 SPHM 39	4 metil-2-pentanone, metossi 2 propanolo 10-20%, xilene 5-10%, toluene 5-10%, etilbenzene 5-10%, n metil 2 pirrolidone1-5%, butanone 5-10%, butanolo 5-10%
	Colorista	Leatheroid LU-313 SP 39	metossi 2 propanolo 10-20%, xilene 5-10%, toluene 5-10%, etilbenzene 5-10%, etil pirrolidone1-5%, butanone 5-10%, butanolo 5-10%
	Colorista	LS 5047	Toluene 35-50%, n, n DMF25-35%, metossi 2 propanolo 10-15%, propanolo 1-5%
	Colorista	THF	Tetraidrofurano
	Colorista	Cicloesanone	Cicloesanone
	Colorista	n-metil 2 pirrolidone	n-metil 2 pirrolidone
	Colorista	Gamma Finish	Toluene, etilacetato, DMF, MEK, butanone, metil propanolo, dimetilacetammide
	Colorista	Irseprint nero	DMF 60/70%

Linee di stampa	Leatheroid Lu-312 SPHM 39	4 metil-2-pentanone, metossi 2 propanolo 10-20%, xilene 5-10%, toluene 5-10%, etilbenzene 5-10%, n metil 2 pirrolidone1-5%, butanone 5-10%, butanolo 5-10%
Linee di stampa	Leatheroid LU-313 SP 39	metossi 2 propanolo 10-20%, xilene 5-10%, toluene 5-10%, etilbenzene 5-10%, etil pirrolidone1-5%, butanone 5-10%, butanolo 5-10%
Linee di stampa	LS 5047	Toluene 35-50%, n,n DMF25-35%, metossi 2 propanolo 10-15%, propanolo 1-5%
Linee di stampa	Miscela TAE-IPAE-MEK	Metiletchetone, isopropil alcol, toluene, etilacetato
Linee di stampa	DMF	dimetilformammide
Linee di stampa	Cicloesanone	Cicloesanone
Linee di stampa	n-metil 2 pirrolidone	n-metil 2 pirrolidone
Linee di stampa	Gamma Finish	Toluene, etilacetato, DMF, MEK, butanone, metil propanolo, dimetilacetammide
Colorimetria	Irseprint nero	DMF 60/70%
Colorimetria	Leatheroid Lu-312 SPHM 39	4 metil-2-pentanone, metossi 2 propanolo 10-20%, xilene 5-10%, toluene 5-10%, etilbenzene 5-10%, n metil 2 pirrolidone1-5%, butanone 5-10%, butanolo 5-10%
Colorimetria	Leatheroid LU-313 SP 39	metossi 2 propanolo 10-20%, xilene 5-10%, toluene 5-10%, etilbenzene 5-10%, etil pirrolidone1-5%, butanone 5-10%, butanolo 5-10%

Colorimetria	LS 5047	Toluene 35-50%, n,n DMF25-35%, metossi 2 propanolo 10-15%, propanolo 1-5%
Colorimetria	Miscela TAE-IPAE-MEK	Metiletchetone, isopropil alcol, toluene, etilacetato
Colorimetria	DMF	Dimetilformammide
Colorimetria	Cicloesanone	Cicloesanone
Colorimetria	n-metil 2 pirrolidone	n-metil 2 pirrolidone
Colorimetria	Gamma Finish	Toluene, etilacetato
Impiegati tecnici	Leatheroid Lu-312 SPHM 39	MIBK 30-40%, metossi 2 propanolo 10-20%, xilene 5-10%, toluene 5- 10%, etilbenzene 5-10%, n metil 2 pirrolidone1-5%, butanone 5- 10%, butanolo 5-10%
Impiegati tecnici	Leatheroid LU-313 SP 39	MIBK 30-40%, metossi 2 propanolo 10-20%, xilene 5-10%, toluene 5- 10%, etilbenzene 5-10%, n metil 2 pirrolidone1-5%, butanone 5- 10%, butanolo 5-10%
Impiegati tecnici	LS 5047	Toluene 35-50%, n,n DMF25-35%, metossi 2 propanolo 10-15%, propanolo 1-5%
Impiegati tecnici	Miscela TAE-IPAE-MEK	Metiletchetone, isopropil alcol, toluene, etilacetato
Impiegati tecnici	DMF	Dimetilformammide
Impiegati tecnici	Cicloesanone	Cicloesanone
Impiegati tecnici	n-metil 2 pirrolidone	n-metil 2 pirrolidone

	Impiegati tecnici	THF	Tetraidrofurano
	Impiegati tecnici	Gamma Finish	Toluene, etilacetato, DMF, MEK, butanone, metil propanolo, dimetilacetammide
	Accoppiatura	Sikakure 8112	difenilmetanodiisocianato 75-90% , etilacetato 10-20%
	Accoppiatura	Sikatherm 3437	acetone 75-90%
	Accoppiatura	SD 2428	xilene 25-50%. Acetato di metil metossietile 25-50%, butanone 10-25%, acetato di 2 metossi propile <1%
	Accoppiatura	Miscela TAE-IPAE-MEK	Metiletchetone, isopropil alcol, toluene, etilacetato
	Accoppiatura	Blu S 1652	4-Idrossi-4-metil-pentan-2-one
Chimica Spalmati	Prep. Mescole	Triossido di Antimonio	Antimonio triossido
	Prep. Mescole	Azodicarboammide	Azodicarboammide
	Prep. Mescole	PVC Vinnolit	Polveri
	Colorista	Triossido di Antimonio	Antimonio triossido
	Colorista	Acqua ragia minerale	idrocarburi C9 - C12
	Degasatore	Permuthane XR -13 553	Polimero reticolante 20-25%, Toluene diisocianato <1%
	Degasatore	EX – XR 22 555	1-Ottil-2- pirrolidone 10-20%, Toluene diisocianato <1%

	Degasatore	Acqua ragia minerale	idrocarburi C9 - C12
	Filtrazione	Acqua ragia minerale	idrocarburi C9 - C12
	Pulizia batch	Acqua ragia minerale	idrocarburi C9 - C12
Spalmatura	Linea di spalmatura	Acqua ragia minerale	idrocarburi C9 - C12
Calandra 1700	Prep. Mescole	Triossido di Antimonio	Triossido di Antimonio
	Prep. Mescole	Tinuvin	2 (2H benzotriazol- 2- ii) p-cresolo
	Prep. Mescole	Lastab CFL 201	Perclorato di sodio
	Prep. Mescole	Lastab CFL 202	Perclorato di sodio 40-50%, 2-2 butossietossi etanolo
	Prep. Mescole	Bareostab UBZ 784	sali di bario, fenolo <4 %, didecil-fenil fosfito, butossietossietanolo, dibenzoil metano, nafta, acido benzoico
	Prep. Mescole	DEHP	di-etil esilftalato
Accoppiatura/Taglio	Macchina accoppiatrice	Mor Free 402	Metilendifenildiisocianato
	Macchina accoppiatrice	etilacetato	Etilacetato

Tabella 81. Esclusione analiti e motivazione.

<i>REPARTO</i>	<i>ANALITA</i>	<i>MOTIVO ESCLUSIONE</i>
Stampa	THF	Movarisc negativo
	Acetone	Uso in reparto attualmente fermo
	4-Idrossi-4-metil-pentan-2-one	Uso in reparto attualmente fermo
	4 metil-2-pentanone, butanone, butanolo	Identificati come SOV
	etil 2 pirrolidone	Scarsi utilizzi nell'arco dell'anno
	acetato di 2 metossi propile	Uso in reparto attualmente fermo
	Propanolo	Determinato con metossi-2-propanolo
Calandra 1700	Dimetilacetammide	Determinato con DMF
	2 (2H benzotriazol-2-ii) p-cresolo; 2-2 butossietossi etanolo; sali di bario; fenolo; didecil-enilfosfito; butossietossietanolo; dibenzoil metano; nafta; acido benzoico	Movarisc Negativo
	Perclorato di sodio	L'alto valore di rischio è in relazione agli effetti sulla salute nell'improbabile caso di ingestione

		Toluene	Xilene	DMF	Etilacetato	Alcol isopropilico	MEK	Cicloesanone	n-metil - 2-pirrolidone	metossi-2-propanolo	dipropilene glicol monometilietere	S.O.V.	Triossido di Antimonio	Azodicarbammide	Acqua ragia	1-Ottil-2- pirrolidone	Toluene diisocianato	Polveri inalabili	Polveri respirabili	Fialati	Acido cloridrico	metilendifenilidiscianato	Orto Cresolo (urinario)	Metil-etilchetone (urinario)	metilformamide (urinario)	acetone (urinario) - fine turno	acido mandelico (urinario) - fine turno	acido fenilglicossilico (urinario) - fine settimana	acido metil ippurico (urinario)	TOTALE
CAMPIONAMENTI																														
STAMPA	Personale 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												X	X	X	X	X	X	X	
	Personale 2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												X	X	X	X	X	X	X	
	Personale 3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												X	X	X	X	X	X	X	
	Personale 4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												X	X	X	X	X	X	X	
	Personale 5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												X	X	X	X	X	X	X	
	Ambientale 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																			
	Ambientale 2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																			
	Ambientale 3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																			
	Ambientale 4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																			
	Ambientale 5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																		
CHIMICA SPALMATI	Personale 6										X			X	X		X	X												
	Personale 7											X		X																
	Personale 8													X																
	Personale 9													X																
	Personale 10													X			X													
SPALMATURA	Ambientale 6													X																
	Personale 11													X								X	X							
CALANDRA 1700	Ambientale 7												X					X	X											
	Personale 12												X					X	X											
	Personale 13																	X	X											
ACC. E TAGLIO	Ambientale 7																				X	X								
	Personale 14					X																	X							
TOTALE	22	10	10	10	11	10	10	10	10	10	10	1	3	1	6	1	1	3	3	3	3	1	5	5	5	5	5	5	5	162

Figura 15. Schema provvisorio dei punti di campionamento e delle sostanze da ricercare

5.2.6 Presentazione e discussione dei risultati a Datore di Lavoro, RSPP, Medico Competente, Capi Area e RLS

Tutto l'operato sin qui condotto è stato esaurientemente spiegato all'incontro con le figure professionali in oggetto (verbale del 03/02/2015).

Dopo essersi confrontate, le parti hanno optato per alcune modifiche agli elenchi provvisori, nello specifico:

- la figura del capo macchina nelle linee di stampa, viene preso come modello più rappresentativo per i campionamenti personali;
- vengono aggiunti due punti di campionamento ambientali in area STAMPA, per monitorare l'area di passaggio denominata "corridoio comune" e per controllare le esalazioni provenienti dall'area denominata "uscita forno";
- viene aggiunto un punto di campionamento ambientale nel reparto GOFFRATURA, per essere certi di poter escludere la presenza di residui di inquinanti ambientali provenienti da lavorazioni precedenti;
- vengono aggiunti due punti di campionamento ambientali in area SPALMATURA, appena dopo i forni, per monitorare i prodotti di decomposizione termica del PVC.

5.2.7 Incontro con esperto di igiene industriale

L'elenco corretto con le osservazioni maturate nello step precedente è stato sottoposto ad un esperto di igiene industriale, incaricato di vigilare sui campionamenti appaltati ad una ditta esterna. L'elaborato è stato approvato interamente, ma a seguito della discussione si è giunti alla conclusione di aggiungere un campionamento ambientale aggiuntivo in area limitrofa alla Calandra 2000. La schematizzazione delle indagini ambientali definitive è visionabile nella seguente Figura 16.

		Toluene	Xilene	DMF	Etilacetato	Alcooli isopropilico	MEK	Cicloesagione	noneni - 2-pft collone	metossio-2-pft copanolo	S.O.V.	Triossido di Antimonio	Azodicarbonamide	Acetilacetone	1-Ottil-2-pft collone	Toluene diluente	Polveri inalabili	Polveri respirabili	Platati	Acido cloridrico	metilmetilidissolvente	Orto Cresolo (urnario)	Metilacetone (urnario)	metilformamide (urnario)	acetone (urnario)	acido malico (urnario) - fine turno	acido formico (urnario) - fine turno	acido metilacetico (urnario) - fine turno	TOTALE
CAMPIONAMENTI																													
STAMPA	Personale 1- Colorista	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X											X	X	X	X	X	X	X	
	Personale 2- Colorimetria	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X											X	X	X	X	X	X	X	
	Personale 3- Capo macchina linea 2 colori	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X											X	X	X	X	X	X	X	
	Personale 4- Capo macchina linea 3 colori	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X											X	X	X	X	X	X	X	
	Personale 5- Capo macchina linea 4 colori	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X											X	X	X	X	X	X	X	
	Ambientale 1 - Miscelatori	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																		
	Ambientale 2 - Uscita forno	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																		
	Ambientale 3 - Linea 2 colori	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																		
	Ambientale 4 - Linea 3 colori	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																		
	Ambientale 5 - Linea 4 colori	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																		
Ambientale 6 - Combiolo comune	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																			
Ambientale 7 - Goffratura																			X	X									
CHIMICA SPALMATI	Personale 6 - Preparatore mescole Cotex										X	X				X	X												
	Personale 7 - Preparatore mescole										X	X				X	X												
	Personale 8 - Colorista										X																		
	Personale 9 - Filtrazione												X																
	Personale 10 - Degassatore												X	X	X														
Personale 11 - Pulizia fusti													X																
Ambientale 8 - Area pulizia fusti													X																
SPALMATURA	Personale 12 - Addetto primo banchetto																		X	X									
	Ambientale 9 - Zona uscita forno 1-2																		X	X									
CALANDRA 1700	Ambientale 10 - Zona uscita forno 2-3																		X	X									
	Personale 13 - Preparatore mescole										X					X	X												
PACKAGING	Personale 14 - Add. miscelatore Pomini															X	X	X	X										
	Ambientale 11 - Zona calandra miscelatore																	X	X										
TOTALE	Personale 15 - Addetto a cco. e taglio				X																X								
	Ambientale 12 - Calandra 2000															X	X	X	X										
TOTALE	27	11	11	11	12	11	11	11	11	11	3	2	6	2	1	5	5	6	6	1	5	5	5	5	5	5	5	5	183

Figura 16. Schema definitivo delle indagini ambientali con punti di campionamento e analisi da ricercare

5.3 Dispositivi di protezione individuali

Come ultimo tassello per la miglior definizione possibile del momento di intervento, si indicano, tabulandoli come mostrato in Tabella 82, i dispositivi di protezione individuale utilizzati dagli operatori.

5.4 5.4 Campionamenti ed analisi

L'attività di campionamento ed analisi è stata eseguita dalla Società specializzata Bioikos Ambiente.

Tabella 82. Elenco DPI utilizzati

SIGLA PREL.	MANSIONE	REPARTO	ZONA PROTETTA	TIPO DPI	CLASSE FILTRAZION E	NOTE
P1	addetto preparazione mescole	preparazione mescole (V1)	vie respiratorie	Semimaschera	A2P3	L'addetto impiega inoltre guanti certificati per rischi meccanici che presentano finitura nitrilica (Marigold Nitrotough N660, EN 388), non certificati per rischi chimici, possono essere considerati idonei solo per contatti estremamente limitati o accidentali con prodotti chimici
P3	addetto lavaggio bacinelle	chimica spalmati	vie respiratorie	semimaschera	A2P3	Osservato comportamento scorretto nella gestione dell'APVR nelle fasi in cui non ne è previsto l'impiego (il DPI viene appoggiato nel luogo di lavoro senza essere sigillato); guanti per rischio meccanico con finitura nitrilica (Marigold Nitrotough N660, EN 388)
P5	colorista	chimica spalmati (V1)	vie respiratorie	facciale filtrante	FFP1	Guanti per rischio meccanico con finitura nitrilica (Marigold Nitrotough N660, EN 388)
P6	raffinatore	chimica spalmati	vie respiratorie	facciale filtrante	FFP3	Guanti per rischio meccanico con finitura nitrilica (Marigold Nitrotough N660, EN 388)
P7	addetto preparazione mescole	chimica spalmati	vie respiratorie	facciale filtrante	FFP1	Guanti per rischio meccanico con finitura nitrilica (Marigold Nitrotough N660, EN 388)
P11	addetto accoppiamento	accoppiamento	vie respiratorie	semimaschera	A1B1E1P3-RD	L'addetto impiega inoltre guanti certificati per rischi meccanici (Marigold Nitrotough N660, EN 388) ma non chimici
P12	addetto chimica 1700	chimica 1700	vie respiratorie	semimaschera	P3	Guanti per rischio meccanico con finitura nitrilica (Marigold Nitrotough N660, EN 388)
P14	addetto miscelatore Pomini	calandra 1700	vie respiratorie vie respiratorie	facciale filtrante Semi maschera	FFP1 A1B1E1P3-RD	I DPI per le vie respiratorie vengono alternati dall'addetto a seconda della tipologia di agenti chimici in uso; guanti per rischio meccanico con finitura nitrilica (Marigold Nitrotough N660, EN 388)
P16	addetto degasatori	chimica spalmati	//	//	//	Nessun DPI per le vie respiratorie osservato nel corso dei prelievi; guanti per rischio meccanico con finitura nitrilica (Marigold Nitrotough N660, EN 388)
P17	addetto colorimetria	colorimetria	vie respiratorie	semimaschera	A2P3	Guanti per rischio meccanico con finitura nitrilica (Marigold Nitrotough N660, EN 388)
P18	colorista	preparazione lacche	vie respiratorie	semimaschera	A2P3	Guanti per rischio meccanico con finitura nitrilica (Marigold Nitrotough N660, EN 388)
P21	addetto conduzione linea 2 colori	stampa	vie respiratorie	semimaschera	A2P3	Guanti per rischio meccanico con finitura nitrilica (Marigold Nitrotough N660, EN 388)
P23	addetto conduzione linea 3 colori	stampa	vie respiratorie	semimaschera	A2P3	Guanti per rischio meccanico con finitura nitrilica (Marigold Nitrotough N660, EN 388)

5.4.1 Metodologia di campionamento

La misura della concentrazione aerodispersa di un agente chimico in un dato periodo di tempo può essere svolta tramite metodi diretti, indiretti e strumentali [12].

Nei metodi diretti un determinato volume di aria ambientale viene introdotto come tale, senza alcun trattamento, all'interno di un contenitore di natura idonea (ad es. vetro, acciaio inox, tedlar - polivinilfluoruro, ecc.) il quale viene poi trasportato in laboratorio dove ne viene prelevata una parte per l'analisi.

Nei metodi indiretti la determinazione degli inquinanti potenzialmente presenti nell'ambiente di lavoro comprende due fasi distinte di intervento, ovvero:

- prelievi o campionamenti di aria ambientale con cattura degli inquinanti presenti su appositi sistemi di raccolta (substrato costituito da filtro o liquido assorbente o solido adsorbente);
- determinazione analitica degli inquinanti catturati tramite tecniche specifiche.

I campionamenti dell'aria ambientale tramite metodi indiretti possono essere eseguiti tramite sistemi di campionamento *attivi e passivi* [15]. Nel caso del campionamento attivo si utilizzano linee di campionamento costituite da pompe aspiranti a flusso regolabile e costante collegate al substrato di raccolta, ovvero alla trappola specifica per l'agente chimico (AC) che si intende determinare.

Per il campionamento passivo si sfrutta invece il principio dell'adsorbimento su solido (generalmente carbone attivo o gel di silice) delle sostanze aerodisperse che si intende determinare. I campionatori passivi non richiedono l'utilizzo di sistemi di aspirazione quali pompe per portare l'aria ambientale a contatto con il materiale solido adsorbente e consentire la cattura degli inquinanti. L'aria ambientale, infatti, entra in contatto con il materiale adsorbente tramite diffusione attraverso una camera diffusiva di materiale idoneo, generalmente di piccole dimensioni, che racchiude integralmente il materiale adsorbente.

Nei metodi strumentali, infine, il prelievo e l'analisi del campione d'aria viene eseguita automaticamente da apposito strumento, che può operare attraverso diverse tecnologie di funzionamento quali gas-cromatografia, spettrofotometria, elettrochimica, ecc.

I metodi di misurazione descritti possono a loro volta essere attuati attraverso tecniche di tipo *personale* e di tipo *statico*, a volte definito anche *ambientale*, ovvero:

- *prelievi personali*: linea di prelievo indossata direttamente dall'operatore per il quale si vuole determinare il livello di esposizione ad un dato agente, con substrato di raccolta posizionato all'interno della zona di respirazione del lavoratore stesso. La zona di

respirazione è definita come l'emisfero (generalmente del raggio di 0.3 m), che si estende davanti al viso della persona, centrato sulla metà del segmento che unisce le due orecchie; la base dell'emisfero è il piano che passa attraverso questo segmento, la parte superiore della testa e la laringe (si veda Figura 17).

Figura 17. Campionamento personale con radiello adsorbente e sistema di aspirazione



- *prelievi in postazione fissa o statici o ambientali*: linea di prelievo installata su apposito treppiede in zona ritenuta significativa per valutare la dispersione di un determinato agente all'interno dell'ambiente di lavoro. Se ne mostrano due esempi nelle Figure 18 e 19.

Figura 18. Postazione di campionamento ambientale per zona di passaggio area Stampa



Figura 19. Postazione di campionamento ambientale zona uscita forno area Stampa



5.4.2 Espressione dati analitici: calcolo della Concentrazione Aerodispersa (CA)

La quantità di analiti (AC) aerodispersi in ambiente di lavoro è espressa in termini di concentrazione aerodispersa (CA), con unità di misura mg/m³ (particelle, aerosol, gas), ppm (gas) o ff/cm³ (fibre).

Nei metodi di misura strumentale e diretti la CA viene fornita direttamente dallo strumento di misurazione adottato, mentre nei metodi indiretti la CA per gas e solidi è calcolata tramite la seguente equazione:

$$CA = \frac{QA}{V_{cr}}$$

dove:

CA: concentrazione aerodispersa di agente chimico espressa in mg/m³;

QA: quantità assoluta di agente chimico rilevata analiticamente su un determinato substrato, espressa in mg;

V_{cr}: volume di aria ambiente campionata espresso in m³ e riferito a 25 °C e 101,3 kPa, calcolato come segue:

$$V_{cr} = F \times T \times \left(\frac{298}{273.15 + t} \right) \times \left(\frac{P}{101.3} \right)$$

dove:

F: flusso di aspirazione impostato al campionatore espresso in litri al minuto (l/min);

T: tempo totale di campionamento espresso in minuti;

t: temperatura media al campionatore espressa in gradi centigradi (°C);

P: pressione atmosferica media nel corso del campionamento espressa in kilopascal (kPa).

Per le fibre:

$$CA = [10^3 \times N \times D^2] / [V \times n \times d^2]$$

dove:

CA: concentrazione aerodispersa di agente chimico espressa in ff/cm³;

N: numero di fibre contate in totale (su un solo filtro o su due filtri);

D: diametro effettivo del filtro in mm;

V: volume di aria prelevato in litri, riferito a 25 °C e 101,3 kPa;

n: numero di campi del reticolo esaminati su un filtro;

d: diametro del reticolo di Walton-Beckett in micron (100 μm).

Nelle determinazioni svolte tramite metodi indiretti passivi il valore di V_{cr} dipende dai parametri caratteristici dello strumento utilizzato, dalle condizioni ambientali presenti nelle aree in esame (temperatura ambientale, pressione atmosferica, umidità relativa ecc.) e dal coefficiente di diffusione specifico di ogni singolo agente chimico campionato. Attraverso tali dati si può calcolare la portata di campionamento degli AC che, moltiplicata per il tempo di esposizione del campionatore passivo nell'area in esame, fornirà il volume d'aria campionata.

I parametri di campionamento descritti devono essere riportati in dettaglio nei rapporti di prova analitici allegati alla relazione tecnica. Nell'espressione dei risultati finali viene inoltre riportata l'incertezza di misura determinata in accordo alle indicazioni ACCREDIA DT-0002, Rev. 01 febbraio 2000 (probabilità 95%, 9 gradi di libertà, $k=2$) [16].

5.4.3 Espressione dei dati analitici: calcolo della Concentrazione di Esposizione Professionale (OEC)

La Concentrazione di Esposizione Professionale (OEC), come definita dalla UNI EN 689/97 [17], rappresenta la media aritmetica delle CA ottenute nelle misurazioni di un agente chimico nello stesso turno di lavoro rispetto al periodo di riferimento del Valore Limite di Esposizione Professionale (VLEP) dell'agente stesso.

I VLEP infatti possono essere riferiti all'intero periodo di lavoro (otto ore, definiti limiti TWA, si veda Tab. 1), al breve periodo di tempo (15 minuti, definiti limiti STEL, si veda Tab. 1) o al brevissimo periodo (limiti Ceiling).

Nel caso di esposizioni omogenee, ovvero di CA che non variano sostanzialmente nel corso del turno di lavoro, è possibile limitare il numero di misure in accordo alle indicazioni dell'appendice A della UNI EN 689/97. Ad esempio, campionamenti, durante turni con esposizione omogenea, della durata superiore alle 2 ore sono ritenuti sufficienti per caratterizzare l'esposizione dei lavoratori sull'intero turno di lavoro di 8 ore. In tale caso quindi la CA misurata potrà essere considerata corrispondente alla OEC del lavoratore.

Nel caso di esposizioni disomogenee il numero di misure dovrà essere aumentato in accordo alle indicazioni dell'appendice A della UNI EN 689/97, e la OEC dovrà essere calcolata come media ponderata nel tempo delle singole CA misurate. In appendice B della UNI EN 689/97 sono riportati vari esempi delle formule per il calcolo della OEC come la seguente, applicabile per il confronto con VLEP stabiliti come media ponderata di 8 ore (limiti TWA):

$$OEC = \frac{\sum CA_i \times T_i}{\sum T_i} = \frac{CA_1 \times T_1 + CA_2 \times T_2 + \dots + CA_n \times T_n}{480}$$

dove:

- CA₁, CA₂,... CA_n: concentrazioni aerodisperse di un dato agente chimico nelle posizioni di lavoro 1, 2, ..., n.
- T₁, T₂,...T_n: tempo di esposizione nelle posizioni di lavoro corrispondenti 1, 2, ... n espresso in minuti.
- 480: periodo di riferimento di 480 minuti (8 ore).

5.4.4 Confronto dei risultati con i Valori Limite di Esposizione Professionale (VLEP) [18]

Secondo le linee guida UNI EN 482 (Atmosfera nell'ambiente di lavoro. Requisiti generali per le prestazioni dei procedimenti di misurazione degli agenti chimici) [14] il confronto della concentrazione di esposizione professionale OEC determinata tramite la UNI EN 689/97 [17] con i VLEP previsti per un determinato AC deve essere svolto prendendo in considerazione in via prioritaria:

- quando disponibili i VLEP previsti dalla normativa italiana (es.: D.Lgs. 81/08, all. XXXVIII art. 222, comma 1, lett. d);
- in loro assenza i VLEP previsti da norme europee non ancora recepite;
- in loro assenza i VLEP pubblicati dalla ACGIH [13] (TLV), qualora il rispetto di questi sia previsto dai rispettivi contratti nazionali collettivi di lavoro, in quanto facenti parte della Normativa vigente nazionale richiamata all'Art. 225, comma 3 del D.Lgs. n. 81/2008 e s.m.i..

In tutti gli altri casi, il decreto prevede l'impiego dei VLEP scientificamente più appropriati pertanto, in assenza di riferimento utili nei suddetti elenchi, potranno essere utilizzati i riferimenti bibliografici ritenuti più pertinenti (es. NIOSH [19], AIHA [20] ecc.).

Il raffronto è riportato in Tabella 83: i diversi colori utilizzati consentono una rapida individuazione di diverse soglie di rischio, comprese quelle definite dall'appendice C della UNI EN 689:97.

Il D.Lgs. 81/08 o le stesse linee guida, non forniscono però alcuna indicazione in merito ai criteri da adottare per correlare i risultati dell'indagine igienistica ex UNI EN 689/97 con le disposizioni dell'art. 224 comma 2 relative ai rischi per la salute.

In attesa di indicazioni ufficiali da parte del legislatore o delle autorità di controllo, sono stati adottati i criteri di seguito riassunti, che tengono conto dell'esperienza maturata in materia e delle indicazioni reperibili presso la bibliografia specializzata.

L'applicazione di questi criteri verrà comunque ponderata criticamente in ogni singola valutazione, per apportare eventuali variazioni ritenute necessarie in presenza, ad esempio, di AC con particolari proprietà di pericolosità, specifiche esigenze dei lavoratori esposti, ecc.

I criteri adottati prevedono inizialmente di riportare i risultati del procedimento di misurazione con i valori limite previsti per ciascuno degli agenti chimici individuati, in accordo alle indicazioni della UNI EN 689/97, quindi:

- se il rapporto OEC/VLEP è inferiore al 10 %:

il rischio inalatorio per la salute verrà classificato irrilevante.

Secondo la UNI EN 689 [14] “...se si può dimostrare che tale valore rappresenta le condizioni del posto di lavoro per lunghi periodi, si possono evitare le misurazioni periodiche.”

- Se ciascun rapporto OEC/VLEP determinato su tre diversi turni di lavoro è inferiore al 25 %:

il rischio inalatorio per la salute verrà classificato irrilevante.

Secondo la UNI EN 689 [14] “...se si può dimostrare che tale valore rappresenta le condizioni del posto di lavoro per lunghi periodi, si possono evitare le misurazioni periodiche.”

- Se il rapporto OEC/VLEP è maggiore del 25% ma inferiore al VLEP:

il rischio inalatorio per la salute verrà classificato non irrilevante.

Dovranno essere attuate le disposizioni previste dagli articoli 225 (*Misure specifiche di prevenzione e protezione*), 226 (*Disposizioni in caso di incidenti o di emergenze*), 229 (*Sorveglianza sanitaria*) e 230 (*Cartelle sanitarie e di rischio*); verrà quindi proposto un piano di misurazioni periodiche, in accordo alle indicazioni della UNI EN 689/97, previa verifica della corretta attuazione di tutte le suddette misure di prevenzione e protezione.

I risultati delle misure periodiche saranno quindi oggetto di valutazioni più approfondite a garanzia del costante rispetto dei VLEP (es. test OTL, t di Student, analisi statistica secondo UNI EN 689/97 appendice G ecc.).

- Se il rapporto OEC/VLEP è maggiore del 100 %:

il rischio inalatorio per la salute verrà classificato non irrilevante, dovranno essere attuati i già citati articoli 225, 226, 229 e 230 e in particolare i seguenti commi:

- 225 comma 3: *“Quando sia stato superato un valore limite di esposizione professionale stabilito dalla normativa vigente il datore di lavoro identifica e rimuove le cause che hanno cagionato tale superamento, adottando immediatamente le misure appropriate di prevenzione e protezione”*;
- 225 comma 8: *“Il datore di lavoro informa i lavoratori del superamento dei valori limite di esposizione professionale, delle cause dell'evento e delle misure di prevenzione e protezione adottate e ne dà comunicazione, senza indugio, all'organo di vigilanza”*

Tabella 83. Procedura formale di valutazione dell'esposizione secondo appendice C UNI EN 689:97 e correlazione con le disposizioni del D.Lgs. 81/08, art. 224 co. 2

Colore	Significato	Classificazione rischio per la salute secondo D.Lgs. 81/08, art.224 co. 2
	OEC/VLEP < 10%	Irrilevante <i>Non si applicano le disposizioni del D.Lgs. artt. 225, 226, 229 e 230</i>
	OEC/VLEP 10÷25%	Irrilevante se la condizione risulta valida su almeno 3 determinazioni svolte in turni diversi <i>Non si applicano le disposizioni del D.Lgs. artt. 225, 226, 229 e 230</i>
	OEC/VLEP 25÷50%	
	OEC/VLEP 50÷75%	Non irrilevante <i>Applicare le disposizioni del D.Lgs. artt. 225, 226, 229 e 230</i>
	OEC/VLEP 75÷100%	
	OEC/VLEP > 100%	Esposizione superiore al valore limite , rischio per la salute non irrilevante <i>Applicare le disposizioni del D.Lgs. artt. 225, 226, 229 e 230 e in particolare:</i> - <i>identificare e rimuovere le cause del superamento (art. 225 co. 3)</i> - <i>informare i lavoratori (art. 225 co. 8)</i> - <i>comunicazione all'organo di vigilanza (art. 225 co. 8)</i>

5.5 Presentazione dati analitici

I risultati dell'indagine, riportati in Tabella 84, costituiscono un quadro completo della situazione nei reparti e vanno ad aggiungersi ai dati storici presenti negli archivi aziendali. I parametri definiti nelle norme UNI EN 481 (Atmosfera nell'ambiente di lavoro. Definizione delle frazioni granulometriche per la misura delle particelle aerodisperse) e UNI EN 1540 (Atmosfera nell'ambiente di lavoro. Terminologia) [21] [22].

Tabella 84. Risultati analitici ottenuti mediante campionamento e determinazione analitica

sigla	mansione – reparto/posizione	durata prel. (min)	agente chimico	CA (mg/m ³)	OEC (mg/m ³)	VLEP (mg/m ³)	tipo VLEP, annotazioni	CA/VL %	OEC/VL %
P1	preparatore mescole - reparto ex Cotex, miscelatore n. 2	183	polveri aerodisperse inalabili, di cui:	0,55	0,52	10	ACGIH, TLV-TWA polveri non altrimenti classificate, insolubili	5,5	5,2
			antimonio	0,311	0,292	0,5	ACGIH, TLV-TWA , valido per antimonio e composti	62,2	58,3
		176	polveri aerodisperse respirabili	0,02	0,02	3	ACGIH, TLV-TWA polveri non altrimenti classificate, insolubili	0,7	0,6
P2	addetto degasatore - reparto chimica spalmati, miscelatori per degasaggio	210	composti organici volatili totali, di cui:	76,420	71,644	//	//	//	//
			etanolo	0,094	0,088	1884	ACGIH, TLV-STEL, A3	0,005	0,005
			isopropanolo	0,187	0,175	492	ACGIH, TLV-TWA, A4, IBE	0,04	0,04
			etile acetato	18,491	17,335	1441	ACGIH, TLV-TWA	1,3	1,2
			toluene	0,326	0,306	192	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,2	0,2
			etilbenzene	0,142	0,133	442	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,03	0,03
			p-xilene	0,414	0,388	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,2	0,2
			o-xilene	0,223	0,209	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,1	0,1
			alchilbenzeni	3,250	3,047	123	ACGIH TLV-TWA per miscela di isomeri del trimetilbenze	2,6	2,5
idrocarburi alifatici fino a C12	53,293	49,962	290	TWA proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	18,4	17,2			
	49,962	580	580	STEL proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	9,2	8,6			
P3	addetto lavaggio bacinelle - reparto	210	composti organici volatili totali, di cui:	418,348	392,201	//	//	//	//

	chimica spalmati, area lavaggio		etanolo	0,094	0,088	1884	ACGIH, TLV-STEL, A3	0,005	0,005
			etile acetato	10,019	9,393	1441	ACGIH, TLV-TWA	0,7	0,7
			toluene	1,044	0,979	192	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,5	0,5
			etilbenzene	0,640	0,600	442	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,1	0,1
			p-xilene	2,484	2,329	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	1,1	1,1
			o-xilene	1,488	1,395	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,7	0,6
			alchilbenzeni	24,565	23,030	123	ACGIH TLV-TWA per miscela di isomeri del trimetilbenze	20,0	18,7
			idrocarburi alifatici fino a C12	378,014	354,388	290	TWA proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	130,3	122,2
354,388	580	STEL proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame			65,2	61,1			
A4	chimica spalmati, al centro del reparto	210	composti organici volatili totali, di cui:	107,383	100,672	//	//	//	//
			etanolo	0,094	0,088	1884	ACGIH, TLV-STEL, A3	0,005	0,005
			isopropanolo	0,092	0,086	492	ACGIH, TLV-TWA, A4, IBE	0,02	0,02
			etile acetato	12,245	11,480	1441	ACGIH, TLV-TWA	0,8	0,8
			toluene	0,391	0,367	192	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,2	0,2
			etilbenzene	0,213	0,200	442	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,05	0,05
			p-xilene	0,690	0,647	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,3	0,3
			o-xilene	0,372	0,349	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,2	0,2
			alchilbenzeni	5,140	4,819	123	ACGIH TLV-TWA per miscela di isomeri del trimetilbenze	4,2	3,9
			idrocarburi alifatici fino a C12	88,146	82,637	290	TWA proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	30,4	28,5
82,637	580	STEL proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame			15,2	14,2			
P5	colorista - reparto chimica spalmati	186	polveri aerodisperse inalabili, di cui:	0,14	0,13	10	ACGIH, TLV-TWA polveri non altrimenti classificate, insolubili	1,4	1,3
			antimonio	< 0,003	< 0,003	0,5	ACGIH, TLV-TWA , valido per antimonio e composti	< 0,6	< 0,6
		186	composti organici volatili totali, di cui:	36,090	33,834	//	//	//	//

			isopropanolo	0,207	0,194	492	ACGIH, TLV-TWA, A4, IBE	0,04	0,04
			etile acetato	0,978	0,917	1441	ACGIH, TLV-TWA	0,1	0,1
			toluene	0,368	0,345	192	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,2	0,2
			p-xilene	0,234	0,219	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,1	0,1
			o-xilene	0,168	0,158	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,1	0,1
			alchilbenzeni	1,877	1,760	123	ACGIH TLV-TWA per miscela di isomeri del trimetilbenze	1,5	1,4
			idrocarburi alifatici fino a C12	32,258	30,242	290	TWA proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	11,1	10,4
					30,242	580	STEL proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	5,6	5,2
P6	raffinatore - reparto chimica spalmati	189	composti organici volatili totali, di cui:	46,827	43,900	//	//	//	//
			isopropanolo	0,204	0,191	492	ACGIH, TLV-TWA, A4, IBE	0,04	0,04
			etile acetato	1,967	1,844	1441	ACGIH, TLV-TWA	0,1	0,1
			toluene	0,358	0,336	192	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,2	0,2
			etilbenzene	0,078	0,073	442	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,02	0,02
			p-xilene	0,378	0,354	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,2	0,2
			o-xilene	0,163	0,153	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,1	0,1
			alchilbenzeni	2,563	2,403	123	ACGIH TLV-TWA per miscela di isomeri del trimetilbenze	2,1	2,0
			idrocarburi alifatici fino a C12	41,116	38,546	290	TWA proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	14,2	13,3
38,546	580	STEL proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame			7,1	6,6			
P7	addetto preparazione mescole - reparto chimica spalmati	188	polveri aerodisperse inalabili	0,57	0,53	10	ACGIH, TLV-TWA polveri non altrimenti classificate, insolubili	5,7	5,3
		188	polveri aerodisperse respirabili	0,04	0,04	3	ACGIH, TLV-TWA polveri non altrimenti classificate, insolubili	1,3	1,3
P8	addetto 1° banco, linea 2 - reparto spalmatura	187	composti organici volatili totali, di cui:	24,127	22,619	//	//	//	//
			isopropanolo	0,206	0,193	492	ACGIH, TLV-TWA, A4, IBE	0,04	0,04
			etile acetato	10,278	9,636	1441	ACGIH, TLV-TWA	0,7	0,7

			toluene	0,293	0,275	192	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,2	0,1		
			p-xilene	0,155	0,145	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,1	0,1		
			alchilbenzeni	0,679	0,637	123	ACGIH TLV-TWA per miscela di isomeri del trimetilbenze	0,6	0,5		
			idrocarburi alifatici fino a C12	12,516	11,734	290	TWA proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	4,3	4,0		
						580	STEL proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	2,2	2,0		
A9	2° banco, linea 2 - reparto spalmatura	181	ftalati totali, di cui:	0,006	0,006	//	//	//	//		
			bis-2-etilesilftalato	0,001	0,001	5	ACGIH, TLV-TWA, A3	0,02	0,02		
			di-isodecilftalato	0,005	0,005	3	Svezia, OTTO ORE	0,2	0,2		
		181	acido cloridrico	0,018	0,017	8	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,2	0,2		
A10	3° banco, linea 1 - reparto spalmatura	184	ftalati totali, di cui:	0,0094	0,009	//	//	//	//		
			bis-2-etilesilftalato	0,002	0,002	5	ACGIH, TLV-TWA, A3	0,04	0,04		
			di-isodecilftalato	0,007	0,007	3	Svezia, OTTO ORE	0,2	0,2		
			di-n-butilftalato	0,0004	0,0004	5	ACGIH, TLV-TWA	0,01	0,01		
		184	acido cloridrico	0,018	0,017	8	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,2	0,2		
P11	addetto accoppiamento - reparto accoppiatura	176	isocianati totali, di cui:	< 0,0005	< 0,0005	//	//	//	//		
			2,4-toluen diisocianato	< 0,0005	< 0,0005	0,036	ACGIH, TLV-TWA, sen, A4	< 1,4	< 1,4		
			2,6-toluen diisocianato	< 0,0005	< 0,0005	0,036	ACGIH, TLV-TWA, sen, A4	< 1,4	< 1,4		
			difenilmetano diisocianato	< 0,0005	< 0,0005	0,051	ACGIH, TLV-TWA	< 1,0	< 1,0		
				176	composti organici volatili totali, di cui:	136,900	//	//	//	//	//
					etanolo	0,402	0,377	1884	ACGIH, TLV-STEL, A3	0,02	0,02
					acetone	0,076	0,071	1210	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,01	0,01
					isopropanolo	0,111	0,104	492	ACGIH, TLV-TWA, A4, IBE	0,02	0,02
					metil etil chetone	0,369	0,346	600	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,1	0,1
					etile acetato	129,336	121,253	1441	ACGIH, TLV-TWA	9,0	8,4
					alchilbenzeni	0,183	0,172	123	ACGIH TLV-TWA per miscela di isomeri del trimetilbenze	0,1	0,1
					idrocarburi alifatici fino a C12	6,423	6,022	290	TWA proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	2,2	2,1
								580	STEL proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	1,1	1,0

P12	addetto chimica 1700 - reparto chimica 1700	183	polveri aerodisperse inalabili, di cui:	5,30	4,97	10	ACGIH, TLV-TWA polveri non altrimenti classificate, insolubili	53,0	49,7
			antimonio	0,014	0,013	0,5	ACGIH, TLV-TWA , valido per antimonio e composti	2,8	2,6
		183	polveri aerodisperse respirabili	1,69	1,58	3	ACGIH, TLV-TWA polveri non altrimenti classificate, insolubili	56,3	52,8
A13	area calandra - reparto calandra 2000	240	polveri aerodisperse inalabili	0,14	0,13	10	ACGIH, TLV-TWA polveri non altrimenti classificate, insolubili	1,4	1,3
		240	acido cloridrico	0,028	0,026	8	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,4	0,3
		240	polveri aerodisperse respirabili	0,02	0,02	3	ACGIH, TLV-TWA polveri non altrimenti classificate, insolubili	0,7	0,6
		240	ftalati totali, di cui:	0,001	0,001	//	//	//	//
			di-isodeciltalato	0,001	0,001	3	Svezia, OTTO ORE	0,03	0,03
P14	addetto miscelatore Pomini - reparto calandra 1700	182	polveri aerodisperse inalabili	2,45	2,30	10	ACGIH, TLV-TWA polveri non altrimenti classificate, insolubili	24,5	23,0
		182	acido cloridrico	< 0,018	< 0,017	8	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	< 0,2	< 0,2
		182	polveri aerodisperse respirabili	0,14	0,13	3	ACGIH, TLV-TWA polveri non altrimenti classificate, insolubili	4,7	4,4
		182	ftalati totali, di cui:	0,058	0,054	//	//	//	//
		182	bis-2-etilesiltalato	0,002	0,002	5	ACGIH, TLV-TWA, A3	0,04	0,04
		182	di-isodeciltalato	0,052	0,049	3	Svezia, OTTO ORE	1,7	1,6
		182	di-n-octiltalato	0,004	0,004	3	Svezia, OTTO ORE	0,1	0,1
A15	tra mescolatori e calandra - reparto calandra 1700	183	polveri aerodisperse inalabili	0,22	0,21	10	ACGIH, TLV-TWA polveri non altrimenti classificate, insolubili	2,2	2,1
		183	acido cloridrico	< 0,018	< 0,017	8	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	< 0,2	< 0,2
		183	polveri aerodisperse respirabili	0,02	0,02	3	ACGIH, TLV-TWA polveri non altrimenti classificate, insolubili	0,7	0,6
		183	ftalati totali, di cui:	0,069	0,065	//	//	//	//
			bis-2-etilesiltalato	0,002	0,002	5	ACGIH, TLV-TWA, A3	0,04	0,04
di-isodeciltalato	0,067		0,063	3	Svezia, OTTO ORE	2,2	2,1		
P16	addetto degasatore -	60	isocianati totali, di cui:	< 0,0016	< 0,0015	//	//	//	//

	reparto chimica spalmati, miscelatori per degasaggio		2,4-toluen diisocianato	< 0,0016	< 0,0015	0,036	ACGIH, TLV-TWA, sen, A4	< 4,4	< 4,2
			2,6-toluen diisocianato	< 0,0016	< 0,0015	0,036	ACGIH, TLV-TWA, sen, A4	< 4,4	< 4,2
			difenilmetano diisocianato	< 0,0016	< 0,0015	0,051	ACGIH, TLV-TWA	< 3,1	< 2,9
		194	N,N-dimetilformammide	0,10	0,09	15	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,7	0,6
		196	composti organici volatili totali, di cui:	54,598	51,186	//	//	//	//
			acetone	4,014	3,763	1210	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,3	0,3
			isopropanolo	2,551	2,392	492	ACGIH, TLV-TWA, A4, IBE	0,5	0,5
			metil etil chetone	40,220	37,706	600	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	6,7	6,3
			etile acetato	4,632	4,343	1441	ACGIH, TLV-TWA	0,3	0,3
			metil isobutil chetone	0,157	0,147	83	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,2	0,2
			toluene	0,709	0,665	192	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,4	0,3
			etilbenzene	0,155	0,145	442	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,04	0,03
			p-xilene	0,525	0,492	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,2	0,2
			o-xilene	0,162	0,152	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,1	0,1
			idrocarburi alifatici fino a C12	1,331	1,248	290	TWA proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	0,5	0,4
						580	STEL proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	0,2	0,2
			tetraidrofurano	0,142	0,133	150	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,1	0,1
		201	N,N-dimetilformammide	0,20	0,19	15	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	1,3	1,3
		205	composti organici volatili totali, di cui:	187,249	175,546	//	//	//	//
			etanolo	0,100	0,094	1884	ACGIH, TLV-STEL, A3	0,01	0,005
			acetone	19,578	18,354	1210	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	1,6	1,5
			isopropanolo	7,707	7,225	492	ACGIH, TLV-TWA, A4, IBE	1,6	1,5
			metil etil chetone	141,913	133,043	600	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	23,7	22,2
			etile acetato	9,236	8,659	1441	ACGIH, TLV-TWA	0,6	0,6
			metil isobutil chetone	0,305	0,286	83	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,4	0,3
			toluene	4,328	4,058	192	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	2,3	2,1
			etilbenzene	0,525	0,492	442	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,1	0,1
			p-xilene	1,602	1,502	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,7	0,7
			o-xilene	0,551	0,517	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,2	0,2
			idrocarburi alifatici fino a C12	1,060	0,994	290	TWA proposto dal fornitore dell'agente chimico	0,4	0,3
P17	addetto colorimetria - reparti colorimetria, magazzino, stampa e lacche								
P18	colorista - preparazione lacche								

							contenenete la miscela in esame		
						580	STEL proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	0,2	0,2
			tetraidrofurano	0,344	0,323	150	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,2	0,2
		186	N,N-dimetilformammide	0,32	0,30	15	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	2,1	2,0
			composti organici volatili totali, di cui:	67,994	63,744	//	//	//	//
			etanolo	1,839	1,724	1884	ACGIH, TLV-STEL, A3	0,1	0,1
			acetone	8,100	7,594	1210	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,7	0,6
			metil etil chetone	48,387	45,363	600	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	8,1	7,6
			etile acetato	4,669	4,377	1441	ACGIH, TLV-TWA	0,3	0,3
			metil isobutil chetone	0,248	0,233	83	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,3	0,3
			toluene	1,120	1,050	192	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,6	0,5
			etilbenzene	0,407	0,382	442	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,1	0,1
			p-xilene	1,107	1,038	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,5	0,5
			o-xilene	0,341	0,320	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,2	0,1
			idrocarburi alifatici fino a C12	1,403	1,315	290	TWA proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	0,5	0,5
						580	STEL proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	0,2	0,2
			tetraidrofurano	0,373	0,350	150	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,2	0,2
		186							
A19	preparazione lacche - corridoio di passaggio (circa 3 metri da agitatore n. 1)								
		212	ftalati totali, di cui:	0,001	0,001	//	//	//	//
		212	di-isodeciltalato	0,001	0,001	3	Svezia, OTTO ORE	0,03	0,03
		212	acido cloridrico	< 0,02	< 0,02	8	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	< 0,25	< 0,23
		245	N,N-dimetilformammide	9,58	8,98	15	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	63,9	59,9
			composti organici volatili totali, di cui:	110,165	103,280	//	//	//	//
			etanolo	0,039	0,037	1884	ACGIH, TLV-STEL, A3	0,002	0,002
			acetone	0,469	0,440	1210	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,04	0,04
			isopropanolo	0,541	0,507	492	ACGIH, TLV-TWA, A4, IBE	0,1	0,1
			metil etil chetone	92,878	87,073	600	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	15,5	14,5
			etile acetato	2,265	2,123	1441	ACGIH, TLV-TWA	0,2	0,1
			metil isobutil chetone	1,019	0,955	83	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	1,2	1,2
			toluene	10,366	9,718	192	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	5,4	5,1
			n-butile acetato	0,201	0,188	713	ACGIH, TLV-TWA	0,03	0,03
		249							
P21	addetto conduzione linea 2 colori - stampa								

			etil benzene	0,295	0,277	442	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,1	0,1
			p-xilene	0,861	0,807	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,4	0,4
			o-xilene	0,185	0,173	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,1	0,1
			alchilbenzeni	0,126	0,118	123	ACGIH TLV-TWA per miscela di isomeri del trimetilbenze	0,1	0,1
			idrocarburi alifatici fino a C12	0,920	0,863	290	TWA proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	0,3	0,3
						580	STEL proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	0,2	0,1
P22	addetto conduzione linea 4 colori - reparto stampa	241	N,N-dimetilformammide	4,97	4,66	15	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	33,1	31,1
		239	composti organici volatili totali, di cui:	47,991	44,992	//	//	//	//
			acetone	0,217	0,203	1210	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,02	0,02
			isopropanolo	0,402	0,377	492	ACGIH, TLV-TWA, A4, IBE	0,1	0,1
			metil etil chetone	31,566	29,593	600	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	5,3	4,9
			etile acetato	1,609	1,508	1441	ACGIH, TLV-TWA	0,1	0,1
			metil isobutil chetone	0,375	0,352	83	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,5	0,4
			toluene	11,648	10,920	192	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	6,1	5,7
			etil benzene	0,185	0,173	442	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,04	0,04
			p-xilene	0,598	0,561	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,3	0,3
			o-xilene	0,193	0,181	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,1	0,1
			alchilbenzeni	0,065	0,061	123	ACGIH TLV-TWA per miscela di isomeri del trimetilbenze	0,1	0,05
			idrocarburi alifatici fino a C12	1,133	1,062	290	TWA proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	0,4	0,4
580	STEL proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	0,2				0,2			
P23	addetto conduzione linea 3 colori - reparto stampa	248	N,N-dimetilformammide	6,03	5,65	15	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	40,2	37,7
		250	composti organici volatili totali, di cui:	96,288	90,270	//	//	//	//
			etanolo	0,039	0,037	1884	ACGIH, TLV-STEL, A3	0,002	0,002
			acetone	0,312	0,293	1210	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,03	0,02
			isopropanolo	3,000	2,813	492	ACGIH, TLV-TWA, A4, IBE	0,6	0,6

			metil etil chetone	78,734	73,813	600	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	13,1	12,3
			etile acetato	1,436	1,346	1441	ACGIH, TLV-TWA	0,1	0,1
			metil isobutil chetone	0,597	0,560	83	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,7	0,7
			toluene	7,892	7,399	192	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	4,1	3,9
			n-butile acetato	0,067	0,063	713	ACGIH, TLV-TWA	0,01	0,01
			etil benzene	0,471	0,442	442	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,1	0,1
			p-xilene	1,371	1,285	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,6	0,6
			o-xilene	0,369	0,346	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,2	0,2
			idrocarburi alifatici fino a C12	2,000	1,875	290	TWA proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	0,7	0,6
						580	STEL proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	0,3	0,3
A24	reparto stampa - corridoio di passaggio in prossimità scala accecco linea 3 colori	269	N,N-dimetilformammide	12,15	11,39	15	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	81,0	75,9
		277	composti organici volatili totali, di cui:	106,828	100,151	//	//	//	//
			etanolo	0,071	0,067	1884	ACGIH, TLV-STEL, A3	0,004	0,004
			acetone	0,938	0,879	1210	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,1	0,1
			isopropanolo	1,319	1,237	492	ACGIH, TLV-TWA, A4, IBE	0,3	0,3
			metil etil chetone	78,417	73,516	600	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	13,1	12,3
			etile acetato	3,240	3,038	1441	ACGIH, TLV-TWA	0,2	0,2
			metil isobutil chetone	1,616	1,515	83	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	1,9	1,8
			toluene	16,587	15,550	192	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	8,6	8,1
			n-butile acetato	0,181	0,170	713	ACGIH, TLV-TWA	0,03	0,02
			etil benzene	0,478	0,448	442	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,1	0,1
			p-xilene	1,392	1,305	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,6	0,6
			o-xilene	0,333	0,312	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,2	0,1
					idrocarburi alifatici fino a C12	2,256	2,115	290	TWA proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame
		580	STEL proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	0,4				0,4	
A25	reparto stampa - linea 2 colori, tra prima e seconda spalla	252	N,N-dimetilformammide	12,50	11,72	15	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	83,3	78,1
		268	composti organici volatili totali, di cui:	122,599	114,937	//	//	//	//
			etanolo	0,037	0,035	1884	ACGIH, TLV-STEL, A3	0,002	0,002

			acetone	0,736	0,690	1210	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,1	0,1
			isopropanolo	1,005	0,942	492	ACGIH, TLV-TWA, A4, IBE	0,2	0,2
			metil etil chetone	92,183	86,422	600	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	15,4	14,4
			etile acetato	3,247	3,044	1441	ACGIH, TLV-TWA	0,2	0,2
			metil isobutil chetone	1,726	1,618	83	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	2,1	1,9
			toluene	17,890	16,772	192	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	9,3	8,7
			n-butile acetato	0,249	0,233	713	ACGIH, TLV-TWA	0,03	0,03
			etilbenzene	0,494	0,463	442	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,1	0,1
			p-xilene	1,652	1,549	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,7	0,7
			o-xilene	0,344	0,323	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,2	0,1
			alchilbenzeni	0,178	0,167	123	ACGIH TLV-TWA per miscela di isomeri del trimetilbenze	0,1	0,1
			idrocarburi alifatici fino a C12	2,858	2,679	290	TWA proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	1,0	0,9
						580	STEL proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	0,5	0,5
A26	reparto stampa - linea 4 colori, tra prima e seconda spalla	251	N,N- dimetilformammide	3,81	3,57	15	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	25,4	23,8
			composti organici volatili totali, di cui:	164,109	153,852	//	//	//	//
			acetone	0,828	0,776	1210	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,1	0,1
			isopropanolo	1,302	1,221	492	ACGIH, TLV-TWA, A4, IBE	0,3	0,2
			metil etil chetone	105,754	99,144	600	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	17,6	16,5
			etile acetato	7,611	7,135	1441	ACGIH, TLV-TWA	0,5	0,5
			metil isobutil chetone	0,714	0,669	83	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,9	0,8
			toluene	42,748	40,076	192	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	22,3	20,9
			n-butile acetato	0,066	0,062	713	ACGIH, TLV-TWA	0,01	0,01
			etil benzene	0,410	0,384	442	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,1	0,1
			p-xilene	1,195	1,120	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,5	0,5
			o-xilene	0,368	0,345	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,2	0,2
			alchilbenzeni	0,125	0,117	123	ACGIH TLV-TWA per miscela di isomeri del trimetilbenze	0,1	0,1
			idrocarburi alifatici fino a C12	2,988	2,801	290	TWA proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	1,0	1,0

						580	STEL proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	0,5	0,5
A27	reparto stampa - linea 2 colori, in prossimità uscita forno (sopra il ballatoio)	252	N,N-dimetilformammide	8,52	7,99	15	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	56,8	53,3
		252	composti organici volatili totali, di cui:	42,763	40,090	//	//	//	//
			acetone	0,153	0,143	1210	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,01	0,01
			isopropanolo	0,299	0,280	492	ACGIH, TLV-TWA, A4, IBE	0,1	0,1
			metil etil chetone	29,663	27,809	600	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	4,9	4,6
			etile acetato	1,005	0,942	1441	ACGIH, TLV-TWA	0,1	0,1
			metil isobutil chetone	0,817	0,766	83	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	1,0	0,9
			toluene	7,513	7,043	192	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	3,9	3,7
			n-butile acetato	0,130	0,122	713	ACGIH, TLV-TWA	0,02	0,02
			etil benzene	0,230	0,216	442	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,1	0,0
			p-xilene	0,727	0,682	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,3	0,3
			o-xilene	0,180	0,169	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,1	0,1
			alchilbenzeni	0,062	0,058	123	ACGIH TLV-TWA per miscela di isomeri del trimetilbenze	0,1	0,05
			idrocarburi alifatici fino a C12	1,894	1,776	290	TWA proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	0,7	0,6
						580	STEL proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	0,3	0,3
A28	reparto stampa - linea 3 colori, in prossimità uscita forno (sopra il ballatoio)	250	N,N-dimetilformammide	4,60	4,31	15	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	30,7	28,8
		252	composti organici volatili totali, di cui:	42,117	39,485	//	//	//	//
			acetone	0,151	0,142	1210	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,01	0,01
			isopropanolo	0,674	0,632	492	ACGIH, TLV-TWA, A4, IBE	0,1	0,1
			metil etil chetone	25,083	23,515	600	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	4,2	3,9
			etile acetato	0,992	0,930	1441	ACGIH, TLV-TWA	0,1	0,1
			metil isobutil chetone	0,642	0,602	83	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	0,8	0,7
			toluene	7,778	7,292	192	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE	4,1	3,8
			n-butile acetato	0,130	0,122	713	ACGIH, TLV-TWA	0,02	0,02
			etilbenzene	0,518	0,486	442	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,1	0,1
			p-xilene	1,844	1,729	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,8	0,8
			o-xilene	0,661	0,620	221	D. Lgs. 81/08, OTTO ORE, pelle	0,3	0,3

			idrocarburi alifatici fino a C12	3,644	3,416	290	TWA proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	1,3	1,2
						580	STEL proposto dal fornitore dell'agente chimico contenenete la miscela in esame	0,6	0,6

5.6 Azioni correttive

Dall'analisi dei risultati dell'indagine, riportati in dettaglio nei rapporti di prova analitici precedentemente esposti, si può osservare che per una sola posizione di lavoro è stato rilevato il superamento di un valore limite di esposizione professionale (VLEP) ponderato sulle otto ore lavorative. Quest'ultimo, riguarda nello specifico il campionamento P3 del 18/02/15 (reparto Chimica Spalmati, addetto lavaggio bacinelle) durante il quale è stata rilevata una concentrazione di esposizione professionale (OEC) della miscela definita idrocarburi alifatici, fino a C12 pari a 354.388 mg/m^3 (OEC COV totali = 392.776 mg/m^3). Detta esposizione è generata dall'utilizzo dell'acqua ragia minerale (marca Brenntag, SDS n. 4.1.0 del 19/06/13) per il quale il fornitore prevede un VLEP sul lungo periodo (TWA) di 290 mg/m^3 , rispetto al quale la OEC determinata si attesta al 122.2%; per tale miscela il fornitore prevede inoltre un VLEP sul breve periodo (STEL) di 580 mg/m^3 .

Tra la zona di lavoro in oggetto e l'adiacente area di degasaggio era stato inoltre svolto il campionamento ambientale A4 per valutare la dispersione dei COV dall'area di lavaggio alle zone di lavoro limitrofe, con conseguenti rischi di esposizione inalatoria "indiretta" per gli addetti che operano in tali aree. In questa misura si è rilevata una OEC di idrocarburi alifatici, fino a C12 pari a 84.637 mg/m^3 (28.5% del VLEP TWA proposto dal fornitore della ragia minerale), cosa che avrebbe costretto all'utilizzo di DPI anche per il semplice passaggio in zone limitrofe a quella in oggetto.

Visti tali risultati, l'azienda è stata concorde nell'effettuare un intervento di integrazione e miglioramento dei sistemi di aspirazione localizzata presenti nell'area.

L'intervento, dal costo complessivo di circa 10000€, ha riguardato principalmente la tubazione di aspirazione impiegata durante il lavaggio interno delle bacinelle, illustrata nella Tabella 85, costituita in precedenza da un semplice tubo snodato con spirale di rinforzo e terminale metallico circolare, che l'addetto "appoggiava" all'interno della bacinella nel corso del lavaggio. La sostituzione ha visto l'installazione di un braccio autoportante a pantografo bilanciato tramite molle, dotato di cappa terminale per la captazione dei vapori generati nel processo, che l'addetto può posizionare senza appoggi all'interno della bacinella.

All'impianto di aspirazione centralizzato in oggetto sono inoltre stati aggiunti i seguenti elementi:

- una cappa di aspirazione sospesa, posta sopra alla filtropressa che tratta il solvente esausto prima del suo invio al serbatoio di stoccaggio in attesa di smaltimento;

- una cappa per le bacinelle poste sull'impianto di soffiatura per asciugatura solvente.

Tabella 85. Parametri di aspirazione centralizzata, area lavaggio bacinelle, reparto Chimica Spalmati (dopo modifiche)

Impianto/attività controllata	Descrizione	Tipo misura	U.M.	Valore medio	Valori ottimali [18]	
Lavaggio bacinelle manuale	Tubo snodato con spirale di rinforzo, Ø 13.5 cm (situazione al 18/02/15)	velocità di cattura		m/s	0.40	1.00 – 2.50
		misura a 25 cm dall'ingresso nella sezione piana del sistema di captazione				
			Velocità di ingresso	m/s	10.57	//
	Braccio autoportante a pantografo, cappa ovale 28 x 27 cm (situazione al 30/09/15)	Velocità di cattura		m/s	0.49	1.00 – 2.50
misura a 25 cm dall'ingresso nella sezione piana del sistema di captazione						
		Velocità di ingresso	m/s	3.28	//	
Lavaggio bacinella tramite spazzolatrice	Cappa sospesa su spazzolatrice, Ø 140 cm	Velocità di cattura		m/s	0.40	0.50 – 1.00
		misura a 40 cm dall'ingresso nella sezione piana del sistema di captazione				

In seguito a tale interventi, nel periodo di settembre 2015, sono stati quindi ripetuti i medesimi monitoraggi, integrandoli con una determinazione personale sul breve periodo delle COV da confrontare con i VLEP di tipo STEL. Si riporta, in Tabella 86, un quadro comparativo dei risultati ottenuti, prendendo in esame esclusivamente gli idrocarburi alifatici, fino a C12 che rappresentano i componenti principali della miscela di COV presente in forma aerodispersa nella postazione di lavoro in esame.

Tabella 86. Confronto risultati analisi idrocarburi alifatici C12 dispersi prima e dopo l'implemento del sistema di aspirazione

Tipo e posizione	Risultati pre-modifica impianti (febbraio 2015)	Risultati post-modifica impianti (settembre 2015)	VLEP
Misura personale TWA su addetto bacinelle	P3 OEC = 354.388 mg/m ³	P31 OEC = 300.463 mg/m ³	290 mg/m ³ (TWA indicato dal fornitore)
Misura personale STEL su addetto lavaggio bacinelle	//	P29 CA = 198.413 mg/m ³	580 mg/m ³ (STEL indicato dal fornitore)
Misura ambientale TWA tra area lavaggio e area degasaggio	A4 = 82,637 mg/m ³	A30 = 15.899 mg/m ³	290 mg/m ³ (TWA indicato)

Il confronto testimonia il superamento della problematica relativa all'utilizzo dei DPI nella zona di passaggio. La concentrazione di acqua ragia dispersa relativa all'esposizione nel breve periodo, seppur significativa, risulta di poco oltre la soglia TWA indicata dal fornitore. Per ovviare a questa situazione è stata adottata, come soluzione temporanea, la rotazione del personale sulle otto ore lavorative, limitando così la durata dell'esposizione. È importante sottolineare come questa misura sia provvisoria in attesa dell'installazione di un sistema di lavaggio a contenimento completo.

In ragione del lavoro svolto, è stata adottata una politica aziendale volta al monitoraggio continuo della situazione, abbandonando l'approccio della programmazione di tutte le indagini ambientali necessarie a cadenze molto lunghe, in virtù di una focalizzazione verso le aree più critiche (si veda, ad esempio, la situazione della N,N-dimetilformammide in area Stampa) da compiersi con cadenza annuale o biennale. I dati raccolti non saranno conservati in maniera decontestualizzata, ma saranno inseriti in uno schema assieme ai valori delle precedenti valutazioni del rischio, così da avere uno storico in cui sia visibile l'evoluzione della situazione espositiva dei lavoratori.

I punti delle SDS indicanti le frasi di rischio, i DPI necessari e le manovre da effettuarsi in caso di sovraesposizione, verranno messi a disposizione degli operatori, sia in formato cartaceo che digitale, di modo che ogni dipendente possa essere informato circa i rischi relativi alle mansioni da lui ricoperte.

Tutti i verbali delle riunioni effettuate sono stati digitalizzati e salvati per consultazioni future.

6 Conclusioni

In questo lavoro di Tesi sperimentale è stato studiato l'intero ciclo di produzione di fibre tessili in resine di PVC, dall'analisi delle materie prime necessarie, agli ambienti di lavoro, passando dallo studio di ogni singola postazione di lavoro aziendale. La fabbricazione di tessuti in ecopelle è infatti un processo complesso, caratterizzato dall'impiego di una vasta gamma di prodotti relativi ai molteplici utilizzi dei manufatti in resina di PVC. Questa varietà di composizione è stata la prima difficoltà nell'approccio alla valutazione del rischio chimico: ogni reparto presentava operatori diversi, mansioni diverse, macchinari, ambienti e sostanze diverse. In un contesto del genere, le procedure adottate in passato si sarebbero rivelate probabilmente poco efficaci e sicuramente avrebbero prodotto un insieme di dati difficilmente interpretabili.

Si è deciso quindi, fin da subito, di abbandonare il retaggio che vede il processo di valutazione del rischio chimico come atto a produrre un documento il più massiccio possibile al fine di dimostrare il lavoro svolto. L'idea è stata quindi quella di creare, seguendo tutte le indicazioni del TUSL, un vero e proprio strumento di controllo e programmazione: l'aggiornamento, la suddivisione, la catalogazione e la creazione di un indice per quel che concerne le SDS, unitamente alla ridefinizione delle postazioni di lavoro, hanno dato luogo ad una mappatura delle sorgenti di rischio fruibile non soltanto dai tecnici della sicurezza, ma da qualunque lavoratore; velocizzando il processo di consultazione e la messa in atto di opportune azioni atte a ridurre il rischio chimico specifico. L'applicazione del Movarisc, obbligatoria per legge nella fase di identificazione del rischio irrilevante e non irrilevante per la salute, è stata utilizzata per restringere celermente la gamma delle sostanze di interesse per la prevenzione e la protezione dei lavoratori. Ciò ha garantito una riduzione dei costi e delle energie dispendiate per il completamento dell'opera. Altra nota positiva è data dal coinvolgimento del maggior numero di attori in gioco possibile, comprendendo tutte le figure aziendali rappresentative (dal Datore di Lavoro al Rappresentante per la Sicurezza dei Lavoratori, passando dai preposti al Medico Competente fino ai Capi Area), che ha reso il lavoro più comprensibile a tutto il personale aziendale, che è stato, in questo modo, responsabilizzato; aspetto da non sottovalutare laddove si necessiti di azioni correttive. Queste ultime, intraprese in tempi molto brevi, hanno permesso di valutare, con nuove analisi mirate, l'effettiva efficacia della scelta.

Contestualmente alle migliorie, già in essere o in programmazione, l'Azienda da tempo sta attuando una politica produttiva tesa ad individuare ed utilizzare prodotti chimici equivalenti a quelli attualmente in uso, ma meno pericolosi.

Con la messa in relazione dei dati raccolti e di quelli presenti nello storico aziendale si raggiungerà il completamento di uno strumento di monitoraggio che permetta di snellire le successive valutazioni del rischio, operando solo nelle zone in cui si verificano criticità.

7 Bibliografia

- [1] www.polimerica.it
- [2] www.vulcaflex.eu/it
- [3] www.pvc.org
- [4] R.F.Grossman ,”Handbook of Vinyl Formulating (2nd edition)”, Senes Editor, 2008
- [5] Clayden J., Geeves N., Warren S, “Organic Chemistry”, Oxford, 2012
- [6] John Burke, "Part 2. Hildebrand Solubility Parameter", 1984
- [7] Charles M. Hansen,”Hansen solubility parameters: a user’s handbook (2nd edition)”, CRC Press, 2007
- [8] S.G. Patrick, “Practical Guide to PVC”, Rapra Technology, 2005
- [9] A. F. M. Burton, “Handbook of Polymer-Liquid Interaction Parameters and Solubility Parameters”, CrC Press, 1990
- [10] Istituto Superiore di Sanità – Centro Nazionale Sostanze Chimiche, Regolamento (CE) n. 1272/2008
- [11] Gruppi tecnici Regioni Emilia-Romagna, Toscana e Lombardia, “Modello di valutazione del rischio da agenti chimici pericolosi per la salute ad uso delle piccole e medie imprese (Titolo IX capo I D.Lgs. 81/08)”, Aggiornamento 09 ottobre 2008.
- [12] “S.C: Maidment Occupational Hygiene Considerations in the Devolepment of a Structured Approach to Select Chemical Control Strategies” Ann. Occup. Hyg. “Vol. 42 No 6 pp. 391-400, 1998”
- [13] ACGIH INDUSTRIAL VENTILATION, 1998
- [14] UNI EN 482, Atmosfera nell’ambiente di lavoro. Requisiti generali per le prestazioni dei procedimenti di misurazione degli agenti chimici, 2006.
- [15] CCPSSL. (28/11/2012). Commissione Consultiva Permanente per la Salute e Sicurezza sul Lavoro. Comitato 9 - Sottogruppo "Agenti chimici". Criteri e strumenti per la valutazione e la gestione del rischio chimico negli ambienti di lavoro ai sensi del

D.Lgs. 81/08 e s.m.i. (Titolo IX, Capo I e Capo II), alla luce delle ricadute dei reg. REACH e CLP.

[16] Ente Italiano Accreditamento, DT-0002 REV 1 - Guida per la valutazione e la espressione dell'incertezza nelle misurazioni, 2014.

[17] 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, 1997.

[18] ACGIH. (2014). Valori limite di soglia. Indici biologici di esposizione. Traduzione a cura di AIDII (Associazione Italiana degli Igienisti Industriali) su Giornale Italiano di Igiene Industriale e Ambientale. Supplemento al volume 5, n.1.

[19] NIOSH. (gennaio 1977). Occupational exposure sampling strategy manual.

[20] AIHA. (s.d.). American Industrial Hygiene Association. Tratto da <http://www.aiha.org/Pages/default.aspx>

[21] UNI EN 481, Atmosfera nell'ambiente di lavoro. Definizione delle frazioni granulometriche per la misura delle particelle aerodisperse, 1994.

[22] UNI EN 1540, Atmosfera nell'ambiente di lavoro. Terminologia, 2001.

8 Ringraziamenti

Scrivo queste ultime righe ad un orario simile a quello in cui, anni fa, completavo la mia prima tesi. La differenza sostanziale però, è che stavolta la convinzione di riuscire a farcela è sempre stata tremendamente vacillante. I miei ringraziamenti, per la riuscita di questo percorso, vanno in primis agli scienziati del Dipartimento di Polimeri della fu Facoltà di Chimica Industriale:

al mio relatore, professor Loris Giorgini, per avermi dato fiducia ed avermi assegnato a scatola quasi chiusa una tesi basata su qualcosa di nuovo nell'ambito accademico;

al mio collega, dottor Giorgio Zattini, per l'appoggio e l'aiuto mai negati sia in sede universitaria che aziendale;

alla dottoressa di ricerca, Chiara Leonardi, per l'impagabile lavoro di correzione e gli insegnamenti su come si stende una tesi di stampo tecnico-scientifico.

Sono particolarmente grato a tutti i dipendenti della Vulcaflex Spa con cui ho avuto modo di lavorare, a cominciare dal Dott. Cesare Casalini, per me un vero e proprio maestro per quel che concerne l'ambito della sicurezza sul lavoro; proseguendo poi con i ragazzi dell'Ufficio Tecnico, che mi hanno considerato un collega fin dal primo giorno.

Un ringraziamento particolare va alla mia famiglia, per avermi spinto in tutti i modi possibili a stringere i denti anche quando mollare sembrava la scelta più semplice.

Non posso poi non citare tutte le persone con cui ho avuto modo di lavorare nei tanti anni alla Bunge Spa, in particolare Andrea Mariotti e Sandro Saviotti per avermi insegnato tutti gli aspetti di una realtà lavorativa che non possono essere studiati all'università.

Dal primo giorno di lezione, sino all'ultima uscita dallo stabilimento sono stati in tanti quelli che hanno speso un gesto, una risposta, o anche di più, per darmi una mano a finire; dal professore Max Massi, unico in grado di farmi capire l'NMR, allo sconosciuto collega di laboratorio che mi ha dato una mano con le simulazioni di fisica. Anche se forse non riuscirò a saldare i debiti in caffè e birre promessi, di sicuro non mi dimenticherò del favore.

Due parole, infine, agli amici che leggono queste ultime righe: lustri fa, completata la parte orale dell'esame di stato, guardai la commissione e chiesi se finalmente fossi diventato un

chimico. Baioni sorrise e rispose che questo non sarebbe mai successo. La dimostrazione che si sbagliava è metà merito mio e metà merito vostro.

G.Zalambani