



Buone Pratiche rischio Chimico nella Lavorazione delle materie plastiche

PP06 - Piano Mirato di Prevenzione

PIANO REGIONALE DELLA PREVENZIONE 2020 - 2025





PIANO REGIONALE DELLA PREVENZIONE 2020-2025

Delibera di Giunta Regionale 600 del 28/12/2021

Programma Predefinito (PP) 06 – Piano Mirato di Prevenzione

Buone Pratiche per la movimentazione di merci e materiali con mezzi meccanici

Regione Campania

La redazione della documentazione procedurale inerente alle linee di indirizzo alle AA.SS.LL. per l'attivazione del programma PP06 "Piani Mirati di Prevenzione rientra tra le attività svolte dal Tavolo Tecnico della Regione Campania istituito con decreto della Giunta Regionale della Campania n. 463 del 29/11/2022 per la linea di attività relativa alla movimentazione di merci e materiali con mezzi meccanici.

Dr. Francesco Bencivenga

Dr. Rocco Graziano

Sig. Antonio Greco

Dr.ssa Ida Affinito

Dr. Vincenzo Santagata

Dr. Cosimo De Marco

Dr. Alberto Citro

Dr. Carmine Barbato

Dr. Giovanni Galano

Dr.ssa Maria Raffaella Cestaro

Con la collaborazione di:

Dr. Francesco Artuso

Dr. Antonio Nigro

Dr. Antongiulio Perrotta

Dr.ssa Leonilde Pezone

Dr. Giancarmelo Puca

Dr. Gerardo Vitale

Sommario

INTRODUZIONE	3
Capitolo 1 – CLP, REACH e D.Lgs. 81/08	4
Capitolo 2 - Ciclo lavorativo e sostanze chimiche.....	9
2.1 Materie prime e additivi utilizzati.....	9
2.2 Ciclo produttivo.....	10
Ciclo produttivo per estrusione (produzione di tubi e profilati)	10
Ciclo produttivo per stampaggio (iniezione e soffiaggio)	11
Capitolo 3 - Valutazione del rischio chimico.....	14
3.1. Fondamenti legislativi e definizioni	14
3.2. Valutazione preliminare e approfondita dei rischi (art. 223 D.Lgs. 81/08)	15
3.3. Processo di valutazione dell'esposizione occupazionale.....	16
Capitolo 4 - Dispositivi di protezione collettiva	18
4.1. Ventilazione degli ambienti di lavoro	18
4.2. Impianti di aspirazione localizzata	19
Capitolo 5 - Dispositivi di protezione individuale	20
5.1. Protezione delle vie respiratorie	20
5.2. Protezione cutanea.....	20
5.3. Protezione di occhi e viso.....	21
Capitolo 6 - Effetti sulla salute	21
6.1. Sistema nervoso centrale e periferico	21
6.2. Apparato respiratorio	21
6.3 Apparato tegumentario (pelle)	22
6.4 Apparato escretore.....	22
6.5 Occhi e vista	22
6.6 Sistema riproduttivo e fetale	22
6.7 Rischio cancerogeno, mutageno e reprotossico.....	22
Capitolo 7 - SORVEGLIANZA SANITARIA.....	22
NOTE	25
BIBLIOGRAFIA.....	26

INTRODUZIONE

Tra i mandati del Piano Nazionale della Prevenzione (PNP), declinato poi nel Piano Regionale della Prevenzione (PRP) 2020-2025, approvato con Delibera della Giunta Regionale n. 619 del 29/12/2020 (BURC n. 09 del 25/01/2021), sono stati introdotti percorsi di prevenzione strutturati, definiti “Piani Mirati di Prevenzione” (PMP).

Nel periodo 2020-2025 verrà sviluppato, tra gli altri, un piano finalizzato alla prevenzione del rischio chimico derivante dall’esposizione a sostanze chimiche nella lavorazione delle materie plastiche.

L’iniziativa rientra nell’ambito dei sedici Piani Mirati di Prevenzione, di cui dieci strutturati e sei liberi, promossi dalla Regione Campania.

Per questo motivo si è deciso di predisporre un piano per la riduzione dell’esposizione dei lavoratori della Campania alle sostanze chimiche impiegate nella lavorazione delle materie plastiche.

Le finalità del Piano Mirato sono:

- ❖ individuare le aziende presenti sul territorio, in particolare piccole e medie imprese, che svolgono attività di lavorazione delle materie plastiche;
- ❖ orientare le aziende nelle attività di valutazione dell’entità dell’esposizione dei lavoratori alle sostanze chimiche presenti nelle lavorazioni delle materie plastiche;
- ❖ orientare le aziende nella scelta dei dispositivi di protezione collettiva (es. ventilazione dei locali di lavoro/aspirazione localizzata) e dei dispositivi di protezione individuale necessari;
- ❖ promuovere la riduzione al livello tecnico più basso possibile dell’esposizione a tali sostanze attraverso la diffusione di buone pratiche;
- ❖ valutare l’efficacia delle misure intraprese a seguito dell’adesione al Piano Mirato proposto.

Capitolo 1 – CLP, REACH e D.Lgs. 81/08

Il rischio chimico nei luoghi di lavoro è normato dal Titolo IX del D.Lgs. 81/08. La valutazione del rischio, in linea generale, si articola in quattro fasi:

- ❖ identificazione del pericolo;
- ❖ caratterizzazione del pericolo;
- ❖ valutazione dell'esposizione;
- ❖ caratterizzazione del rischio.

La prima fase consiste nell'identificazione del pericolo, ossia il processo per stabilire l'eventuale presenza di agenti chimici pericolosi nei luoghi di lavoro e quali effetti avversi per la salute e rischi per la sicurezza tali agenti possono comportare.

È in questa fase preliminare, secondo l'art. 223 T.U., che la normativa sociale si raccorda con la normativa di prodotto e i due Regolamenti (CE) n. 1907/2006 (REACH) e n. 1272/2008 (CLP) partecipano al processo valutativo.

Il Regolamento CLP, individuando le classi e le categorie di pericolo degli agenti chimici, distingue i pericoli per la sicurezza, legati alle proprietà chimico-fisiche, dai pericoli per la salute connessi alle proprietà tossicologiche a breve, medio e lungo termine, e prevede l'etichettatura quale modalità di trasferimento delle informazioni. L'altro strumento fondamentale di comunicazione del pericolo è la Scheda Dati di Sicurezza (SDS), normata all'art. 31, per le prescrizioni generali, e all'Allegato II del Reg. REACH, per le disposizioni tecniche di compilazione.

La SDS consente al datore di lavoro di adottare le misure necessarie per la tutela della salute umana e della sicurezza (oltre che dell'ambiente), fornendo informazioni su come stoccare, manipolare, utilizzare in modo sicuro e smaltire la sostanza o la miscela, secondo quanto previsto all'art. 224 del T.U. 81/08.

Nella fase di verifica preliminare si prendono in considerazione, contestualmente alle informazioni sugli agenti chimici utilizzati o che scaturiscono dal processo, le modalità di esposizione, la conformità dei luoghi di lavoro al Titolo II del D.Lgs. 81/08 e il rispetto dei principi generali di prevenzione.

È fondamentale, in questa fase, raccogliere le schede di sicurezza dei prodotti utilizzati. I requisiti di forma e contenuto di una Scheda Dati di Sicurezza sono attualmente definiti dal Regolamento (UE) 2020/878. La SDS di una sostanza o miscela è standard e contiene 16 sezioni (o titoli) con le relative sottosezioni, come previsto dalla parte B dell'Allegato II del REACH, e deve essere compilata in ogni sua parte.

La SDS, oltre alle 16 sezioni, può contenere un allegato, il cosiddetto "scenario di esposizione", e viene definita Scheda di Sicurezza estesa ("eSDS"). Lo scenario di esposizione è prescritto dal Regolamento REACH per le sostanze pericolose registrate in quantità superiori a 10 tonnellate/anno. In tali casi il fornitore deve trasmettere una scheda di dati di sicurezza della sostanza o della miscela completa degli scenari di esposizione. Essi riportano, per una sostanza come tale o quale componente di una miscela, le condizioni operative (condizioni di processo — es. aperto/chiuso —, la frequenza e la durata dell'uso, le quantità

impiegate, la forma fisica, ecc.) e le misure di gestione del rischio (es. DPI) il cui rispetto è indispensabile per garantire l'uso sicuro della sostanza nel ciclo produttivo.

Ed è in questa fase preliminare che vanno considerati sia le SDS sia gli scenari di esposizione.

Il datore di lavoro e l'RSPP devono essere a conoscenza di quando sia obbligatorio o facoltativo, da parte del fornitore, trasmettere una SDS.

Ai sensi del comma 1 dell'art. 31 del Reg. (CE) n. 1907/2006 s.m.i. (REACH) è obbligatorio trasmettere al destinatario, entro la data di fornitura della sostanza/miscela, in formato cartaceo o elettronico, la scheda dati di sicurezza quando:

- ❖ una sostanza o miscela sia classificata come pericolosa secondo i criteri del Regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP);
- ❖ una sostanza sia persistente, bioaccumulabile e tossica (PBT) o molto persistente e molto bioaccumulabile (vPvB); oppure
- ❖ una sostanza sia inclusa nell'elenco delle sostanze Candidate (vedi oltre) in attesa di autorizzazione in base al REACH per motivi diversi da quelli sopra elencati.

Il Regolamento REACH supporta e integra il D.Lgs. 81/08, prevedendo al comma 3 dell'art. 31 la disponibilità di una SDS, su richiesta, quando una miscela «... che non è classificata come pericolosa ai sensi del CLP, ma contiene un componente pericoloso...»:

- ❖ è presente in concentrazione uguale o superiore a una data soglia (es. 1% in peso per miscele non gassose)

oppure

- ❖ è presente in concentrazione uguale o superiore a una data soglia (0,1% in peso) e appartiene ad alcune classi di pericolo (cancerogena di categoria 2 o tossica per la riproduzione di categoria 1A, 1B e 2; sensibilizzante della pelle/respiratorio di categoria 1; con effetti sull'allattamento; PBT o vPvB);

oppure

- ❖ contiene una sostanza per la quale la normativa comunitaria fissa limiti di esposizione sul luogo di lavoro (OELVs).

Si noti che la condizione enunciata dalla lettera c) del comma 3 dell'art. 31 del REACH prescinde, oltre che dalla classificazione della miscela e dalla forma fisica, anche dalla concentrazione della sostanza per la quale vigono limiti di esposizione professionale (sia comunitari sia nazionali). «...La banca dati GESTIS dei valori limite internazionali può risultare particolarmente utile come fonte per questo tipo di informazioni: <https://limitvalue.ifa.dguv.de/...>» (ECHA, Orientamenti sulla compilazione delle schede di dati di sicurezza, versione 4.0, dicembre 2020).

Oltretutto, la disponibilità a richiesta di una SDS per le miscele non classificate come pericolose e non destinate alla vendita al pubblico è sancita anche dal Reg. (CE) n. 1272/2008 (CLP) al punto 2.10 dell'Allegato II, laddove la si dispone per alcuni preparati contenenti sostanze appartenenti ad alcune classi di pericolo a determinate concentrazioni (es.: $\geq 0,01\%$ di sostanze classificate come sensibilizzanti della pelle di categoria 1A, sensibilizzanti delle vie respiratorie di categoria 1A; $\geq 0,1\%$ di sostanze classificate come interferenti

endocrini per la salute umana di categoria 2; $\geq 0,1\%$ di sostanze classificate come interferenti endocrini per l'ambiente di categoria 2)¹.

Si ricorda che, nei casi in cui la SDS è disponibile su richiesta, l'etichetta del preparato deve recare l'indicazione: EUH210 — «Scheda dati di sicurezza disponibile su richiesta».

La SDS deve quindi informare il datore di lavoro di tutti i pericoli delle sostanze e miscele presi in considerazione dal CLP, ivi incluso se si tratti di sostanze persistenti, bioaccumulabili e tossiche o molto persistenti e molto bioaccumulabili (PBT/vPvB)² e delle sostanze estremamente preoccupanti (SVHC), che possono essere incluse in un'apposita lista, detta Candidate List, che l'Agenzia europea per le sostanze chimiche (ECHA) ha l'obbligo di pubblicare e aggiornare.

Tali sostanze (in Candidate List) successivamente, di solito, sono incluse nell'Allegato XIV, che è l'elenco delle sostanze soggette ad autorizzazione: esse, cioè, vanno utilizzate a determinate condizioni stabilite dalla Commissione europea.

Le sostanze estremamente preoccupanti, infatti, indicate con l'acronimo SVHC (Substances of Very High Concern), sono quelle che potrebbero avere effetti gravi e irreversibili sulla salute umana e sull'ambiente. L'art. 57 del Regolamento REACH definisce come SVHC le sostanze riconosciute come cancerogene, mutagene, tossiche per la riproduzione (CMR), oppure persistenti, bioaccumulabili e tossiche (PBT), oppure molto persistenti e molto bioaccumulabili (vPvB), o come sostanze con proprietà di interferenza endocrina, o sostanze «...per le quali è scientificamente comprovata la probabilità di effetti gravi per la salute umana o per l'ambiente che danno adito a un livello di preoccupazione equivalente... identificate in base a una valutazione caso per caso...».

Molte di queste sostanze, al termine di un articolato processo valutativo, entrano a far parte dapprima della Candidate List e poi dell'Allegato XIV del REACH, che è l'elenco delle sostanze soggette ad autorizzazione; sostanze, cioè, che per essere importate, prodotte o utilizzate devono aver ottenuto un'autorizzazione dalla Commissione europea³, che detta le particolari condizioni per il loro "uso sicuro".

Attualmente la Candidate List contiene 250 voci, tra cui alcuni gruppi di sostanze, ed è consultabile sul sito ECHA.

La consultazione della Candidate List permette alle aziende di conoscere in anticipo quali sostanze potrebbero essere soggette ad autorizzazione in futuro. Il datore di lavoro, filtrando tale lista, può rendersi conto se nel suo ciclo produttivo è presente una sostanza passibile di futura autorizzazione, onde programmare interventi preventivi; ciò orienta il datore di lavoro a programmare e adottare per tempo interventi quali, ad esempio, la sostituzione delle sostanze pericolose o misure di adattamento/contenimento nel ciclo produttivo. L'inserimento della sostanza in Candidate List comporta, inoltre, una tempestiva versione aggiornata della scheda di sicurezza da parte del fornitore, a norma dell'art. 31, comma 9, lett. a), in quanto trattasi di una nuova informazione che può influire sulle misure di gestione dei rischi (aggiornamento, in particolare, delle sezioni 15.1 e 16 della SDS).

Oltre all'autorizzazione, un'altra misura adottata dalla Commissione europea è la restrizione, uno strumento utilizzato per limitare o vietare la produzione, l'immissione sul mercato (inclusa l'importazione) o l'utilizzo di una sostanza, o imporre qualsiasi altra condizione pertinente quali, ad esempio, misure tecniche o particolari etichette. Una restrizione può riguardare una sostanza in quanto tale, in quanto componente di miscele o presente in articoli. La finalità della restrizione è quella di proteggere la salute umana e l'ambiente da rischi ritenuti inaccettabili.

Allo stesso modo, l'intenzione di predisporre una procedura di "restrizione" di sostanze altamente preoccupanti da parte di uno Stato membro o della Commissione, attraverso ECHA, «...è resa pubblica nel registro delle intenzioni, prima della redazione del fascicolo di proposta, a titolo di preavviso...» (ECHA)⁵.

Quindi, consultare il Registro delle intenzioni da parte del datore di lavoro significa valutare per tempo l'adozione di misure di prevenzione.

L'elenco delle sostanze soggette ad autorizzazione e restrizione è riportato rispettivamente agli Allegati XIV e XVII del Regolamento (CE) n. 1907/2006 s.m.i.

La scheda dati di sicurezza, per il datore di lavoro, rimane quindi il principale veicolo informativo, unitamente all'etichetta (che lo è anche per il pubblico in generale), per l'uso sicuro delle sostanze e delle miscele utilizzate⁶, ed è un valido strumento ai fini della valutazione in base al D.Lgs. 81/08 sia per quanto concerne i rischi fisici (vedi, ad es., sezioni 2, 5, 6, 7, 9, 10, 14 e la gestione delle emergenze quali incendio, esplosione) sia per quelli per la salute (vedi, ad es., sezioni 2, 4, 8, 11), a patto che la SDS sia:

- ❖ **completa:** tutte le sezioni e le sottosezioni previste devono essere compilate con informazioni pertinenti e accurate, senza lasciare spazi vuoti o sezioni non compilate (vedi nota in cui è riportato elenco sezioni e sottosezioni SDS);
- ❖ **coerente:** le informazioni all'interno della SDS siano logicamente correlate tra loro e con altre informazioni rilevanti, come gli scenari di esposizione (ad es. una miscela classificata come corrosiva in sezione 2 deve riportare gli opportuni DPI in sezione 8 e le indicazioni nelle relative sezioni per lo stoccaggio e lo smaltimento);
- ❖ **corretta:** le informazioni contenute nella SDS devono essere fondate e basate su dati affidabili;
- ❖ **aggiornata periodicamente:** l'aggiornamento è obbligatorio quando viene rilasciata un'autorizzazione o una restrizione (le sostanze autorizzate o in restrizione sono riportate, si ribadisce, negli Allegati XIV e XVII) e quando sono disponibili nuove informazioni che possono incidere sulle misure di gestione dei rischi o nuove informazioni sui pericoli (art. 31, par. 9, del REACH).

Il datore di lavoro, d'altronde, in qualità di utilizzatore a valle, deve assicurarsi almeno che le schede di sicurezza siano complete e coerenti, confidando nella bontà e affidabilità dei dati del fornitore della SDS.

Secondo ECHA, chi riceve una SDS deve «...eseguire un controllo di concordanza e plausibilità sui contenuti della scheda di dati di sicurezza a un livello adeguato alla situazione. In questo modo eviterete di utilizzare informazioni da una SDS non corretta come fondamento per le valutazioni sulla sicurezza ambientale e del luogo di lavoro. Nello specifico, dovete confrontare tutte le sezioni relative all'identificazione, alla composizione, alla classificazione e all'uso sicuro della sostanza chimica rispetto alle vostre informazioni sulla sostanza o sulla miscela. Identificate eventuali discrepanze ed eseguite le azioni correttive appropriate. Se disponete di nuove informazioni sulla pericolosità di sostanze e miscele, o ritenete non appropriato il parere fornito nella SDS o in altre informazioni fornite, dovete comunicarlo all'interno della catena di approvvigionamento fino ai fornitori» (Guida sulle schede di dati di sicurezza e sugli scenari d'esposizione, ECHA).

Nel caso di una sostanza, la SDS con l'annesso scenario di esposizione (o integrato nel corpo della SDS in caso di miscele)⁷, il datore di lavoro dovrà sincerarsi innanzitutto che il proprio uso della sostanza sia riportato negli scenari di esposizione e che le condizioni operative e le misure di gestione del rischio siano conformi a quanto riportato nello scenario, salvo applicazione dello strumento di scaling se previsto e secondo le indicazioni dettate dal fornitore.

Oltre alle SDS, un altro strumento di trasferimento delle informazioni che il REACH utilizza a supporto della legislazione sociale è la scheda informativa di cui all'art. 32 del Titolo IV; tale previsione legislativa dispone che il fornitore di una sostanza/miscela che non è tenuto a fornire una SDS ai sensi dell'art. 31 deve comunque comunicare ai propri clienti (a valle) «ogni altra informazione necessaria per consentire l'identificazione e l'applicazione di misure appropriate di gestione dei rischi». Ciò è previsto anche al comma 1, lett. b), dell'art. 222 del D.Lgs. 81/08, che recita: «...il fornitore di agenti chimici pericolosi è tenuto a fornire al datore di lavoro acquirente tutte le ulteriori informazioni necessarie per la completa valutazione del rischio...» (comma 4, art. 222 T.U.).

È peculiare notare come il trasferimento delle informazioni lungo la catena di approvvigionamento, per il REACH, segua un percorso circolare: non solo dal produttore/importatore all'ultimo attore della catena, ma anche da ogni attore della catena di approvvigionamento di una sostanza o di una miscela a monte della stessa, così come previsto dall'art. 34 del Regolamento. L'art. 34, infatti, dispone che ogni attore della catena di approvvigionamento di una sostanza o miscela comunichi a monte (il datore di lavoro al suo fornitore della SDS) eventuali nuove informazioni sui pericoli o sulle misure di gestione dei rischi.

In proposito, questo percorso circolare si ritrova anche nel D.Lgs. 81/08 (ex art. 223), a proposito dei lavoratori che segnalano «immediatamente al datore di lavoro, al dirigente o al preposto le deficienze dei mezzi e dei dispositivi..., nonché qualsiasi eventuale condizione di pericolo di cui vengano a conoscenza...».

In tema di informazione dei lavoratori, il REACH dispone all'art. 35 che il datore di lavoro consenta a essi e ai loro rappresentanti di accedere alle informazioni fornite a norma degli artt. 31 e 32; in modo analogo si esprime la normativa sociale (art. 227 T.U.).

Per quanto sopra esposto risulta evidente che esiste una notevole interazione tra normativa di prodotto e normativa sociale.

Il REACH, unitamente al CLP, ha come ambito di interesse i lavoratori, l'ambiente e i consumatori; il soggetto obbligato a valutare l'impatto delle sostanze/miscele con profilo di pericolo ricade, per quanto riguarda il REACH, sul produttore/importatore/utilizzatore a valle della sostanza/miscela, mentre per il Testo Unico è il datore di lavoro (che è parimenti utilizzatore a valle per il REACH, con i relativi obblighi correlati) che deve valutare il rischio per i lavoratori per quel determinato luogo di lavoro, prendendo in considerazione l'uso/gli usi della sostanza/miscela in rapporto allo specifico ciclo produttivo, le possibili trasformazioni e l'interazione con altre sostanze/miscele (ivi incluse le sostanze/miscele che si generano dal processo), al fine ultimo di caratterizzare il rischio sia per la sicurezza sia per la salute e adottare le conseguenti, ulteriori e appropriate misure di mitigazione e di miglioramento nel tempo del rischio stesso.

Alla base del REACH vi è la finalità di garantire l'uso sicuro della sostanza o della miscela per l'utilizzatore e per il comparto ambientale attraverso le informazioni veicolate, quali le SDS; per il datore di lavoro, garantire la sicurezza e la salute (il benessere psicofisico) del lavoratore. Alla fine di queste brevi considerazioni si sottolinea la necessità della collaborazione di tutte le figure della prevenzione (RSPP, igienisti industriali, medici competenti, ecc.) per raggiungere il risultato comune.

Capitolo 2 - Ciclo lavorativo e sostanze chimiche

L'industria della plastica è un settore ampio e complesso, tradizionalmente diviso in due aree principali: i fornitori di materie prime, che producono polimeri e composti da intermedi, e i trasformatori, che convertono queste materie prime in articoli vendibili attraverso vari processi. Altri settori includono i produttori di macchinari e i fornitori di additivi speciali.

Le materie plastiche si classificano principalmente in:

Resine termoplastiche: mantengono la loro plasticità a caldo, potendo passare ripetutamente dallo stato fuso per riscaldamento a quello solido per raffreddamento. Esempi: polietilene, polipropilene, PVC, polistirene, poliacetali, poliammidi e policarbonati.

Resine termoindurenti: subiscono una modificazione chimica (reticolazione) per effetto del calore, che le rende permanentemente rigide e infusibili dopo il raffreddamento iniziale. Tra le più comuni: resine poliesteri, epossidiche, poliuretaniche, fenoliche, melamminiche e ureiche.

2.1 Materie prime e additivi utilizzati

Le materie prime polimeriche vengono fornite sotto forma di pellet, granuli o polvere; come materiali in fogli, barre e tubi; oppure come sospensioni, emulsioni o soluzioni parzialmente polimerizzate. Queste derivano principalmente dalla raffinazione del petrolio e del gas naturale.

Prima della lavorazione, i polimeri vengono spesso miscelati con additivi per modificarne le caratteristiche:

- ❖ **Plastificanti:** per rendere i materiali più flessibili e migliorare la lavorabilità, spesso esteri a bassa volatilità come ftalati e fosfati.
- ❖ **Antiossidanti e stabilizzanti:** per proteggere dalla degradazione termica, dall'azione degli agenti atmosferici, dei raggi UV e del calore. Possono essere inorganici o organici.
- ❖ **Lubrificanti:** per facilitare l'estrusione e il distacco dagli stampi, come stearati metallici.
- ❖ **Riempitivi o cariche:** per aumentare la rigidità, diminuire il costo o conferire proprietà speciali (es. farina di legno, fibre di cotone, vetro, talco, silice, carbonato di calcio, nerofumo).
- ❖ **Agenti rinforzanti:** per esaltare le caratteristiche meccaniche (es. fibre di vetro, fibre di carbonio).
- ❖ **Agenti antifiamma:** per ridurre la possibilità di combustione (es. derivati organici bromurati, fosfati organici).
- ❖ **Coloranti/pigmenti (masterbatches):** per colorare il composto, forniti in diversi stati fisici (liquidi, paste, granuli). I masterbatches sono spesso granulari e contengono pigmenti dispersi in un legante polimerico neutro.
- ❖ **Agenti espandenti:** per produrre schiume plastiche.
- ❖ **Solventi e co-solventi:** impiegati per solubilizzare coloranti o additivi, o nella pulizia dei macchinari a fine processo di lavoro (es. metiletilchetone, idrocarburi clorurati, toluene). Le resine pulenti sono usate per la pulizia periodica delle macchine.

Per quanto riguarda le aziende della plastica, a proposito dei polimeri si riportano le osservazioni ECHA (Orientamenti sui monomeri e i polimeri Versione 2.0 Aprile 2012) circa le SDS: “....Il fabbricante o l’importatore di un polimero deve fornire ai propri clienti una scheda di dati di sicurezza (SDS) per il polimero, quando questa sostanza polimerica risponde ai criteri di classificazione come sostanza pericolosa, PBT o vPvB, o è inclusa nell’elenco delle sostanze candidate che devono essere soggette ad autorizzazione (articolo 31). Ai sensi dell’articolo 32, se la SDS non è richiesta, ma il polimero è soggetto ad autorizzazione o restrizione, oppure se sono disponibili le informazioni pertinenti circa il polimero necessarie a consentire un’adeguata gestione del rischio, il fornitore deve comunque fornire tali informazioni ai propri clienti, unitamente ai dettagli di ogni eventuale autorizzazione concessa o negata nella relativa catena d’approvvigionamento. In un caso o nell’altro, le informazioni nella catena d’approvvigionamento, se del caso, devono tener conto delle informazioni generate sulla sostanza monomerica o su qualsiasi altra sostanza. Occorre tener conto in particolare della presenza di un monomero non reagito. ...”

2.2 Ciclo produttivo

Il ciclo produttivo della lavorazione delle materie plastiche è un processo che può variare significativamente a seconda della tecnologia utilizzata e del prodotto finale desiderato.

Ciclo produttivo per estrusione (produzione di tubi e profilati)

Il processo di estrusione è un metodo di trasformazione in continuo particolarmente adatto per le resine termoplastiche, come il polietilene.

Le fasi del ciclo lavorativo sono le seguenti:

1. Approvvigionamento e stoccaggio materie prime

- I granulati plastici arrivano in big bag, sacchi e vengono stoccati in un ambiente separato dalla produzione.
- La movimentazione dei big bag avviene con carrelli elevatori o carro ponte. I sacchi sono trasportati con pallet e carrelli elevatori.

2. Lavorazione

- **Caricamento e miscelazione:** i contenitori delle materie prime vengono svuotati (manualmente per i sacchi o con carro ponte) in recipienti metallici. Da qui, i granuli sono aspirati pneumaticamente e trasportati nelle tramogge poste sopra ogni estrusore. Nelle tramogge avviene la miscelazione con pigmenti granulati per la colorazione o con altri preparati. Gli additivi possono anche essere già incorporati all’origine dai fornitori.
- **Estrusione, calibrazione e raffreddamento:** il materiale miscelato viene alimentato agli estrusori, riscaldato a circa 180–200 °C. Per compressione passa attraverso una testa sagomata, acquisendo la struttura desiderata (es. tubi, profilati, fogli, film). Per i tubi corrugati, un sistema pneumatico attira la superficie esterna del tubo contro uno stampo corrugato. Segue un sistema di calibratura in vasche d’acqua e un raffreddamento con acqua. L’estrusore è composto da basamento, motore elettrico, gruppo di riduzione, mandrino, vite

di estrusione, cilindro di estrusione (con resistenze elettriche e ventilatori), flangia portatesta e testa di estrusione.

- **Traino:** un sistema meccanico di traino garantisce una velocità costante del/dei tubo/i prodotti dopo il raffreddamento. Per i tubi corrugati può essere inserito un filo in acciaio per facilitare il tiraggio di fili all'interno.
- **Marcatura e taglio:** lungo la linea produttiva, una marcatrice laser o a caldo imprime le caratteristiche merceologiche sul prodotto. Successivamente, la tubazione viene tagliata in pezzi di lunghezza standard da un'apposita apparecchiatura.
- **Avvolgitura:** l'ultima operazione consiste nell'avvolgimento della tubazione in matasse standard, utilizzando sistemi di avvolgimento specifici.

3. Stoccaggio prodotto finito

- Le matasse prodotte vengono movimentate con carrelli elevatori e ricoverate in appositi piazzali scoperti o magazzini prima della spedizione ai committenti.

4. Triturazione scarti di lavorazione

- È una fase produttiva aggiuntiva, seppur usata saltuariamente, in cui si trituran gli scarti di lavorazione (es. materozze o pezzi di tubo scartati) per riutilizzarli come materia prima. Il caricamento del mulino avviene manualmente con pezzi tagliati. Il tritratore è un macinatore rotativo, solitamente chiuso.

Ciclo produttivo per stampaggio (iniezione e soffiaggio)

Questo comparto si concentra sulla produzione di oggetti e accessori in plastica stampata, spesso utilizzati come contenitori. È caratterizzato da un elevato grado di automatismo. Le fasi del ciclo produttivo includono:

1. Approvvigionamento granulati plastici da magazzino

- I granulati plastici vengono prelevati dal magazzino, trasportati manualmente alla testa della filiera e insilati nei contenitori. Possono essere aggiunti coloranti nella tramoggia. È possibile anche aggiungere plastica macinata dalle materozze.

2. Approvvigionamento e produzione stampi

3. Gli stampi sono spesso forniti dal committente. Se prodotti internamente, la fase include la progettazione al computer (CAD) e la realizzazione tramite elettrofresatrice su basi preformate.

4. Montaggio stampi

5. Gli stampi vengono inseriti e fissati nella macchina da stampaggio con supporti tiranti.

6. Immissione granulato in cilindro caldo

- I granulati vengono aspirati automaticamente all'interno di un cilindro riscaldato per la "plasticizzazione" e compattazione. Periodicamente si effettua la pulizia del cilindro con resine apposite. Ad esempio, il PVC può essere riscaldato fino a 140 °C.

7. Stampaggio (iniezione o soffiaggio)

- **Iniezione (stampaggio a iniezione):** la plastica semifusa viene immessa in stampi “maschio-femmina” che si accoppiano completamente, impedendo la presenza di aria e garantendo uno spessore noto del prodotto. La pressa funziona a cicli continui di iniezione e pressatura, e l'estrazione dei pezzi avviene per gravità.
- **Soffiaggio:** un cilindro cavo di plastica semifusa (chiamato “parison”) viene chiuso all'interno dello stampo. Viene poi insufflata aria (con pressione di 6–8 atmosfere) all'interno del cilindro per farlo aderire alle pareti dello stampo. Una lama tagliente separa il prodotto finito dal cilindro residuo all'apertura dello stampo.

8. Estrazione del pezzo e scarico

- Lo stampo si apre automaticamente e il pezzo cade per gravità su rulli gommati che separano le materozze, o direttamente negli imballaggi.

9. Separazione e macinazione delle materozze

10. I pezzi stampati cadono su rulli semirigidi che li separano dalle materozze. Queste ultime, sempre per gravità, finiscono in un macinatore (interno o esterno). Il materiale macinato viene reimpresso nel miscelatore, spesso tramite lo stesso aspiratore di carico.

11. Controllo qualità

- Un laboratorio chimico-fisico effettua il controllo qualità delle materie prime in ingresso (es. analisi termiche, fluidità, densità) e dei prodotti finiti (es. analisi termiche, prove meccaniche, di perforazione e di pressione interna).

12. Seconde lavorazioni

- I pezzi che richiedono ulteriori lavorazioni, come etichettature o serigrafie, vengono spesso inviati ad aziende esterne specializzate.

13. Imballaggio

- Il prodotto finito cade per gravità in scatoloni di cartone, che vengono pesati e sigillati con nastro adesivo. Il trasporto degli imballaggi pieni avviene con carrelli manuali.

14. Manutenzione

- ❖ La manutenzione delle macchine è prevalentemente affidata alle case produttrici, ma gli operatori possono eseguire operazioni semplici. Questa fase comporta rischi come movimentazione manuale di carichi, ustioni (se la macchina è ancora calda) e rischi elettrici. È raccomandato l'uso di utensili isolati e guanti.
- ❖ **Le operazioni di “spurgo”** e pulizia di stampi o parti di presse, che talvolta vengono eseguite a caldo o con l'uso di solventi, sono considerate fasi particolarmente critiche per l'esposizione chimica nell'industria della plastica. Questa criticità deriva dalla natura delle sostanze coinvolte, dalle condizioni operative e dai potenziali effetti sulla salute dei lavoratori. Durante lo “spurgo”, l'impianto di produzione, specialmente se si utilizza PVC, viene fatto funzionare con una resina pulente (ad esempio) al posto della plastica normale, per rimuovere eventuali scorie dal cilindro caldo e da altre

parti calde del ciclo, evitando lo smontaggio della macchina. Queste fasi transitorie di cambio materiale e spurgo sono note per generare emissioni massicce di fumi.

- ❖ **Pulizia con solventi:** le teste di estrusione vengono comunemente pulite con solventi come il metiletilchetone (MEK); si tratta di un'operazione saltuaria effettuata tramite spray. Altri solventi, come gli idrocarburi clorurati, sono usati per pulizia e incollaggio.

Sostanze chimiche prodotte durante il ciclo lavorativo in rapporto alla temperatura

La lavorazione a caldo delle materie plastiche (tipicamente tra 150 °C e 300 °C) comporta lo sviluppo e la dispersione nell'aria di vapori e fumi derivanti dalla termodegradazione dei polimeri e degli additivi. Molte di queste sostanze, anche a bassa concentrazione, sono tossiche, nocive, irritanti, sensibilizzanti o cancerogene. Di seguito alcuni esempi di prodotti di degradazione termica in relazione al polimero e alla temperatura:

Tabella - Prodotti di Degradazione Termica delle Resine

Nome Comune / Tipo	Temperatura di Lavorazione Tipica	A Partire da (circa)	Categorie di Prodotti Rilasciati	Esempi di Prodotti Rilasciati (Rischio Potenziale)
Polietilene	150-300 °C	200 °C	Idrocarburi Alifatici, Chetoni, Aldeidi	Metano, Etilene, Acetone, Metiletilchetone, Formaldeide, Acroleina
Polipropilene	150-300 °C	200-250 °C	Idrocarburi Alifatici, Chetoni, Aldeidi	Metilchetone, Formaldeide
Polistirene	160-320 °C	250 °C	Idrocarburi Aromatici, Idrocarburi Alifatici, Aldeidi, Acidi Inorganici, Alogenuri Organici	Metano, Stirene, Etilbenzene, Formaldeide, Acido cloridrico
Poli(cloruro di vinile)	80-220 °C	175-200 °C	Idrocarburi Alifatici, Idrocarburi Aromatici, Aldeidi, Anidridi, Acidi Inorganici	Etilene, Acido cloridrico, Formaldeide, Acroleina
Resine Fenoliche	160-320 °C	250 °C	Fluoruri, Idrocarburi Aromatici, Aldeidi	Fluoruro di carbonile, Tetrafluoroetilene, Formaldeide
Acrilonitrile-Butadiene-Stirene	170-260 °C	200 °C	Nitrili, Aldeidi, Idrocarburi Aromatici	Acrilonitrile, Acroleina, Stirene
Stirene-Acrilonitrile	170-260 °C	200 °C	Nitrili, Aldeidi, Idrocarburi Aromatici	Acrilonitrile, Acroleina, Stirene
Policarbonato	220-300 °C	250 °C	Idrocarburi Alifatici, Idrocarburi Aromatici, Aldeidi	Toluene, Formaldeide, Fenolo
Poliammide (Nylon)	200-400 °C	400 °C	Nitrili, Chetoni, Composti di Azoto	Acrilonitrile, Acetone, Ammoniaca
Poli(metilmetacrilato) (Plexiglass)	80-220 °C	180 °C	Esteri	Metacrilato di metile
Poli(vinil acetato)	170-260 °C	200 °C	Esteri, Acidi Carbossilici, Chetoni, Aldeidi	Acetato di vinile, Acido acetico, Metilchetone, Metiletilchetone, Formaldeide
Poli(ossimetilene) (Acetal)	170-230 °C	190 °C	Chetoni, Aldeidi	Formaldeide, Triossano

Anche gli additivi possono rilasciare sostanze pericolose durante la lavorazione a caldo, come ftalati (perturbatori endocrini), silice cristallina (cancerogena), metalli pesanti da stabilizzanti o coloranti (cancerogeni/mutageni).

Capitolo 3 - Valutazione del rischio chimico

La valutazione del rischio chimico in Italia, basata sul D.Lgs. 81/08 e integrata da norme tecniche come la UNI EN 689:2019, richiede un approccio dettagliato e sistematico per garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori. Di seguito viene descritto il processo di valutazione del rischio chimico.

3.1. Fondamenti legislativi e definizioni

Il D.Lgs. 81/08, in particolare il Titolo IX (Sostanze pericolose), Capo I (Protezione da agenti chimici) e Capo II (Protezione da agenti cancerogeni e mutageni), stabilisce i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori dai rischi derivanti da agenti chimici sul luogo di lavoro.

Secondo il D.Lgs. 81/08:

❖ **gli agenti chimici:**

- tutti gli elementi o composti chimici, sia da soli sia nei loro miscugli, allo stato naturale o ottenuti, utilizzati o smaltiti, compreso lo smaltimento come rifiuti, mediante qualsiasi attività lavorativa, siano essi prodotti intenzionalmente o no e siano immessi o no sul mercato;

❖ **gli agenti chimici pericolosi:**

- agenti chimici che soddisfano i criteri di classificazione come pericolosi in una delle classi di pericolo fisico o di pericolo per la salute di cui al Regolamento (CE) n. 1272/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio, indipendentemente dal fatto che tali agenti chimici siano classificati nell'ambito di tale regolamento;

- agenti chimici che, pur non essendo classificabili come pericolosi ai sensi del presente articolo, lettera b), numero 1), comportano un rischio per la sicurezza e la salute dei lavoratori a causa di loro proprietà chimico-fisiche, chimiche o tossicologiche e del modo in cui sono utilizzati o presenti sul luogo di lavoro, compresi gli agenti chimici cui è stato assegnato un valore limite di esposizione professionale di cui all'Allegato XXXVIII/201;

❖ il **pericolo** è la proprietà intrinseca di un agente chimico di poter produrre effetti nocivi;

❖ il **rischio** è la probabilità che il limite potenziale di danno di un fattore si realizzi in specifiche condizioni di impiego o esposizione.

3.2. Valutazione preliminare e approfondita dei rischi (art. 223 D.Lgs. 81/08)

Il datore di lavoro deve innanzitutto determinare la presenza di agenti chimici pericolosi e valutarne i rischi per la salute e la sicurezza.

Questa valutazione deve considerare:

- ❖ le proprietà pericolose degli agenti chimici e dei relativi prodotti di degradazione termica, anche in relazione a potenziali esplosioni e incendi;
- ❖ le informazioni sulla salute e sicurezza fornite dal produttore tramite le Schede di Dati di Sicurezza (SDS), predisposte ai sensi del Regolamento (CE) n. 1907/2006 (REACH). È fondamentale che le SDS siano corrette e aggiornate, e redatte in lingua italiana;
- ❖ il livello, il modo e la durata dell'esposizione;
- ❖ le circostanze in cui si svolge il lavoro, inclusa la quantità di agenti chimici, le modalità e le temperature di lavorazione, e le operazioni di pulizia e manutenzione;
- ❖ i Valori Limite di Esposizione Professionale (VLEP) e i Valori Limite Biologici (VLB);
- ❖ gli effetti delle misure preventive e protettive già adottate o da adottare;
- ❖ la possibilità di sviluppo di monomeri e/o prodotti di degradazione termica in condizioni di esercizio, spurgo, surriscaldamento o incendio.

I rischi devono essere eliminati o ridotti al minimo seguendo una gerarchia di misure (art. 224 D.Lgs. 81/08):

a) Sostituzione (priorità assoluta)

Il datore di lavoro deve privilegiare la sostituzione degli agenti chimici pericolosi o dei processi con alternative meno nocive o non pericolose. Questo principio è rafforzato dai Regolamenti REACH e CLP, che introducono strumenti come l'Autorizzazione e la Restrizione per promuovere la sostituzione delle sostanze estremamente preoccupanti, in particolare quelle classificate come cancerogene o mutagene. È una criticità comune la mancanza di evidenza documentale dei tentativi di sostituzione.

b) Progettazione di processi lavorativi e controlli tecnici appropriati

Quando la sostituzione non è tecnicamente possibile, il rischio deve essere ridotto tramite la progettazione di processi lavorativi e l'adozione di misure di protezione collettiva alla fonte del rischio. Per gli agenti cancerogeni o mutageni è obbligatorio, se tecnicamente possibile, che la produzione o l'utilizzazione avvenga in un sistema chiuso.

La valutazione deve essere aggiornata periodicamente o in caso di modifiche significative che possano influire sull'esposizione.

Se i risultati della valutazione dei rischi dimostrano che, in relazione al tipo e alle quantità di un agente chimico pericoloso e alle modalità e frequenza di esposizione a tale agente presente sul luogo di lavoro, vi è solo un rischio basso per la sicurezza e irrilevante per la salute dei lavoratori e che le misure di cui al comma 1 sono sufficienti a ridurre il rischio, non si applicano le disposizioni degli articoli 225, 226, 229, 230.

Tuttavia, per il comparto della plastica, il giudizio di rischio “irrilevante” non può essere assunto in presenza di condizioni come l’uso di polimeri che possono generare cancerogeni/mutageni, la presenza di sensibilizzanti o reprotossici, o l’assenza di ventilazione o sistemi di arresto automatico in caso di surriscaldamento. Per gli agenti cancerogeni e/o mutageni non si applica il concetto di “irrilevante per la salute”; in questi casi è sempre necessario applicare obblighi specifici.

Il datore di lavoro provvede a effettuare la misurazione degli agenti che possono presentare un rischio per la salute, con metodiche standardizzate di cui è riportato un elenco meramente indicativo nell’Allegato XLI o, in loro assenza, con metodiche appropriate e con particolare riferimento ai valori limite di esposizione professionale e per periodi rappresentativi dell’esposizione in termini spazio-temporali. La misurazione delle sostanze viene effettuata in momenti e per ragioni ben precise, delineate dal D.Lgs. 81/08 e integrate dalle norme tecniche come la UNI EN 689:2019, che fornisce strategie per stabilire la periodicità delle successive misurazioni.

Il monitoraggio ambientale è finalizzato a:

1. **Verificare la conformità ai VLEP.** La UNI EN 689:2019 fornisce una strategia per effettuare misurazioni rappresentative dell’esposizione per inalazione agli agenti chimici per dimostrare la conformità con i VLEP.
2. **Valutare l’efficacia delle misure di prevenzione e protezione.** Le misurazioni servono a dimostrare che le misure adottate hanno conseguito un adeguato livello di prevenzione e protezione. Possono essere utilizzate per valutare l’efficacia delle misure adottate, per dimostrare l’esiguità del rischio per la salute o per accertare l’assenza dell’agente.
3. **Quantificare l’esposizione.** Permettono di confrontare la concentrazione media rilevata di sostanze nell’aria con limiti di riferimento (come i TLV) e di quantificare/qualificare l’esposizione, specialmente in contesti di “multiesposizione” a basse dosi o dove si sviluppino complessi prodotti di degradazione termica dei polimeri e degli additivi.
4. **Identificare e rimuovere le cause di superamento dei limiti.** Se un VLEP viene superato, il datore di lavoro deve identificare e rimuovere immediatamente le cause, adottando appropriate misure di prevenzione e protezione.

In particolare, la norma UNI EN 689:2019 definisce una strategia per la misurazione rappresentativa dell’esposizione per inalazione ad agenti chimici nei luoghi di lavoro al fine di verificarne la conformità con i valori limite di esposizione occupazionale (OELV).

3.3. Processo di valutazione dell’esposizione occupazionale

La norma propone una strategia strutturata per la valutazione dell’esposizione, schematizzata in un diagramma di flusso. Il processo include le seguenti fasi principali:

Caratterizzazione di base (prima e cruciale fase), che implica tre passaggi:

- ❖ **Identificazione degli agenti chimici e altre informazioni richieste:** raccogliere dati su materie prime, intermedi, prodotti, sottoprodotti, numeri di registrazione CAS, OELV applicabili, pertinenza della norma, e altre informazioni ambientali come temperatura e umidità.

- ❖ **Esame dei fattori del luogo di lavoro:** analizzare i processi e le procedure, inclusa l'organizzazione del lavoro, le attività, i processi tecnici, le precauzioni e procedure di sicurezza, la pulizia, i sistemi di ventilazione e le fonti di alte concentrazioni.
- ❖ **Stima dell'esposizione:** utilizzare tutte le informazioni disponibili dalla caratterizzazione di base per stimare l'esposizione. Le fonti possono includere risultati di misurazioni precedenti, dati da luoghi di lavoro simili o modelli quantitativi/qualitativi.

Decisione e necessità di misurazioni (sulla base della caratterizzazione di base):

- ❖ **Conformità:** se l'esposizione è ben al di sotto dell'OELV e le RMM (Misure di Gestione del Rischio) garantiscono la conformità, le misurazioni potrebbero non essere necessarie.
- ❖ **Incertezza:** se l'esposizione è probabilmente al di sotto dell'OELV, il valutatore decide se sono necessarie misurazioni.
- ❖ **Non conformità:** se l'esposizione è probabilmente al di sopra dell'OELV, sono necessarie RMM immediate e una rivalutazione.
- ❖ **Informazioni insufficienti:** necessità di sviluppare ulteriormente il piano di campionamento.

Strategia di campionamento

- ❖ **Costituzione dei SEG:** i lavoratori con profili di esposizione simili sono raggruppati in SEG, per ottenere risultati rappresentativi con un numero ridotto di misurazioni. Le informazioni per la costituzione di un SEG includono inventario aziendale, profilo di esposizione, condizioni operative, durata e frequenza delle operazioni, esperienza dei lavoratori.
- ❖ **Specifiche della procedura di misurazione:** le procedure devono essere conformi alla EN 482. La durata del campionamento per un OELV di 8 ore dovrebbe essere di almeno 2 ore, o pari alla durata dell'esposizione se inferiore a 2 ore. Per i valori limite di breve periodo, la durata del campionamento deve corrispondere al periodo di riferimento (tipicamente 15 minuti).
- ❖ **Esecuzione delle misurazioni:** il valutatore (persona esperta in tecniche di igiene occupazionale) deve informare i lavoratori sulle attività e sul piano di campionamento. È fondamentale registrare dettagliatamente tutti i parametri relativi alle misurazioni, inclusi agenti chimici, descrizioni del luogo di lavoro, attività, RMM, condizioni ambientali e dettagli dell'attrezzatura.

Validazione dei risultati e del SEG

- ❖ **Validazione dei risultati delle misurazioni:** è essenziale validare i risultati prima di utilizzarli, verificando eventuali errori se i valori sono insolitamente alti.
- ❖ **Validazione del SEG:** si basa su metodi statistici e informazioni descrittive. La distribuzione lognormale è spesso assunta per le esposizioni. Se le misurazioni indicano che uno o più lavoratori hanno un'esposizione superiore, il SEG potrebbe dover essere ridefinito. L'Appendice E fornisce indicazioni sul controllo della distribuzione delle misurazioni e sull'identificazione di esposizioni eccezionali.

Confronto dei risultati con gli OELV (determinazione della conformità):

- ❖ **Test preliminare:** applicato ad almeno tre misurazioni di un SEG; consente di concludere rapidamente su conformità o non conformità in base a soglie predefinite (es. tutti i risultati $\leq 0,1$ OELV per conformità, o un risultato $> 0,5$ OELV per non conformità).
- ❖ **Test statistico:** se il test preliminare non porta a una decisione chiara, si utilizza un test statistico più rigoroso. Questo verifica, con una confidenza del 70%, che il 95% delle esposizioni nel SEG sia inferiore all'OELV.
- ❖ **Resoconto:** deve essere redatto un rapporto scritto e completo della valutazione. Include informazioni sul valutatore, gli OELV, gli agenti chimici, la descrizione del luogo di lavoro, la procedura di campionamento, i dettagli delle misurazioni e delle attrezzature, le RMM, l'assicurazione qualità, l'incertezza e i risultati con il confronto agli OELV.

Rivalutazione periodica

La valutazione dell'esposizione deve essere aggiornata periodicamente per garantire una conformità continua.

- ❖ Una rivalutazione immediata è necessaria in caso di cambiamenti significativi nei fattori del luogo di lavoro (es. modifiche ai sistemi di ventilazione, processi, materie prime).
- ❖ Anche in assenza di cambiamenti significativi, la rivalutazione è raccomandata a intervalli specifici: in generale si raccomanda un intervallo annuo per la rivalutazione, indipendentemente dai metodi utilizzati. Gli intervalli di misurazione possono variare da 12 a 36 mesi, a seconda del livello di esposizione rispetto all'OELV.

Capitolo 4 - Dispositivi di protezione collettiva

4.1. Ventilazione degli ambienti di lavoro

Gli ambienti di lavoro devono avere un corretto rapporto di aerazione naturale, che implica la presenza di un numero sufficiente di finestre facilmente apribili, la cui superficie complessiva sia almeno pari a 1/12 della superficie in pianta del locale.

Nelle normali attività di stampaggio, se vengono seguite le procedure corrette per minimizzare la formazione di fumi, è possibile utilizzare una ventilazione generale forzata per diluire e rimuovere i fumi. Tuttavia, la sola ventilazione generale non può sostituire l'installazione di impianti di aspirazione localizzata quando si lavorano materiali che possono rilasciare cancerogeni o forti sensibilizzanti (come gli isocianati), materiali particolarmente sensibili alla termodegradazione (come PVC, resine acetaliche), o quando il parco macchine è datato e non permette un controllo costante e preciso della temperatura di lavoro.

La ventilazione generale deve essere realizzata seguendo principi specifici:

- ❖ l'estrazione dell'aria deve essere esclusivamente meccanica e non inferiore a **6 ricambi/ora**;
- ❖ le bocchette di estrazione dovrebbero essere posizionate in alto, mentre quelle di mandata in basso, per sfruttare il movimento ascensionale dei gas/vapori caldi;

- ❖ il volume di aria in uscita deve essere compensato con volumi uguali di aria in entrata;
- ❖ la compensazione può essere naturale se le aperture hanno una superficie adeguata (1/12 della superficie di calpestio) e sono sufficientemente distanti dalle aperture di estrazione.

Durante le fasi transitorie di cambio materiale e spurgo, che comportano una notevole emissione di fumi, è sempre richiesta l'aspirazione localizzata, con l'elemento di captazione posto vicino all'ugello, eventualmente realizzata tramite un'unità mobile di aspirazione e filtrazione dei fumi.

Requisiti minimi in funzione dei materiali utilizzati:

- ❖ se si usano solo materie prime che non generano prodotti di decomposizione classificati come cancerogeni e per lavorazioni di termoformatura: regolari rapporti di aerazione naturale, ventilazione generale forzata come sopra e un'unità mobile di aspirazione/filtrazione per spurgo o surriscaldamento;
- ❖ se si utilizzano materie prime come PVC, resine epossidiche, poliuretaniche, ureiche, fenoliche: obbligatoria l'aspirazione localizzata con espulsione all'esterno e adeguato reintegro dell'aria aspirata, anche tramite ventilazione forzata.

4.2. Impianti di aspirazione localizzata

Gli impianti di aspirazione localizzata aspirano i flussi di inquinanti emessi durante le fasi di lavoro a caldo tramite cappe, per poi convogliarli in impianti di abbattimento, nel rispetto delle normative ambientali.

Tipi di cappe:

- ❖ **Cappe chiuse:** circondano completamente la sorgente; sistema più efficace e preferibile.
- ❖ **Cappe riceventi:** si interpongono sul percorso della massa fluida contaminata, sfruttando i moti convettivi o l'inerzia delle particelle.
- ❖ **Cappe catturanti:** generano un flusso d'aria direzionale; devono essere posizionate vicino alla sorgente.

Requisiti minimi:

- ❖ corretto posizionamento della cappa, racchiudendo la sorgente o avvicinando il fronte di captazione;
- ❖ velocità di cattura: 0,25–0,50 m/s per inquinanti senza velocità in aria quieta; 0,50–1,00 m/s per emissioni a bassa velocità in aria quasi quieta;
- ❖ distribuzione omogenea della velocità sul fronte della cappa (plenum posteriore);
- ❖ possibilità di sezionare l'impianto escludendo le diramazioni inattive;
- ❖ corretto reintegro dell'aria aspirata evitando turbolenze;
- ❖ manutenzione e pulizia periodica secondo protocollo di manutenzione predittiva;
- ❖ verifica periodica (es. annuale) delle velocità di cattura.

Richiesta e collaudo: il datore di lavoro deve specificare esigenze e fornire informazioni su processi, pericoli e sorgenti. Al fornitore vanno richiesti: facilità d'uso/manutenzione, indicatori di corretto funzionamento, formazione del personale, manuale d'uso, registro d'impianto. Dopo l'installazione è necessario il commissioning con relazione di collaudo (portate, pressioni, velocità di cattura, ecc.).

Capitolo 5 - Dispositivi di protezione individuale

Per l'esposizione a rischio chimico nelle lavorazioni delle materie plastiche, la scelta e l'utilizzo dei DPI sono fondamentali. L'uso dei DPI rientra tra le misure di protezione **individuali** e va adottato come ultima risorsa, quando non è possibile eliminare o ridurre sufficientemente il rischio con misure prioritarie (sostituzione, ciclo chiuso, aspirazione localizzata, ventilazione generale).

5.1. Protezione delle vie respiratorie

Le vie respiratorie sono particolarmente esposte a vapori, fumi e polveri.

- ❖ **Maschere con respiratori adatti:** necessarie in caso di ventilazione insufficiente o emergenze.
Esempio: per esposizione a stirene, in ambienti con vapori/gas organici con punto di ebollizione > 60 °C, filtro antigas di tipo A Classe 1.
- ❖ **Facciali filtranti e semimaschere:**
 - **FFP1:** per polveri; usate da addetti a movimentazione esterna, magazzino materie prime/aree di stoccaggio, reparto taglio e stampaggio/ritocco, manutenzione.
 - **FFP3:** per raffinatori, protezione dalla polvere.
 - **Semimaschere A2P3:** per addetti alla preparazione mescole e lavaggio bacinelle in area di spalmatura.
- ❖ **Miglioramenti consigliati:** sostituire FFP1 con FFP2 in sbavatura/carteggiatura per maggiore protezione.

5.2. Protezione cutanea

- ❖ **Guanti:**
 - in PVC o neoprene per contatto con sostanze chimiche (oli, grassi);
 - in neoprene o gomma per maggiore protezione rischio chimico;
 - guanti per rischio meccanico con finitura nitrilica: idonei solo per contatti estremamente limitati/accidentali con prodotti chimici;
 - guanti richiesti per qualsiasi manutenzione con protezioni rimosse.
- ❖ **Indumenti protettivi:**
 - **tute in Tyvek** per protezione corpo (addetti a movimentazione esterna, magazzino materie prime/aree di stoccaggio, reparto taglio e stampaggio/ritocco);
 - **grembiuli** in funzione dei materiali.

5.3. Protezione di occhi e viso

Fondamentale contro polveri, particelle, schizzi di sostanze chimiche o perossidi.

Gestione e criticità dei DPI

- ❖ **Selezione e fornitura:** i DPI devono essere selezionati per il rischio effettivo; riferimento alla Sezione 8 delle SDS, agli scenari di esposizione e al CSR per sostanze soggette ad autorizzazione REACH.
- ❖ **Formazione, informazione e addestramento:** i lavoratori devono ricevere formazione specifica su rischi chimici, precauzioni, misure di protezione e corretto uso dei DPI.

Capitolo 6 - Effetti sulla salute

Le attività nel settore della lavorazione delle materie plastiche espongono a numerosi agenti chimici pericolosi (materie prime, additivi, prodotti di degradazione termica, sostanze per la pulizia).

L'esposizione può avvenire per inalazione, contatto dermico o ingestione, con effetti locali o sistemici, acuti o cronici. La gravità dipende da sostanza, concentrazione, durata, materie prime, tecnologia, caratteristiche del luogo di lavoro e misure preventive adottate.

Di seguito gli effetti per organo/apparato, distinguendo tra **acuti** e **cronici**.

6.1. Sistema nervoso centrale e periferico

- ❖ **Acuti:** cefalea, sonnolenza, vertigini, obnubilamento, riduzione della vigilanza, fino a perdita di coscienza e coma, da inalazione/contatto di solventi (acetone, metiletilchetone-MEK, n-esano, toluene, xilene, cicloesano, eptano, metil-cicloesano, dicloropropano, metil-esano, metossi-propene, metossi-propanolo, etossi-metossi-etilene, ottene, butil-metilciclopropano, dimetil-eptene, dimetil-decano, decano, undecano, tetradecano). I vapori di idrocarburi clorurati possono indurre narcosi.
- ❖ **Diplopia** da intossicazioni acute da solventi clorurati (es. diclorometano).
- ❖ **Cronici:** neuropatia periferica sensitivo-motoria (con turbe dell'equilibrio) da esposizione cronica a solventi; Possibile sindrome psicorganica dopo esposizioni ripetute. Danni neurologici centrali e sospetti di cancerogenicità (leucemie, linfomi, mielomi multipli) associati a esposizioni croniche a solventi clorurati (diclorometano).

6.2. Apparato respiratorio

- ❖ **Acuti:** irritazione/sensibilizzazione vie aeree superiori, riniti, asma, rino-congiuntiviti, bronchiti da polveri (preparazione granulati e master), fumi e vapori di stampaggio, vapori di vernici/inchiostri, distaccanti. Isocianati (TDI, MDI, HDI) → irritazione, sintomi allergici/asmatici (H334), importante causa di asma professionale. "Febbre da fumi di polimero" dopo surriscaldamento di PVC e PTFE. Polmonite chimica da ingestione/penetrazione nelle vie respiratorie di alcuni alcoli e del toluene. Polveri inerti: patologie respiratorie.

- ❖ **Cronici:** asma bronchiale allergico (isocianati); broncopneumopatie croniche; patologie croniche e tumorali dell'apparato respiratorio da inalazione di polveri a struttura dura (minerali, polimeri cristallini) o fibre sintetiche, tramite processi infiammatori ripetuti.

6.3 Apparato tegumentario (pelle)

- ❖ **Acuti:** dermatiti irritative da sostanze fortemente acide/alcaline, solventi, oli minerali; eczema allergico da resine epossidiche, acriliche, fenol-formaldeidiche, solventi o additivi; isocianati come induttori allergici; ammine alifatiche sensibilizzanti. Ustioni da contatto con parti calde (carenature non segregate, schizzi di plastica fusa, adesivi termoplastici caldi) o da sostanze altamente reattive; possibili ustioni da radiofrequenza per contatto con parti metalliche calde del riscaldatore. Irritazione cutanea da ingredienti di oli lubrificanti. MEK e toluene: azione sgrassante e irritante.
- ❖ **Cronici:** dermatiti croniche associate a esposizione a irritanti e sensibilizzanti.

6.4 Apparato escretore

- ❖ Vie urinarie (vescica e reni) come bersaglio di cancerogeni chimici, tra cui ammine aromatiche (citata come malattia professionale da ammine alifatiche).

6.5 Occhi e vista

- ❖ **Acuti:** fenomeni irritativi/sensibilizzanti da polveri e sostanze chimiche irritanti; grave irritazione o lesioni oculari da solventi (MEK, toluene) e perossidi organici (fino a cecità se spruzzati negli occhi). Ingredienti in oli lubrificanti possono essere irritanti.

6.6 Sistema riproduttivo e fetale

- ❖ **Cronici/sviluppo:** ridotta fertilità e danni al feto possibili con **ftalati** (DEHP, DBP) considerati perturbatori endocrini. Il **MEK**, in test su animali, ha mostrato possibilità di tossicità per la riproduzione o lo sviluppo.

6.7 Rischio cancerogeno, mutageno e reprotossico

Alcuni prodotti intermedi possono avere caratteristiche cancerogene, mutagene e reprotossiche.

Capitolo 7 - SORVEGLIANZA SANITARIA

Il D.Lgs. 81/2008 definisce all'art. 2, lett. m), la **sorveglianza sanitaria** come "l'insieme degli atti medici finalizzati alla tutela della salute e sicurezza dei lavoratori, in relazione all'ambiente di lavoro, ai fattori di rischio professionali e alle modalità di svolgimento dell'attività lavorativa". La sorveglianza sanitaria è un atto clinico effettuato dal **medico competente**, reso obbligatorio dall'art. 41, comma 1, del D.Lgs. 81/08.

Ai sensi dell'art. 25 del D.Lgs. 81/2008, il medico competente: a) collabora con il datore di lavoro e con il servizio di prevenzione e protezione alla valutazione dei rischi, anche ai fini della programmazione, ove necessario, della sorveglianza sanitaria, alla predisposizione e attuazione delle misure per la tutela della salute e dell'integrità psico-fisica dei lavoratori, all'attività di formazione e informazione nei confronti dei lavoratori, per la parte di competenza; [...] b) programma ed effettua la sorveglianza sanitaria di cui all'art. 41 attraverso **protocolli sanitari** definiti in funzione dei rischi specifici e tenendo conto degli indirizzi scientifici più avanzati. I protocolli sanitari elaborati dal medico competente rappresentano lo strumento per effettuare il controllo sanitario dei lavoratori e comprendono, oltre alle tipologie di visita previste dall'art. 41, comma 2, del D.Lgs. 81/08, accertamenti integrativi (esami ematochimici e strumentali) e l'eventuale impiego del monitoraggio biologico. La definizione di un protocollo sanitario specifico per ciascuna azienda può essere considerata momento conclusivo dell'attività di valutazione dei rischi, nella quale il medico competente apporta un determinante contributo professionale.

La visita medica, di norma con periodicità **annuale**, dovrebbe essere mirata alla ricerca di segni e sintomi a livello degli apparati respiratorio, cutaneo e muscolo-scheletrico e, oltre all'espressione del **giudizio di idoneità**, a una sorveglianza epidemiologica continua della salute dei lavoratori, in particolare a livello di gruppo omogeneo.

L'espressione del giudizio di idoneità rappresenta l'atto conclusivo della sorveglianza sanitaria, finalizzato alla valutazione della compatibilità tra profilo di rischio e stato di salute e, come tale, deve pienamente perseguire gli obiettivi di tutela sia della salute sia della sicurezza dei lavoratori. Nel formulare il giudizio di idoneità, il medico competente deve considerare i **fattori di rischio** connessi alla mansione specifica, l'**ambiente di lavoro** e le **modalità di svolgimento dell'attività** lavorativa.

Il monitoraggio biologico rappresenta uno strumento imprescindibile per la valutazione e la gestione dei rischi professionali. La selezione dei test deve basarsi su criteri di efficienza ed efficacia, privilegiando indicatori caratterizzati da sensibilità e specificità adeguate ai livelli di esposizione attesi. Il monitoraggio biologico acquista un valore aggiunto se condotto contestualmente a quello ambientale. Questa integrazione consente di correlare l'esposizione esterna con l'assorbimento interno, fornendo un quadro più completo delle condizioni di rischio e una maggiore solidità nella valutazione dell'efficacia delle misure preventive.

L'impostazione di un programma di monitoraggio biologico per i lavoratori del settore plastico deve seguire una metodologia rigorosa basata sulla valutazione del rischio.

- ❖ Identificazione delle sostanze: Il primo passo è identificare le sostanze chimiche (es. monomeri, solventi, additivi, catalizzatori) a cui i lavoratori sono esposti.
- ❖ Selezione dei biomarcatori: Per ogni sostanza, si devono scegliere i biomarcatori appropriati. Questi possono essere la sostanza stessa, i suoi metaboliti o indicatori di effetto che riflettono una risposta biologica all'esposizione.
- ❖ Definizione dei tempi di prelievo: È cruciale stabilire il momento giusto per la raccolta dei campioni (es. sangue, urina). Ad esempio, i marcatori di esposizione a breve emivita devono essere misurati a fine turno, mentre quelli a lunga emivita possono essere misurati a fine settimana.
- ❖ Definizione dei valori di riferimento: I risultati devono essere interpretati confrontandoli con i valori limite biologici (BLV) stabiliti da organismi internazionali o nazionali, come l'ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists).

- ❖ Il medico competente dovrà focalizzarsi su tre tipologie di rischio principali: cancerogeni e mutageni, sensibilizzanti e agenti tossici sistemici e locali.

Particolare rilevanza assumono gli esami strumentali, come la spirometria, con eventuali approfondimenti specialistici in caso di alterazioni.

Oltre alla dimensione individuale, è indispensabile prevedere una valutazione complessiva dei risultati a livello di gruppo omogeneo. L'analisi aggregata consente di individuare tendenze, monitorare l'efficacia degli interventi preventivi e ottimizzare le strategie di gestione del rischio, rafforzando il processo decisionale in materia di salute e sicurezza sul lavoro. È essenziale considerare la sensibilità e la specificità dei test rispetto ai livelli di esposizione presunti.

Il **medico competente** inoltre **informa i lavoratori** sui risultati e sulle modalità della **sorveglianza sanitaria** cui sono sottoposti, spiegando il significato degli accertamenti effettuati e le eventuali implicazioni per la salute.

In particolare, per i lavoratori **esposti ad agenti cancerogeni o mutageni e chimici**, il medico deve evidenziare **l'importanza di sottoporsi a controlli sanitari anche dopo la cessazione dell'attività lavorativa**, poiché gli effetti di tali agenti possono manifestarsi anche a distanza di anni dall'esposizione.

Queste informazioni devono essere fornite in modo **chiaro e comprensibile**, per permettere al lavoratore di **partecipare attivamente alla tutela della propria salute**.

Il registro degli esposti ad agenti cancerogeni o mutageni è uno strumento previsto dal D.Lgs. 81/2008, articoli 242 e 243, con lo scopo di tenere traccia dei lavoratori esposti a tali sostanze e monitorare nel tempo gli effetti sulla salute.

In generale, il registro deve essere istituito quando, a seguito della valutazione dei rischi, si accerta o si sospetta un'esposizione a sostanze o miscele classificate come cancerogene o mutagene. Il registro viene istituito e aggiornato dal datore di lavoro, che ne assicura la gestione tramite il medico competente. Quest'ultimo deve anche annotare i lavoratori esposti e le informazioni relative alle condizioni di esposizione, al fine di garantire la sorveglianza sanitaria.

Nel caso specifico dei fumi di saldatura, sebbene la IARC li abbia classificati come cancerogeni per l'uomo (Gruppo 1), tale classificazione non è ancora recepita nella normativa europea. Pertanto, in assenza di esposizione a composti di Cromo VI, Nichel o Cadmio, non è obbligatoria l'istituzione del registro degli esposti.

NOTE

¹ Vedi anche CLP - Allegato I - Nota alle Tabelle 3.4.6 (Sens); 3.6.2 (Carc. 2); 3.7.2 (Reprotox); 3.8.3 (STOT SE Cat. 2); 3.9.4 (STOT RE 2 Cat. 2); 3.11.2 (ED HH Cat. 2); 4.2.2 (ED ENV Cat. 2), come modificate dal Reg707/2023

² Nota i criteri per l'identificazione delle sostanze PBT e vpvb sono elencati rispettivamente ai punti 1.1.1, 1.1.2 e 1.1.3 ed ai punti 1.2.1 e 1.2.2 dell'allegato XIII del REACH.

³ Nota l'obiettivo è garantire il buon funzionamento del mercato interno, assicurando al contempo che i rischi derivanti dalle SVHC siano adeguatamente controllati e che tali sostanze siano progressivamente sostituite da sostanze o tecnologie alternative idonee, ove queste siano economicamente e tecnicamente valide. Una volta concessa dalla Commissione europea, l'autorizzazione è soggetta alle condizioni descritte nella relazione sulla sicurezza chimica presentata nella domanda. (Art. 55 del REACH);

⁴ https://echa.europa.eu/it/candidatelisttable?p_p_id=disslists_WAR_disslistsportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&disslists_WAR_disslistsportlet_haz_detailed_concern=&disslists_WAR_disslistsportlet_orderByCol=dte_inclusion&disslists_WAR_d

⁵ A norma del Titolo VIII del REACH la restrizione è una misura intesa a tutelare la salute umana e l'ambiente dai rischi ritenuti inaccettabili che una sostanza (tal quale o come parte di una miscela o articolo) può comportare per cui se ne vieta o se ne limita la produzione, l'immissione sul mercato o l'uso. In determinati casi, una restrizione può prevedere condizioni specifiche quali misure tecniche o obblighi in materia di etichettatura.

⁶ Nota Le Aziende formulatrici hanno sviluppato strumenti utili per comunicare agli utilizzatori professionali /industriali informazioni sull'uso sicuro per le miscele tramite la eSDS (vedi approccio SUMI e LCID)

⁷ Se una sostanza è prodotta/ importata in quantitativi pari o superiori a 10 tonnellate l'anno e soddisfa i criteri di classificazione come pericolosa (secondo il CLP), o valutata come sostanze PBT o vPvB è necessario fornire una scheda di dati di sicurezza completa di scenari d'esposizione. Lo SE descrive le caratteristiche fisico-chimiche della sostanza, le condizioni d'uso e gli eventuali sistemi di gestione del rischio. «...A valle di queste informazioni sarà calcolato il rapporto di caratterizzazione del rischio: se esso è inferiore a 1, la sostanza potrà essere usata rispettando le condizioni operative e le misure di gestione del rischio descritte. Se, invece, le condizioni di uso o le misure di gestione del rischio sono diverse, prima di intraprendere una delle misure alternative, l'utilizzatore a valle potrà verificare l'equivalenza delle proprie condizioni di uso rispetto a quelle del fornitore mediante la procedura di scaling. Il calcolo dello scaling richiede competenze tecniche spesso non presenti in azienda. Per facilitare le imprese, l'Helpdesk nazionale REACH mette a disposizione un servizio gratuito realizzato dall'ENEA che, su richiesta, fornisce i risultati del calcolo.». REACH Helpdesk Servizio nazionale di assistenza alle imprese.

BIBLIOGRAFIA

1. E.B.E.R. Ente Bilaterale Emilia Romagna. Plastica. Impresa sicura. Bologna: Ente Bilaterale Emilia Romagna; 2002.
2. Tesseract.it. Attenzione a ciò che ci circonda: Gli Additivi nella Plastica e la Nostra Salute. Tesseract – new dimensions for the web.
3. Muscarella C, Govoni C. - Valutazione del rischio chimico: criticità emerse nelle esperienze di controllo e riflessioni sull'individuazione delle corrette misure di prevenzione e protezione. in: reach-osh 2019 Valutazione del Rischio; 2019 Ott 15; Bologna. 2019. p. 195-218.
4. Guida operativa EU-OSHA per il monitoraggio biologico nei luoghi di lavoro. Lavorofacile.it. 2025 Apr 22;
5. Certifico Srl. Il monitoraggio biologico. Certifico S.r.l. 2023 Feb 09 [citato 2024 Ott 26]. Disponibile da: <https://www.certifico.com/id/11184>.
6. Industria della plastica. In: Encyclopaedia of Occupational Health and Safety. 3a ed. documento del 2011 Feb 26.
7. Federchimica Confindustria. La Valutazione del Rischio Chimico secondo il D.Lgs. n. 81/2008 e s.m.i.: analisi e commenti. Collana Editoriale del Comitato Igiene Industriale N. 4. Federchimica Confindustria; 2017 Mag.
8. Vega Engineering. Linee Guida Inail Per Un Sistema Di Gestione Sicurezza Nel Settore Gomma Plastica. Vega Engineering. 2015 Mar 20.
9. Dipartimento Sanità Pubblica – SPSAL- MO50. Lista di controllo “rischio chimico stampaggio materie plastiche”. Rev 2. Dipartimento Sanità Pubblica – SPSAL- MO50; 2017 Sep 25.
10. Di Stefano D. Maria Grazia Petronio (Medici per l'ambiente): “Ecco i rischi ell'esposizione alla plastica”. EconomiaCircolare.com. 2024 Mag 24.
11. Giannelli M, Monechi G, Oliva G. Ricerca n. B/67-26/DOC/00: “I profili di rischio nei comparti produttivi dell'artigianato, delle piccole e medie industrie e pubblici esercizi: Plastica (estrusione)”. Firenze: I.S.P.E.S.L. Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro, Azienda USL 10 di Firenze; 2005 Giu.
12. Casciani M, Santantonio P. Profilo Di Rischio Nel Comparto Plastica Stampata. Roma: IGEAM s.r.l. Servizi e studi per lo sviluppo sostenibile; 1999.
13. Campisi L. – “Proposta Di Un Indice Globale Di Gestione Del Rischio Chimico Per Orientare Le Aziende Nella Programmazione Di Budget E Delle Risorse Umane” [tesi di laurea]. Pisa: Università di Pisa; 2014.
14. Saretto G, Bertani G, Macchi L, Cirila PE, Foà V, Bertazzi PA, Castoldi MR, Calderini D, Ferrario F, Marchese E, Fustinoni S, Martinotti I, Buratti M, Longhi O, Taronna M, Tiso C, Boni M, Cappai L, Carcano L, Chiarion I, Iametti C, Landoni A, Mondini D, Perrone G, Cavallo D, Barbassa E, contributors. “Vademecum Per Il Miglioramento Della Sicurezza E Della Salute Nello Stampaggio Di Plastica”. Milano: Regione Lombardia; 2009 Dic 21.
15. USL Toscana Centro. Il medico competente ed il rischio chimico. uslcentro.toscana.it.