

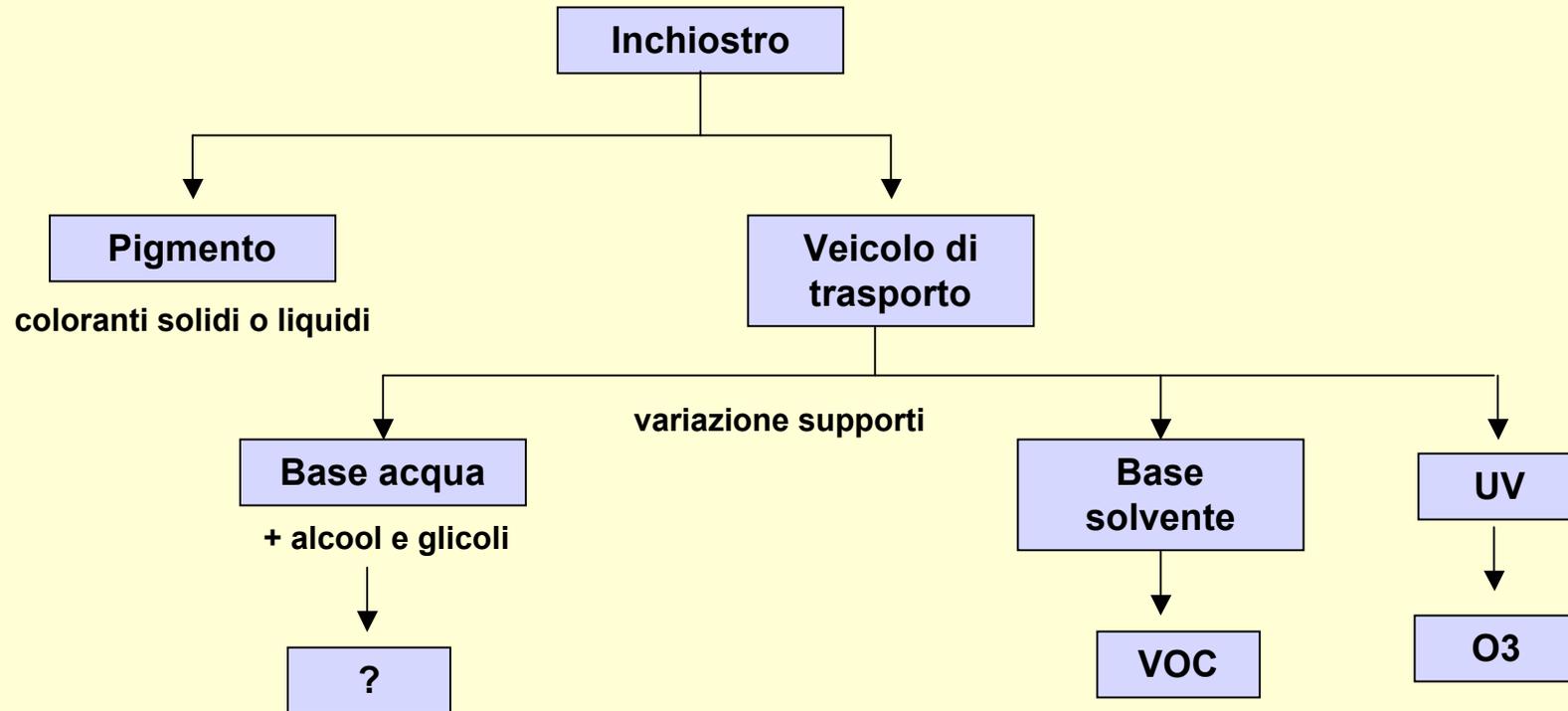
## **Standard fisici per gli inchiostri offset e flexo**

26 Novembre 2008 – CSQ - Centro Stampa Quotidiani, Erbusco (BS)

# **Aspetti correlati alla sicurezza di utilizzo degli inchiostri (COV, Biodegradabilità, Smaltimento)**

Fabrizio Meliga, Direttore S.C. Medicina del Lavoro e Prevenzione Infezioni  
Azienda Ospedaliera C.T.O./Maria Adelaide - Torino

# Inchiostri



## **Inchiostri a solvente**

**La recente evoluzione della flessografia è legata in gran parte alle nuove normative europee miranti a ridurre le emissioni di composti organici volatili (VOC) nell'atmosfera. Da allora gli stampatori che utilizzano inchiostri a solvente devono dotarsi di inceneritori di vapore. Già da qualche anno gli stampatori che impiegano inchiostri a solvente hanno l'obbligo di bruciare i solventi o di rigenerarli per il riutilizzo nella fabbricazione degli inchiostri e dei prodotti di lavaggio. Le normative variano in funzione dei volumi trattati, ma anche del Paese e della regione. In generale, per rispettarle, gli stampatori optano per l'uso di una caldaia di recupero dei VOC.**

## **Inchiostri a base acquosa**

**Gli inchiostri ad acqua, onnipresenti nel cartone e in misura minore nella carta, si stanno evolvendo anche per la stampa su film plastici e altri supporti non assorbenti. Ampiamente utilizzati sui supporti porosi (in particolare il cartone ondulato), oggi gli inchiostri ad acqua si imprimono anche su film, ma non sempre con la stessa rapidità. In termini di inquinamento atmosferico gli inchiostri ad acqua sono la scelta migliore. L'inchiostro è al centro del dibattito ecologico. Gli stampatori possono passare agli inchiostri ad acqua o dotare le macchine di aspiratori di solventi. E tuttavia occorre anche considerare che gli scarichi acquosi vanno ritrattati presso le stazioni di depurazione. Non bisogna dimenticare infatti che anche i rifiuti acquosi vanno smaltiti in modo «pulito» e che le acque utilizzate vanno poi depurate.**

## Inchiostri UV

**Nel settore delle etichette, gli inchiostri a solvente stanno passando il testimone agli inchiostri UV (non-volatili e si induriscono con l'esposizione ai raggi UV, il monomero, infatti, viene polimerizzato da una fonte di luce UV presente nella stampante, e forma uno strato solido di colorante sulla superficie del supporto). Grazie all'assenza di emissioni di composti organici volatili, questi inchiostri soddisfano l'esigenza odierna di garantire un ambiente di lavoro più sano e più sicuro e facilitano il rispetto delle normative a tutela dell'ambiente. Sono apprezzati in particolare per le etichette adesive in quanto garantiscono un'ottima qualità di stampa di punti e tratti. Aderiscono alla maggior parte dei supporti e sono caratterizzati da un'elevata brillantezza e da una grande resistenza all'abrasione. Dal punto di vista ambientale, gli inchiostri che asciugano ai raggi ultravioletti rappresentano una valida alternativa, in quanto non producono emissioni di VOC. Generano tuttavia una certa quantità di ozono che deve essere smaltita e trattata.**

## Classificazione dei composti organici indoor (WHO, 1989)

| Gruppo   | Sigla | Punto di Ebollizione (°C) |
|--|-------|---------------------------|
| Composti organici molto volatili   | VVOC  | < 0 - 50/100              |
| Composti organici volatili<br>Idrocarburi alifatici<br>Idrocarburi aromatici<br>Idrocarburi alogenati<br>Terpeni<br>Aldeidi<br>Esteri e chetoni<br>Alcooli | VOC   | 50/100 - 240/260          |
| Composti organici semivolatili<br>Antiparassitari<br>Idrocarburi aromatici policiclici<br>Plastificanti  | SVOC  | 240/260 - 380/400         |
| Composti organici associati a materia particolata o materia organica particolata   | POM   | > 380                     |

## Composti organici volatili (VOC)

- Composti organici con punto di ebollizione tra 50-100 °C e 240-260 °C: idrocarburi alifatici, aromatici e clorurati, aldeidi, terpeni, alcoli, esteri e chetoni.  
Formaldeidi ed altre aldeidi.
- Le concentrazioni indoor sono generalmente superiori a quelle rilevabili nell'aria esterna.  
In un singolo campione d'aria indoor vengono determinati più di 30 composti organici volatili; ciascun composto raramente eccede una concentrazione di 50 µg/m<sup>3</sup>, mentre la concentrazione totale complessiva di VOC é generalmente inferiore ai 3 mg/m<sup>3</sup>.
- Fonti indoor: occupanti, fumo di sigaretta, strumenti di lavoro, materiali vari, aria esterna.
- Effetti sulla salute: disagio sensoriale, irritazione delle mucose, alterazioni S.N.C., effetti genotossici.

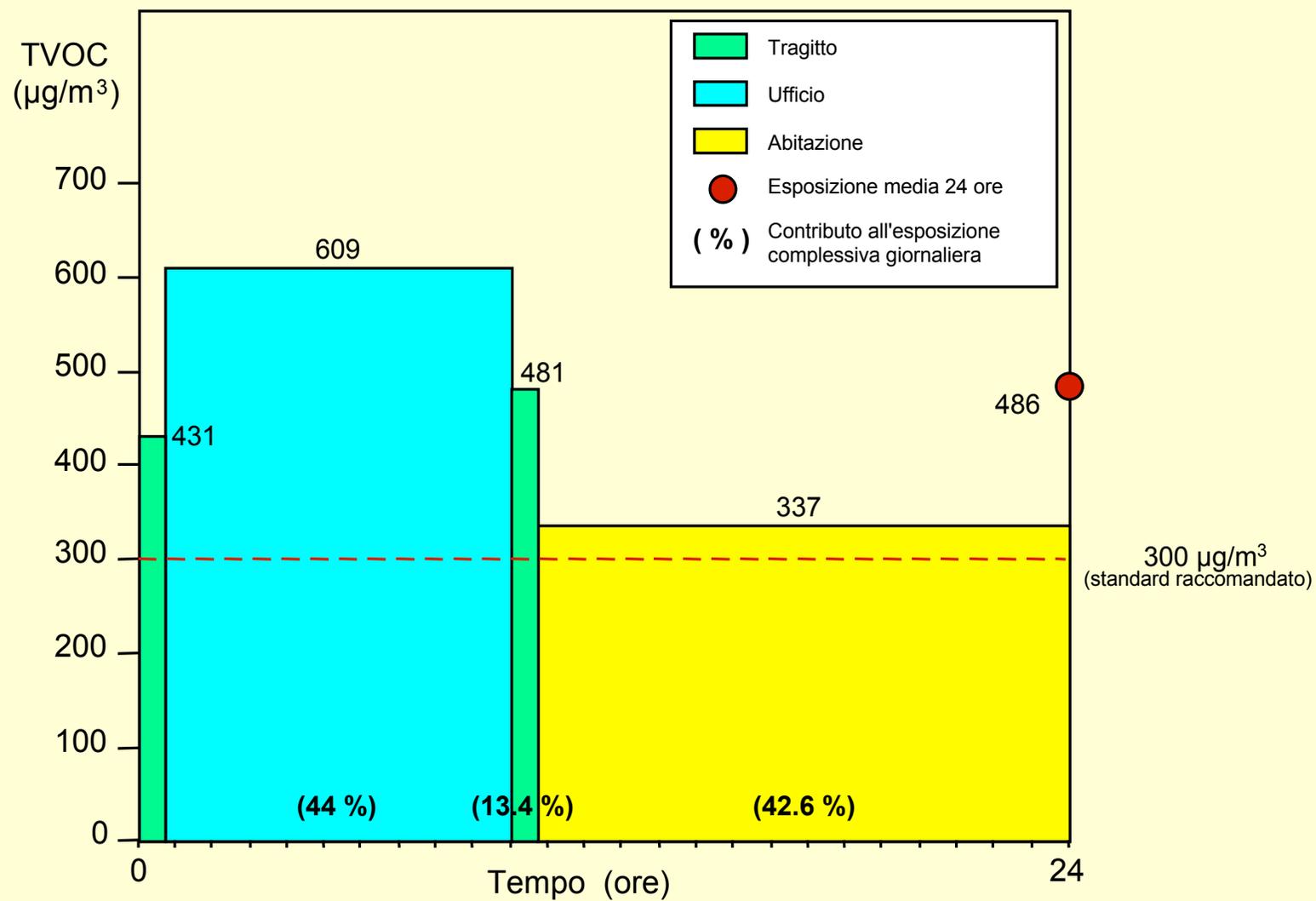
## Emissioni di VOC da prodotti edilizi, per l'arredo e la pulizia (Levin, 1992)

| Prodotti   | $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$ | Prodotti                                | $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$ |
|--|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
| <b>MATERIALI PRIMARI</b>                               |                                   | <b>PRODOTTI PER LA POSA</b>             |                                   |
| -Getti di cemento                                      | < 5                               | -Colla per tappezzerie (dopo 24 ore)    | 270.000                           |
| -Cartongesso   | 30                                | -Adesivo per moquette (dopo 24 ore)     | 100.000                           |
| -Polistirolo espanso nuovo                             | 200                               | -Sigillante siliconico (dopo 10 ore)    | 13.000                            |
| <b>PAVIMENTI</b>                                       |                                   | <b>FINITURE</b>                         |                                   |
| -Moquette posata (dopo 1 ora)                          | 400                               | -Pittura acrilica                       | 430                               |
| -Pavimento vinilico posato (dopo 1h)                   | 22.000                            | -Vernice poliuretana per legno          | 9.000                             |
| -Linoleum posato                                       | 600                               | -Vernice per pavimenti                  | 4.700                             |
| -Legno di pino non trattato, in opera                  | 215                               | -Tappezzeria vinilica                   | 100                               |
| <b>ARREDI</b>  |                                   | <b>PRODOTTI PER L'IGIENE</b>            |                                   |
| -Poltrona da ufficio                                   | 1.060                             | -Detergente/disinfettante per pavimenti | 35.000                            |
| -Pannello truciolare con elevata conc. di formaldeide. | 2.000                             | -Lucidante per mobili                   | 27.000                            |

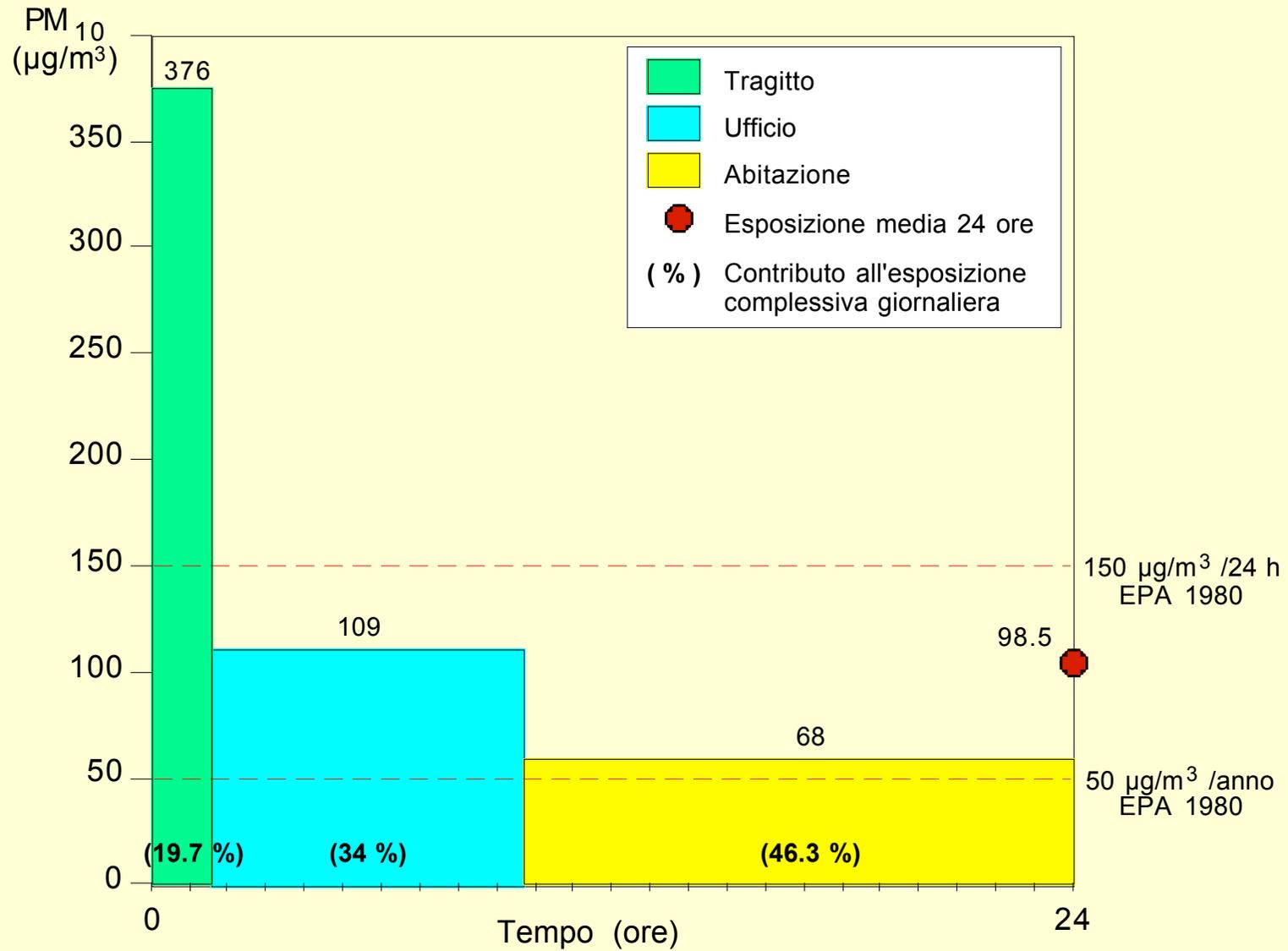
**Concentrazioni di composti organici volatili totali (TVOC- $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
misurate in edifici a diversa destinazione d'uso  
nella città di Milano**

|   |         | <b>Indoor</b> | <b>Outdoor</b> |
|---|---------|---------------|----------------|
| Edifici scolastici                            | n°      | 40            | 10             |
|   | mediana | 1755          | 270            |
|   | range   | 17 - 13600    | 23 - 1580      |
| Edificio uso uffici<br>ventilazione meccanica | n°      | 59            | 16             |
|   | mediana | 425           | 317            |
|   | range   | 14 - 8873     | 29 - 1682      |
| Edificio uso uffici<br>ventilazione naturale  | n°      | 34            | 9              |
|   | mediana | 363           | 157            |
|   | range   | 50 - 5873     | 45 - 497       |
| Edificio uso uffici<br>ventilazione meccanica | n°      | 16            | 4              |
|   | mediana | 610           | 428            |
|   | range   | 205 - 3361    | 255 - 602      |

## Esposizione a VOC totali nei singoli ambienti e nelle 24 ore



## Esposizione a PM<sub>10</sub> nei singoli ambienti e nelle 24 ore



## **Effetti sulla salute dei composti organici volatili**

**La gravità degli effetti sulla salute dei composti organici volatili varia da composto a composto.**

**L'esposizione ai VOC può provocare effetti sia acuti che cronici, a seconda della concentrazione e della durata.**

**Gli effetti acuti possono includere irritazioni agli occhi, naso, gola; mal di testa, nausea, vertigini, asma.**

**Per esposizioni ad alte concentrazioni molti di questi composti chimici possono causare effetti cronici come danni ai reni, al fegato, al sistema nervoso centrale, fino a provocare il cancro (nel caso particolare del benzene e della formaldeide).**

**I soggetti maggiormente predisposti ad ammalarsi sono quelli con problemi respiratori (come l'asma), i giovani, gli anziani e le persone particolarmente sensibili ai composti chimici.**

## Effetti sulla salute dei composti organici volatili a diversi livelli di esposizione

| Inquinante         | Livello di esposizione        | Effetti   |
|--------------------|-------------------------------|---|
| <b>VOCs</b>        | 1 - 10 mg/m <sup>3</sup>      | Irritazione mucose  |
|                    | 5 - 20 mg/m <sup>3</sup>      | Effetti neurocomportamentali                                    |
|                    | > 20 mg/m <sup>3</sup>        | Effetti sensoriali, neurotossici, epatotossici                  |
| <b>Alcuni VOCs</b> |                               | Tumori  |
| <b>Formaldeide</b> | 0.06 - 0.12 mg/m <sup>3</sup> | Soglia olfattiva  |
|                    | 0.1 - 1.9 mg/m <sup>3</sup>   | Irritazione oculare   |
|                    | 0.1 - 3.1 mg/m <sup>3</sup>   | Irritazione prime vie aeree                                     |
|                    | 5.0 - 6.2 mg/m <sup>3</sup>   | Lacrimazione, effetti polmonari per esposizione a lungo termine |
|                    | 37 - 60 mg/m <sup>3</sup>     | Polmonite, edema polmonare                                      |

## **Ozono – Effetti sulla salute**

I principali effetti dell'O<sub>3</sub> si evidenziano a carico delle vie respiratorie dove si ha l'induzione di una risposta infiammatoria ed alterazioni della permeabilità sia degli epitelii di rivestimento che degli endoteli vascolari. L'insieme di queste alterazioni determina una riduzione della funzione polmonare, comparsa di iper-reattività bronchiale fino alla possibile insorgenza di edema polmonare. L'induzione di una risposta infiammatoria in seguito ad esposizione ad O<sub>3</sub> è indicata da vari studi sperimentali. Dopo esposizione ad O<sub>3</sub> è stata dimostrata la presenza nel liquido di lavaggio nasale e bronchiale sia di elevate quantità di granulociti neutrofili che di vari mediatori della flogosi come prostaglandine ed interleuchine (prostaglandina-E<sub>2</sub> ed interleuchina-6).

In particolare, si ritiene che tale gas inquinante induca una risposta flogistica attraverso i tre seguenti meccanismi:

- a) modificazione della permeabilità cellulare per fenomeni di perossidazione dei lipidi di membrana;
- b) alterazioni della permeabilità delle vie respiratorie per azione distruttiva diretta sui componenti citoscheletrici cellulari;
- c) rilascio da parte delle cellule epiteliali ed endoteliali del microcircolo alveolare di vari mediatori pro-infiammatori (citochine, fibronectina, fattore attivante le piastrine, vari metaboliti dell'acido arachidonico).

Alcuni Autori, tuttavia, ritengono che le concentrazioni di ozono che si raggiungono, dopo inalazione, a livello delle vie aeree inferiori non siano sufficienti per indurre di per se stesse un danno diretto sulle mucose respiratorie. In tal caso è stato ipotizzato che a basse concentrazioni l'ozono potrebbe modificare, per fenomeni di ossidazione, i componenti molecolari del sottile strato di muco che riveste le vie respiratorie con conseguenti alterazioni della sua viscosità (modificazioni qualitative delle glicoproteine del muco, fenomeni di ipersecrezione delle muco-proteine, ipertrofia ed iperplasia delle cellule e delle ghiandole mucipare) e formazione di composti tossici secondari dotati di attività pro-infiammatoria.

# Ozono – Effetti sulla salute

**Aumento della mortalità:** Dati inconclusivi per la difficoltà di separare l'effetto dell'ozono da quello degli altri inquinanti.

**Maggiore frequenza di crisi asmatiche:** Effetto evidenziato in vari studi; appare potenziato dalla esposizione concomitante ad altri inquinanti atmosferici.

**Maggiore incidenza di malattie respiratorie:** I dati sono insufficienti a stabilire un nesso causale tra l'ozono e le malattie dell'apparato respiratorio.

**Peggioramento delle condizioni cliniche di soggetti affetti da malattie croniche respiratorie (quali asma e bronco-pneumopatie cronico-ostruttive):** Vi sono sufficienti evidenze scientifiche che l'ozono, come altri inquinanti atmosferici, è in grado di aggravare tali malattie. In particolare è stato evidenziato: una maggiore frequenza di ricoveri per asma e BCPO; l'aumento di visite mediche ospedaliere per asma e malattie respiratorie; la riduzione degli indici di funzionalità respiratoria; la comparsa di sintomi respiratori in seguito a episodi di inquinamento da ozono; altri sintomi quali cefalea e disturbi del sonno.

# **Inchiostri Stampa Offset**

**Gli inchiostri da stampa a base di solvente sono ancora i più utilizzati per la stampa rotocalcografica. Seguendo l'esempio di Germania e Regno Unito, nonché in accordo con le prescrizioni normative emanate con la direttiva 1999/13/CE, si sta esercitando uno sforzo per conseguire la progressiva riduzione nell'industria offset dell'uso dei solventi organici tradizionali, infiammabili e tossici per la salute umana e l'ambiente.**

**Studi recenti condotti in Germania quantificano il tasso di inalazione medio per un lavoratore dell'industria litografica:**

- un lavoratore esposto a solventi organici con punto di infiammabilità <21°C inala quotidianamente 5.5 Litri di vapori e gas emessi**
- un lavoratore esposto a solventi organici con punto di infiammabilità compreso tra 21°C e 55°C inala quotidianamente 1.7 Litri di vapori e gas emessi**
- un lavoratore esposto a solventi organici alto-bollenti con punto di infiammabilità >55°C inala quotidianamente 0.025 Litri di vapori e gas emessi**
- un lavoratore esposto a solventi organici a base di esteri vegetali con punto di infiammabilità >55°C inala quotidianamente 0.007 Litri di vapori e gas emessi**

# Inchiostri Stampa Offset

Conseguentemente, scopo dell'azione dell'Autorità di controllo e prevenzione dei rischi sui luoghi di lavoro, e specificatamente dell'industria Offset, è suggerire l'utilizzo di solventi organici di nuova generazione che presentino le seguenti caratteristiche minime:

- Punto di Infiammabilità  $>55^{\circ}\text{C}$
- Concentrazione di Benzolo  $<0.1\%$
- Concentrazione di Toluene e Xilene  $<1\%$
- Concentrazione di Aromatici ( $<C9$ )  $<1\%$

L'esperienza fino ad ora maturata porta ad escludere di conseguenza i preparati contenenti le seguenti sostanze:

- Idrocarburi Alogenati
- Terpeni (Acido Citrico e derivati degli agrumi)
- n-Esano
- Ammine