

La sicurezza chimica nei laboratori professionalizzanti

La sicurezza chimica nei laboratori professionalizzanti

- La sicurezza chimica coinvolge la totalità delle esperienze professionalizzanti in ambito tecnico scientifico

Nella Scienze e Tecnologie Alimentari:

- Laboratorio di Analisi Chimiche
- Laboratorio di Tecnologie Alimentari
- Laboratorio di Microbiologia
- Laboratorio di macchine e impianti
- Laboratorio di Produzioni Animali e Vegetali

Molti prodotti chimici e molte operazioni che si compiono in laboratorio sono in effetti “**pericolose**”. Occorre però distinguere fra “**pericolo**” e “**rischio**”.

- La **pericolosità** di un prodotto chimico e/o di una operazione è rappresentata dalla loro capacità intrinseca di causare effetti nocivi sugli esseri umani e sull'ambiente.

- Il **rischio** è la probabilità che tali effetti si verifichino.

Noi non siamo in grado di modificare la pericolosità di un dato prodotto o di un processo; possiamo però **minimizzare** (idealmente, annullare) i rischi connessi con il suo impiego.

Rischi di tipo igienico ambientali (rischi per la SALUTE-malattie croniche o acute)

(rischi da esposizione prolungata ad agenti e/o fattori nocivi potenzialmente presenti nell'ambiente di lavoro a valori tali da alterare i normali parametri igienico ambientali del luogo di lavoro con effetti nocivi sulla salute degli operatori esposti)

Rischi di tipo infortunistico (rischi per la SICUREZZA-infortuni o morte)

- 1) Rischi di lesioni per ferite da taglio**
- 2) Rischi di lesioni da ustioni termiche**
- 3) Rischi di lesioni connesse all'impiego di apparecchiature operanti sotto pressione o vuoto**
- 4) Rischi di lesioni da elettrocuzione**
- 5) Rischi di lesioni dovute a manipolazione di sostanze chimiche**
 - 5-1) Rischi da incendio ed esplosione**
 - 5-2) Rischi da contatto, ingestione, inalazione di sostanze corrosive e/o tossiche e/o irritanti**

Rischi di tipo igienico ambientali (rischi per la SALUTE-malattie croniche o acute)

Agenti di tipo chimico

(esposizione per contatto e/o ingestione e/o inalazione, di gas, vapori, fumi, nebbie e polveri di sostanze inquinanti)

Agenti di tipo fisico

(esposizione a rumore, vibrazione, ultrasuoni, parametri microclimatici alterati, radiazioni ionizzanti e non ionizzanti-ottiche , radiofrequenze, microonde, carichi manuali)

Valori limite di esposizione:

I valori limite rappresentano le concentrazioni ambientali degli inquinanti alle quali si presume, sulla base delle attuali conoscenze scientifiche, che un soggetto sano possa trovarsi esposto senza risentire effetti genericamente dannosi per la sua salute nell'arco della sua vita lavorativa.

Per tali valori non esistono, al momento, in Italia dei disposti di legge; tuttavia essi vengono presi come indici di riferimento nella valutazione delle condizioni igienico-ambientali, attraverso un confronto «ragionato» con le concentrazioni ambientali riscontrate.

Come indici di riferimento vengono presi i TLV (Threshold limit values) proposti annualmente dall'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) e inseriti nella maggior parte dei contratti nazionali di lavoro.

I TLV si dividono in:

TLV - TWA

•rappresentano le **concentrazioni medie nell'arco delle otto ore lavorative**, alle quali un lavoratore può trovarsi giornalmente esposto senza risentire effetti dannosi. Tali valori medi possono subire temporanee escursioni al di sopra degli stessi purché compensante da equivalenti escursioni al di sotto in modo da mantenere il rispetto della media giornaliera (T.W.A. = Time Weighted Average).

NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards

Introduction
Search the Pocket Guide
Chemical Names, Synonyms and Trade Names
CAS Numbers
RTECS Numbers
Appendices

NIOSH
f Recommend 2 | Tweet | Share

Search the Pocket Guide

SEARCH

Enter search terms separated by spaces.

n-Hexane

Synonyms & Trade Names Hexane, Hexyl hydride, normal-Hexane

CAS No. 110-54-3	RTECS No. MN9275000	DOT ID & Guide 1208 128
Formula CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₃	Conversion 1 ppm = 3.53 mg/m ³	IDLH 1100 ppm [10%LEL] See: 110543
Exposure Limits NIOSH REL : TWA 50 ppm (180 mg/m ³) OSHA PEL : TWA 500 ppm (1800 mg/m ³)		
Measurement Methods NIOSH 1500, 3800 OSHA 7 See: NMAM or OSHA Methods		

Order NIOSH Publications
Order Online
1-800-CDC-INFO
Order from NTIS

Contact Us:
National Institute Occupational Safety and Health (NIOSH)
Centers for Disease Control and Prevention
800-CDC-INFO

HYDROCARBONS, BP 36°-216 °C 1500

FORMULA: Table 1 MW: Table 1 CAS: Table 1 RTECS: Table 1

METHOD: 1500, Issue 3 EVALUATION: PARTIAL Issue 1: 15 August 1990 Issue 3: 15 March 2003

OSHA : Table 2
NIOSH: Table 2
ACGIH: Table 2

PROPERTIES: Table 1

COMPOUNDS: (Synonyms in Table 1)	cyclohexane cyclohexene n-decane n-dodecane	n-heptane n-hexane methylcyclohexane n-nonane	n-octane n-pentane n-undecane
----------------------------------	--	--	-------------------------------------

SAMPLING		MEASUREMENT	
SAMPLER:	SOLID SORBENT TUBE [1] (coconut shell charcoal, 100 mg/50 mg)	TECHNIQUE:	GAS CHROMATOGRAPHY, FID [1]
FLOW RATE:	Table 3	ANALYTE:	Hydrocarbons listed above
VOL-MIN:	Table 3	DESORPTION:	1 mL CS ₂ ; stand 30 min
VOL-MAX:	Table 3	INJECTION VOLUME:	1 µL
SHIPMENT:	Routine	TEMPERATURES	
SAMPLE STABILITY:	30 days @ 5 °C	-INJECTION:	250 °C
BLANKS:	10% of samples	-DETECTOR:	300 °C
		-COLUMN:	35 °C (8 min)- 230 °C (1 min) ramp (7.5 °C/min)
		CARRIER GAS:	Helium, 1 mL/min
		COLUMN:	Capillary, fused silica, 30 m x 0.32-mm ID; 3.00-µm film 100% dimethyl polysiloxane
		CALIBRATION:	Solutions of analytes in CS ₂
		RANGE:	Table 4
		ESTIMATED LOD:	Table 4
		PRECISION (S):	Table 4

ACCURACY

RANGE STUDIED:	Table 3
BIAS:	Table 3
OVERALL PRECISION (S _r):	Table 3
ACCURACY:	Table 3

APPLICABILITY: This method may be used for simultaneous measurements; however, interactions between analytes may reduce breakthrough volumes and alter analyte recovery.

INTERFERENCES: At high humidity, the breakthrough volumes may be reduced. Other volatile organic solvents such as alcohols, ketones, ethers, and halogenated hydrocarbons are potential interferences.

OTHER METHODS: This method is an update for NMAM 1500 issued on August 15, 1994 [2] which was based on methods from the 2nd edition of the NIOSH Manual of Analytical Methods: S28, cyclohexane [3]; S82, cyclohexene [3]; S89, heptane [3]; S90, hexane [3]; S94, methylcyclohexane [3]; S378, octane [4]; and S379, pentane [4].

(TLV-STEL) Valore limite di soglia – limite per breve tempo di esposizione (short time exposition level):

Concentrazione alla quale si ritiene che i lavoratori possono essere esposti continuativamente per breve periodo di tempo ovvero come esposizione media ponderata su un periodo di 15 minuti, che non deve mai essere superata nella giornata lavorativa anche se la media ponderata su 8 ore è inferiore al TLV.

Valore Limite di Soglia - Valore di Tetto TLV-C (Threshold Limit Values – Ceiling):

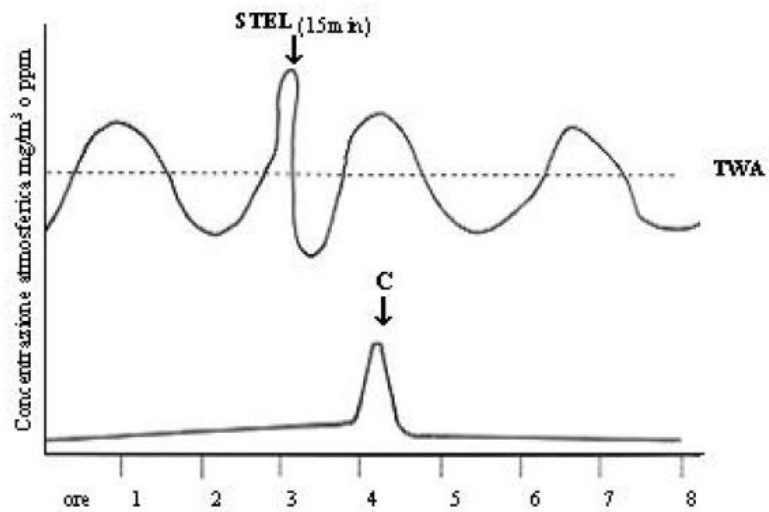
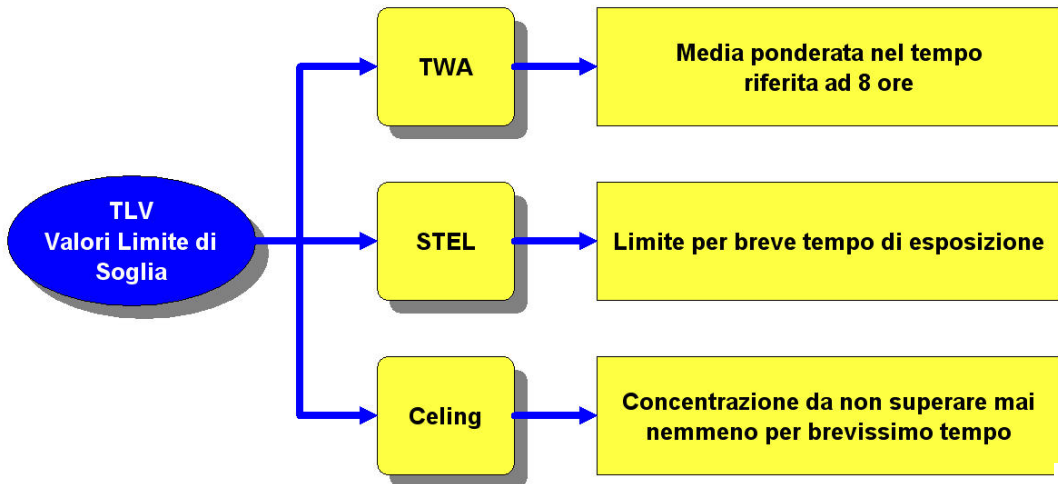
è la concentrazione che non deve essere superata, neanche un istante, durante il tempo di esposizione prodottosi durante l'attività lavorativa. E' un parametro importante per i gas irritanti.

La notazione "cute" (skin) che accompagna a volte il nome chimico della sostanza esprime la possibilità di assorbimento cutaneo e quindi il contributo, offerto dalla sostanza a cui si è esposti, a fenomeni di assorbimento da parte delle mucose e degli occhi, a seguito di contatto sia con i vapori, che diretto.

Valori limite di esposizione:

Valori di concentrazioni ambientali degli inquinanti, che un soggetto sano possa trovarsi esposto senza risentire effetti dannosi nell'arco della sua vita lavorativa.

Come indici di riferimento vengono presi i TLV (Threshold Limit Values)



LA NORMATIVA

Il titolo IX del D. Lgs. 81/08, come modificato dal D. Lgs. 106/09, richiede di effettuare la valutazione del rischio chimico in ogni attività che utilizzi sostanze o preparati pericolosi per la salute e per la sicurezza.

La valutazione è un obbligo del datore di lavoro nella cui attività vengono utilizzati agenti chimici pericolosi a qualunque scopo. Il datore di lavoro deve effettuare la valutazione del rischio chimico in modo preventivo all'inizio dell'attività che comportino l'uso di agenti chimici pericolosi.

Il legislatore stesso fornisce indicazioni circa gli strumenti che possono essere utilizzati per effettuare la valutazione del rischio chimico. E' infatti possibile utilizzare stime grossolane di rischio, modelli di calcolo o misurazioni ambientali e/o personali.

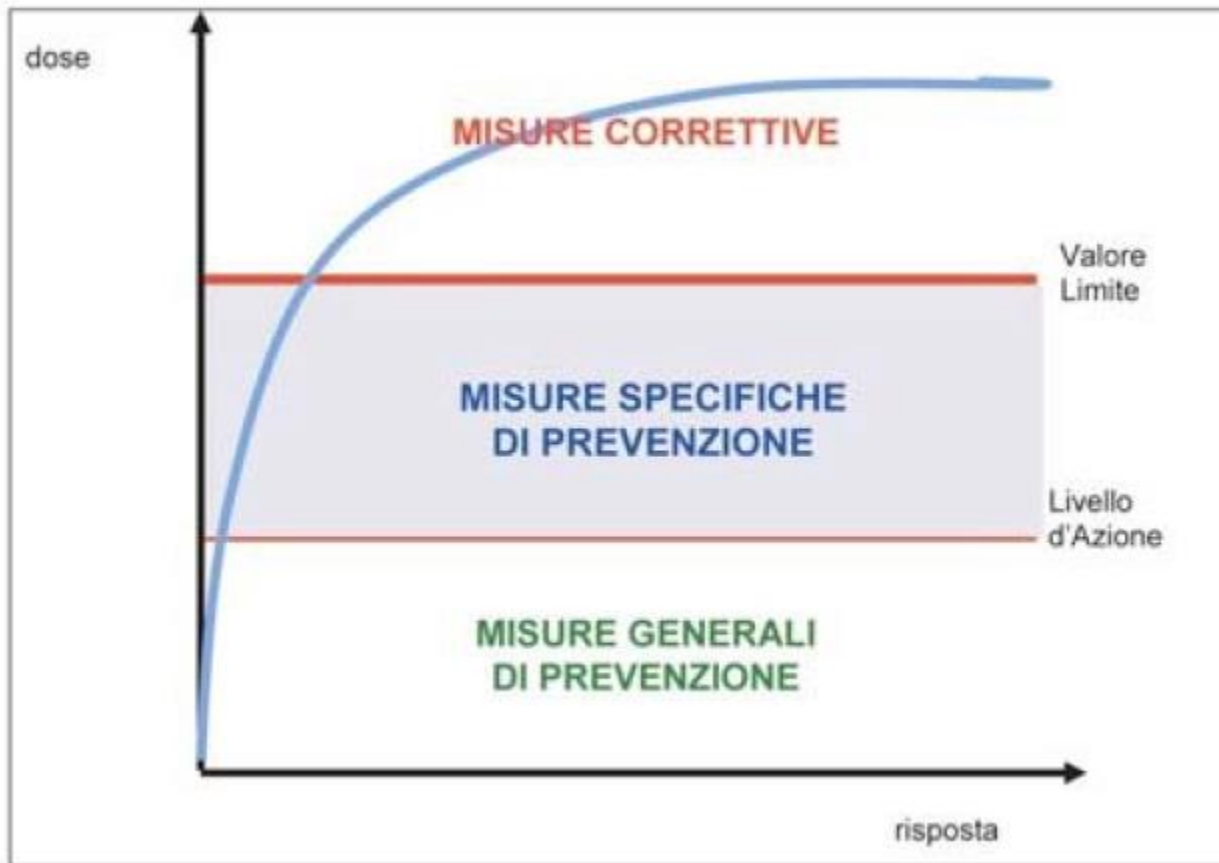
Le stime qualitative sono possibili nelle situazioni ben definite sia come livelli di rischio che come caratteristiche del rischio. I modelli di calcolo sono da utilizzarsi nei casi in cui non sono noti a priori i livelli di rischio e servono quindi a quantificarli.

Le misure degli inquinanti invece possono essere utilizzate per verificare il superamento dei valori limite, per verificare l'efficacia delle misure di prevenzione e protezione messe in atto o per approfondire l'analisi del rischio di situazioni rimaste nell'incertezza.

La valutazione del rischio chimico deve essere effettuata preliminarmente all'inizio dell'attività in cui vi è eventuale presenza di agenti chimici pericolosi per la salute e per la sicurezza ed ha inizio con il censimento di tutte le sostanze e preparati presenti nel ciclo lavorativo.

Il documento di valutazione del rischio deve contenere le seguenti informazioni (art. 223 D. Lgs. 81/08):

1. analisi del processo lavorativo e classificazione delle mansioni;
2. identificazione degli agenti chimici pericolosi;
3. proprietà pericolose degli agenti chimici identificati;
4. le informazioni sulla salute e sicurezza comunicate dal produttore o dal fornitore tramite la relativa scheda di sicurezza predisposta ai sensi dei decreti legislativi 3 febbraio 1997, n. 52 e 16 luglio 1998, n. 285 e successive modifiche; oppure, in alternativa, le informazioni ricavate dalla letteratura scientifica;
5. il livello, il tipo e la durata dell'esposizione;
6. le circostanze in cui viene svolto il lavoro in presenza di tali agenti, compresa la quantità degli stessi;
7. i valori limite di esposizione professionale o i valori limite biologici;
8. gli effetti delle misure preventive e protettive adottate o da adottare;
9. le eventuali azioni di sorveglianza sanitaria già intraprese;
10. la definizione del livello di rischio per ogni sostanza "irrilevante per la salute e basso per la sicurezza" o meno secondo l'art. 224 del Nuovo Testo unico D. Lgs. 81/08 (che nel D. Lgs. 626/94 veniva definito con il termine "moderato") anche attraverso l'utilizzo di modelli e/o algoritmi. La valutazione dei rischi per la salute segue il modello universale della curva dose-risposta (fig. 1).



Su questa curva possono essere stabiliti 2 livelli di soglia: il valore limite ed il livello di azione.

Il primo indica il livello di esposizione che non deve essere superato; il secondo il livello a cui scatta l'obbligo di adottare misure di prevenzione specifiche (sorveglianza sanitaria, formazione, DPI, sistemi di prevenzione collettiva, ecc.), si tratta cioè di un livello a cui il lavoratore può essere esposto a condizione che vengano adottate le misure preventive.

Generalmente al di sopra del valore limite la maggior parte dei lavoratori corre il rischio di ammalarsi, mentre tra il livello di azione ed il valore limite verosimilmente si possono ammalare solo i soggetti ipersuscettibili.

Al di sotto del livello di azione, infine, l'esposizione è talmente bassa che nessun lavoratore (nemmeno un ipersuscettibile) può ragionevolmente ammalarsi.

In ogni caso il livello di azione corrisponde per definizione alla soglia al di sotto della quale non sono necessarie le misure di prevenzione specifiche; non è ammissibile classificare una lavorazione al di sotto del livello di azione per effetto dell'abbattimento dell'esposizione ottenuto adottando le misure specifiche.

In base a criteri, metodi e finalità della valutazione si distinguono tre situazioni molto diverse (fig. 2).



Fig. 2 curva dose/risposta, confronto con i livelli di rischio

A) Valutazione preliminare del rischio

Costituisce il primo approccio ad una situazione in cui sono presenti agenti chimici pericolosi. Si basa su dati informativi (documentali e di osservazione) come le schede di sicurezza delle sostanze o dei preparati usati, i quantitativi, i tempi di esposizione, le caratteristiche del lavoro, ecc.

In base all'esito della valutazione preliminare si può procedere ad una valutazione approfondita ovvero si può concludere che non è necessario procedere ulteriormente.

In quest'ultimo caso presumibilmente, dalle informazioni preliminari è stato possibile concludere che l'esposizione è inequivocabilmente al di sotto del livello di azione (rischio irrilevante).

B) Valutazione approfondita del rischio (caso di specie)

In tutti i casi in cui la valutazione preliminare non consente di giungere ad una definizione di rischio certa, si rende necessario una valutazione più approfondita qualitativa e quantitativa che prevede l'utilizzo di algoritmi o misure ambientali. In questo caso in base all'esito della valutazione si può concludere sia che l'esposizione sia sopra il livello di azione, sia che sia al di sotto (rischio irrilevante).

C) Verifica del rispetto del valore limite di esposizione

Prevede obbligatoriamente il ricorso a misure ambientali e si riferisca a tutte quelle situazioni che non solo superano il livello di azione, ma che potrebbero superare anche il valore limite. Quindi le misure ambientali non sono sempre necessarie, ma solo quando non vi è altro modo di verificare il rispetto del valore limite di esposizione.

Se analizziamo poi le azioni che devono essere intraprese in caso di superamento dei valori limite, vediamo che esse devono essere tutte estremamente tempestive. Quindi l'eventuale monitoraggio ambientale non può essere sporadico, il riscontro di un eventuale superamento dei valori limite ponderati non può essere occasionale, ma occorre stabilire una funzione di probabilità di superamento di tali limiti in base alla quale pianificare anche la frequenza dei controlli

Il livello di rischio

La definizione del livello di rischio da agenti chimici pericolosi deve avvenire per ogni sostanza utilizzata nell'ambiente di lavoro, e la definizione di tale giudizio può avvenire utilizzando o meno modelli matematici.

Nel caso di attività in cui l'esposizione di un lavoratore ad una sostanza pericolosa proviene da più sorgenti (es.: da prodotti diversi) sarà necessario considerare l'esposizione totale.

Nel caso di attività lavorative che espongono uno stesso lavoratore a più agenti chimici pericolosi la valutazione del rischio dovrà tenere conto anche degli effetti sinergici e combinatori, se necessario verranno utilizzate concentrazioni miscela.

Nei casi in cui è prevedibile una notevole esposizione ad agenti chimici pericolosi, come la manutenzione o le operazioni di bonifica di siti inquinati, il datore di lavoro considera gli effetti sulla salute e la sicurezza anche se le condizioni di pericolo permangono dopo aver adottato tutte le misure tecniche possibili.

Nel caso di attività lavorative che espongono uno stesso lavoratore a più agenti chimici pericolosi la valutazione del rischio dovrà tenere conto, come detto, anche degli effetti sinergici e combinatori.

Caratteristiche dei modelli di calcolo del rischio

Per avere risultati accettabili dai modelli è necessario che:

1. La valutazione sia effettuata per sostanza e per mansione
2. Deve tenere conto dei requisiti minimi previsti dall'art. 224
3. Nel calcolo del livello di rischio *irrelevante* non si deve tenere conto delle misure specifiche previste dall'art. 225
4. Devono essere calcolati gli effetti di coesposizione e quelli cumulativi
5. Si devono poter valutare tutte le sostanze pericolose
6. I criteri di valutazione devono essere coerenti con quelli adottati per le misure degli inquinanti (sostanza e non preparato)
7. Devono essere note le caratteristiche di ogni modello utilizzato
8. I risultati offerti dal modello devono essere più protettivi di quelli ottenuti con le misure

Requisiti minimi previsti dalla norma:

- a. la valutazione dei rischi deve essere effettuata per ogni agente chimico pericoloso sia per la salute che per la sicurezza;
- b. deve considerare le proprietà pericolose;
- c. deve considerare il livello, il tipo e la durata dell'esposizione;
- d. deve considerare le circostanze in cui viene svolto il lavoro in presenza di tali agenti, compresa la quantità degli stessi;
- e. deve riferirsi ai TLV.

VALUTAZIONE DEI RISCHI

La procedura di valutazione del rischio di esposizione ad **agenti chimici pericolosi** nelle attività dei laboratori didattici e di ricerca, come il caso di specie, assume una fisionomia del tutto diversa - e quindi particolare - da quella normalmente utilizzata per valutare attività che, per le loro modalità di esecuzione, si affrontano presumendo livelli di emissione sufficientemente costanti nel tempo e per le quali è significativo procedere, quando necessario, con indagini ambientali al fine di confrontare i risultati con i valori limite di riferimento.

Nelle attività di laboratorio, come è noto, vengono invece utilizzate una moltitudine di sostanze chimiche dalle caratteristiche tossicologiche più disparate, in quantità molto piccole e per tempi di esposizione molto brevi.

PRIMA FASE: "INDIVIDUAZIONE DEI PERICOLI"

un'analisi puntuale delle caratteristiche strutturali dei laboratori, degli impianti e apparecchiature esistenti, delle sostanze utilizzate, dei tempi di esposizione, delle procedure individuate e di quanto altro possa essere utile per ottenere la massima conoscenza della situazione di fatto.

VERIFICARE:

- ❖ **possibilità di sostituzione o riduzione degli agenti:** trattandosi di attività di ricerca in uno specifico settore, è molto difficile, in genere, avere la possibilità di sostituirli. Riguardo alle quantità utilizzate nelle singole sperimentazioni, esse sono limitate a quelle minime necessarie per l'esperimento e di solito molto basse;
- ❖ **contenimento dell'esposizione:** occorre verificare l'idoneità delle attrezzature e degli impianti, l'esistenza di dettagliate procedure, l'attuazione di specifici programmi di formazione, l'effettivo utilizzo sistematico delle cappe e l'uso corretto di appropriati DPI; in caso positivo si potrà affermare che il livello d'esposizione è ridotto al valore più basso tecnicamente possibile;
- ❖ **numero dei lavoratori che possono esser esposti:** nelle attività sperimentali, in genere il lavoro è affidato ad un numero prestabilito di operatori, sufficiente per raggiungere le finalità previste;
- ❖ **formazione e informazione:** va tenuto conto del grado di formazione e della professionalità degli operatori negli ambienti di ricerca (non trascurando che talvolta la ricerca segue protocolli specifici di sicurezza e d'igiene validati a livello internazionale dai responsabili della ricerca stessa) e dei responsabili della didattica;
- ❖ **misure tecniche, organizzative e procedurali:** sono da valutare quelle adottate ripetendo che le misure di prevenzione e protezione di carattere generale devono essere prioritarie a qualunque altra valutazione;
- ❖ **situazioni incidentali con esposizioni anomale per i lavoratori:** devono essere ipotizzati i possibili eventi tenendo presente che:

Esempio di scheda individuale per raccogliere i dati sull'esposizione

Cognome: Nome: Mese di riferimento (1): 2011

Agente chimico pericoloso	n° CAS	Fraasi di rischio (Rxy) (2)	Tempo d'uso (minuti) (3)	Quantità d'uso (g/ml) (4)	Quantità stoccata (g/ml) (5)

La scheda deve contenere:

- ✓ i dati individuativi e la tipologia del laboratorio
- ✓ il nome e la firma dell'operatore che compila la scheda
- ✓ il nome e la firma del responsabile del laboratorio

Per ogni sostanza chimica pericolosa sono prese in considerazione le caratteristiche di pericolosità intrinseca confrontate con gli interventi di prevenzione e protezione attuati e utili a mantenere sotto controllo il rischio connesso; la procedura va poi ripetuta per tutte le sostanze adoperate dallo stesso lavoratore nel mese di riferimento così da poter ricavare un valore somma indicativo (livello "L" d'esposizione complessivo) che tenga conto di tutti gli agenti utilizzati nel periodo.

Per ogni *iesima* sostanza pericolosa utilizzata da ciascun operatore si ricava un valore L_i ; i valori L_i ottenuti per ogni sostanza sono sommati fra loro per esprimere l'esposizione totale L di quel dato operatore ipotizzando in via cautelativa, come detto, che tutte le sostanze dichiarate come utilizzate in un mese siano state utilizzate in un solo giorno in quantità pari al consumo settimanale mediato.

Questa metodologia rappresenta uno strumento semplice e significativo, purché si tenga presente, si ripete, che i parametri impiegati non hanno valore assoluto e sono presi in considerazione, di volta in volta, in funzione delle differenti caratteristiche della sostanza analizzata, dell'ambiente e delle modalità operative. Posto che i pericoli da agenti chimici sono rappresentati dalle sostanze pericolose indicate negli Allegati 2, sulla base di quanto sopra sono stati determinati i parametri che sono necessari ad effettuare la valutazione dei rischi e che, come previsto dalla norma, sono, nel rapporto tra operatore e agente chimico:

- le proprietà intrinseche pericolose dell'agente;
- il livello d'esposizione dell'operatore;
- il tipo di esposizione dell'operatore;
- la durata di esposizione dell'operatore;
- la quantità stoccata (presente nel laboratorio);
- il valore limite dell'agente;
- le misure preventive e protettive adottate;
- i mezzi di prevenzione e protezione.

Verificare i requisiti strutturali:

- ❖ la presenza di cappe chimiche efficienti;
- ❖ l'esistenza di procedure scritte e formazione specifica;
- ❖ l'uso di indumenti protettivi;
- ❖ l'uso di occhiali;
- ❖ l'uso di guanti;
- ❖ l'impiego obbligatorio di propipette;
- ❖ la presenza di rilevatori gas con blocco di flusso;
- ❖ la presenza di armadi aspirati;
- ❖ le porte antincendio;
- ❖ gli armadi per acidi o basi;
- ❖ la raccolta e smaltimento separato di acidi, basi e solventi organici;
- ❖ l'adeguatezza degli impianti elettrici e di quello di distribuzione del gas;
- ❖ la presenza di estintori portatili e di sistemi fissi antincendio.

SECONDA FASE: "DETERMINAZIONE DEI RISCHI"

L'esame dell'ambiente «laboratorio di ricerca», delle attrezzature e delle procedure mostra che è costante la presenza contemporanea del "fattore di pericolo" con l'elemento "uomo" e pertanto ne discende che tutti i "pericoli" conseguenti all'uso delle sostanze pericolose dichiarate rappresentano altrettanti "rischi" per il personale stesso.

Per quanto riguarda la possibilità di sostituzione o di riduzione degli agenti è evidente che, trattandosi di attività di ricerca, non è pensabile di non utilizzare le sostanze più idonee anche se altamente pericolose; ciò vale anche per i chemioterapici antiblastici, i cancerogeni ed i mutageni poiché è indispensabile usare tali sostanze in quanto solo queste sono in grado di interferire con i processi cellulari (spesso questo è ciò che rende una sostanza in grado di modificare i meccanismi di riproduzione cellulare e quindi cancerogena/mutagena); **è impossibile pertanto ipotizzare la sostituzione delle citate sostanze.**

Relativamente alle quantità utilizzate nelle singole sperimentazioni esse sono sempre molto basse e limitate alle minime quantità necessarie per l'esperimento.

Per il contenimento dell'esposizione non è possibile ipotizzare l'uso di un sistema chiuso omogeneo stante le diversità delle modalità di impiego delle diverse sostanze; si è potuto però verificare che la tipologia delle attrezzature e degli impianti, la preparazione specifica del personale, l'uso di idonei DPI consentono di affermare che il livello di esposizione è ridotto al valore più basso tecnicamente possibile.

Viste le bassissime quantità di sostanze chimiche pericolose utilizzate in ciascuna sperimentazione e le ugualmente basse quantità comunque presenti sul luogo di lavoro non sono ipotizzabili situazioni incidentali con esposizioni anomale per i lavoratori perché anche un versamento casuale può essere facilmente contenuto, raccolto e destinato allo smaltimento in totale sicurezza.

TERZA FASE: "VALUTAZIONE DEI RISCHI CHIMICI PERICOLOSI"

La valutazione del rischio chimico in un laboratorio di ricerca, svolta utilizzando la presente metodologia, si avvale della formula seguente:

$$Lt = \sum_{i=1}^n \frac{R_i * T_i * E_i * Q_i * D_i * A_i}{K_i * TLV_i}$$

Estratto dalle Linee guida ISPESL per la valutazione del rischio durante l'impiego di agenti chimici pericolosi – Prof. Dario Santoro e Dr. Sandro Giambattistelli

Al fine di determinare i rischi si dovranno prendere in considerazione tutti gli elementi caratterizzanti l'esposizione secondo il seguente algoritmo:

ove:

$$L_t = \sum_{i=1}^n \frac{R_i * T_i * E_i * Q_i * D_i * A_i}{K_i * TLV_i}$$

L_t è il livello globale d'esposizione del singolo lavoratore agli "n" agenti chimici pericolosi;

R_i è la somma dei corrispondenti "**fattori di pericolo**" caratterizzanti le proprietà pericolose "R" dello iesimo agente chimico pericoloso, indicati dalle specifiche frasi di rischio;

T_i è la somma dei corrispondenti "**fattori di esposizione**" caratterizzanti il tipo d'esposizione allo iesimo agente chimico pericoloso;

E_i è dato dal valore del "**fattore di durata**" corrispondente al tempo d'esposizione allo iesimo agente chimico pericoloso nel mese di riferimento;

Q_i è dato dal valore del "**fattore d'uso**" corrispondente alla quantità dello iesimo agente chimico pericoloso adoperata nel mese di riferimento;

D_i è dato dal valore del "**fattore di quantità**" corrispondente alla quantità dello iesimo agente chimico pericoloso detenuta nel laboratorio nel mese di riferimento;

A_i è dato dal valore del "**fattore di lavoro**" corrispondente alle circostanze di lavoro in cui è utilizzato lo iesimo agente chimico pericoloso;

K_i è il fattore di prevenzione e protezione del lavoratore corrispondente al prodotto dei fattori relativi agli elementi di sicurezza e d'igiene presenti ed efficaci contro i rischi dello iesimo agente;

TLV_i è il valore limite della sostanza di riferimento preferendo, quando esistente, il TLV a breve termine.

Nell'algoritmo sono contenuti i parametri che saranno necessari per eseguire la valutazione dei rischi e che, come previsto dalla norma, devono riferirsi a:

- proprietà pericolose dell'agente chimico;
- modalità d'impiego;
- livello d'esposizione;
- tipo di esposizione;
- durata di esposizione;
- quantità stoccata;
- valore limite di esposizione all'agente;
- misure preventive e protettive adottate;
- dispositivi di prevenzione e protezione.

Tabella 1
Coefficienti di rischio in funzione della pericolosità dell'agente

Fraasi di rischio "R"	Coefficiente
- cancerogena, mutagena, altamente tossica (T+), esplodente:	2,5
- tossica (T), tossica per la riproduzione, possibile cancerogena o mutagena; altamente infiammabile (F+), chimicamente instabile, provoca gravi ustioni:	2,0
- nociva (Xn), corrosiva (C), comburente (O), facilmente infiammabile (F), provoca ustioni:	1,6
- irritante (Xi), fonte d'accensione, sensibilizzante, infiammabile:	1,2

Ti: dipende dalle modalità con cui può essere espletata l'azione dannosa (s la Tabella 2) **da parte dell'agente** (cioè se per ingestione, contatto cutaneo o inalazione combinazione delle tre).

Tabella 2
Fattori di esposizione in funzione del tipo di esposizione

Tipo di esposizione "T"	Fattore di esposizione
- inalazione:	1,3
- contatto con la pelle o con gli occhi:	1,2
- ingestione:	1,1

Ei: parametro legato alla durata dell'esposizione

Si ipotizza che la durata dell'esposizione mensile, espressa in minuti e divisa per 4 (ossia le quattro settimane del mese), sia concentrata in un solo giorno; questo tempo d'esposizione va poi diviso per un fattore di tempo (il cui significato è stato chiarito in precedenza) che tiene conto della categoria del TLV dell'agente stesso nel modo seguente:

per TLV-TWA \longrightarrow fattore 480 (esposizione media ponderata distribuita in una giornata di 8 ore ossia 480 minuti);

per TLV-STEL \longrightarrow fattore 60 (esposizione media ponderata distribuita in 60 minuti);

per TLV-Ceiling \longrightarrow fattore 15 (esposizione media ponderata distribuita in 15 minuti).

Pertanto il coefficiente E_i sarà dato dai minuti d'esposizione mensile dichiarati divisi per 4, a loro volta divisi per il fattore tempo corrispondente in base alla categoria del TLV (ossia 480 min, 60 min o 15 min).

Qi: parametro legato alla quantità utilizzata

Anche in questo caso le quantità mensili "q" dichiarate nelle schede vanno divise per quattro, ossia le quattro settimane del mese, per avere la quantità reale corretta concentrata in un giorno. Nella Tabella 3 sono evidenziati i fattori d'uso in funzione della quantità utilizzata.

Tabella 3	
Quantità di agenti chimici usata e fattore d'uso	
Quantità utilizzata "Q"	Fattore d'uso
$Q \leq 1 \text{ g (ml)}$	1
$1 \text{ g (ml)} < Q \leq 10 \text{ g (ml)}$	2
$10 \text{ g (ml)} < Q \leq 100 \text{ g (ml)}$	4
$100 \text{ g (ml)} < Q \leq 1 \text{ Kg (l)}$	6
$1 \text{ Kg (l)} < Q \leq 5 \text{ Kg (l)}$	8
$Q > 5 \text{ Kg (l)}$	10

Per $Q \leq 1 \text{ g (ml)}$, ossia per quantità assai modeste, non è realistico approssimare utilizzando i fattori e pertanto si può anche considerare la quantità reale divisa per quattro.

Di: parametro legato alla quantità in stoccaggio

Vanno raccolti - tramite apposite schede compilate da ciascun responsabile di Laboratorio - i dati relativi alle quantità significative presenti nel proprio laboratorio per ciascuna sostanza fermo restando che, in caso di presenza di quantità rilevanti, è obbligatorio che le stesse siano riposte in appositi locali di stoccaggio o appositi contenitori.

Nella quantità "D" (a cui corrisponde un fattore di quantità come riportato nella Tabella 4) sono inclusi tutti gli agenti chimici pericolosi presenti nel laboratorio, esclusa la quantità contenuta negli appositi armadi di sicurezza od in altri locali.

Tabella 4	
Quantità in stoccaggio e fattore di quantità	
Quantità in stoccaggio "D"	Fattore di quantità
D = 0	1,0
$0 < D \leq 100 \text{ g (ml)}$	1,1
$100 \text{ g (ml)} < D \leq 1 \text{ Kg (l)}$	1,2
$1 \text{ Kg (l)} < D \leq 10 \text{ Kg (l)}$	1,4
$10 \text{ Kg (l)} < D \leq 50 \text{ Kg (l)}$	1,8
$D > 50 \text{ Kg (l)}$	2,0

Ai: parametro legato al tipo d'attività lavorativa

A questo corrisponde un fattore di lavoro come riportato nella Tabella 5:

Tabella 5	
Tipo di attività lavorativa e fattore di lavoro	
Tipo di attività lavorativa "A"	Fattore di lavoro
A1: manutenzione	1,5
A2: normale lavoro	1,0
A3: pulizia	0,5

Caratterizzazione dei fattori di prevenzione e protezione

Successivamente si procede in questa fase ad esaminare gli elementi utili per impedire o limitare il contatto fra operatore e sostanza chimica pericolosa, chiamati fattori di prevenzione e protezione, a ciascuno dei quali è stato assegnato un valore maggiore di 1, qualora tale fattore è presente, pari ad 1 se è assente (ved. Tabella 6):

Ki: fattori di prevenzione e protezione

Tabella 6		
Fattore di prevenzione e protezione	Valore	
	presente	assente
Cappa efficiente	2,0	1
Procedure scritte e formazione specifica	1,5	1
Indumenti protettivi	1,3	1
Occhiali	1,4	1
Guanti	1,3	1
Propipette obbligatorie	1,3	1
Rilevatori gas con blocco flusso	1,4	1
Armadi aspirati	1,6	1
Impianti elettrici stagni	1,4	1
Porte antincendio	1,5	1
Maschera specifica	1,5	1
Raccolta separata acidi, basi, infiammabili	1,4	1
Armadi antincendio	1,4	1
Estintori	1,4	1
Assenza di proprietà infiammabili	2,9	1

QUARTA FASE: "MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE"

Misure generali preventive e protettive adottate o da adottare

Al fine di ridurre il rischio di esposizione dei lavoratori ad agenti chimici pericolosi occorre adottare opportune misure generali di tutela quali:

1. la sostituzione di ciò che è pericoloso con ciò che non lo è, o è meno pericoloso. E' opportuno adottare questa misura già in fase di progettazione di una nuova attività lavorativa privilegiando ove possibile processi e sostanze meno pericolose;
2. la progettazione di adeguati processi lavorativi e controlli tecnici, nonché l'uso di attrezzature e materiali adeguati, al fine di evitare o ridurre al minimo il rilascio di agenti chimici pericolosi che possano presentare un rischio per la sicurezza e la salute dei lavoratori sul luogo di lavoro;
3. la fornitura di attrezzature idonee per il lavoro specifico e le relative procedure di manutenzione;
4. la riduzione al minimo del numero di lavoratori che sono o potrebbero essere esposti;
5. la riduzione al minimo della durata e dell'intensità dell'esposizione;
6. le misure igieniche adeguate;
7. la riduzione al minimo della quantità di agenti presenti sul luogo di lavoro in funzione delle necessità della lavorazione;
8. l'applicazione di misure di protezione collettive alla fonte del rischio, quali un'adeguata ventilazione e appropriate misure organizzative;
9. l'applicazione di misure di protezione individuali, comprese le attrezzature di protezione individuali, qualora non si riesca a prevenire con altri mezzi l'esposizione;
10. i 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 tali agenti chimici.

Le azioni di sorveglianza sanitaria già intraprese

Il datore di lavoro conserva e prende in considerazione i risultati della sorveglianza sanitaria già intraprese allo scopo di integrare la valutazione del rischio e di utilizzare l'esito di tali accertamento per definire correttamente i livelli di rischio.

Al fine di migliorare le condizioni della sicurezza e dell'igiene all'interno dei Laboratori sono state individuate le seguenti ulteriori misure di prevenzione e protezione atte ad eliminare o ridurre i relativi rischi dovuti agli agenti chimici utilizzati:

elenco esemplificativo:

1. sottoporre a sorveglianza sanitaria (la cui periodicità e le modalità saranno stabilite dal Medico competente) per rischi da agenti chimici pericolosi il personale esposto.

2. fornire addestramento e formazione periodica specifica - specie al personale neoassunto - sulle modalità d'uso degli agenti chimici comunque pericolosi, sull'uso delle attrezzature di sicurezza in dotazione, inclusi i DPI, e sulle modalità di manutenzione delle stesse, nonché sui nuovi criteri, dettati dal CLP, relativi alla classificazione, etichettatura ed imballaggio delle sostanze e delle miscele pericolose; i relativi corsi debbono essere registrati e verificati.

3. osservare scrupolosamente, prima della manipolazione degli agenti, le prescrizioni contenute nelle relative schede di sicurezza; predisporre, per gli agenti chimici pericolosi ed i cancerogeni, opportune procedure scritte relative al loro utilizzo in sicurezza, al trasporto ed alla scarica; prevedere, in particolare, procedure scritte, da affiggere, da adottare in caso di incidenti prevedibili (versamenti, rotture, incendi, ecc.).

4. con riferimento ai Laboratori ove è risultato un valore "Lt" > 0,1 sarà necessario intervenire con urgenza per informare e formare coloro che ne fanno parte circa le modalità d'uso degli agenti chimici pericolosi.

5. far verificare periodicamente il numero dei ricambi d'aria nei laboratori in modo che non sia mai inferiore al valore previsto dalla norma e la verifica dell'efficienza delle cappe; far effettuare periodicamente la pulizia dei filtri dei condizionatori.

6. vigilare sulla corretta manutenzione degli estintori antincendio e dotare tutti i Laboratori di una cassetta di primo soccorso.

7. organizzare la raccolta e lo smaltimento separato di acidi, basi e solventi organici;

8. effettuare periodicamente la consistenza e l'efficienza dei DP e dei DPI specifici in dotazione ai lavoratori; instaurare, ove non presente, la tenuta di appositi registri per ciascun laboratorio.

9. far rispettare, scrupolosamente, il divieto di accesso ai laboratori al personale non addetto ai lavori.

10. aggiornare la segnaletica di sicurezza in base ai nuovi pittogrammi introdotti dal CLP.

11. ecc. ecc.