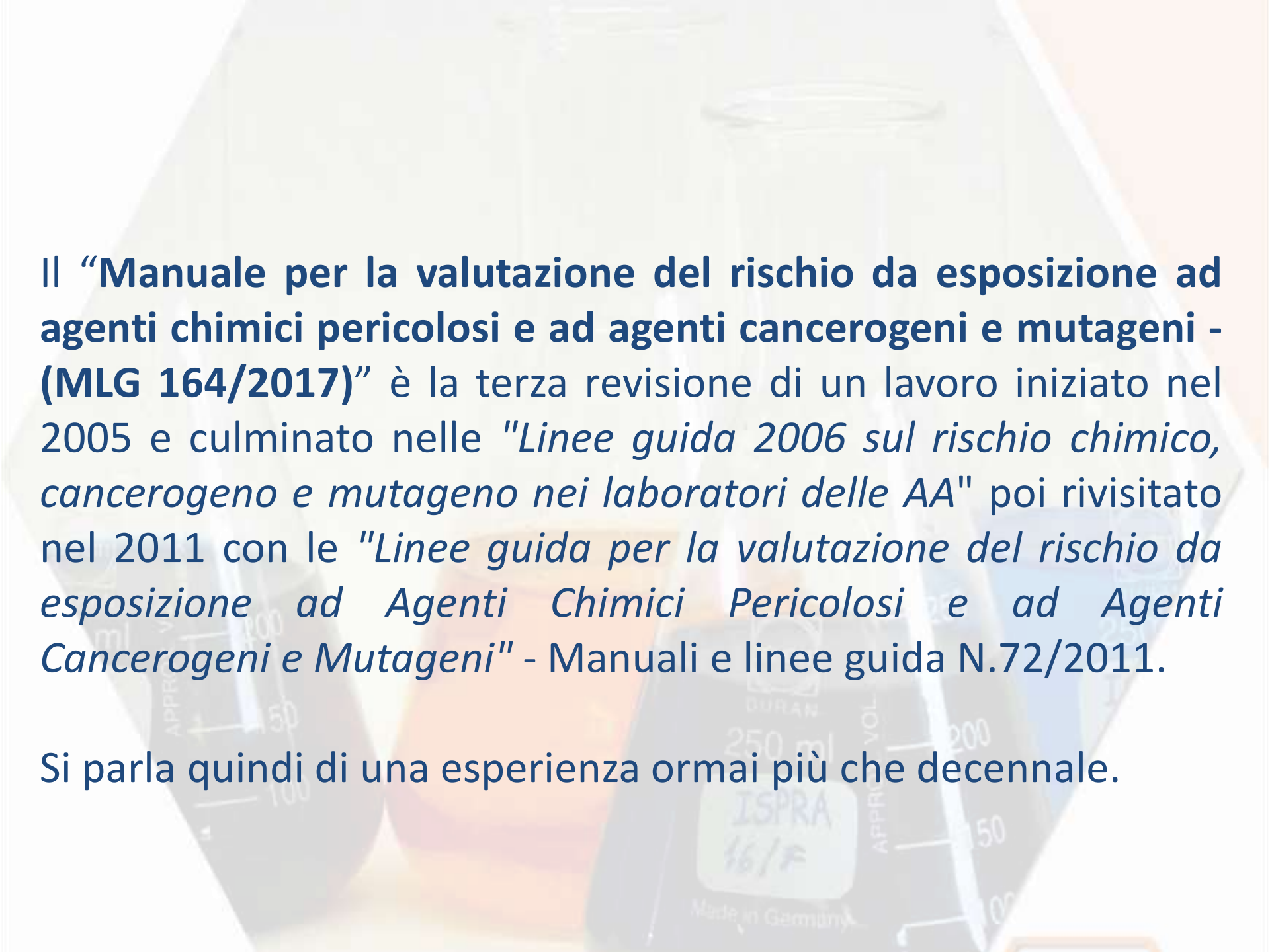


# L'ALGORITMO DEL SISTEMA DELLE AGENZIE AMBIENTALI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO CHIMICO IN UN LABORATORIO

## Workshop

VALUTAZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO CHIMICO NEI LABORATORI:  
IL NUOVO MANUALE UNICHIM n. 192/3

1 Dicembre 2021, Bologna



Il “**Manuale per la valutazione del rischio da esposizione ad agenti chimici pericolosi e ad agenti cancerogeni e mutageni - (MLG 164/2017)**” è la terza revisione di un lavoro iniziato nel 2005 e culminato nelle *"Linee guida 2006 sul rischio chimico, cancerogeno e mutageno nei laboratori delle AA"* poi rivisitato nel 2011 con le *"Linee guida per la valutazione del rischio da esposizione ad Agenti Chimici Pericolosi e ad Agenti Cancerogeni e Mutageni"* - Manuali e linee guida N.72/2011.

Si parla quindi di una esperienza ormai più che decennale.

# Tavolo di lavoro

Il tavolo di lavoro è composto da:

**ARPA Basilicata;**  
**ARPA Emilia-Romagna;**  
**ARPA Friuli Venezia Giulia;**  
**ARPA Lazio;**  
**ARPA Liguria - (Coordinamento);**  
**ARPA Lombardia;**  
**ARPA Marche;**  
**ARPA Sicilia;**  
**ARPA Valle d'Aosta;**  
**ISPRA;**  
**INAIL.**

Il lavoro è stato poi condiviso all'interno del SNPA prevedendo anche una fase di verifica ed applicazione nelle diverse Agenzie regionali.

# SNPA

Con l'entrata in vigore, il 14 gennaio, della legge 28 giugno 2016 n. 132, "Istituzione del Sistema nazionale a rete per la protezione dell'ambiente (SNPA) e disciplina dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (Ispra)", è diventato operativo, a livello nazionale, un nuovo approccio strategico per la protezione dell'ambiente, il cui obiettivo è quello di far lavorare in rete tutte le istituzioni coinvolte nel campo ambientale. Questo sistema a rete (SNPA), costituito da Ispra e dalle agenzie ambientali regionali e delle province autonome, è stato istituito per assicurare omogeneità ed efficacia all'azione di controllo pubblico della qualità dell'ambiente, a supporto delle politiche di sostenibilità ambientale e di prevenzione sanitaria a tutela della salute pubblica.

**Manuale per la valutazione del rischio  
da esposizione ad agenti chimici pericolosi  
e ad agenti cancerogeni e mutageni  
Terza revisione (MLG 164/2017)**

- **Attenzione particolare agli agenti chimici pericolosi privi di un valore limite di esposizione, per i quali sono stati definiti parametri che ne hanno consentito l'inserimento nell'algoritmo di calcolo.**
- **Revisione del percorso di valutazione del rischio da agenti cancerogeni e mutageni.**



**Individuare il livello di esposizione agli agenti chimici pericolosi dei lavoratori che operano nei laboratori del SNPA**



# LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO CHIMICO

D. Lgs. N. 81/2008

*Titolo IX – Sostanze pericolose*

Capo I -Protezione da agenti chimici

*art. 223, comma 1*

- a) *caratteristiche di pericolosità dell'agente chimico;*
- b) informazioni sulla salute e sicurezza comunicate dal fornitore tramite la relativa scheda di sicurezza predisposta ai sensi del regolamento (CE) n. 1907/2006 REACH;
- c) *livello, modo e durata dell'esposizione;*
- d) *circostanze in cui viene svolto il lavoro in presenza di tali agenti tenuto conto della quantità delle sostanze e delle miscele che li contengono o li possono generare;*
- e) valori limite di esposizione professionale o i valori limite biologici (allegati XXXVIII e XXXIX);
- f) *effetti delle misure preventive e protettive adottate o da adottare;*
- g) se disponibili, le conclusioni tratte da eventuali azioni di sorveglianza sanitaria già intraprese.



In un laboratorio chimico di una Agenzia Regionale per l'Ambiente:

- le sostanze manipolate settimanalmente possono essere decine
- le sostanze stoccate possono essere qualche centinaia
- le quantità usate a volte sono inferiori al grammo
- i tempi di esposizione sono generalmente molto brevi

## LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO CHIMICO MEDIANTE ALGORITMI

Gli algoritmi sono procedure che assegnano un valore numerico ad una serie di parametri che intervengono nella determinazione del rischio, pesandone l'importanza assoluta e reciproca sul risultato finale. Quest'ultimo, collocato in una scala di valori, definisce il livello di rischio presente in un ambiente di lavoro.

Un ALGORITMO risulta tanto più efficiente quanto più i **fattori individuati** ed il loro **peso** sono strettamente correlati alla reale situazione lavorativa in funzione dello specifico rischio.



## IL RISCHIO PER LA SICUREZZA

Il rischio per la sicurezza deriva dalla combinazione del rischio incendio/esplosione e dalla incompatibilità fra agenti chimici diversi.

La valutazione del rischio per la sicurezza si basa su **osservazioni di tipo qualitativo** che riguardano le proprietà chimico-fisiche delle sostanze utilizzate e le caratteristiche del luogo di lavoro.

- Rischio incendio (presenza di un sistema di rilevazione gas efficace, dotazione di idonei mezzi estinguenti, presenza della squadra di emergenza adeguatamente formata e addestrata, assenza di sorgenti di innesco non controllate)
- Rischio atmosfere esplosive (valutazione ATEX)
- Rischio derivante dall'incompatibilità fra agenti chimici (dipende dalla reattività di agenti chimici diversi)

## La Valutazione del Rischio per la Salute

Il modello Ispra rispecchia, con alcune modifiche che tengono conto delle peculiarità delle attività di laboratorio delle ARPA, i seguenti modelli:

- **Modello ISPESL** *“Attività dei laboratori di ricerca e didattici: valutazione del rischio per l’impiego di agenti chimici pericolosi”*
- **ECETOC-TRA**: modello proposto dall’ECHA per la valutazione della sicurezza chimica (CSA: Chemical Safety Assessment) in ambito REACH



## IL RISCHIO PER LA SALUTE

L'algoritmo di calcolo dell'indice di rischio o livello di esposizione:

$$L = \sum_{i=1}^n \frac{H_i \cdot T_i \cdot S_i \cdot E_i \cdot Q_i \cdot U_i \cdot D_i \cdot A_i}{K_i \cdot VL_i}$$

Elementi di rischio

Elementi di prevenzione e  
protezione

L = livello globale di esposizione del singolo lavoratore agli n agenti chimici pericolosi (indice adimensionale), riferito ad un periodo pari ad una settimana.

$$L = \sum_{i=1}^n \frac{H_i \cdot T_i \cdot S_i \cdot E_i \cdot Q_i \cdot U_i \cdot D_i \cdot A_i}{K_i \cdot VL_i}$$

**H** è un coefficiente correlato alla pericolosità intrinseca dell'agente chimico. Quest'ultima è desunta dalle schede di sicurezza ed etichettatura, sulla base delle specifiche frasi di rischio.

In presenza di più frasi di rischio i rispettivi coefficienti si sommano.

Frase H/R	Descrizione	Coeff
EUH029	A contatto con l'acqua libera un gas tossico	2
EUH031	A contatto con acidi libera gas tossici	2
EUH032	A contatto con acidi libera gas molto tossici	2,5
EUH066	L'esposizione ripetuta può provocare secchezza o screpolatura della pelle	1,2

Frase H/R	Descrizione	Coeff
H312	Nocivo per contatto con la pelle	1,6
H315	Provoca irritazione cutanea	1,2
H331	Tossico se inalato	2
H332	Nocivo se inalato	1,6

$$L = \sum_{i=1}^n \frac{H_i \cdot T_i \cdot S_i \cdot E_i \cdot Q_i \cdot U_i \cdot D_i \cdot A_i}{K_i \cdot VL_i}$$

**T** indica il tipo di esposizione.

Esso dipende dalle modalità con cui l'agente chimico espleta la sua azione dannosa, ossia per contatto cutaneo, o per inalazione o attraverso una combinazione delle due.

In caso di contemporanea presenza di assorbimento per via inalatoria e cutanea i coefficienti T si sommano.

Tipo di esposizione T	Coeff
Inalazione	1,4
Cutanea (contatto diretto possibile)	1,2
Cutanea (contatto accidentale)	1,1
Ingestione	----
Iniezione	----

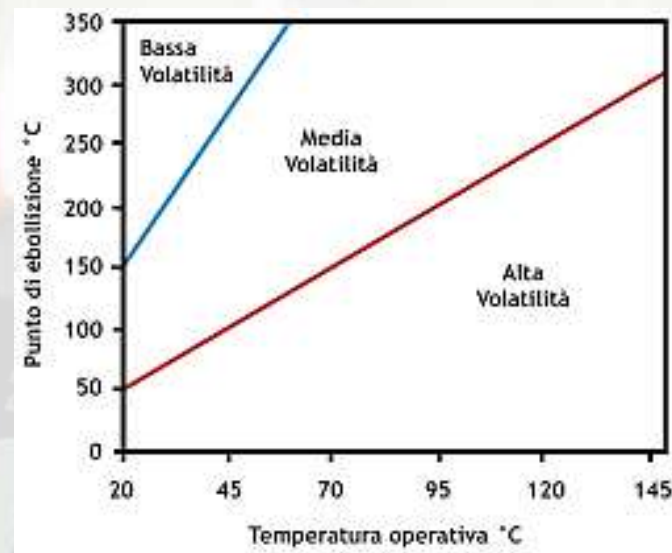


$$L = \sum_{i=1}^n \frac{H_i \cdot T_i \cdot S_i \cdot E_i \cdot Q_i \cdot U_i \cdot D_i \cdot A_i}{K_i \cdot VL_i}$$

**S** fattore stato fisico.

Dipende dallo stato fisico della sostanza alla temperatura e pressione di utilizzo e quindi dalla probabilità che l'agente chimico possa espletare un'azione dannosa.

Fattore stato fisico S	Coeff
Gas-Vapore	1,8
Liquido ad alta volatilità	1,8
Liquido a media volatilità	1,4
Liquido a bassa volatilità	1,2
Polvere	1,1
Solido-Gel (con bassa evidenza di polverosità, solidi granulari e cristallini)	0,5





$$L = \sum_{i=1}^n \frac{H_i \cdot T_i \cdot S_i \cdot E_i \cdot Q_i \cdot U_i \cdot D_i \cdot A_i}{K_i \cdot VL_i}$$

**E** parametro legato alla durata dell'esposizione, riferita al periodo della manipolazione, ossia quando la sostanza è nelle condizioni chimico-fisiche di liberarsi nell'aria e di interessare il soggetto che la adopera.

Il coefficiente **E** è dato dai minuti di esposizione settimanale ad un dato agente chimico, divisi per un fattore tempo calcolato in base alla tipologia di valore limite (VL) dell'agente stesso.

	VL	Fattore	Descrizione
OEL	OEL-TWA	480	Esposizione media ponderata distribuita in una giornata di 8 ore
	OEL -STEL	60	Esposizione media ponderata distribuita in 60 minuti
ACGIH	TLV-TWA	480	Esposizione media ponderata distribuita in una giornata di 8 ore
	TLV-STEL	60	Esposizione media ponderata distribuita in 60 minuti
	TLV-Ceiling	15	Esposizione media ponderata distribuita in 15 minuti
MAK	MAK	480	Esposizione media ponderata distribuita in una giornata di 8 ore

$$L = \sum_{i=1}^n \frac{H_i \cdot T_i \cdot S_i \cdot E_i \cdot Q_i \cdot U_i \cdot D_i \cdot A_i}{K_i \cdot VL_i}$$

**Q** parametro legato alla quantità utilizzata, stimata su base settimanale.

Quantità utilizzata Q	Coeff
$q < 1 \text{ g (ml)}$	coincide con la quantità reale
$1 \text{ g (ml)} < q < 10 \text{ g (ml)}$	varia linearmente da (1 - 2) con $p = 0,1$ (periodico)
$10 \text{ g (ml)} < q < 100 \text{ g (ml)}$	varia linearmente da (2 - 4) con $p = 0,02$ (periodico)
$100 \text{ g (ml)} < q < 1 \text{ Kg (ml)}$	varia linearmente da (4 - 6) con $p = 0,002$ (periodico)
$1 \text{ Kg (ml)} < q < 5 \text{ Kg (ml)}$	varia linearmente da (6 - 8) con $p = 0,0005$
$q > 5 \text{ Kg (ml)}$	10

$$L = \sum_{i=1}^n \frac{H_i \cdot T_i \cdot S_i \cdot E_i \cdot Q_i \cdot U_i \cdot D_i \cdot A_i}{K_i \cdot VL_i}$$

**U** dipende dalla modalità d'uso della sostanza e dalla possibilità che si verifichi una dispersione in aria o che si abbia un contatto con le mucose.

Modalità d'uso U	Coeff
Sistema chiuso	1
Sistema chiuso con possibili esposizioni	1,1
Sistema chiuso con aperture sporadiche	1,2
Sistema aperto (Uso poco dispersivo)	1,5
Dispersivo (Uso con dispersione significativa)	2,0

Si individuano 5 livelli di gravità crescente:

- 1. Sistema chiuso:** l'uso in sistema chiuso ha luogo quando la sostanza è usata e/o conservata in reattori o contenitori a tenuta stagna e trasferita da un contenitore all'altro attraverso tubazioni stagne. Questa categoria non può essere applicata a situazioni in cui, in una qualsiasi sezione del processo produttivo, possano aversi rilasci nell'ambiente. In altre parole il sistema chiuso deve essere tale in tutte le sue parti. È ragionevole assumere che non verificandosi una esposizione non vi sia un rischio.
- 2. Sistema chiuso con possibili esposizioni:** questa categoria comprende tutti quei processi analitici che, pur sembrando sistemi chiusi, nella realtà non lo sono, come ad esempio la tecnica di estrazione accelerata con solvente (ASE) o la digestione acida in forni a microonde.

3. **Sistema chiuso con aperture sporadiche:** autocampionatore, taniche di rifiuti, reattore chiuso con caricamento regolare di agenti chimici, prelievo di campioni.
4. **Uso poco dispersivo:** questa categoria include le attività in cui sono coinvolti solo limitati gruppi selezionati di lavoratori, adeguatamente esperti dello specifico processo e in cui sono disponibili sistemi di controllo adeguati a controllare e contenere l'esposizione.
5. **Uso con dispersione significativa:** questa categoria include lavorazioni ed attività che possono comportare un'esposizione sostanzialmente incontrollata non solo degli addetti, ma anche di altri lavoratori non espressamente impegnati nella specifica attività.



$$L = \sum_{i=1}^n \frac{H_i \cdot T_i \cdot S_i \cdot E_i \cdot Q_i \cdot U_i \cdot D_i \cdot A_i}{K_i \cdot VL_i}$$

**D** parametro legato alla quantità stoccata nell'ambiente di lavoro dove opera l'esposto, esclusa la quantità contenuta negli appositi armadi di sicurezza e/o nella specifica area di stoccaggio di tutti gli agenti chimici del laboratorio (se presente).

Quantità presente nel laboratorio D	Coeff
Il quantitativo presente nella zona di lavoro è quello del fabbisogno giornaliero/settimanale?	
SI *	1
NO (è superiore al fabbisogno giornaliero/settimanale)	2

\* nel caso non vi sia stoccaggio nella zona di lavoro rispondere SI



$$L = \sum_{i=1}^n \frac{H_i \cdot T_i \cdot S_i \cdot E_i \cdot Q_i \cdot U_i \cdot D_i \cdot A_i}{K_i \cdot VL_i}$$

**A** coefficiente legato al tipo di attività lavorativa.

*Manutenzione/Pulizia*: attività per le quali è prevista la possibilità di esposizione legata all'uso di agenti chimici pericolosi

*Gestione rifiuti/campioni*: durante le fasi di eliminazione di residui di analisi negli appositi contenitori (travasi, svuotamento contenitori)

<b>Tipo di attività lavorativa A</b>	<b>Coeff</b>
Manutenzione	1,5
Pulizia	1,5
Gestione rifiuti/campioni	1,3
Normale lavoro con reagenti chimici	1,0

$$L = \sum_{i=1}^n \frac{H_i \cdot T_i \cdot S_i \cdot E_i \cdot Q_i \cdot U_i \cdot D_i \cdot A_i}{K_i \cdot VL_i}$$

**K** prodotto dei fattori di prevenzione e protezione per la sostanza.

Si effettua una disamina dei fattori di prevenzione utili ad impedire o a limitare il contatto fra operatore e sostanza chimica pericolosa.

Fattori di protezione K		Coeff
Cappa chimica (DPC) e sistemi di aspirazione localizzata	Efficiente rispetto al pericolo	3
	Poco efficiente rispetto al pericolo	2
	Inefficiente/inesistente/non utilizzata	1
Procedure scritte	Si	2
	No	1
Indumenti protettivi	Si	1,7
	No	1
Occhiali	Si	2
	No	1
Guanti	Si	1,3
	No	1
Ventilazione forzata ambientale	Presente	2,3
	Assente	1,0

$$L = \sum_{i=1}^n \frac{H_i \cdot T_i \cdot S_i \cdot E_i \cdot Q_i \cdot U_i \cdot D_i \cdot A_i}{K_i \cdot VL_i}$$

**VL** valore limite di esposizione espresso in ppm, riferito ai valori limite europei.

E' inversamente proporzionale al rischio.

Quando non esistente si fa riferimento ai valori di soglia di organizzazioni scientifiche internazionali (OELs, TLV, MAK).

Se non è disponibile alcun valore di soglia, il coefficiente VL si ricava in base alle caratteristiche di pericolosità dell'agente chimico, attraverso tabelle di correlazione.

Indicazioni di pericolo	Frasi di rischio	Coefficiente VL
H330, H310, H300	R26, R27, R28, R32, R26/27, R26/28, R26/27/28, R27/28, R39, R39/26, R39/27, R39/28, R39/26/27, R39/26/28, R39/26/27/28	0.1
H331, H301, H304, H314, H311, H370, H318, H372, H350, H350i, H340, H360Fd, H360Df, H360F, H360D, H360FD, H360	R15/29, R23, R24, R25, R29, R31 R23/24 R23/25, R23/24/25, R24/25, R35, R39/23, R39/24, R39/25 R39/23/24, R39/23/25, R39/24/25, R39/23/24/25, R41, R45, R46, R48, R49, R48/23, R48/24, R48/25, R48/23/25 R48/24/25, R48/23/24/25, R60, R61	1

Indicazioni di pericolo	Frasi di rischio	Coefficiente VL
H335, H312, H302, H332, H334, H317, H373, H362, H336, H371, H351, H341, H361f, H361d, H361, H361fd	R20, R21, R22, R20/21, R20/22, R20/21/22, R21/22, R33, R34, R40, R42, R43, R42/43 R68/20, R68/21, R68/22, R68/20/21, R68/20/22, R68/21/22, R68/20/21/22, R48/20, R48/21, R48/22, R48/20/21, R48/20/22, R48/21/22, R48/20/21/22, R62, R63, R64, R65, R67, R68	5
H319, H315	R36, R37, R38, R36/37, R36/38, R36/37/38, R37/38, R66	50

## CALCOLO DEL VLE PER LE MISCELE

$$\text{VLE miscela} = \text{Minore fra } \{ \text{VLE}_i / C_i \}$$

dove  $C_i$  è la concentrazione dell'i-esimo componente espressa come peso/peso ed è compresa tra 0 e 1.

Miscela di 4 componenti:

1 Acqua	$C=50\%$
2 Componente A	$C=10\% \text{ VL}_A = 0,5$
3 Componente B	$C=15\% \text{ VL}_B = 15$
4 Componente C	$C=25\% \text{ VL}_C = 50$

2 Componente A	$C=10\% \text{ VL}_A = 0,5$	$\text{VLE}_{\text{miscela}} = 0.5/0.1 = 5$ ➡
3 Componente B	$C=15\% \text{ VL}_B = 15$	$\text{VLE}_{\text{miscela}} = 15/0.15 = 100$
4 Componente C	$C=25\% \text{ VL}_C = 50$	$\text{VLE}_{\text{miscela}} = 50/0.25 = 200$
$\text{VLE}_{\text{miscela}} = 5$		

## I LIVELLI DI ESPOSIZIONE

### Livelli d'esposizione per sostanza $L_i$ e per singolo lavoratore

$L_i \geq 1$	Altissimo Rischio per la salute
$0,1 \leq L_i < 1$	Alto Rischio per la salute
$0,01 \leq L_i < 0,1$	Medio Rischio per la salute
$0,001 \leq L_i < 0,01$	Basso Rischio per la salute

### Livelli d'esposizione complessiva $L$ per singolo lavoratore

$L \geq 1$	Rischio non irrilevante per la salute dei lavoratori
$L < 1$	Rischio irrilevante per la salute dei lavoratori

#### In definitiva:

**Se  $L < 1$  Misure di prevenzione e protezione sufficienti a contenere gli elementi di rischio**

**Se  $L \geq 1$  Misure di prevenzione e protezione inadeguate**



## L'ALGORITMO DEL SISTEMA DELLE AGENZIE AMBIENTALI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO CHIMICO IN UN LABORATORIO

File Home Inserisci Layout di pagina Formule Dati Revisione		File Home Inserisci Layout di pagina Formule Dati Revisione		File Home Inserisci Layout di pagina Formule Dati Revisione	
E11		E11		E11	
A		A		A	
ID		ID		ID	
AGGIORNARE I DATI DELLA SCHEDA NEL DATABASE		AGGIORNARE I DATI DELLA SCHEDA NEL DATABASE		AGGIORNARE I DATI DELLA SCHEDA NEL DATABASE	
PUL		PUL		PULISCI TUTTE LE C MODIFICHE	
2		2		2	
3		3		3	
4		4		43	
5		5		44	
6		6		45	
7		7		46	
8		8		47	
9		9		48	
10		10		49	
11		11		50	
12		12		51	
13		13		52	
14		14		53	
15		15		54	
16		16		55	
17		17		56	
18		18		57	
19		19		58	
20		20		59	
21		21		60	
22		22		61	

Valori Attuali

Valori Attuali

Valori Attuali

non è necessario compilare la parte seguente

Uso ed efficienza DPC

Stato fisico

T utilizzo (°C)

Quantità utilizzata

tempo di esposizione (min / giorno)

Frequenza di uso (giorni / anno)

Presentazione Sommario R\_Sicurezza Maschera Ins\_mod

Cella A10 con nota di

Pronto



## AD ESEMPIO PER I CALCOLI:

1	ID	Dipartimento	Settore	Responsabile	Gruppo di lavoro	Operatore	Agente chimico
2	1	Potenza	Laborato	B. B.	IPA in matrici ambi	R. I.	Acetonitrile
3	2	Potenza	Laborato	B. B.	IPA in matrici ambi	R. I.	Diclorometano
4	3	Potenza	Laborato	B. B.	IPA in matrici ambi	R. I.	Isoottano
5	4	Potenza	Laborato	B. B.	IPA in matrici ambi	R. I.	Acetone

$L_i$	$H_i$	$T_i$	$S_i$	$E_i$	$Q_i$	$U_i$	$D_i$	$A_i$	$K_i$	$VL_i$
0,000479773	2,00	2,50	1,40	0,06	4,00	1,50	1,00	1,00	273,57	20,00
0,048936813	7,00	2,50	1,80	1,77	8,00	1,50	1,00	1,00	273,57	50,00
9,53326E-05	5,80	2,50	1,40	0,06	4,11	1,50	1,00	1,00	273,57	300,00
1,4713E-05	2,80	2,50	1,80	0,02	5,11	1,50	1,00	1,00	273,57	500,00

Sezione del modello che evidenzia step by step gli esiti della valutazione

1	ID	Dipartimento	Settore	Responsabile	Gruppo di lavoro	Operatore	Agente chimico
2	1	Potenza	Laborato	B. B.	IPA in matrici ambi	R. I.	Acetonitrile
3	2	Potenza	Laborato	B. B.	IPA in matrici ambi	R. I.	Diclorometano
4	3	Potenza	Laborato	B. B.	IPA in matrici ambi	R. I.	Isoottano
5	4	Potenza	Laborato	B. B.	IPA in matrici ambi	R. I.	Acetone

Frasi H o Frasi R										
0	2									
1,2	1,2	3	1,6							
0	1,2	1,6	3	0	0					
0	1,2	1,6								

1	ID	Dipartimento	Settore	Responsabile	Gruppo di lavoro	Operatore	Agente chimico
2	1	Potenza	Laborato	B. B.	IPA in matrici ambi	R. I.	Acetonitrile
3	2	Potenza	Laborato	B. B.	IPA in matrici ambi	R. I.	Diclorometano
4	3	Potenza	Laborato	B. B.	IPA in matrici ambi	R. I.	Isoottano
5	4	Potenza	Laborato	B. B.	IPA in matrici ambi	R. I.	Acetone

1	Tipo di esposizione					Stato fisico	Tempo di Esposizione (min/sett)	Quantità usata (g o ml)	Modal ità di Utilizz o	Qtà stoccaggio	Tipo di attività
2	1,4		1,1			1,4	30	4,000	1,5	1	1
3	1,4		1,1			1,8	850	8,000	1,5	1	1
4	1,4		1,1			1,4	30	4,111	1,5	1	1
5	1,4		1,1			1,8	10	5,111	1,5	1	1



1	ID	Dipartimento	Settore	Responsabile	Gruppo di lavoro	Operatore	Agente chimico
2	1	Potenza	Laborato	B. B.	IPA in matrici ambi	R. I.	Acetonitrile
3	2	Potenza	Laborato	B. B.	IPA in matrici ambi	R. I.	Diclorometano
4	3	Potenza	Laborato	B. B.	IPA in matrici ambi	R. I.	Isoottano
5	4	Potenza	Laborato	B. B.	IPA in matrici ambi	R. I.	Acetone

Cappa	Procedu re scritte	Indume nti protetti vi	Occhiali	Guanti	Ventila zione forzata ambien tale	Sistemi manipo lazione controll ata	Formazi one specific a	Gestione e controll ata sostanz e incomp atibili
3	2	1,7	2	1,3	2,3	1,3	2,3	1,5
3	2	1,7	2	1,3	2,3	1,3	2,3	1,5
3	2	1,7	2	1,3	2,3	1,3	2,3	1,5
3	2	1,7	2	1,3	2,3	1,3	2,3	1,5

	ID	Dipartimento	Settore	Responsabile	Gruppo di lavoro	Operatore	Agente chimico
1	1	Potenza	Laborato	B. B.	IPA in matrici ambi	R. I.	Acetonitrile
2	2	Potenza	Laborato	B. B.	IPA in matrici ambi	R. I.	Diclorometano
3	3	Potenza	Laborato	B. B.	IPA in matrici ambi	R. I.	Isoottano
4	4	Potenza	Laborato	B. B.	IPA in matrici ambi	R. I.	Acetone

TLV - TWA (ppm)	TLV - STEL (ppm)	TLV - Ceiling (ppm)	NO TLV
20			
50			
300			
500			

TLV - TWA (ppm)	TLV - STEL (ppm)	TLV - Ceiling (ppm)	NO TLV
20			
			5
300			
500			

**TLV determinato automaticamente dal Software in relazione alle frasi H della sostanza**



## La scheda di valutazione del rischio chimico complessiva per singolo operatore

$$L = \sum_{i=1}^n \frac{R_i \cdot T_i \cdot S_i \cdot E_i \cdot Q_i \cdot U_i \cdot D_i \cdot A_i}{K_i \cdot VL_i} = \sum_{i=1}^n L_i$$

R.I.		Rischio chimico Irrilevante			L	0,04953	Irrilevante
Dipartimento	Settore	Responsabile	Gruppo di lavoro	Agente chimico	Rischio chimico		
Potenza	Laboratorio Strumentale	B.B.	IPA in matrici ambientali	Acetone	Li	0,00001	
				Acetonitrile	Li	0,000480	
				Diclorometano	Li	0,048937	Medio rischio
				Isoottano	Li	0,000095	

## L'ALGORITMO DEL SISTEMA DELLE AGENZIE AMBIENTALI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO CHIMICO IN UN LABORATORIO

1	SCHEDA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO CHIMICO			SCHEDA	2	SCHEDA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO			
2	ID =		2						
3		Descrizione	valore	Dipartimento	Potenza				
4	Dipartimento	Potenza		Settore	Laboratorio Strumentale				
5	Settore	Laboratorio Strumentale		Responsabile	B.B.				
6	Responsabile	B.B.		Gruppo di lavoro	IPA in matrici ambientali				
7	Gruppo di lavoro	IPA in matrici ambientali		Operatore	R.I.				
8	Operatore	R.I.							
9	Agente chimico	Diclorometano		Agente chimico	Diclorometano				
10	Fasi H o Fasi R	H315	1,20	FATTORI DI RISCHIO					
11		H319	1,20						
12		H351	3,00						
13		H336	1,60						
14									
15				FRASI DI RISCHIO	H315; H319; H351; H336			H <sub>i</sub>	7,00
16				TIPO DI ESPOSIZIONE	Inalazione			T <sub>i</sub>	2,50
17					Cutanea (contatto accidentale)				
18									
19									
20				STATO FISICO		Liquido (T <sub>op</sub> = 25; T <sub>eb</sub> = 40°C)		S <sub>i</sub>	1,80
21				DURATA ESPOSIZIONE	Minuti/settimana	850	E <sub>i</sub>	1,77	
22				QUANTITA' UTILIZZATA	g(ml) / settimana	5000	Q <sub>i</sub>	8,00	
23				QUANTITA' STOCCATA	fabbisogno?	Si	D <sub>i</sub>	1,00	
24				MODALITA' D'USO	Aperto (Uso poco dispersivo)			U <sub>i</sub>	1,50
25				TIPO ATTIVITA' LAVORATIVA	Normale lavoro reagenti chimici			A <sub>i</sub>	1,00
26									

## L'ALGORITMO DEL SISTEMA DELLE AGENZIE AMBIENTALI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO CHIMICO IN UN LABORATORIO

28				FATTORI DI PREVENZIONE E PROTEZIONE									
29													
30	Tipo di esposizione	Inalazione	1,40	Cappa				Efficiente rispetto al pericolo					3,00
31				Procedure scritte				SI					2,00
32		Cutanea (contatto accidentale)	1,10	Indumenti protettivi				SI					1,70
33				Occhiali				SI					2,00
34				Guanti				SI					1,30
35	Stato fisico	Liquido	1,80	Ventilazione forzata ambientale				Presente					2,30
36	T operativa (°C) (SOLO SE LIQUIDO)	25		Sistemi manipolazione controllata				SI					1,30
37	T ebollizione (°C) (SOLO SE LIQUIDO)	40		Formazione specifica				SI					2,30
38	Tempo di Esposizione (min/sett)	850	850,00	Gestione controllata sostanze incompatibili				SI					1,50
39	Quantità usata (g o ml)	5000	8,00	TLV	TLV - TWA				50				50,00
40	Modalità di Utilizzo	Aperto (Uso poco dispersivo)	1,50		TLV - STEL								
41	Qtà stoccaggio	SI	1,00		TLV - Ceiling								
42	Tipo di attività	Normale lavoro reagenti chimici	1,00										
43	Cappa	Efficiente rispetto al pericolo	3,00	LIVELLO DI RISCHIO PER I-ESIMA SOSTANZA				Medio rischio per la salute				$L_i$	0,0489
44	Procedure scritte	SI	2,00	RISCHIO CANCEROGENO									
45	Indumenti protettivi	SI	1,70										
46	Occhiali	SI	2,00										
47	Guanti	SI	1,30	Uso ed efficienza dispositivi								$P_i$	
48	Ventilazione forzata ambientale	Presente	2,30	Stato fisico								$S_i$	
49	Sistemi manipolazione controllata	SI	1,30	Temperatura di processo								$T_i$	
50	Formazione specifica	SI	2,30	Quantità utilizzata								$Q_i$	
51	Gestione controllata sostanze incompatibili	SI	1,50	durata (min)								$E_i$	
52	TLV - TWA (ppm)	50	50,00	Frequenza di utilizzo (giorni)								$F_i$	
53	TLV - STEL (ppm)												
54	TLV - Ceiling (ppm)			LIVELLO DI RISCHIO CANCEROGENO PER I-ESIMA SOSTANZA				VALUTAZIONE NON COMPLETA				$L_{canc,i}$	
55	$H_i$		7,00										
56	$T_i$		2,50										
57	$S_i$		1,80										

## OBIETTIVO

**Valutare se il modello ISPRA/ARPA  
è un modello predittivo della reale  
esposizione professionale ad  
agenti chimici del personale di  
laboratorio del SNPA**

## FASI DEL LAVORO

- Implementazione del modello ISPRA/ARPA nei laboratori chimici agenziali (sedi di Potenza, Matera e Metaponto)
- Realizzazione di monitoraggi ambientali negli anni 2009-2011-2013-2015 (solventi organici – acidi)
- Confronto tra risultati della valutazione del rischio chimico (mediante algoritmo ISPRA/ARPA) e le determinazioni strumentali delle concentrazioni di agenti chimici aerodispersi



## Risultati dei Monitoraggi Ambientali

Anno	Dipartimento	Valutazione	Personale	Laboratorio	Acetone	Diclorometano	Etilacetato	Cicloesano	Isoottano	n-Esano	Acido Nitrico	Acido Cloridrico
2011	Matera	Monitoraggio	G. D.	Preparativa Pesticidi	1 mg/m <sup>3</sup>	1,7 mg/m <sup>3</sup>	<1 mg/m <sup>3</sup>	<1 mg/m <sup>3</sup>	-			
2011	Matera	Algoritmo	G. D.	Preparativa Pesticidi	0,0036	0,1169	0,0005	0,0006	-			
2011	Potenza	Monitoraggio	R. I.	Analisi acque superficiali	-	4,72 mg/m <sup>3</sup>	-	-	-			
2011	Potenza	Algoritmo	R. I.	Analisi acque superficiali	0,0018	0,0046	0,0003	0,0038	0,0026			
2013	Potenza	Monitoraggio	R. I.	Analisi acque superficiali	< 0,1 mg/m <sup>3</sup>	0,2 mg/m <sup>3</sup>	.	.	< 0,1 mg/m <sup>3</sup>			
2013	Potenza	Algoritmo	R. I.	Analisi acque superficiali	0,0018	0,0046	0,0003	0,0038	0,0026			
2013	Potenza	Monitoraggio	C. S.	Preparativa di laboratorio	0,2 mg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	2,2 mg/m <sup>3</sup>		
2013	Potenza	Algoritmo	C. S.	Preparativa di laboratorio	0,0002	-	-	-	-	0,0003		
2013	Potenza	Monitoraggio	A. D.	Preparativa alimenti analisi di micotossine – Pesticidi – Additivi	0,3 mg/m <sup>3</sup>	0,2 mg/m <sup>3</sup>	-	-	3,8 mg/m <sup>3</sup>	-		
2013	Potenza	Algoritmo	A. D.	Preparativa alimenti analisi di micotossine – Pesticidi – Additivi	0,0018	0,0046	0,0003	0,0038	0,0026	0,0008		
2015	Metaponto	Monitoraggio	S. D.	Laboratorio di spettroscopia atomica e ionica	-	-	-	-	-	-	0,32 mg/m <sup>3</sup>	1,32 mg/m <sup>3</sup>
2015	Metaponto	Algoritmo	S. D.	Laboratorio di spettroscopia atomica e ionica	-	-	-	-	-	-	0,0064	0,0083

Acetone	Diclorometano	Etilacetato	Cicloesano	Isoottano	n-Esano	Acido Nitrico	Acido Cloridrico
1 mg/m <sup>3</sup>	1,7 mg/m <sup>3</sup>	<1 mg/m <sup>3</sup>	<1 mg/m <sup>3</sup>	-			
0,0036	0,1169	0,0005	0,0006	-			
-	4,72 mg/m <sup>3</sup>	-	-	-			
0,0018	0,0046	0,0003	0,0038	0,0026			
< 0,1 mg/m <sup>3</sup>	0,2 mg/m <sup>3</sup>	.	.	< 0,1 mg/m <sup>3</sup>			
0,0018	0,0046	0,0003	0,0038	0,0026			
0,2 mg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	2,2 mg/m <sup>3</sup>		
0,0002	-	-	-	-	0,0003		
0,3 mg/m <sup>3</sup>	0,2 mg/m <sup>3</sup>	-	-	3,8 mg/m <sup>3</sup>	-		
0,0018	0,0046	0,0003	0,0038	0,0026	0,0008		
-	-	-	-	-	-	0,32 mg/m <sup>3</sup>	1,32 mg/m <sup>3</sup>
-	-	-	-	-	-	0,0064	0,0083

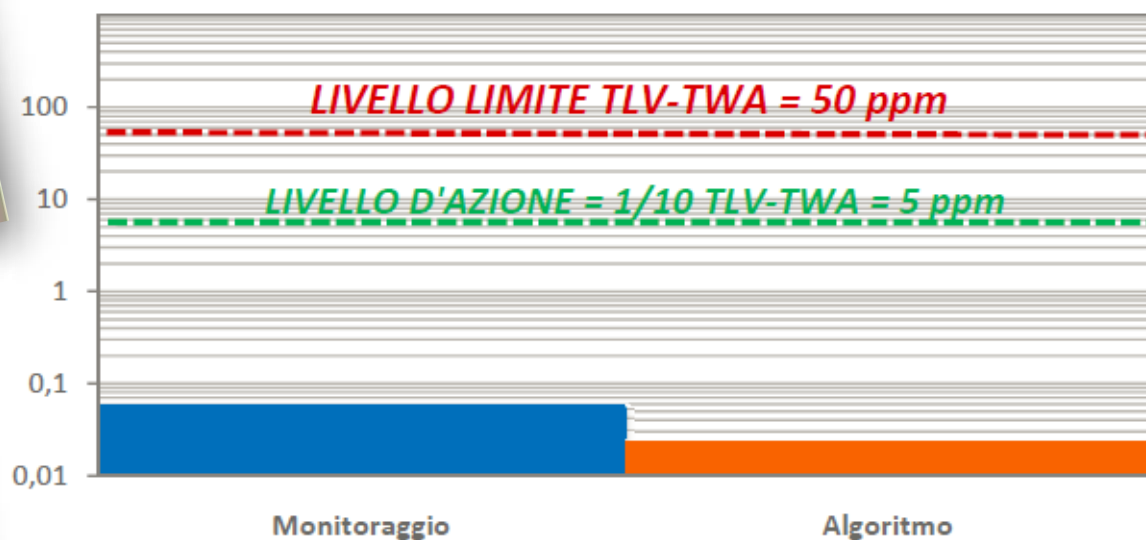
## Confronto

Anno	Dipartimento	Valutazione	Personale	Laboratorio	Diclorometano
2013	Potenza	Monitoraggio	R. I.	Analisi acque superficiali	<b>0,2 mg/m<sup>3</sup></b>
2013	Potenza	Algoritmo	R. I.	Analisi acque superficiali	<b>0,0046</b>

LIVELLO D'ESPOSIZIONE COMPLESSIVO (L)			
DIPARTIMENTO	Provinciale di Potenza		
GRUPPO	Alimenti e Risorse Idriche	OPERATORE	R.I.
ELENCO AGENTI			
N° rif.	Nome Agente	Rischio i-esima sostanza	Li
1	aceto nitrile	Basso Rischio	0,0057
2	metanolo	Basso Rischio	0,0034
3	diclorometano	Basso Rischio	0,0046
4	etilacetato	Basso Rischio	0,0003
5	isottano	Basso Rischio	0,0026
6	cicloesano	Basso Rischio	0,0038
7	etanolo	Basso Rischio	0,0004
8	acetone		
9	acido trifluoroacetico		
10	trimetilpentano		
11	n-esano	Basso Rischio	0,0008
12	etere etilico	Basso Rischio	0,0014
13	etere di petrolio	Basso Rischio	0,0017
14	ferricianuro di potassio	- - -	-
15	ammonio acetato	- - -	-
16	sodio idrossido	Medio Rischio	0,0831
17	Ocratossina A	Basso Rischio	0,0009
18	Aflatossina mix (B1)	Basso Rischio	0,0000
19	Aflatossina mix (B2)	Basso Rischio	0,0000
20	Aflatossina mix (G1)	Basso Rischio	0,0000
21	Aflatossina mix (G2)	Basso Rischio	0,0000
LIVELLO D'ESPOSIZIONE COMPLESSIVO (L)			0,1148
Rischio Basso per la Sicurezza ed Irrilevante per la salute			

**DICLOROMETANO – Li =0,0046**

## Diclorometano



**Risultati del monitoraggio ambientale espressi in ppm**

**Normalizzazione del risultato ottenuto con il modello ISPRA/ARPA al livello di azione 1/10 del TLV/TWA**

## Confronto – Preparativa pesticidi

Anno	Dipartimento	Valutazione	Personale	Laboratorio	Acetone	Diclorometano
2011	Matera	Monitoraggio	G. D.	Preparativa Pesticidi	1 mg/m3	1,7 mg/m3

### LIVELLO D'ESPOSIZIONE COMPLESSIVO (L)

DIPARTIMENTO	Provinciale di Matera		
GRUPPO	Alta Specializzazione Pesticidi	OPERATORE	G. D.

### ELENCO AGENTI

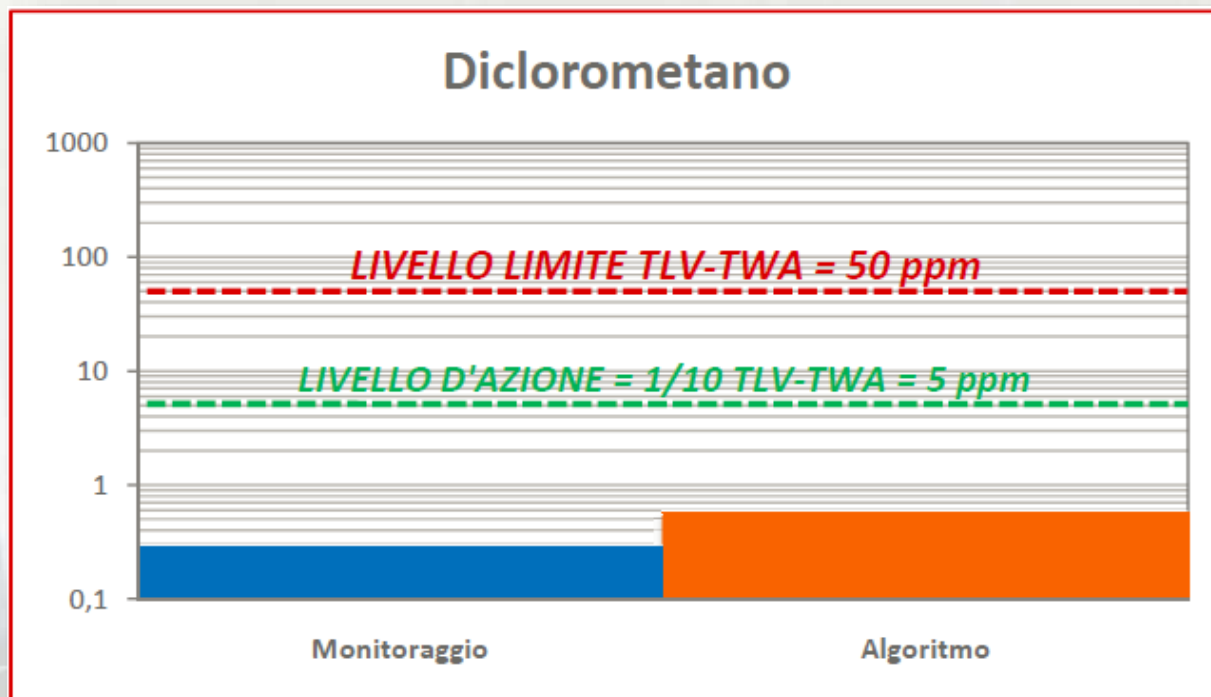
N° rif.	Nome Agente	Rischio i-esima sostanza	Li
1	etilacetato	Basso Rischio	0,0005
2	cicloesano	Basso Rischio	
3	acetone	Basso Rischio	
4	n-esano	Medio Rischio	
5	diclorometano	Alto Rischio	
6	isottano	Alto Rischio	
7	acetonitrile	Basso Rischio	
8	etere etilico	Basso Rischio	
9	allumina basica	---	-

**ACETONE – Li=0,0036**

**DICLOROMETANO – Li =0,1169**

**LIVELLO D'ESPOSIZIONE COMPLESSIVO (L) 0,5889**

**Rischio Irrilevante per la Salute**



**Risultati del monitoraggio ambientale espressi in ppm**  
**Normalizzazione del risultato ottenuto con il modello ISPRA/ARPA al livello di azione 1/10 del TLV/TWA**



## Confronto – Preparativa alimenti, additivi e pesticidi

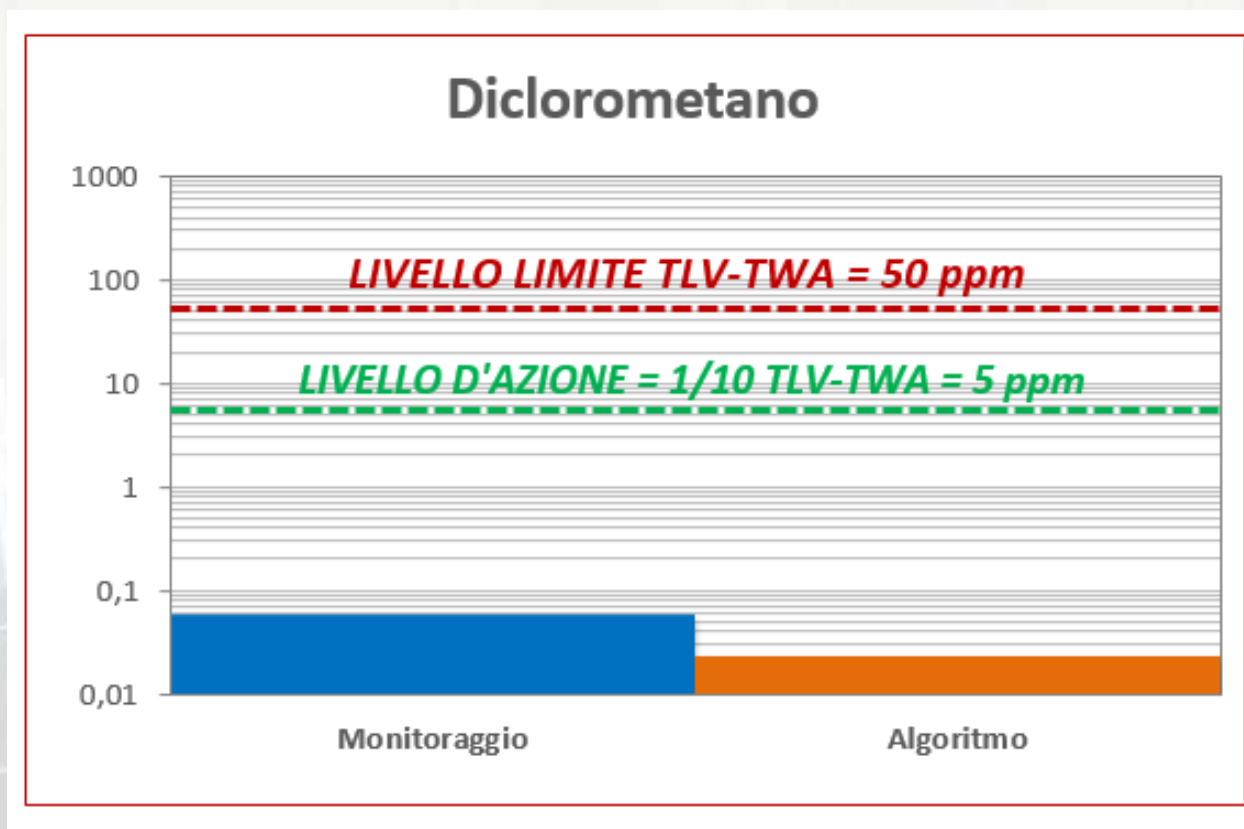
Anno	Dipartimento	Valutazione	Personale	Laboratorio	Acetone	Diclorometano	Isoottano
2013	Potenza	Monitoraggio	A. D.	Preparativa analisi di micotossine – Pesticidi – Additivi	0,3 mg/m <sup>3</sup>	0,2 mg/m <sup>3</sup>	3,8 mg/m <sup>3</sup>
2013	Potenza	Algoritmo	A. D.	Preparativa analisi di micotossine – Pesticidi – Additivi	0,0018	0,0046	0,0026

LIVELLO D'ESPOSIZIONE COMPLESSIVO (L)			
DIPARTIMENTO	Provinciale di Potenza		
GRUPPO	Laboratorio Strumentale	OPERATORE	A. D.
ELENCO AGENTI			
N° rif.	Nome Agente	Rischio i-esima sostanza	Li
1	Acido Nitrico 70%	Basso Rischio	0,0007
2	Acido Cloridrico 37%	Basso Rischio	0,0047
3	acido solforico 96%	Basso Rischio	0,0009
4	aceto nitrile		
5	metanolo		
6	diclorometano		
7	etilacetato		
8	isottano		
9	cicloesano		
10	etanolo		
11	acetone		
12	acido trifluoroacetico		
13	trimetilpentano		
14	n-esano		
15	etere etilico	Basso Rischio	0,0014
16	etere di petrolio	Basso Rischio	0,0017
17	ferrocianuro di potassio	---	-
18	ammonio acetato	---	-
19	sodio idrossido	Medio Rischio	0,0831
LIVELLO D'ESPOSIZIONE COMPLESSIVO (L)			0,1200
Rischio Basso per la Sicurezza ed Irrilevante per la salute			

**ACETONE – Li=0,0018**

**DICLOROMETANO – Li =0,0046**

**ISOOTTANO – Li – 0,0026**



**Risultati del monitoraggio ambientale espressi in ppm**  
**Normalizzazione del risultato ottenuto con il modello ISPRA/ARPA al livello di azione 1/10 del TLV/TWA**

## Confronto – Laboratorio di spettroscopia atomica e ionica

Anno	Dipartimento	Valutazione	Personale	Laboratorio	Acido Nitrico	Acido Cloridrico
2015	Metaponto	Monitoraggio	S. D.	Laboratorio di spettroscopia atomica e ionica	0,32 mg/m3	1,32 mg/m3
2015	Metaponto	Algoritmo	S. D.	Laboratorio di spettroscopia atomica e ionica	0,0064	0,0083

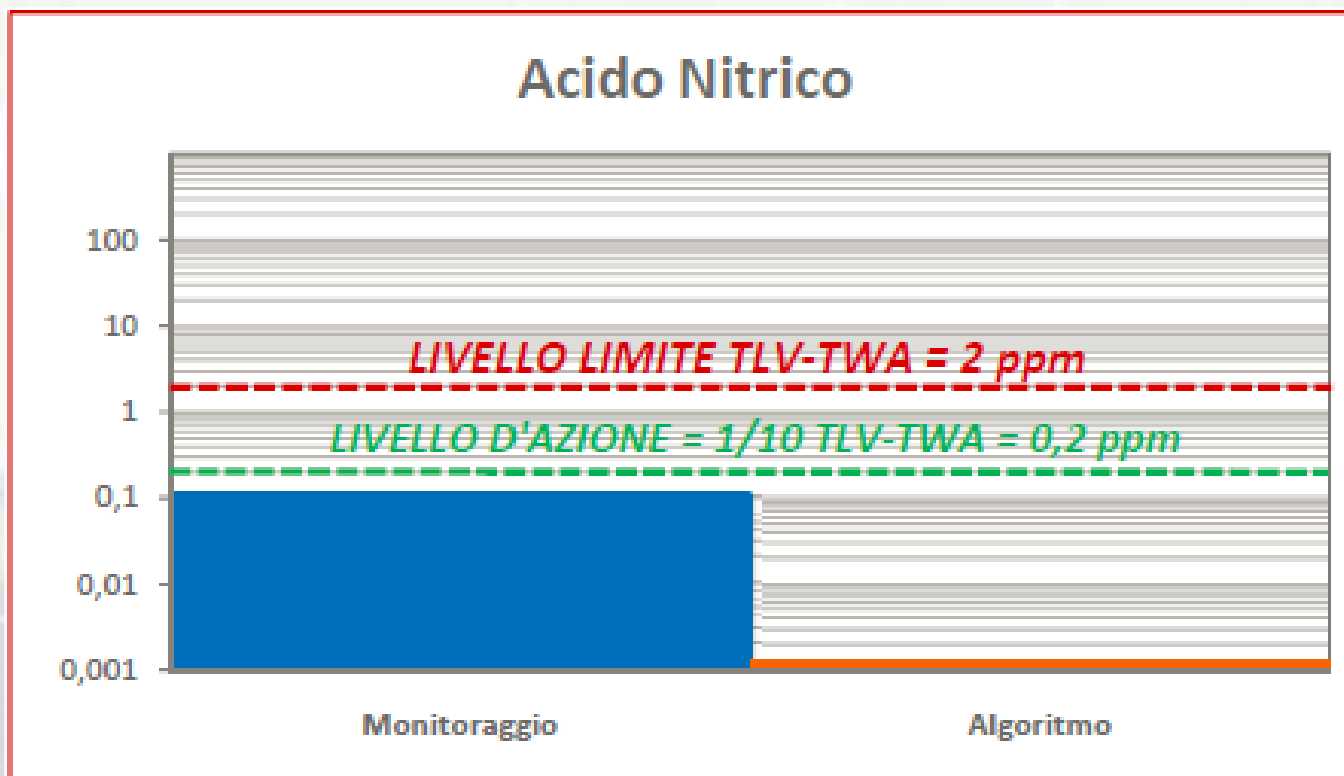
LIVELLO D'ESPOSIZIONE COMPLESSIVO (L)	
DIPARTIMENTO	METAPONTO
SETTORE	LABORATORIO SPETTROSCOPIA (METALLI) E TERRENI
RESPONSABILE	A. P.
GRUPPO DI LAVORO	LABORATORIO SPETTROSCOPIA (METALLI) E TERRENI
OPERATORE	S. D.

ELENCO AGENTI				
N° rif.	Nome Agente	Rischio l-esima sostanza	Li	% di rischio
1	ACIDO ACETICO	Basso Rischio	0,0001	0%
2	ACIDO CLORIDRICO	Basso Rischio	0,0083	9%
3	ACIDO FLUORIDRICO	Basso Rischio	0,0022	3%
4	ACIDO NITRICO	Basso Rischio	0,0064	7%
5	ACIDO PERCLORICO	Basso Rischio	0,0001	0%
6	ACIDO SOLFORICO	Medio Rischio	0,0111	12%
7	ACQUA OSSIGENATA	Basso Rischio	0,0047	5%
8	ALLUMINIO STD 1g/l	Basso Rischio	0,0000	0%
9	AMMONIACA	Medio Rischio	-	-
10	CADMIO STD 10ppm	Basso Rischio	-	-
11	CALCIO NITRATO	Basso Rischio	-	-
12	CHELEX 100	---	-	-
13	FERRO STD 1g/l	Basso Rischio	-	-
14	MAGNESIO CLORURO	---	-	-
15	MANGANESE STD 1g/l	Basso Rischio	-	-
16	MERCURIO STD 10 ppm	Basso Rischio	-	-
17	MULTI STANDARD 1ppm	Basso Rischio	-	-
18	PIOMBO NITRATO	Basso Rischio	-	-
19	POTASSIO FOSFATO BIBASICO	---	-	0%
20	POTASSIO FOSFATO MOBILISATO	---	-	0%
21	SODIO BOROIDRURIO	Basso Rischio	0,0002	0%
22	SODIO CARBONATO ANIDRO	Basso Rischio	0,0008	1%
23	SODIO ESA META FOSFATO	---	-	0%
24	SODIO IDROGENOCARBONATO	---	-	0%
25	SODIO IDROSSIDO	Medio Rischio	0,0334	37%
26	STAGNO STD 1 g/l	Basso Rischio	0,0005	1%

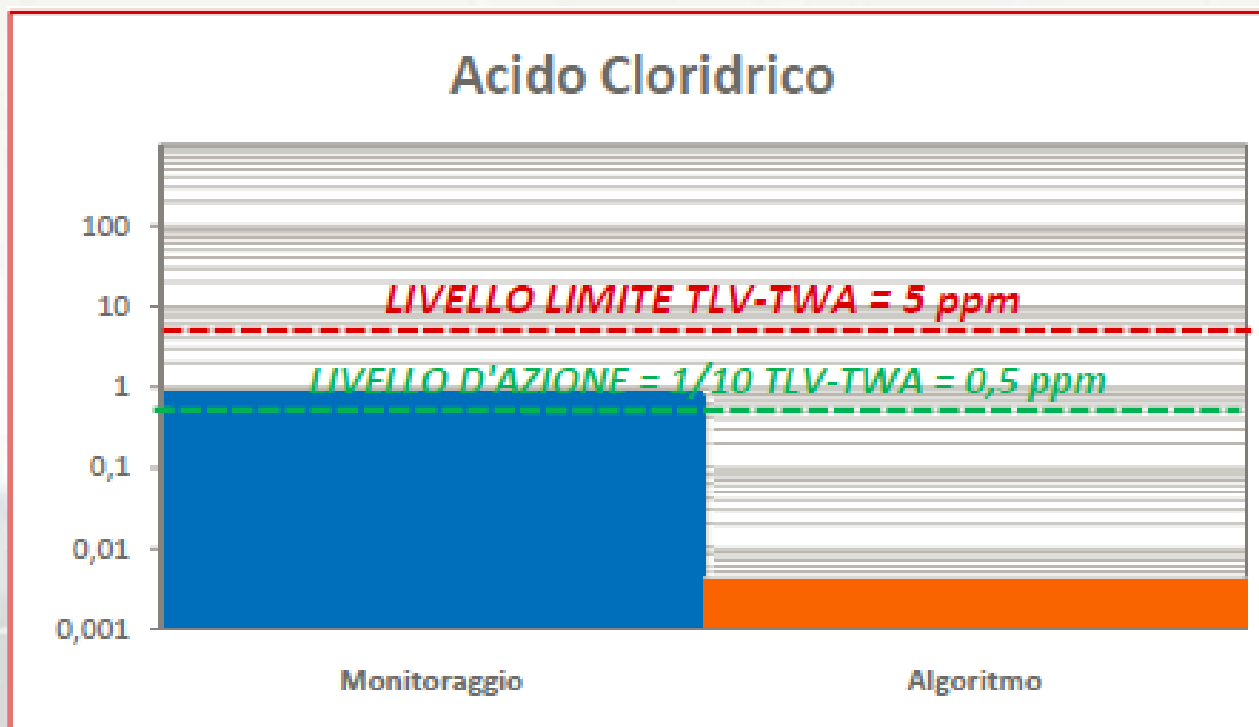
**ACIDO NITRICO – Li=0,0064**

**ACIDO CLORIDRICO – Li – 0,0083**

LIVELLO D'ESPOSIZIONE COMPLESSIVO (L)	0,0891
Rischio Irrilevante	



**Risultati del monitoraggio ambientale espressi in ppm**  
**Normalizzazione del risultato ottenuto con il modello ISPRA/ARPA al livello di azione 1/10 del TLV/TWA**



**Risultati del monitoraggio ambientale espressi in ppm**  
**Normalizzazione del risultato ottenuto con il modello ISPRA/ARPA al livello di azione 1/10 del TLV/TWA**



## Considerazioni finali

**Il modello ISPRA/ARPA ed i monitoraggi ambientali forniscono risultati in linea generale coerenti tra loro.**

**Il modello ISPRA/ARPA fornisce una rappresentazione coerente di reale esposizione professionale a solventi organici con TLV-TWA compreso tra 500 e 100 ppm.**

**L'aver effettuato monitoraggi ambientali nelle condizioni operative peggiori ha determinato le differenze evidenziate per i solventi organici con TLV-TWA < 100 e per gli acidi forti.**

**Una strategia di campionamento ambientale nelle condizioni operative reali ridurrebbe il delta dei risultati.**

**Per i laboratori del SNPA il modello ISPRA/ARPA è un primo screening della esposizione professionale che fornisce indicazioni delle sostanze da investigare successivamente per il tramite di monitoraggi ambientali.**

***RINGRAZIO TUTTI  
PER L'ATTENZIONE***