

# SOSTANZE CHIMICHE PERICOLOSE

G. Giacomo Guilizzoni

Rivista: «Professionalità»

3/1983

«Organia 2» Bollettino della Organia SpA

*Riprendiamo il materiale qui pubblicato per gentile concessione della «Organia SpA» di Urganò (BG).*

Le cause degli infortuni sono spesso dovute alla scarsa conoscenza dei pericoli e dei sistemi di sicurezza, alla disattenzione o peggio all'incoscienza degli operatori, all'abitudine al rischio da parte di coloro che si sentono troppo sicuri di sè non avendo mai subito incidenti.

Anche il chimico più esperto è cosciente corre rischi notevoli manipolando sostanze chimiche; *tutte*, infatti, sono più o meno pericolose ed è importante conoscere le più temibili.

In questi ultimi anni anche l'Italia (Suppl. ord G.U. 31.1.78; DM 17.12.77) si è adeguata alle direttive CEE (67/548, 69/81, 70/179, 71/144, 73/146, 75/409, 76/907, 79/831, quest'ultima recepita in DPR n. 927, GU 20.2.82) in materia di classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose (tab.1)

Tab. 1. Classificazione CEE delle sostanze pericolose.

	<i>Classe</i>	<i>Sostanze</i>	<i>Simbolo</i>
Maggiore pericolo	E	esplosive	bomba detonante
	O	comburenti	fiamma sopra cerchio
	F	infiammabili	fiamma
	C	corrosive	oggetto e mano corrosi
	T	tossiche	teschio e tibie
	R	radioattive	simbolo specifico
		cancerogene	
		teratogene	
		mutagene	
Minore pericolo	X n	nocive	croce di S. Andrea
	X i	irritanti	croce di S. Andrea

Sulle etichette, oltre ai simboli di pericolo della tab. 1, devono comparire i simboli indicanti la *natura dei rischi specifici* (tab. 2) e i *consigli di prudenza* (tab. 3).

Tab. 2. Natura dei rischi specifici.

<i>Simb.</i>	
R 1	Esplosivo allo stato secco
R 2	Rischio di esplosione per urto, sfregamento, fuoco o altre sorgenti di ignizione
R 3	Elevato rischio di esplosione per urto, sfregamento, fuoco o altre sorgenti di ignizione
R 4	Forma composti metallici esplosivi molto sensibili
R 5	Pericolo di esplosione per riscaldamento
R 6	Esplosivo a contatto o senza contatto dell'aria
R 7	Può provocare un incendio
R 8	Può provocare l'accensione di sostanze combustibili
R 9	Esplosivo in miscela con sostanze combustibili
R 10	Infiammabile
R 11	Facilmente infiammabile
R 12	Altamente infiammabile
R 13	Gas liquefatto altamente infiammabile
R 14	Reagisce violentemente con l'acqua
R 15	A contatto con l'acqua libera gas facilmente infiammabili
R 16	Pericolo di esplosione se mescolato con sostanze comburenti
R 17	Spontaneamente infiammabile all'aria
R 18	Durante l'uso può formare con l'aria miscele esplosive/infiammabili
R 19	Può formare perossidi esplosivi
R 20	Nocivo per inalazione
R 21	Nocivo per contatto cutaneo
R 22	Nocivo per ingestione
R 23	Tossico per inalazione
R 24	Tossico per contatto cutaneo
R 25	Tossico per ingestione
R 26	Altamente tossico per inalazione
R 27	Altamente tossico per contatto cutaneo
R 28	Altamente tossico per ingestione
R 29	A contatto con l'acqua libera gas tossici
R 30	Può divenire facilmente infiammabile durante l'uso
R 31	A contatto con acidi libera gas tossico
R 32	A contatto con acidi libera gas altamente tossico
R 33	Pericolo di effetti cumulativi
R 34	Provoca ustioni
R 35	Provoca gravi ustioni
R 36	Irritante per gli occhi
R 37	Irritante per le vie respiratorie
R 38	Irritante per la pelle
R 39	Pericolo di effetti irreversibili molto gravi
R 40	Possibilità di effetti irreversibili
R 42	Può provocare sensibilizzazione per inalazione
R 43	Può provocare sensibilizzazione per contatto cutaneo

Ad alcune sostanze possono essere assegnati più codici, separando i numeri con una sbarretta. Esempio, per il  $\beta$ -naftolo (X n) il codice R 20/22 precisa che il prodotto è nocivo per inalazione e ingestione e il codice S 24/25 è il consiglio di evitare il contatto con la pelle e con gli occhi.

Tab. 3. Consigli di prudenza.

<i>Simb.</i>	
S 1	Conservare sotto chiave
S 2	Conservare fuori della portata dei bambini
S 3	Conservare in luogo fresco
S 4	Conservare lontano dai locali di abitazione
S 5	Conservare sotto... (liquido indicato dal produttore)
S 6	Conservare sotto... (gas inerte indicato dal produttore)
S 7	Conservare in recipiente ben chiuso
S 8	Conservare al riparo dell'umidità
S 9	Conservare il recipiente in luogo ben ventilato
S 10	Mantenere il prodotto umido
S 11	Evitare il contatto con l'aria
S 12	Non chiudere ermeticamente il recipiente
S 13	Conservare lontano da alimenti o mangimi e da bevande
S 14	Conservare lontano da ... (sostanze incompatibili indicate dal produttore)
S 15	Conservare lontano dal calore
S 16	Conservare lontano da fiamme e scintille. Non fumare
S 17	Tenere lontano da sostanze combustibili
S 18	Manipolare e aprire il recipiente con cautela
S 20	Non mangiare né bere durante l'impiego
S 21	Non fumare durante l'impiego
S 22	Non respirare le polveri
S 23	Non respirare i gas/fumi/vapori/aerosoli
S 24	Evitare il contatto con la pelle
S 25	Evitare il contatto con gli occhi
S 26	In caso di contatto con gli occhi lavare immediatamente e abbondantemente con acqua e consultare un medico
S 27	Togliersi di dosso immediatamente gli indumenti contaminati
S 28	In caso di contatto cutaneo, lavarsi immediatamente e abbondantemente con ... (prodotti idonei indicati dal produttore)
S 29	Non gettare i residui nelle fognature
S 30	Non versare acqua sul prodotto
S 31	Tenere lontano da sostanze esplodibili
S 33	Evitare l'accumulo di cariche elettrostatiche
S 34	Evitare l'urto o lo sfregamento
S 35	Non disfarsi del prodotto o del recipiente se non con le dovute precauzioni
S 36	Usare indumenti protettivi adatti
S 37	Usare guanti adatti
S 38	In caso di ventilazione insufficiente, usare un apparecchio respiratorio adatto
S 39	Proteggersi gli occhi/il viso
S 40	Per pulire il pavimento e gli oggetti contaminati da questo prodotto usare:... (da precisare da parte del produttore)
S 41	In caso di incendio o di esplosione non respirare i fumi

S 42	Durante le fumigazioni usare un apparecchio respiratorio adatto
S 43	In caso di incendio usare ... (mezzi estinguenti indicati dal produttore). Se l'acqua aumenta il rischio precisare «non usare acqua»
S 44	In caso di malessere consultare il medico e se possibile mostrargli l'etichetta
S 45	In caso di incidente o di malessere consultare <i>immediatamente</i> il medico e se possibile mostrargli l'etichetta

## 1. Sostanze esplosive

Sono esplosive «le sostanze e i preparati che possono esplodere per effetto della fiamma e che sono sensibili agli urti e agli attriti più del dinitrobenzene». Si devono conservare in luogo fresco, in appositi locali, lontano da sostanze infiammabili. In laboratorio devono ovviamente essere manipolate con cautela, in piccolissime quantità, operando sotto la cappa di aspirazione (con cielino di poliestere rinforzato e non di vetro) proteggendosi con guanti, occhiali e altri mezzi.

### 1.1. Sono esplosivi per riscaldamento, urto o frizione:

*Nitroderivati alifatici* quali etile nitrito, etile nitrato, nitroglicole, nitroglicerolo, pentrite, nitromannitolo, ecc.

*Di- e tri- nitroderivati aromatici* quali acido picrammico, trinitrobenzeni, trinitrotolueni, trinitroxileni, trinitronaftaleni, trinitrofenoli, trinitrocresoli, trinitroanisolo, tetranitroanilina, tetranitrocarbazoletto ecc., e *nitrocellulose*.

*Perossidi e idroperossidi organici* quali benzoile perossido, idrossicicloesile perossido, mentano idroperossido, ecc.

*Azidi* (es.  $\text{PbN}_6$ ) e alcuni *sali di ammonio*, come perclorato e dicromato, alcuni *composti del mercurio*, come fulminato e ossicloruro.

### 1.2. Possono provocare esplosioni:

A contatto con acido solforico: *perclorati, permanganati*.

A contatto con cloro e permanganati: *alcoli, eteri, idrocarburi*.

A contatto con perossidi, triossido di cromo, acido nitrico: *metalli alcalini*.

A contatto con legno, carta, metalli, ruggine, sali metallici e altri materiali esclusi vetro, PE, PP, PVC: *perossidi e idroperossidi organici*.

A contatto con legno, carta, paglia, tessuti e altri materiali organici: *ossigeno liquido, aria liquida, acido perclorico conc.*

## 2. Sostanze comburenti

I comburenti sono «sostanze o preparati che, a contatto con altre sostanze, soprattutto se infiammabili, provocano una forte reazione

esotermica». Si devono conservare ovviamente lontano da sostanze combustibili.

### 2.1. Sono particolarmente pericolosi a contatto con infiammabili:

*Cloriti, clorati, perclorati, cloruro di calce; bromo, bromati.  
Ossigeno liquido, aria liquida; acqua ossigenata, perossidi, perossosali.  
Acido solforico conc.; acido nitrico, nitriti, nitrati.  
Triossido di cromo (anidride cromica), cromile cloruro; permanganati.*

## 3. Sostanze infiammabili

La norma UNI 7677 definisce infiammabili «i gas combustibili e i solidi e i liquidi che emettono, in condizioni normali di temperatura e pressione, vapori in grado di consentire lo svolgimento e di mantenere la combustione, indipendentemente dalla sorgente di ignizione cui sono stati sottoposti». Si devono conservare in luogo fresco, lontano da sorgenti di calore e da sostanze comburenti. In laboratorio, devono essere conservati in piccoli contenitori, nella quantità strettamente necessaria. Non devono mai essere riscaldati in recipienti aperti ma sempre usando dispositivi «a ricadere» o in apparecchi di distillazione, evitando l'uso di fiamme e resistenze elettriche scoperte.

### 3.1. Caratteristiche delle sostanze infiammabili:

*Punto di infiammabilità (flash point).* «E' la temperatura alla quale, in condizioni definite, la concentrazione di miscele infiammabili emesse da un solido o da un liquido è tale da raggiungere il limite inferiore di infiammabilità» (UNI 7677).

*Temperatura di accensione (ignition temperature).* «E' la temperatura minima di una sostanza solida, liquida o gassosa alla quale la sostanza deve essere portata, in aria, per essere suscettibile di mantenere la combustione indipendentemente dalla sorgente di ignizione» (UNI 7677).

*Limiti di infiammabilità (flammable limits).* «Sono la concentrazione massima (limite superiore) e minima (limite inferiore) di miscele infiammabili al di sopra o al di sotto delle quali non può aver luogo la propagazione della fiamma a contatto con una sorgente di ignizione» (UNI 7677).

Così ad esempio, il carbonio solfuro è particolarmente pericoloso perché ha basso punto di infiammabilità (- 30 °C), bassa temperatura di accensione (100 °C), basso punto di ebollizione (46,3 °C) e limiti di infiammabilità, in aria, piuttosto larghi (1,3÷44 %).

Tab. 4. Caratteristiche di alcune sostanze infiammabili (°C).  
(N.V. Steere – Handbook of laboratory safety)

	<i>Limite inferiore</i>	<i>Limite superiore</i>	<i>Punto di infiammabilità</i>	<i>Temperatura di accensione</i>
acetilene	2,5	81		
acetone	2,6	12,8	- 20	538
acido acetico	4	16	43	524
acido solfidrico	4,3	45	-	260
alcole n-butilico	1,7	18	29	365
alcole etilico	3,3	19	13	423
alcole metilico	6	36	11	446
alcole n-propilico	2,5	13,5	22	404
benzene	1,4	8	- 17	452
butano	1,9	8,5	-	405
carbonio ossido	12,5		-	651
carbonio solfuro	1,3	44	- 30	100
diossano	2	22	12	366
esano	1,1	7,5	- 30	261
etano	3,0	12,5	-	515
etere etilico	1,9	48	- 45	180
etere di petrolio 30/60	~ 1	~ 8	- 57	-
etere di petrolio 60/70	~ 1	~ 8	- 32	-
etene	3,1	32	-	450
idrogeno	4	75	-	585
metano	5	15	-	537
ossido di etilene	3	100	- 18	429
ossido di propilene	2,1	21,5	- 37	-
propano	2,2	4,5	-	466
propene	2,4	10,3	-	927
toluene	1,2	7,1	4	536

### 3.2. Sostanze estremamente infiammabili

Sono «le sostanze e i preparati liquidi il cui punto di infiammabilità è inferiore a 0 °C e il cui punto di ebollizione è inferiore o uguale a 35 °C».

Tra queste trovano largo impiego: *etere di petrolio 30/60, etere etilico, ossido di propilene*.

Hanno punto di infiammabilità inferiore a 0 °C ma, pur avendo punto di ebollizione superiore a 35 °C, sono altamente infiammabili: *etere di petrolio 60/70*,

*esano, carbonio solfuro, etere isopropilico, acetone, cicloesano, benzene, tetraidrofurano e altri meno comuni.*

### 3.3. Sostanze facilmente infiammabili

Sono sostanze e preparati che possono incendiarsi o produrre sostanze infiammabili per vari motivi. Si classificano in:

«Sostanze che, a contatto con l'aria, alla temperatura ambiente e senza ulteriore apporto di energia, possono riscaldarsi e incendiarsi».

Sono gli R 17: *metalli piroforici* (es. Al, Mg, Zn, Zr piroforico, nichel Raney), *fosforo giallo; metallo-alchili* (es. alluminio-alchili, zinco-alchili); *triclorosilano* e altri meno comuni.

«Solidi che possono facilmente incendiarsi per la rapida azione di una sorgente di accensione e che continuano a bruciare o a consumarsi anche dopo l'allontanamento della sorgente di accensione».

Sono lo *zolfo*, il *fosforo rosso* e le *polveri metalliche stabilizzate*.

«Sostanze liquide aventi punti di infiammabilità inferiori a 21 °C».

Sono: *acetile cloruro, etile acetato, toluene, butanone, pentanone, acetonitrile, vinile acetato, piridina, metanolo, ter-butanolo, propile acetato, diossano, etanolo, ottano, vinile cloruro, alcole amilico terziario* e altre meno comuni.

«Gas infiammabili in aria alla pressione ambiente». Sono gas che possono incendiarsi e/o esplodere in aria per effetto del calore o di scintille elettriche».

I più importanti sono quelli della tab.4. In particolare, sono infiammabili i gas liquefatti: *acido solfidrico, butano, butadiene, ciclopropano, etilammia, etene, etere metil-vinilico, etere metilico, etile cloruro, metantiolo, metilammine, metile cloruro, neopentano, ossido di etilene, propano, propene, vinile bromuro, vinile cloruro*.

«Sostanze che, a contatto con acqua o con l'aria umida sviluppano gas facilmente infiammabili, in quantità pericolosa».

Sono gli R 15: *metalli alcalini e alcalino-terrosi* (Li, K, Na, Ca, ecc.), *metalli piroforici o in polvere stabilizzata* (Al, Mg, ecc.); *idruri* (es. CaH<sub>2</sub>, NaH, LiAlH<sub>4</sub>);

*metallo-alchili* (Mg-alchili, Al-alchili, ecc.); *alcoossidi* (es.  $(C_3H_7O)_3Al$ ); *carburi* (es.  $CaC_2$ ); *fosfuri* (es.  $Ca_3P_2$ ); *triclorosilano*. In particolare, reagiscono violentemente con l'acqua i metalli alcalini, i metallo-alchili, gli alcoossidi alcalini e la sodioammide.

### 3.4. Sostanze infiammabili

Sono le «sostanze e i preparati liquidi il cui punto di infiammabilità è compreso tra 21 °C e 55 °C».

Esempi: *n-propanolo*, *xileni*, *n-butanolo*, *ragia*, *ragia minerale*, *idrazina*, *acido acetico*.

Molte sostanze, non comprese nella classificazione CEE, possono esplodere o sviluppare gas tossici o infiammabili a contatto con determinate sostanze.

A contatto con ossidanti: *acido acetico*, *acido cloridrico*, *metalli alcalini*.

A contatto con acidi: *cianuri*, *ipocloriti*, *cloriti*, *clorati*, *perclorati*, *calce cloruro*, *magnesio*, *zinco*, *solfori*, *perossido di benzoile*.

A contatto con metalli: *acidi in genere*, *acqua ossigenata*.

A contatto con metalli e sali metallici: *acido picrico*, *cloro*.

A contatto con acido solforico conc.: *perclorati*, *permanganati* (possono esplodere).

A contatto con alcoli, eteri, idrocarburi e gas infiammabili: *cloro*, *permanganati* (possono esplodere).

## 4. Sostanze tossiche

Sono tossiche «le sostanze e i preparati che, per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea, possono comportare rischi gravi, acuti o cronici, e anche la morte», provocando lesioni anche gravi agli organi vitali: sistema nervoso, reni, vie respiratorie, ecc. Si devono conservare in armadi chiusi a chiave e manipolare, in laboratorio, calzando guanti protettivi, sotto la cappa o in glove-box usando, per quelle più temibili, maschere antigas. E' indispensabile la massima pulizia delle mani e dei posti di lavoro; le mani si devono lavare con acqua e detersivi *ma non con solventi*, che possono favorire la penetrazione cutanea della sostanza tossica. Una buona regola è non usare la vetreria da laboratorio come contenitore per cibi e bevande. Malgrado queste precauzioni, il continuo



contatto con sostanze tossiche causa malattie professionali anche croniche, come ad es. il *saturnismo* da piombo l'*idrargirismo* da mercurio.

#### 4.1. Sostanze molto tossiche

Sono:

*Alcaloidi* quali aconitina, atropina, brucina, colchicina, fisostigmina, iosciamina, nicotina, pilocarpina, scopolamina, stricnina.

*Alcoli* come l'alcole allilico.

*Composti alogenati* quali acido fluoridrico, acido fluoroacetico, acido iodoacetico, allile cloruro, boro triclورو, boro trifluoruro, bromo, carbonio tetracloruro, cloridrica etilenica, cloronitroanilina, cloropicrina, etere dicloroetilico, etere diclorometilico, etile bromoacetato, fluoro, fluoroacetammide, fosgene, metile bromuro, pentacloroetano, propile bromuro, tetrabromoetano, tetracloroetano.

*Ammine aromatiche* quali o-anisidina, benzidina, dianisidina,  $\beta$ -naftilammina.

*Epossidi*, come ad es. l'ossido di etilene.

*Composti arsenicali* come ad es. l'arsano.

*Composti azotati* quali aziridina, dinitroanilina, dinitrobenzeni, dinitrocresoli, ipoazotide, nitroanisidina, nitrobenzene, nitrodiglicole, nitroglicerina, nitroglicole, sodio azoturo, trinitrobenzeni, trinitroclorobenzeni.

*Berillio e composti.*

*Composti cianici* quali acetonecanidrina, acido cianidrico, cianuri, diisocianati.

*Composti fosforati* quali esteri fosforici e fosfonici (pesticidi), fosfine, fosforo bianco, fosfuri.

*Composti del mercurio.*

*Piombo alchili* quali TEL, TEM (antidetonanti per benzine, ora eliminati).

*Composti solforati* come acido solfidrico, carbonio solfuro, dimetilsolfato.

*Tallio e composti.*

*Uranio e composti.*

#### 4.2. Asfissianti semplici

Molti gas e vapori non sono tossici ma se presenti nell'aria in alta concentrazione sono pericolosi, diminuendo la concentrazione dell'ossigeno, in condizioni normali non inferiore al 18 %, corrispondente ad una pressione parziale di 135 torr. Sono asfissianti semplici:

Non infiammabili: *azoto, diossido di carbonio, gas nobili,*

Infiammabili: *idrogeno, metano, etano, etene, etino, propano, propene, butano.*

### 5. Sostanze nocive

Sono nocive «le sostanze e i preparati che, per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea, possono comportare rischi di gravità limitata». Si può affermare che tutte le sostanze chimiche sono nocive; i danni prodotti dipendono dalla natura della sostanza e dalle dosi assorbite; è risaputo che sono nocive, in forti dosi, anche sostanze alimentari quali gli zuccheri.

### 5.1. Criteri CEE di classificazione delle sostanze tossiche e nocive

L'assegnazione di una sostanza ad una delle tre classi (molto tossiche, tossiche e nocive) viene fatta in base ai valori  $DL_{50}$  e  $CL_{50}$  (tab. 5). La prima sigla significa *dose letale*, quantità in milligrammi di sostanza, riferita a 1 kg di massa corporea dell'animale sperimentale, che provoca la morte del 50 % dei soggetti. La seconda significa *concentrazione letale*, concentrazione di sostanza, espressa in milligrammi al litro in aria, che provoca la morte del 50 % degli animali sperimentali, dopo inalazione di 4 h.

A proposito di nocività. Qualcuno ha proposto di apporre, come per le sigarette, la scritta «nocivo» sulle confezioni del vino e delle bevande alcoliche. Commento di Roberto Mussapi:

«... non fa male il vino  
ma il suo abuso,  
non fa male il cervello  
ma il suo non uso».

Tab. 5. Direttiva CEE 79/831.

Sostanze	$DL_{50}$ orale (1)	$DL_{50}$ cutanea (2)	$CL_{50}$ inalatoria (3)
molto tossiche	$\leq 25$	$\leq 50$	$\leq 0,5$
tossiche	$25 \div 200$	$50 \div 400$	$0,5 \div 2$
nocive	$200 \div 2000$	$400 \div 2000$	$2 \div 20$

(1) Espressa in mg/kg su ratto. (2) Espressa in mg/kg su ratto o coniglio.

(3) Espressa in mg/l / per 4 h su ratto.

## 6. Sostanze corrosive

Sono corrosive le «sostanze e i preparati che, a contatto con i tessuti vivi, possono esercitare su di essi azione distruttiva». In laboratorio, è consigliabile conservare i recipienti delle sostanze corrosive nelle parti più bassi delle scaffalature, meglio se posti in bacinelle di materiale

inattaccabile. Le stesse ditte produttrici confezionano alcuni corrosivi in flaconi, posti a loro volta in contenitori più grandi pieni di farina fossile o altro materiale adsorbente. La manipolazione delle sostanze corrosive richiede l'uso di adeguati mezzi protettivi come occhiali, guanti, maschere, tute.

Sono corrosivi, o caustici:

*Acidi forti* come acido cloridrico, acido solforico, oleum, acido nitrico, acido perclorico, cloridrica solfonica, acido tricloroacetico.

*Acidi deboli* come acido fluoridrico, acido acetico, acido formico.

*Anidridi* come anidride fosforica, anidride acetica, ossidi di azoto.

*Basi forti* come ossidi, perossidi e idrossidi alcalini e alcalino-terrosi.

*Basi deboli* come ammoniaca e idrazina.

*Metalli alcalini e alcalino-terrosi e metallo-alchili.*

*Sali ed esteri* che per idrolisi risultano fortemente acidi (es. argento nitrato, dimetilsolfato) o fortemente basici (es. ipocloriti, solfuri, carbonati alcalini).

*Alogeni e alogenuri* come fluoro, cloro, bromo, iodio, clorobenzaldeide, acetile cloruro, allile cloruro, solforile e tionile cloruro, cromile cloruro, cloruri di zolfo, fosforo, antimonio, zinco, stagno(IV), alluminio, titanio, ecc.

*Formaldeide.*

*Ghiaccio secco.*

## **7. Sostanze irritanti**

Sono irritanti le «sostanze e i preparati non corrosivi il cui contatto immediato, prolungato o ripetuto con la pelle e le mucose, può provocare un'azione infiammatoria».

## **8. Sostanze cancerogene, teratogene, mutagene**

Sono *cancerogene* le «sostanze e i preparati che, per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea, possono provocare il cancro o aumentarne la frequenza».

Di alcuni cancerogeni sono stati stabiliti i TLV (*Threshold limit values*, valori di soglia), concentrazioni di sostanze inquinanti gli ambienti di lavoro a cui si ritiene che quasi tutti i lavoratori possono essere ripetutamente esposti, giorno dopo giorno, senza subire effetti dannosi. In genere ci si riferisce ad una normale giornata lavorativa di 8 h o una

settimana lavorativa di 50 h (TWA, *time weighted average*) o a un periodo massimo di 15 min (STEL, *short term exposure limit*).

Tab. 6. TLV di alcuni cancerogeni.

	TLV
amianto	5 fibre/cm <sup>3</sup> > 5 µm
cromite	0,05 mg/m <sup>3</sup>
etere diclorometilico	0,001 ppm
idrocarburi aromatici policiclici particolati (frazione solubile in benzene)	0,2 mg/m <sup>3</sup>
nichelio solfuro (espresso come Ni)	1 mg/m <sup>3</sup>
anidride arseniosa (espressa come As)	0,05 mg/m <sup>3</sup>

Sono *teratogene* le sostanze e i preparati che provocano teratogenesi, deformazione prenatale della struttura corporea o di singoli organi.

E' tristemente famoso il caso dell' imide  $\alpha$ -ftaloilimmidoglutarica (*talilomide*), un sedativo assunto da donne incinte che ha provocato numerosi casi di focomelia.

Sono *mutagene* le sostanze e i preparati che provocano modificazioni irreversibili del patrimonio genetico.

Un potente mutageno è il benzofenantro(4,5)tiofene. Moderatamente attivi sono: benzofenantro(2,3)tiofene; benzofenantro(3,2)tiofene; benzofenantro(3,4)tiofene, potente cancerogeno. Presentano debole attività mutagena: fenatro(4,5)tiofene; benzofenantro(2,1)tiofene; benzofenantro(1,2)tiofene, trifenilen(4,5)tiofene, dinaftotiofene.

## 8. Sostanze radioattive

Sono radioattivi i «nuclidi capaci di emettere spontaneamente particelle, o raggi X, o raggi gamma, a seguito di cattura di elettroni orbitali, o subire fissione spontanea» (UNI 7267). Come i farmaci e gli stupefacenti le sostanze radioattive sono oggetto di disposizioni particolari e possono essere ovviamente manipolate soltanto da personale specializzato e autorizzato.