

## PRINCIPIO DI PRECAUZIONE

"Quando ci si propone di introdurre nuove sostanze o nuove tecnologie nell'uso quotidiano, bisogna partire dalla **presunzione che esse possano avere un effetto nocivo sull'uomo**; perciò, prima di commercializzarle e utilizzarle su larga scala, bisogna sottoporle a un'analisi preventiva dei danni e dei benefici che possono procurare alla salute dell'uomo e dell'ambiente in cui l'uomo vive."

### DOSE

quantità di sostanza esogena assorbita dall'organismo in uno determinato periodo di tempo. La tossicità dipende dalla dose e dalla pericolosità di una sostanza.

Livello di tossicità Probabile dose letale per os nell'uomo	
Praticamente non tossico	> 15 g/Kg di peso
Leggermente tossico	5-15 g/Kg di peso
Moderatamente tossico	0.5-5 g/Kg di peso es. Etanolo 1400 mg/kg
Molto tossico	50-500 mg/Kg di peso es. Cloroformio 140 mg/kg
Altamente tossico	5-50 mg/Kg di peso
Supertossico	< 5 mg/Kg di peso es. Cianuro di K 2.9 mg/kg SARIN 0.01 mg/kg

### EFFETTO

alterazione biologica individuale associata ad una determinata dose.

☞ effetti locali  
☞ effetti sistemici

☞ effetti reversibili  
☞ effetti irreversibili

### RISPOSTA

percentuale di popolazione che sviluppa l'effetto ad una specifica dose (o livello di esposizione)

*.....e quindi.....*

la scienza tossicologica può essere divisa in tre livelli operativi sulla base di tre variabili:

- concentrazione,
- tempo di esposizione
- ampiezza della popolazione interessata.

### PRIMO LIVELLO OPERATIVO

campo d'attività del tossicologo clinico e del tossicologo forense.

- **Concentrazioni molto elevate**
- **Tempo di esposizione molto breve**
- **Popolazione interessata fascia molto ridotta**,  
avvelenamento acuto, accidentale o volontario, in cui trovano applicazione terapie sintomatiche o specifiche di pronto soccorso.

### SECONDO LIVELLO OPERATIVO

- **Concentrazioni ridotte** rispetto a quelle che possono provocare tossicità acuta: parti per bilione (ppb,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  aria), più raramente parti per milione (ppm,  $\text{mg}/\text{m}^3$ );
- **Tempo di esposizione superiore**
- **Popolazione interessata fascia maggiore**  
Esposizioni in ambiente di lavoro: sostanza nota, concentrazioni determinabili

### TERZO LIVELLO OPERATIVO

- **Concentrazioni molto basse**, quali parti per bilione e parti per trillione (ppt,  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) difficilmente rilevabili
  - **Tempi di esposizione estremamente lunghi (tutta la vita)**
  - **Popolazione interessata molto ampia**.
- Si tratta della **tossicologia ambientale** che valuta gli effetti a lungo termine nell'uomo in seguito ad esposizione prolungata a dosi molto basse di **agenti presenti negli alimenti, nell'acqua e nell'aria**.

## RELAZIONE DOSE/RISPOSTA

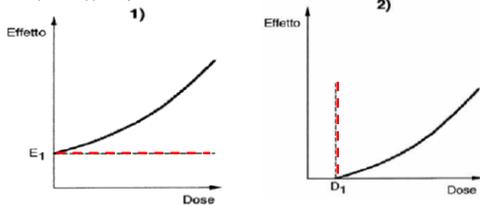


## RELAZIONE DOSE/EFFETTO

### RELAZIONE DOSE/EFFETTO

- ✓ Studia la relazione tra livelli crescenti di esposizione ad un tossico in un certo periodo di tempo (dose) e le alterazioni osservate in ciascun individuo del gruppo studiato;
- ✓ Permette di identificare la concentrazione della sostanza che provoca l'effetto e la concentrazione di sostanza alla quale non è presente alcun effetto.

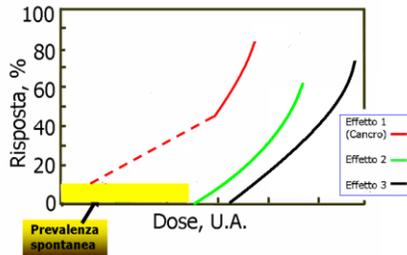
1) presenza di effetto E1 quale effetto spontaneo anche in assenza di dose (curva con soglia di effetto)



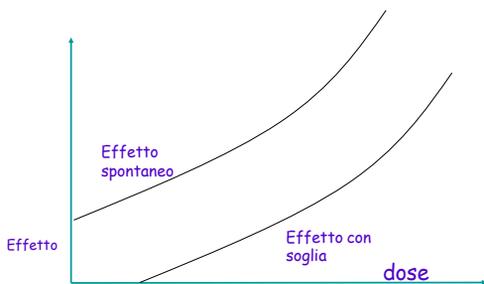
2) con assenza di effetto per dosi inferiori alla dose D1 (curva con soglia di dose)

### RELAZIONE DOSE/EFFETTO

relazione tra livelli crescenti di esposizione a un tossico (concentrazione) in un certo periodo di tempo e gli effetti osservati in ciascun individuo del gruppo studiato.



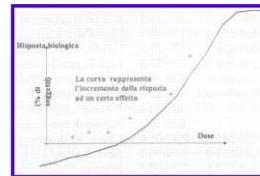
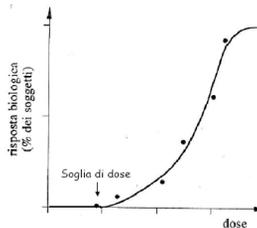
### Curva dose-effetto



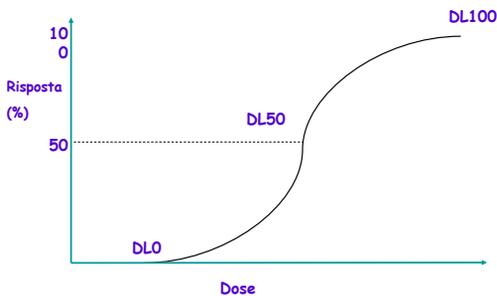
### RELAZIONE DOSE/RISPOSTA

Studia la percentuale degli individui della popolazione in studio che presentano un effetto al crescere della dose

**Relazione Dose - Risposta**  
frequenza percentuale di casi con un determinato effetto al crescere della dose (valori anormali di un indicatore di effetto, casi di malattia specifica)



### Curva dose-risposta



L'esposizione a sostanze chimiche che esercitano la loro azione per via sistemica può determinare un continuum di effetti :

- 1) effetti non osservati
- 2) effetti precoci
- 3) compromissione della salute in fase **adverse effect** ←
- 4) malattia manifesta fino alla morte

#### Effetto biologico precoce

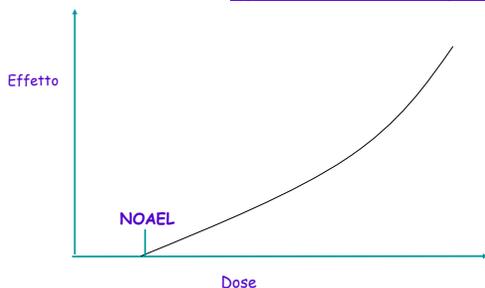
alterazione **precoce, reversibile, non sintomatica** e possibilmente predittiva del manifestarsi di evidenti segni e sintomi di compromissione della salute in modo da consentire l'attuazione di interventi finalizzati alla prevenzione della malattia e delle relative conseguenze.

#### Adverse affect

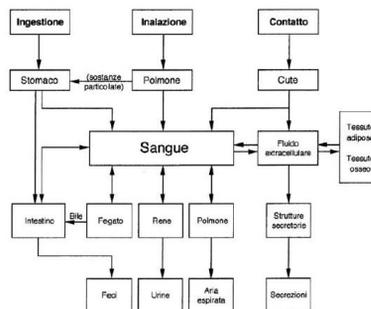
effetto capace di "causare, promuovere, facilitare o aggravare una **compromissione strutturale o funzionale**, ove per compromissione si consideri un evento suscettibile di ridurre la qualità della vita, determinare una malattia invalidante o condurre a morte prematura".

### No Observed Adverse Effect Level (NOAEL)

Dose della sostanza alla quale non sono apprezzabili effetti nocivi sugli esposti



### Interazione organismo - sostanze esogene :fase tossicocinetica



Assorbimento, distribuzione, metabolismo, escrezione

## Tossicologia industriale

Studio delle sostanze tossiche-agenti utilizzati negli ambienti di lavoro e potenziali danni derivanti dalla esposizione

- › stima del rischio potenziale
- › valutazione degli effetti (dose-risposta e dose-effetto)
- › variazioni individuali
- › livello accettabile di esposizione
- › misure preventive



### Monitoraggio

**Sorveglianza sistematica dei rischi cui i lavoratori sono esposti.**

Si effettua **misurando** definiti **parametri dell'ambiente di lavoro** e in particolare la **concentrazione delle sostanze tossiche nell'aria**, o misurando **prestabiliti parametri biologici** in particolare la concentrazione dei tossici, dei loro metaboliti o le relative razioni organiche nelle **urine, sangue o aria espirata.**

(ILO)

### MONITORAGGIO AMBIENTALE

Misura e valutazione, usualmente a livello atmosferico, degli agenti presenti nel luogo di lavoro per la valutazione della esposizione ambientale e del rischio per la salute a essa associati utilizzando **appropriati limiti di riferimento.**

### Vantaggi e limiti del monitoraggio ambientale

- ⊕ misura oggettiva e standardizzabile
- ⊕ facilmente interpretabile
- ⊖ può non riflettere la dose assorbita:
  - altre vie di assorbimento;
  - effetto del carico di lavoro;
  - variabilità interindividuale nel metabolismo
- ⊖ tende a semplificare fenomeni complessi
  - miscela
  - susceptibilità individuale

### MONITORAGGIO BIOLOGICO

Misura nei **tessuti**, nei **liquidi biologici**, nell'**aria espirata** dal soggetto esposto, la **concentrazione** degli agenti presenti nel luogo di lavoro, dei loro metaboliti o gli effetti prodotti dagli xenobiotici, **per valutare l'esposizione e il rischio per la salute** in rapporto ad appropriati riferimenti. I parametri studiati per questo scopo sono definiti "**indicatori biologici**".

...valuta la **dose interna** del tossico cioè la quantità di sostanza assunta dal lavoratore nell'arco del turno di lavoro, nell'espletamento della sua mansione **attraverso tutte le vie di penetrazione.**

La **dose interna** esprime anche fattori diversi dall'entità della esposizione come **carico di lavoro fisico**, **microclima** e **fattori individuali** (età, sesso, caratteristiche genetiche, alterazioni degli organi deputati al metabolismo o alla escrezione).

Il **monitoraggio biologico** mira ad ottenere **indicazioni precoci e preferibilmente reversibili sull'esposizione, sulla susceptibilità e sugli effetti biologici secondari a quel fattore di rischio.**

### Vantaggi e limiti del monitoraggio biologico

- ⊕ la dose è in rapporto più diretto con gli effetti sulla salute
- ⊕ la stima del rischio mediante MB è più accurata rispetto a quella basata sul monitoraggio ambientale;
- ⊕ il dato biologico è potenzialmente meno influenzato da fattori interferenti (maschere, imbrattamento campionatori)

- ⊖ per la corretta interpretazione dei dati di MB sono necessarie approfondite conoscenze tossicologiche (cinetica, dinamica, relazioni dose-effetto/risposta;
- ⊖ il MB è utile solo per effetti sistemici.

## Indicatori biologici

- Indicatori di esposizione
- Indicatori di dose biologicamente efficace
- Indicatori di effetto
- Indicatori biologici di suscettibilità
- Indicatori precoci di malattia

Al momento attuale gli **indicatori di esposizione** si prestano maggiormente ad un **uso pratico e routinario**, e sono anche quelli che fornendo indicazioni, spesso più precise dello stesso monitoraggio ambientale, sul livello di esposizione individuale (per tutte le vie di assorbimento, compresa quella cutanea) contribuiscono alla valutazione del rischio ed al suo controllo nel tempo.

### Indicatori biologici di suscettibilità

Esprimono una **condizione individuale, genetica** (sesso, etnia, modificazione in geni che controllano l'attivazione metabolica, la detossificazione di una sostanza, la predisposizione ad una specifica malattia, la riparazione del DNA) o **acquisita** (dieta, stato di salute, stato socio-economico, età) consistente in una **limitata capacità** dell'organismo di **rispondere** alle possibili conseguenze dell'esposizione ad un determinato tossico.

### Indicatori precoci di malattia

Permettono di identificare quelle **alterazioni a carico dell'organo bersaglio** che generalmente sono ancora **reversibili** e precedono la comparsa del quadro clinico conclamato.

### Due domande

#### 1. valori di riferimento

Come si colloca il risultato del MB rispetto ai **valori** determinati in **popolazioni** per le quali è stata **esclusa una specifica esposizione lavorativa** alla sostanza in esame?

"orientare" rispetto all'esistenza di una **esposizione maggiore** di quella della popolazione generale;

#### 2. valori limite

Come si colloca il risultato del MB rispetto a **valori** ai quali è stato attribuito un determinato **significato** rispetto alla possibile **modificazione dello stato di salute degli esposti** (?)

"orientare" rispetto alla probabilità della comparsa di **effetti sulla salute** e quindi alla necessità di determinati **interventi**

### Indicatori di esposizione

**dose di tossico effettivamente assorbita dal soggetto esposto**  
concentrazione della sostanza /metabolita nei fluidi biologici.

### Indicatori di dose biologicamente efficace

**frazione di xenobiotico** che, in genere dopo attivazione metabolica, si è **legata ad un bersaglio critico o non critico** per la tossicità.  
A seconda dei casi viene considerato un indicatore di esposizione o di suscettibilità o di effetto o, anche di tutti e tre assieme.

### Indicatori di effetto

identificano una **alterazione precoce e reversibile** a livello dell'**organo bersaglio** (effetto critico, es. protoporfirine eritrocitarie) o che **precedono la comparsa del danno clinicamente rilevabile** (effetto preclinico, es. microproteinuria)

### PRESUPPOSTI PER EFFETTUARE IL MONITORAGGIO

Conoscenza approfondita di

- sostanza tossica;
- relazione dose effetto;
- processi di biotrasformazione di un tossico nell'organismo;
- alterazioni funzionali e morfologiche che esso produce a livello dell'organo critico.

### AGENTE TOSSICO

- > RELAZIONE DOSE-RISPOSTA
- > RELAZIONE DOSE-EFFETTO
- > VIE DI ASSORBIMENTO,
- > DISTRIBUZIONE
- > METABOLISMO
- > ESCREZIONE
- > Fattori modificanti la TOSSICITA'
  - PROPRIETA' FISICO CHIMICHE
  - MODALITA' DELL'INTERAZIONE
  - FATTORI AMBIENTALI
  - FATTORI INDIVIDUALI

**Riepilogo...**

**Indicatori di dose (di esposizione):**

**Concentrazione** del tossico/metaboliti in matrici biologiche (sangue, urine, capelli, saliva, feci, aria espirata)  
 - **dose corrente:** PbB, PbU, CdB, tricloretanolo (correlano con PbA, CdA, tricloretilene)  
 - **esposizione cumulativa (accumulo):** CdU, HgU, PbU dopo chelazione  
 - **dose reale biologicamente attiva:** Pb plasmatico (diffusibile), addotti al DNA

**Indicatori di effetto:**

**Alterazioni biologiche, reversibili in fase precoce**, che si sviluppano nell'organo critico o nell'organo bersaglio, valutano il rischio per lo stato di salute dell'esposto, sono di tipo **biochimico** (enzimatico), **neurocomportamentale**, **neurofisiologico**, **funzionale** (es. test di funzione respiratoria)

**Organo Critico**  
 organo o processo biologico (metabolico) nel quale si manifesta l'effetto "critico" = la prima modificazione rilevabile alla "concentrazione critica" del tossico e quindi in seguito alla più bassa concentrazione capace di causare l'effetto critico"

**Organo Bersaglio**  
 organo, apparato o funzione che in caso di intossicazione, preclinica o clinica, viene specificatamente danneggiato dal tossico

**MONITORAGGIO BIOLOGICO MISURE DI**

ESPOSIZIONE	EFFETTO*
SOSTANZA E/O METABOLITI	COSTITUENTE BERSAGLIO ENZIMA CRITICO FUNZIONE FISIOLÓGICA  * REVERSIBILE, NON PATOLOGICO
ARIA ALVEOLARE	
URINA	
SANGUE	
CAPELLI	
TESSUTI	
ALTRI FLUIDI	

**PRECISO MOMENTO DI RACCOLTA DEL CAMPIONE DA ESAMINARE**

TIPO DI CAMPIONAMENTO	RACCOMANDAZIONI
PRE-TURNO	16 ORE DOPO LA FINE DELL'ESPOSIZIONE
DURANTE IL TURNO	QUANDO SI VUOLE DOPO 2 ORE DI ESPOSIZIONE
ALLA FINE DEL TURNO	PRIMA POSSIBILE DALLA FINE DELL'ESPOSIZIONE
ALLA FINE DELLA SETTIMANA DI LAVORO	DOPO 4-5 GIORNI CONSECUTIVI DI ESPOSIZIONE
DISCREZIONALE	QUANDO SI VUOLE

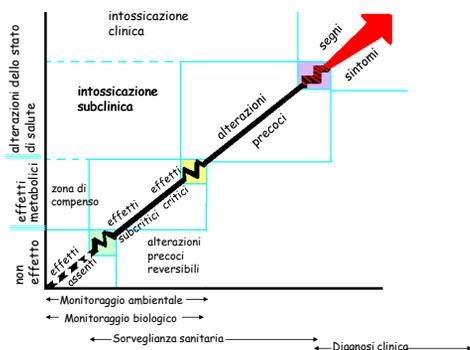
**Sorveglianza sanitaria e monitoraggio degli effetti biologici**

Sorveglianza sanitaria	Monitoraggio effetti biologici
Individui	Gruppi
Idoneità del lavoratore	Idoneità del lavoro
Clinica	Epidemiologica
Specifici	Sensibili
Valori di riferimento	Gruppo di controllo
Dicotomiche	Continue
Diagnosi di malattia o ipersuscettibilità	Esclusione di malattie

Valutazione periodica medico-fisiologica dei lavoratori, con l'obiettivo di proteggere la salute e prevenire le malattie correlate al lavoro.

Si fonda sull'accertamento clinico e sulla valutazione del rischio professionale. Si realizza attraverso la rilevazione di alterazioni precoci dello stato di salute attraverso la visita medica e le indagini complementari (laboratorio e strumentali). E' affidata al **Medico Competente**, ma è importante che anche il Medico di Medicina Generale ne conosca il significato.

Spesso il lavoratore ha con il proprio MMG un rapporto di fiducia che non riesce ad instaurare con il MC e si rivolge al primo per avere informazioni sul significato delle indagini svolte in azienda e sul rischio cui è esposto.



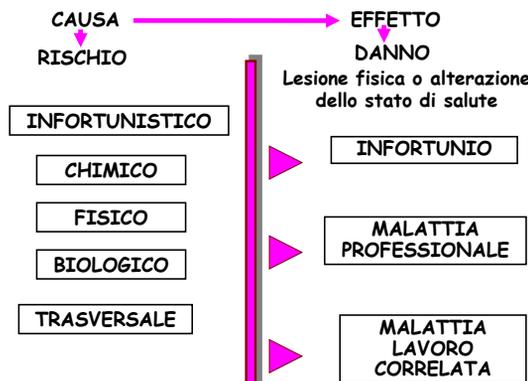
**Definizione**

La scienza dedicata alla **previsione, riconoscimento, valutazione e controllo dei fattori e delle sollecitazioni** (derivanti o presenti nei luoghi di lavoro), che possono causare malattie, disturbi della salute, del benessere o un significativo disagio e inefficienza tra i lavoratori o tra i cittadini di una comunità" - **ACGIH**

**igiene industriale**



A differenza della **Tossicologia Industriale**, non stima la quantità di tossico/i che è entrata nell'organismo tramite il dosaggio dell'inquinante e/o di un suo prodotto di biotrasformazione (metabolita) ma misura la concentrazione di inquinanti a cui il soggetto è esposto



L'identificazione quali-quantitativa degli inquinanti fisici, chimici e biologici viene effettuata tramite metodi di campionamento ed analisi specifici per ogni inquinante.

**NB**

Le condizioni ambientali (temperatura, umidità, ecc.) influiscono notevolmente sulla concentrazione degli inquinanti, per esempio modificando la volatilità di un solvente o la quantità di polvere inalabile.

## I PRINCIPALI FATTORI DI RISCHIO

I rischi lavorativi presenti negli ambienti di lavoro, in conseguenza dello svolgimento delle attività lavorative in un determinato luogo di lavoro, possono essere suddivisi in macro-categorie:

**RISCHIO INFORTUNI**

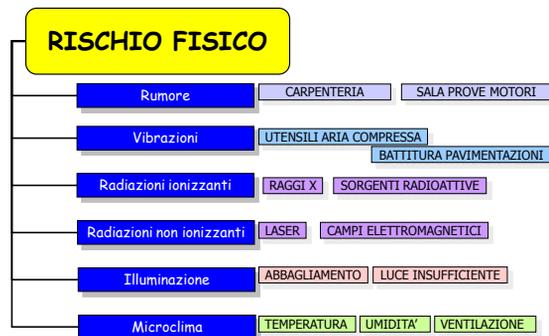
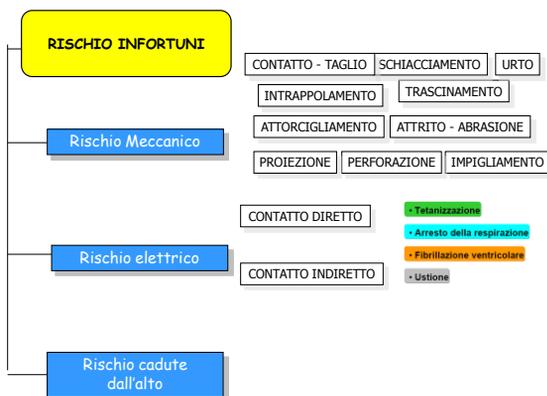
**RISCHIO INCENDIO**

**RISCHIO FISICO**

**RISCHIO CHIMICO**

**RISCHIO BIOLOGICO**

**RISCHI TRASVERSALI  
CONNESSI  
ALL'ORGANIZZAZIONE DEL  
LAVORO**



## RISCHIO DA AGENTI CHIMICI

- > manufatti e prodotti contenenti piombo;
- > calce viva (ossido di calcio);
- > cemento;
- > sabbia e polveri silicotigene (mole abrasive, etc);
- > amianto (asbesto);
- > solventi organici a base di idrocarburi aromatici;
- > fibre di vetro e fibre minerali artificiali;
- > collanti e adesivi;
- > oli disarmanti;
- > additivi per cemento e calcestruzzo;
- > prodotti vernicianti;
- > acidi e basi;
- > polveri di legno;
- > polveri metalliche;
- > materie plastiche e gomma;
- > ossido di ferro;
- > sostanze derivanti dalla saldatura, etc.

## IL DANNO DA AGENTI CHIMICI È CAUSATO

- ✓ DALL'INALAZIONE
- ✓ DAL CONTATTO (pelle e mucose)
- ✓ DALL'INGESTIONE

## EFFETTI RICONTRATI

- ✓ IRRITAZIONI APPARATO RESPIRATORIO
- ✓ ALLERGIE RESPIRATORIE E CUTANEE
- ✓ IRRITAZIONI CUTE E MUCOSE
- ✓ ALTERAZIONI SUL SISTEMA NERVOSO
- ✓ ALTERAZIONI EPATICHE E DELL'APPARATO DIGERENTE

## PRINCIPALI VIE di ASSORBIMENTO

Apparato respiratorio



1

Cute



2

Apparato digerente



3

La principale via di introduzione dei tossici in mdl è la via **RESPIRATORIA** in quanto la maggior parte delle sostanze chimiche potenzialmente dannose per il lavoratore sono **aerodisperse**.

Gli agenti chimici possono trovarsi in tre diversi stati fisici:

- Stato gassoso (gas - vapori)
- Stato liquido (nebbie/aerosol)
- Stato solido (polveri - fumi)



MV Rosati

### AGENTI CHIMICI



**Polveri:** materiale particellare disperso nell'aria, prodotto dall'azione meccanica su di un corpo solido. Vengono differenziate in base al loro **diametro**, il quale determina il loro grado di **penetrazione** e di **deposito** all'interno dell'apparato respiratorio.

**inferiore a 0.5  $\mu$**  → penetrano in profondità e sono in parte espirate

**tra 0.5 e 5  $\mu$**  → frazione respirabile che si fissa negli alveoli

**maggiore di 5  $\mu$**  → trattenute dalle vie aeree superiori

Alcune sostanze, normalmente innocue, risultano essere estremamente pericolose per la salute se inalate sotto forma di polvere.

Tra queste vi sono le polveri di **silice libera cristallina** (soprattutto quarzo e cristobalite) e le **polveri di legno duro**.

Particolari tipi di polveri sono le **fibre**, caratterizzate da un **rapporto tra lunghezza e diametro almeno di 3:1 e la lunghezza > 5  $\mu$** .

Un micron ( $\mu$ ) è uguale alla milionesima parte del metro:  
1  $\mu$  = 0.000001 m      1  $\mu$  = 0.001 mm

### QUALCHE OPERAZIONE A RISCHIO DI SVILUPPO POLVERI

PRODOTTI SOLIDI SOTTOPOSTI A:

- >MACINAZIONE (mulini)
- >VAGLIATURA
- >CARICO SFUSO SU MEZZI DI TRASPORTO
- >PESATURA (MANUALE)
- >MOVIMENTAZIONE (SABBIA IN CANTIERE)
- >TAGLIO (lastre di marmo, legno)
- >SEZIONATURA (legno)
- >LEVIGATURA E LUCIDATURA (legno, metalli, silice libera)
- >MOLATURA (oggetti metallici, marmo, silice libera, ossido di alluminio)

### DIMENSIONI DELLE POLVERI

**Diametro aerodinamico:** diametro di una sfera di densità unitaria con lo stesso comportamento aerodinamico (es. sedimentazione, velocità, accelerazione, ecc.) della particella in questione.

**Condiziona la deposizione regionale delle polveri**

#### DEPOSIZIONE EXTRATORACICA:

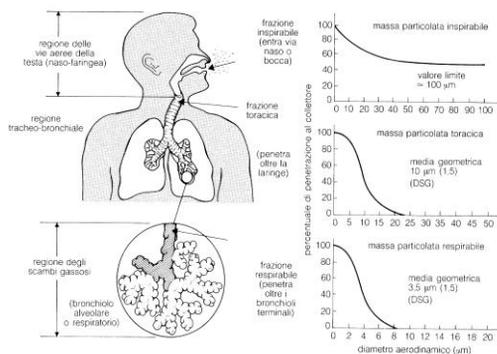
d < 100  $\mu$ m ma > 15  $\mu$ m si depositano nella **regione naso-faringea** per: intercettamento (la polvere trova un ostacolo)  
impatto inerziale (brusco cambio di direzione del flusso aereo per ragioni anatomiche)

#### DEPOSIZIONE TORACICA:

d medio 11,25  $\mu$ m (5-15  $\mu$ m) si depositano nella **regione tracheobronchiale** per: sedimentazione (forza di gravità e progressiva riduzione della velocità del flusso di aria)

#### DEPOSIZIONE ALVEOLARE:

d medio 4,25  $\mu$ m (0,1-5  $\mu$ m - **frazione respirabile**) **regione bronchiolo** (1-5  $\mu$ m) **alveolare** (d < 1  $\mu$ m) dove si depositano per: sedimentazione  
diffusione (movimenti browniani)



Caratteristiche delle tre frazioni di massa raccomandate dall'ACGIH per il campionamento selettivo delle polveri.

Tipo di Polvere	Effetti	Organo bersaglio	Frazione responsabile
Silice cristallina	Silicosi, tumore polmonare	Alveoli, bronchi, polmone	Respirabile toracica
Carbone	Pneumoconiosi, patologia restrittiva del polmone	Regioni di scambio gassoso, polmone	Respirabile
Piombo	Intossicazione sangue ed SNC	Sangue	Inalabile
Legno duro	Tumore nasale	Prime vie	Inalabile
Cotone	Bissinosi, patologia ostruttiva.	Polmone	Toracica
Zucchero canna	Alveolite allerg.	Polmone	Respirabile
Cemento	Dermatosi	Pelle	Tutte le dimensioni

## FIBRE

Le fibre possono essere naturali o artificiali, organiche ed inorganiche.

### FIBRE NATURALI

ORGANICHE Cotone, Lana, Seta

INORGANICHE Amianti, Talchi, Silicati vari

### FIBRE ARTIFICIALI

ORGANICHE Acrylic (dralon, leacril), Ammidiche (nylon), poliviniliche, poliesteri

INORGANICHE Fibre di vetro, Lana minerale, Fibre di carbonio

## Effetti

- Fenomeni irritativi (es. fibre di carbonio)
- Fibrosi polmonare (asbestosi, talcosi, alluminosi, etc)
- Polmoniti da ipersensibilità (es. bissinosi da fibre vegetali)
- Tumori polmonari (es. mesotelioma pleurico)
- Dermatiti da contatto (es. fibre di vetro)
- Dal punto di vista dimensionale sono importanti la frazione respirabile e quella toracica.

## POLVERI SOTTILI

- Le cosiddette polveri sottili sono costituite da particelle aerodisperse nelle aree urbane
- I PM hanno diametri aerodinamici nei range di 10 e rispettivamente 2,5 µm e richiamano in qualche modo le frazioni toracica e respirabile delle polveri.
- I PM possono avere una composizione varia e non rientrano sempre nella definizione di polveri: solidi, sostanze organiche come gli IPA, goccioline di liquidi tipo nebbie acide, composti fibrosi, composti oleosi, ecc.

## OPERAZIONI CON POSSIBILE PRESENZA DI FIBRE

### AMIANTO

- Scoibentazioni di ambienti, forni, caldaie, carri ferroviari, navi tettoie e coperture

- in passato isolamenti e coibentazioni varie, freni di mezzo di trasporto, indumenti di protezione

TALCO - Miscela dell'industria della gomma

Cotone, lana, ecc.:

battitura, cardatura e filatura

Fibre di vetro:

Termoindurente per industria della plastica, produzione di pannelli isolanti, produzione di nastri speciali

## LE NANOPARTICELLE

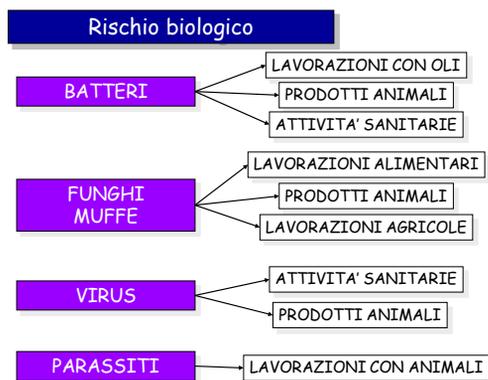
Si tratta di solidi aerodispersi con dimensioni nettamente inferiori alle polveri:

Diametro nel range 1 - 100 nm

Circa 1000 volte più piccole rispetto alle polveri.

E' un rischio legato a nuove tecnologie.

Le tecnologie interessate sono quelle dei semiconduttori, nanodiagnostica, isolanti, materiali magnetici, derivati del carbonio (nanotubi, fullereni). Sono state studiate nuove patologie di tipo polmonare.



## Valori limite di soglia

L'introduzione ed il rispetto, negli ambienti di vita e di lavoro, di norme che stabiliscono limiti di concentrazione per l'esposizione umana ad inquinanti ambientali costituiscono oggi il principale strumento di prevenzione dei possibili effetti degli inquinanti stessi sulla salute, in particolare dei lavoratori.

- Vengono emanati da varie istituzioni o Stati nazionali:
  - PEL (OSHA) Occupational Safety and Health Agency
  - TLV (ACGIH) American Conference of Governmental Industrial Hygienists
  - MAK (Germania)
  - VL (CE)

### TLV: Threshold Limit Values- Valore Limite di soglia

I TLV indicano, per ognuno degli agenti elencati, le concentrazioni aerodisperse al di sotto delle quali si ritiene che la maggior parte dei lavoratori possa rimanere esposta ripetutamente giorno dopo giorno senza effetti negativi.

I TLV sono sviluppati per proteggere i lavoratori, che usualmente sono adulti. Tuttavia a causa della notevole variabilità della sensibilità individuale, una piccola percentuale di lavoratori può accusare disagio in presenza di alcune sostanze le cui concentrazioni siano pari o inferiori ai TLV e, in una più piccola percentuale di individui, si può osservare un effetto più marcato fino all'insorgere di una malattia professionale.

IL TLV **non è lo spartiacque** tra situazioni accettabili e di rischio e si deve tendere comunque al raggiungimento delle più **basse concentrazioni possibili**.

TRE TIPI DI VALORI LIMITE (TLV)	
TLV-TWA	(time weighted average)
TLV- STEL	(short term exposure limit)
TLV-C	(ceiling=tetto) <b>INVALIDABILE</b>

Se uno qualsiasi dei tre TLV è superato, si presume esista un rischio potenziale e tale rischio sia consistente.

Costituiscono un orientamento o raccomandazione per prevenire rischi alla salute in quanto non stabiliscono assolutamente una linea di demarcazione netta tra concentrazione sicura e pericolosa.

Sono stabiliti e aggiornati annualmente dall'ACGIH, in base ai dati più attendibili ottenuti dall'esperienza in campo industriale, a ricerche sperimentali su uomo e animali.

L'ACGIH riporta inoltre gli **INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (BEI)**: valore che assume l'indicatore biologico alla concentrazione ambientale della sostanza in esame pari al TLV.

## TLV-TWA

Valore limite di soglia-media ponderata nel tempo

=  
concentrazione media ponderata nel tempo per una giornata lavorativa di **8 ore per 40 ore** lavorative settimanali a cui la **maggior parte** dei lavoratori può essere esposta ripetutamente, giorno dopo giorno, **senza effetti negativi**.

$$\text{Calcolo del Limite}$$

$$\text{Esposizione} = \frac{\text{concentrazione} \times \text{tempo esposizione}}{8}$$

$$\text{Esposizione} = 10 \text{ ppm} \times \frac{4 \text{ ore}}{8} = 5 \text{ ppm}$$

**TLV-TWA- LIMITI DI ESCURSIONE-**  
Le escursioni per limiti di breve durata possono superare un valore pari a 3 volte il TLV-TWA per non più di 30 minuti complessivi durante la giornata lavorativa e, in nessun caso, un valore pari a 5 volte il TLV-TWA, sempre presunto che il TLV-TWA (complessivo) non venga superato.

## TLV-STEL

**LIMITE PER BREVE PERIODO DI ESPOSIZIONE:** concentrazione media ponderata su un periodo di **15 minuti** che non deve essere superata anche se il TWA sulle otto ore non supera il valore TLV-TWA.

Esposizioni al valore STEL non devono ripetersi più di **4 volte al giorno**. Tra esposizioni successive al valore STEL devono intercorrere almeno **60 minuti**.

Il TLV-STEL è la concentrazione alla quale si ritiene che i lavoratori possono essere esposti continuamente per breve periodo di tempo senza che insorgano:

1. Irritazione
2. Danno cronico o irreversibile del tessuto
3. Effetti tossici dose-risposta
4. Riduzione dello stato di vigilanza di grado sufficiente ad accrescere le possibilità di infortunio o influire sulle capacità di mettersi in salvo o ridurre materialmente l'efficienza lavorativa, sempre nel presupposto che il TLV-TWA non venga superato

Il TLV-STEL integra il TLV-TWA qualora esistano effetti acuti riconosciuti di un tossico dotato principalmente di effetti cronici.

## TLV-"C"

Valore limite di soglia-Ceiling = **concentrazione che non deve essere superata durante l'esposizione lavorativa neppure per un istante**.

Per alcune sostanze riveste importanza il solo TLV Ceiling (es. gas irritanti).

Per altre sostanze possono essere importanti due o tre delle categorie, in funzione della loro azione fisiologica.

E' importante osservare che **se uno qualsiasi dei tre TLV viene superato, si può presumere che esista un potenziale pericolo per la salute dei lavoratori**.

## VALORE LIMITE e LIVELLO DI AZIONE

La valutazione dei rischi per la salute segue il modello universale della **curva dose-risposta** sulla quale possono essere stabiliti due livelli di soglia:

➤ **valore limite** = livello di esposizione che non deve essere superato;

➤ **livello di azione** = livello al quale scatta l'obbligo di adottare misure di prevenzione/protezione **specifiche** (formazione, sorveglianza sanitaria, sistemi di protezione collettiva, DPI, ecc.), **si tratta di un livello a cui il lavoratore può essere esposto a condizione che vengano adottate le misure preventive**

