



Relatore: Stefano Silvestri

**NON SOTTOVALUTARE I CORSI AZIENDALI  
SULLA SICUREZZA.  
POSSONO SALVARTI LA VITA!!!**

**COSA TI HANNO  
INSEGNATO AL  
CORSO SULLA  
SICUREZZA?**



**CHE DOBBIAMO  
PREVEDERE LE  
SITUAZIONI DI  
PERICOLO...**



**Punto Sicuro**

**TUBAC**

# Rompiamo il ghiaccio



**Corso  
di  
formazione specifica lavoratori  
Rischio medio  
in  
tema di prevenzione  
e sicurezza sul lavoro**



# Contenuti del corso di formazione specifica

Rischi infortuni,  
Meccanici generali,  
Elettrici generali,  
Macchine,  
Attrezzature,  
Cadute dall'alto,  
Rischi da esplosione,  
Rischi chimici,  
Nebbie - Oli - Fumi - Vapori - Polveri,  
Etichettatura,  
Rischi cancerogeni,  
Rischi biologici,  
Rischi fisici,  
Rumore,  
Vibrazione,  
Radiazioni,  
Microclima e illuminazione,

Videoterminali,  
DPI;  
Organizzazione del lavoro,  
Ambienti di lavoro,  
Stress lavoro-correlato,  
Movimentazione manuale carichi,  
Movimentazione merci (apparecchi di sollevamento, mezzi trasporto),  
Segnaletica,  
Emergenze,  
Le procedure di sicurezza con riferimento al profilo di rischio specifico,  
Procedure esodo e incendi,  
Procedure organizzative per il primo soccorso,  
Incidenti e infortuni mancati,  
Altri Rischi.

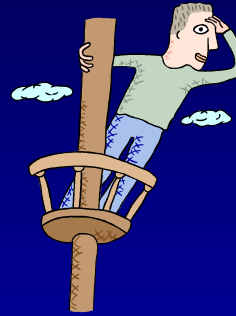
# I destinatari di obblighi di prevenzione



Datore di Lavoro



Dirigenti



Preposto



Lavoratori



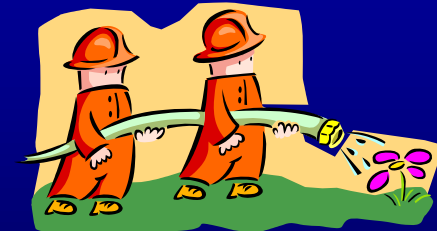
Medico  
competente



Responsabile del Servizio  
di Prevenzione e  
Protezione (RSPP)



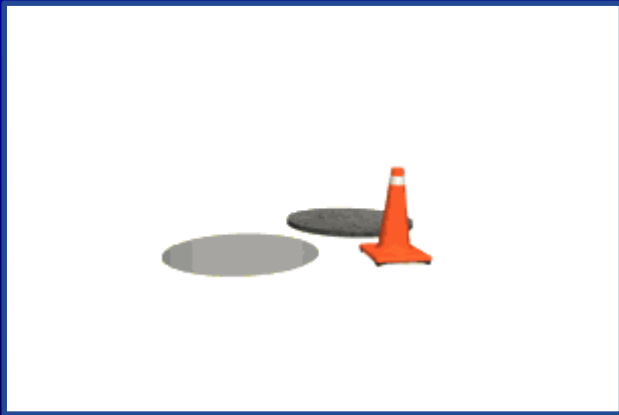
Rappresentante dei  
Lavoratori per la  
Sicurezza (RLS)



Addetti alle  
emergenze

# Definizioni

- Pericolo: situazione, oggetto, sostanza, atto, etc. che ha la capacità potenziale di causare un danno alle persone (in termini di infortunio e/o malattia) e/o a cose.



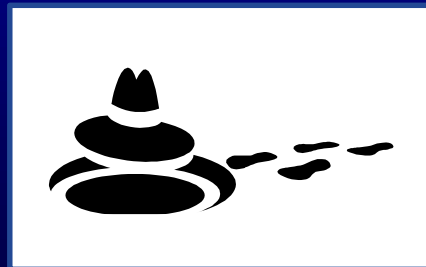
# Definizioni

- Rischio: combinazione della probabilità di accadimento di un evento o esposizione pericolosa, e della gravità dell'infortunio o malattia che possono essere causati da tale evento o esposizione.



# Definizioni

Danno: è l'evento che può chiudere il circuito tra il pericolo (forse succede) e il rischio (sta succedendo).



Pericolo (potenziale):  
potrebbe succedere

Rischio  
(quanto potrebbe succedere):  
Condizioni d'uso,  
esposizione, ecc.

Danno (è successo):  
Alle persone, alle cose,  
agli impianti ecc.

# Valutazione rischi

Analisi SISTEMATICA delle lavorazioni realizzata per:

- individuare i pericoli (fattori di rischio);
- individuare le persone potenzialmente esposte;
- valutare (stimare) i rischi;
- individuare i possibili effetti sulle persone;
- individuare soluzioni per eliminare o ridurre i rischi a un livello accettabile.



# Valutazione rischi

## CRITERI DI RIFERIMENTO CUI ATTENERSI PER LA VALUTAZIONE DEI RISCHI

- ❖ Le leggi
- ❖ Le norme di buona tecnica e gli standard scientifici
- ❖ Le linee guida
- ❖ I PRINCIPI GERARCHICI della prevenzione dei rischi

# Valutazione rischi

## Principi gerarchici della PREVENZIONE

- Evitare
- Sostituire
- Controllare
- Privilegiare
- Adeguarsi
- Garantire

# Identificazione dei pericoli

L'identificazione dei pericoli è la parte del processo più critica perché se non vedo un pericolo non prendo nessuna contromisura



La legge e le norme aiutano sino ad un certo punto a identificare i pericoli per oggetti (locale, macchina, sostanza ecc.) e per tipologie (meccanici, elettrici, chimici ecc.)

# IDENTIFICAZIONE DEI PERICOLI

- La legge poi ci chiede di associare pericoli (e relativi rischi) alle mansioni lavorative, azione indispensabile sia per la formazione che per la sorveglianza sanitaria
- Se ci fermiamo qui ci perdiamo qualcosa???

# IDENTIFICAZIONE DEI PERICOLI

I pericoli derivano da:

- Oggetti fisici: luoghi, impianti, sostanze ...
- Attività lavorative svolte
- Processi aziendali

# Varie tipologie di pericolo

- «Classici» (vedi titoli del D.Lgs 81/08)
- Altri pericoli non espressamente evidenziati (lavori in solitario, apparecchi a pressione....)
- Luoghi di lavoro esclusi dal campo di applicazione DPR 177/2011 (ambienti sospetti di inquinamento o confinanti), ma non esenti da pericoli
- Reazioni secondarie tra sostanze/preparati chimici



# Esempi di pericolo

**Industria:** Pericoli esplosione, eiezione fluidi derivanti da apparecchi a pressione presenti in reparto

**Laboratorio** di analisi e ricerca (interazione tra agenti chimici e reazioni secondarie durante l'utilizzo)

**Lavori in solitario** specialmente durante la notte (stabilimenti di grande estensione....)



# Esempi di pericolo

## MISCIBILITÀ DELLE SOSTANZE:

Prodotti chimici utilizzati nel quotidiano, in ambito domestico, come pure in cicli produttivi sotto forma di sostanze, preparati, derivati, rifiuti, possono contenere agenti chimici potenzialmente rischiosi per la salute e/o per la sicurezza degli utilizzatori.

# Esempi di pericolo

Ad esempio durante operazioni di pulizia si è assistito a fenomeni di intossicazione dovuti ad uso improprio di miscele di sostanze quali ad esempio candeggina (NaClO ipoclorito di sodio) ed acido muriatico (HCl acido cloridrico) la cui reazione produce cloro gassoso (Cl<sub>2</sub>) tossico per inalazione.



# Valutazione rischi

Il rischio è la combinazione tra la probabilità (P) che si manifesti un certo evento dannoso e la gravità (Magnitudo, M) associata all'evento stesso.

$$R = f (P, M)$$

Generalmente si considera  $R = P \times M$

Si tratta di una indicazione generica che va associata al numero dei lavoratori esposti.

# Metodi per la valutazione rischi

## *INDUTTIVI*

si ipotizza il guasto e successivamente si analizzano gli eventi che questo può causare

**Albero degli eventi** (Event Tree Analysis),

**FMECA** (Failure Modes Effects and Critical Anal.),

**HAZOP** (Hazard and Operability Study.)

## *DEDUTTIVI*

si ipotizza il risultato finale e successivamente si ricercano le cause che lo hanno generato

**Safety Review,**  
**Check Lists,**

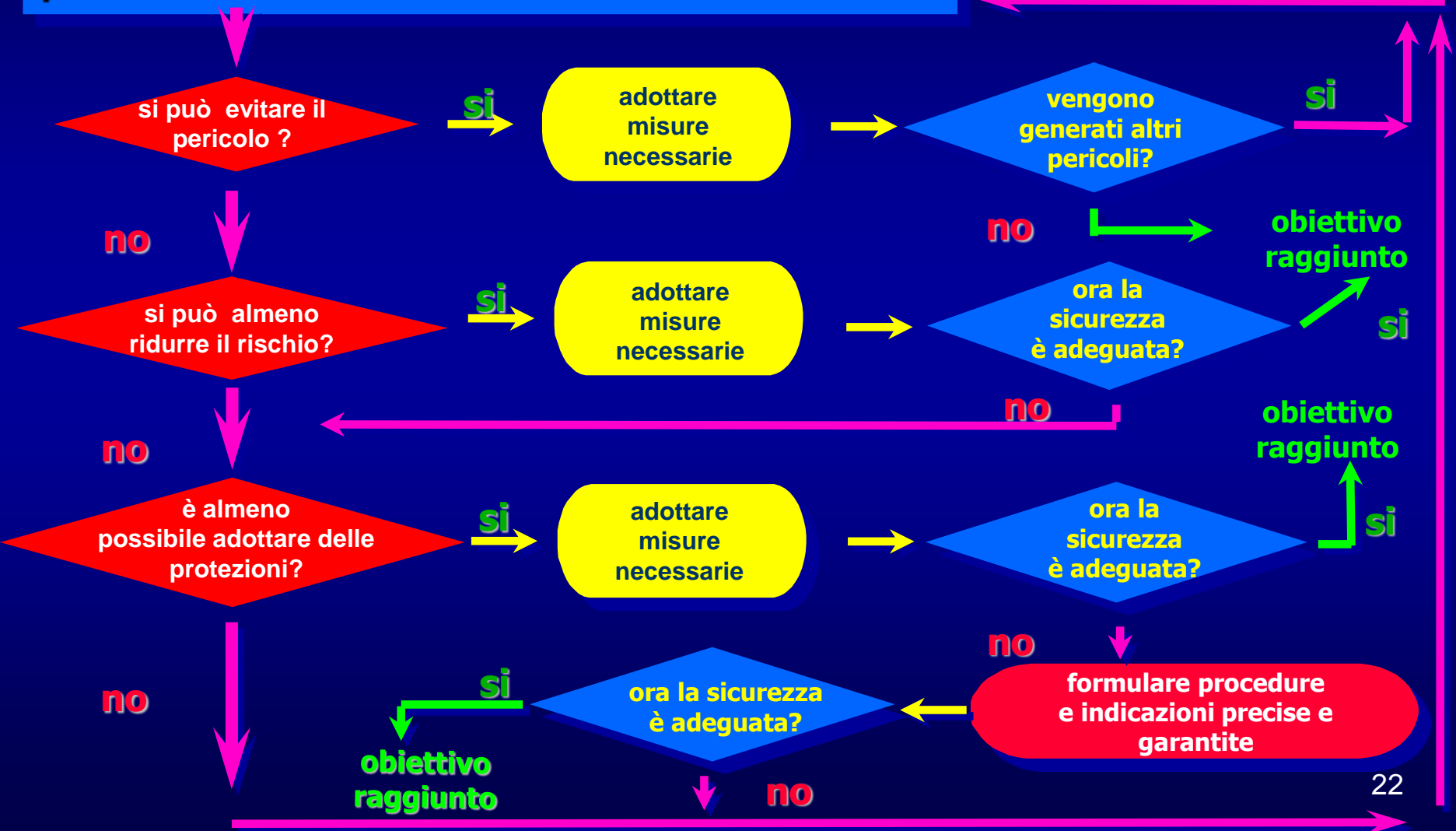
**HEA** (Human Error Analysis),

**Albero dei guasti** (Fault Tree Analysis.)

# Metodi per la valutazione rischi

fonte UNI EN 292 (11/92 modificata)

**identificare i pericoli e valutare tutte le situazioni pericolose**





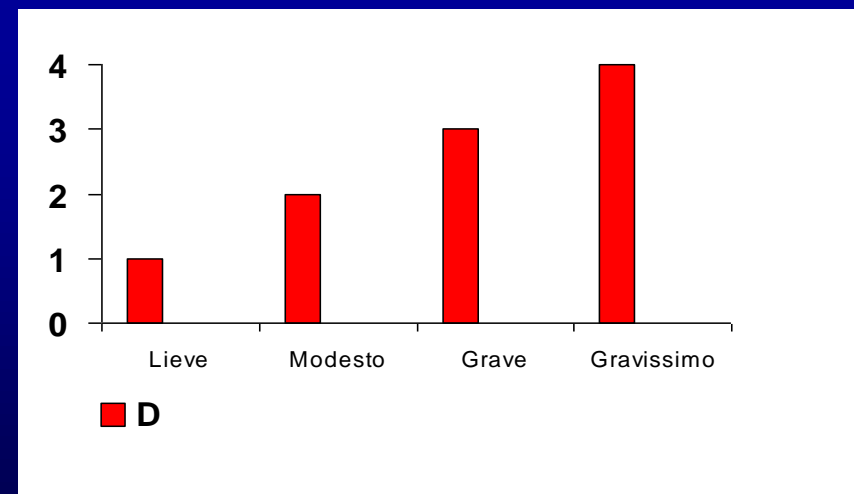
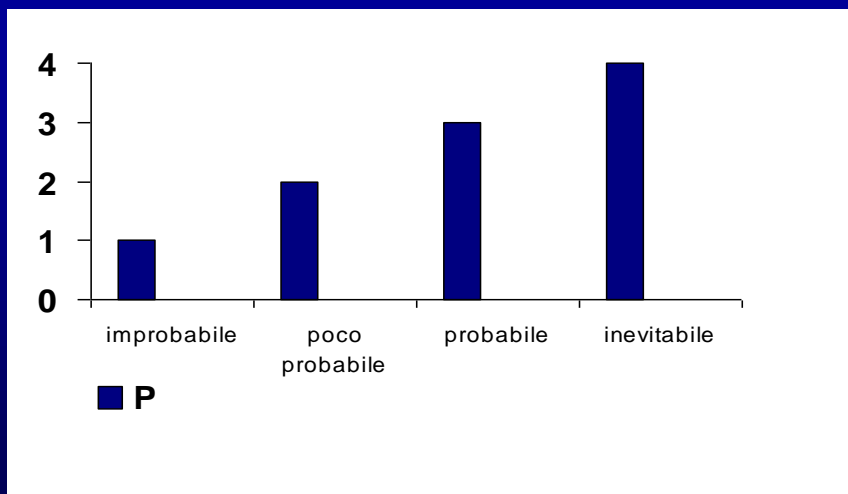
# Valutazione del rischio. Matrici di rischio

*Una tecnica comunemente utilizzata classifica il rischio mediante una matrice che correla l'entità del danno con la sua potenziale occorrenza.*

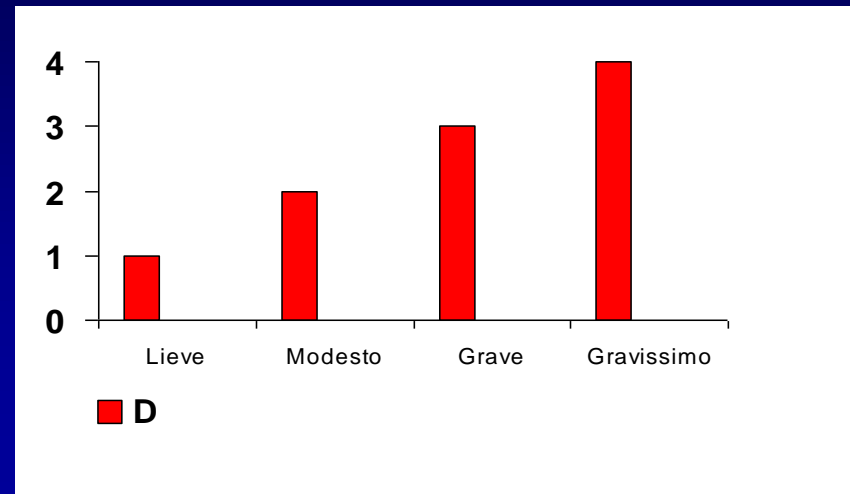
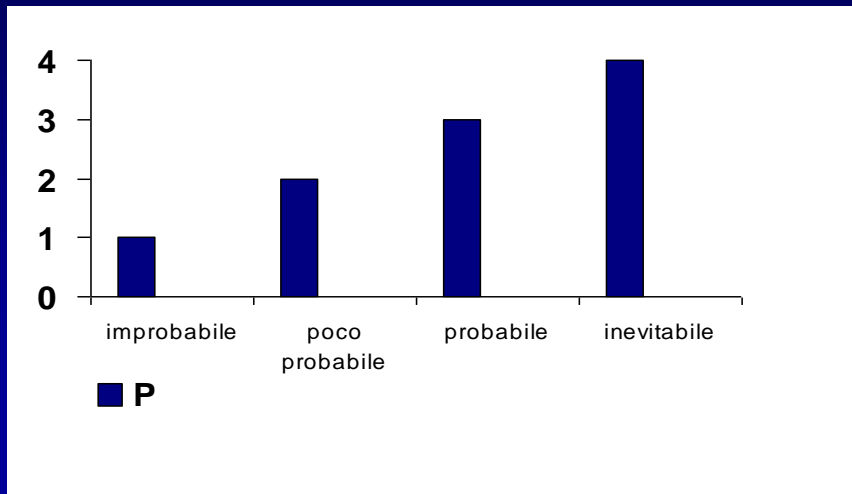
A ciascun rischio identificato (inteso come fonte potenziale di pericolo) sono associati due valori numerici:

P = probabilità evento (o frequenza di accadimento)

D = entità del danno (o intensità della conseguenza)



# Valutazione del rischio. Matrici di rischio

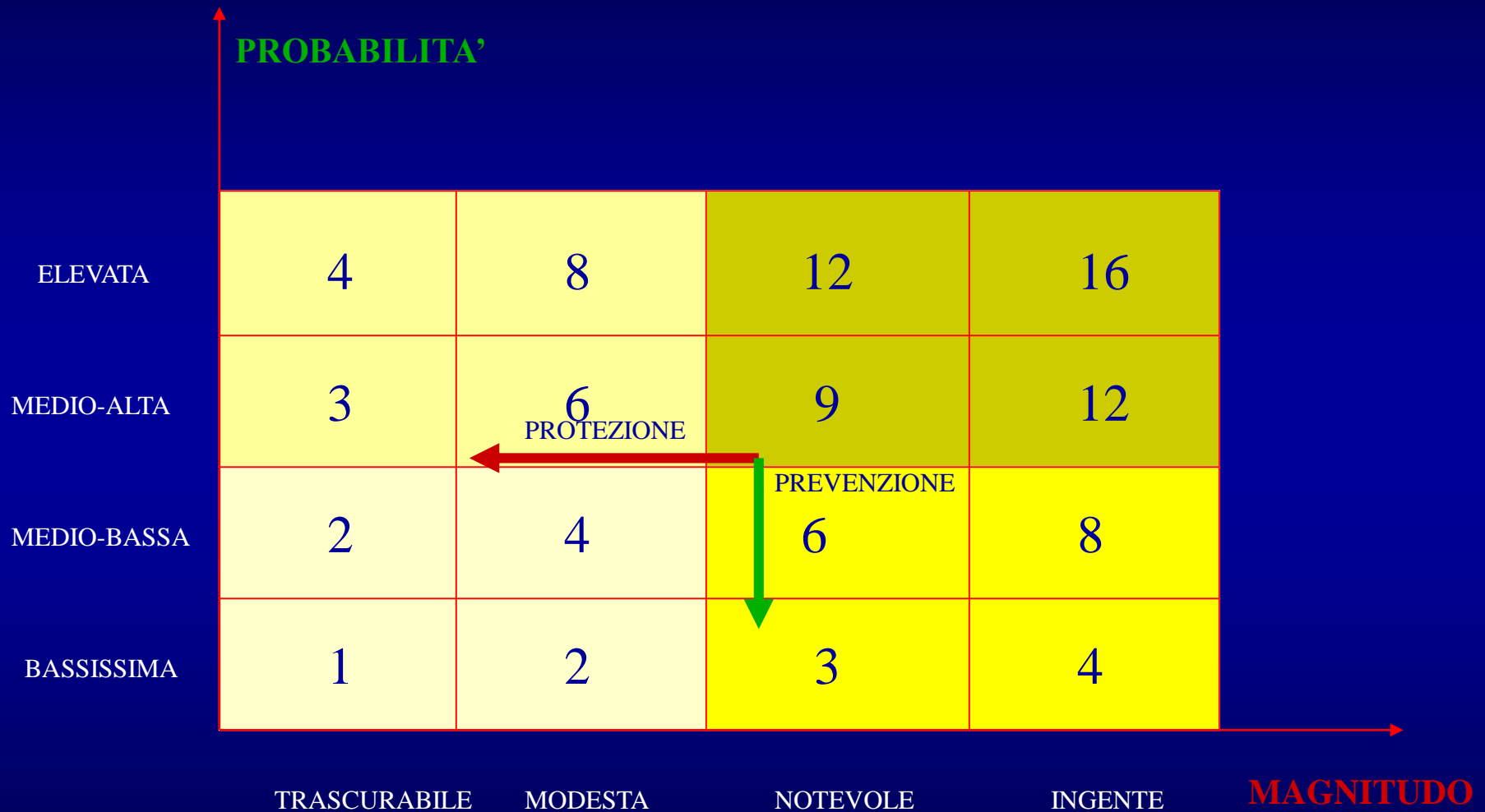


Pertanto viene individuato per ciascun fattore un: **INDICE DI RISCHIO**  $R = P \times D$ .

A ciascun **INDICE DI RISCHIO** deve corrispondere una specifica attività di controllo, verifica e/o interventi.

|             |                              |
|-------------|------------------------------|
| $R = 1$     | indice di rischio basso      |
| $R = 2 - 3$ | indice di rischio medio      |
| $R = 4 - 8$ | indice di rischio alto       |
| $R > 9$     | indice di rischio molto alto |

# Valutazione del rischio. Matrici di rischio

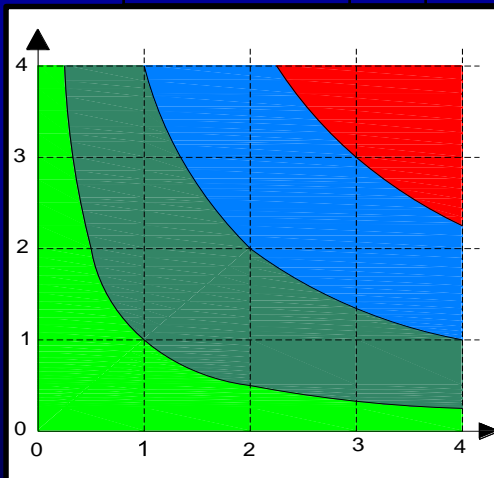


# Valutazione del rischio. Curve isorischio

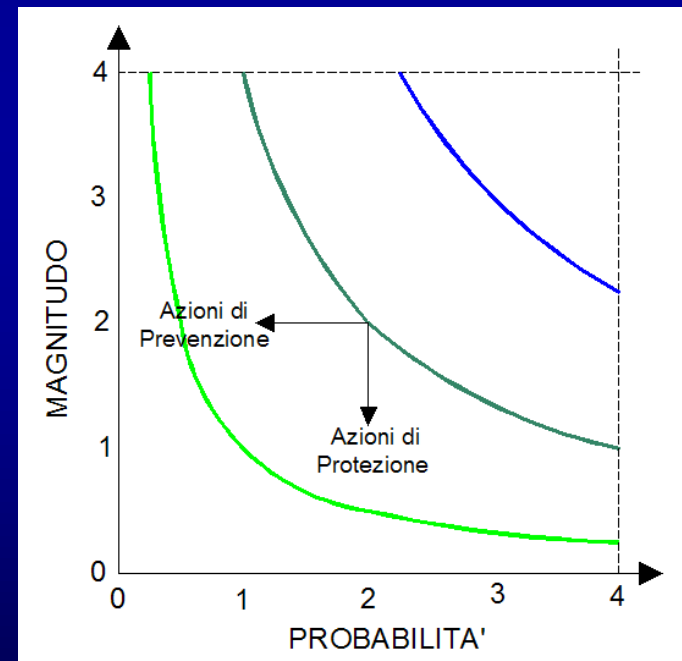
Dalla combinazione dei due fattori precedenti (PROBABILITA' e MAGNITUDO) viene ricavata l'**Entità del RISCHIO**

In funzione dell' **Entità del RISCHIO**, devono essere previste le azioni necessarie.

| MATRICE DI VALUTAZIONE |           |   |   |   |   |   |
|------------------------|-----------|---|---|---|---|---|
| GRAVISSIMA             | MAGNITUDO | 4 | 2 | 3 | 4 | 4 |
| GRAVE                  |           | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 |
| MODESTA                |           | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| LIEVE                  |           | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |



| PROBABILITA' |           |           |              |
|--------------|-----------|-----------|--------------|
| 1            | 2         | 3         | 4            |
| IMPROBABILE  | POSSIBILE | PROBABILE | M. PROBABILE |



1  
M. BASSO

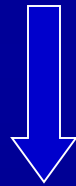
2  
BASSO

3  
MEDIO

4  
ALTO

# Valutazione del rischio.

**PREVENZIONE**



Diminuire la  
**PROBABILITA'**  
dell'**EVENTO**

**PROTEZIONE**



Diminuire la  
**ENTITA'**  
del **DANNO**

## IL RISCHIO va eliminato o ridotto mediante:

- sostituzione degli agenti con altri non pericolosi o meno pericolosi

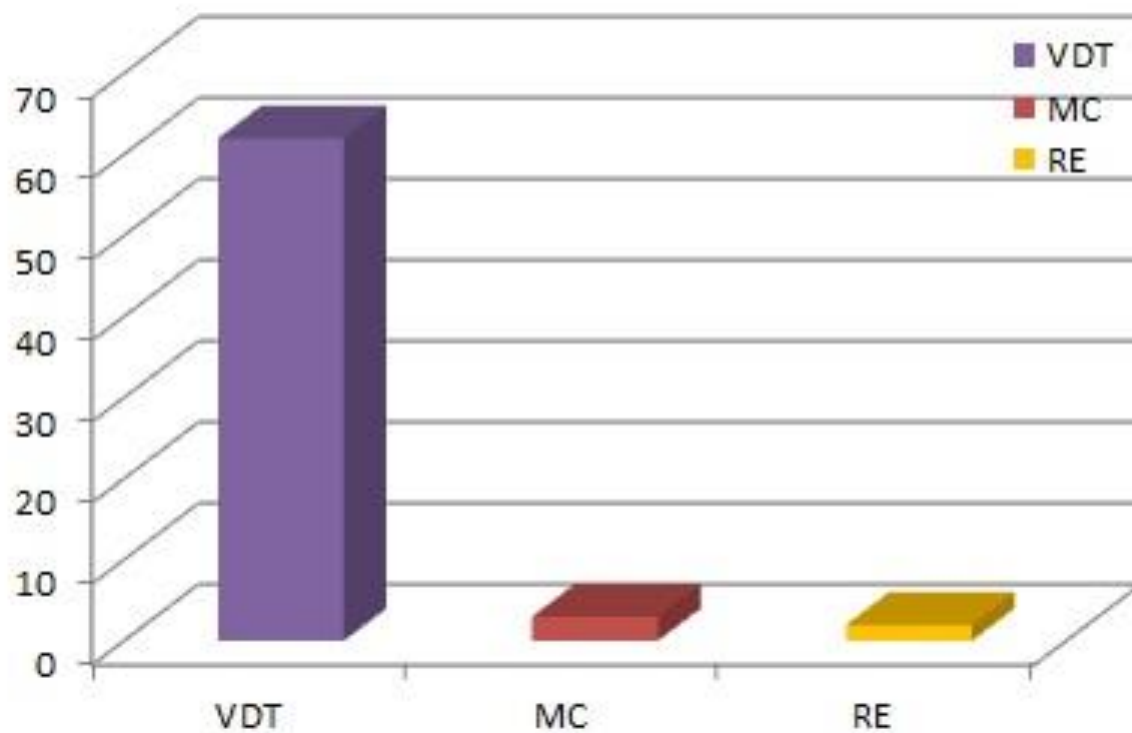
## *Se questo non è possibile, il rischio va ridotto, nell'ordine:*

- progettando processi lavorativi e controlli tecnici appropriati
- usando misure organizzative e di protezione collettiva appropriate alla fonte
- usando i DPI
- attuando la sorveglianza sanitaria





## Identificazione del Rischio IASF Bo



# IL "COMODO" LAVORO D'UFFICIO

Illuminazione

Microclima

Rumore

Postura (movimentazione manuale dei carichi)

Videoterminali

Colleghi.....(*che stress*)

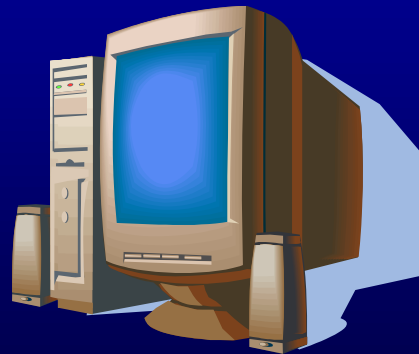
# Lavoro al videoterminale



# Lavoratore addetto al Videoterminale

## D.Lgs 81/08

È il lavoratore che utilizza una attrezzatura munita di videoterminale in modo sistematico ed abituale, per venti ore settimanali, dedotte le interruzioni di cui all' art. 175



# Posto di lavoro:



l'insieme che comprende le attrezzature munite di videoterminale, eventualmente con tastiera ovvero altro sistema di immissione dati, incluso il mouse, il software per l'interfaccia uomo-macchina, gli accessori opzionali, le apparecchiature connesse, comprendenti l'unità a dischi, il telefono, il modem, la stampante, il supporto per i documenti, la sedia, il piano di lavoro, nonché l'ambiente di lavoro immediatamente circostante;



# Le pause

Gli operatori ai VDT hanno diritto ad una interruzione del lavoro mediante:

- pausa
- cambiamento di attività

Le modalità sono demandate alla contrattazione (anche aziendale)

Le modalità e la durata delle interruzioni possono essere stabilite temporaneamente a livello individuale ove il medico competente ne evidenzi la necessità.

In assenza di contrattazione ha comunque diritto ad una **pausa di 15 min. ogni 120 min.**



# Normativa

- Obblighi datore di lavoro
- Informazione e formazione
- Sopralluoghi
- Sorveglianza sanitaria

# Obblighi dei datori di lavoro

- Il datore di lavoro, all'atto della **valutazione del rischio** di cui all'art. 28, analizza i posti di lavoro con particolare riguardo:
  - a) ai rischi per la vista e per gli occhi;
  - b) ai problemi legati alla postura ed all'affaticamento fisico o mentale;
  - c) alle condizioni ergonomiche e di igiene ambientale.
- Il datore di lavoro adotta le **misure appropriate** per ovviare ai rischi riscontrati in base alle valutazioni di cui al comma 1, tenendo conto della somma ovvero della combinazione della incidenza dei rischi riscontrati.





# Informazione e formazione

1. Il datore di lavoro fornisce ai lavoratori informazioni, in particolare per quanto riguarda:

- a) le misure applicabili al posto di lavoro, in base all'analisi dello stesso di cui all'art. 174;
- b) le modalità di svolgimento dell'attività;
- c) la protezione degli occhi e della vista.

2. Il datore di lavoro assicura ai lavoratori una formazione adeguata in particolare in ordine a quanto indicato al comma 1 lettera a.





# Sopralluoghi

## Art. 25 obblighi del medico del lavoro

Visita degli ambienti di lavoro almeno una volta all'anno o a cadenza diversa che stabilisce in base alla valutazione dei rischi; la indicazione di una periodicità diversa dall'annuale deve essere comunicata al datore di lavoro ai fini della sua annotazione nel documento di valutazione dei rischi;



# La sorveglianza sanitaria *art. 176*



- è dovuta per chi utilizza i videoterminali sistematicamente e abitualmente per **almeno 20 ore settimanali**
- è esercitata dal medico competente
- sono previste **visite (art. 41)**:
  - preventive (prima dell'avviamento alla mansione)
  - periodiche
  - A richiesta del lavoratore
  - visita medica in occasione del cambio della mansione
  - visita medica alla cessazione del rapporto di lavoro

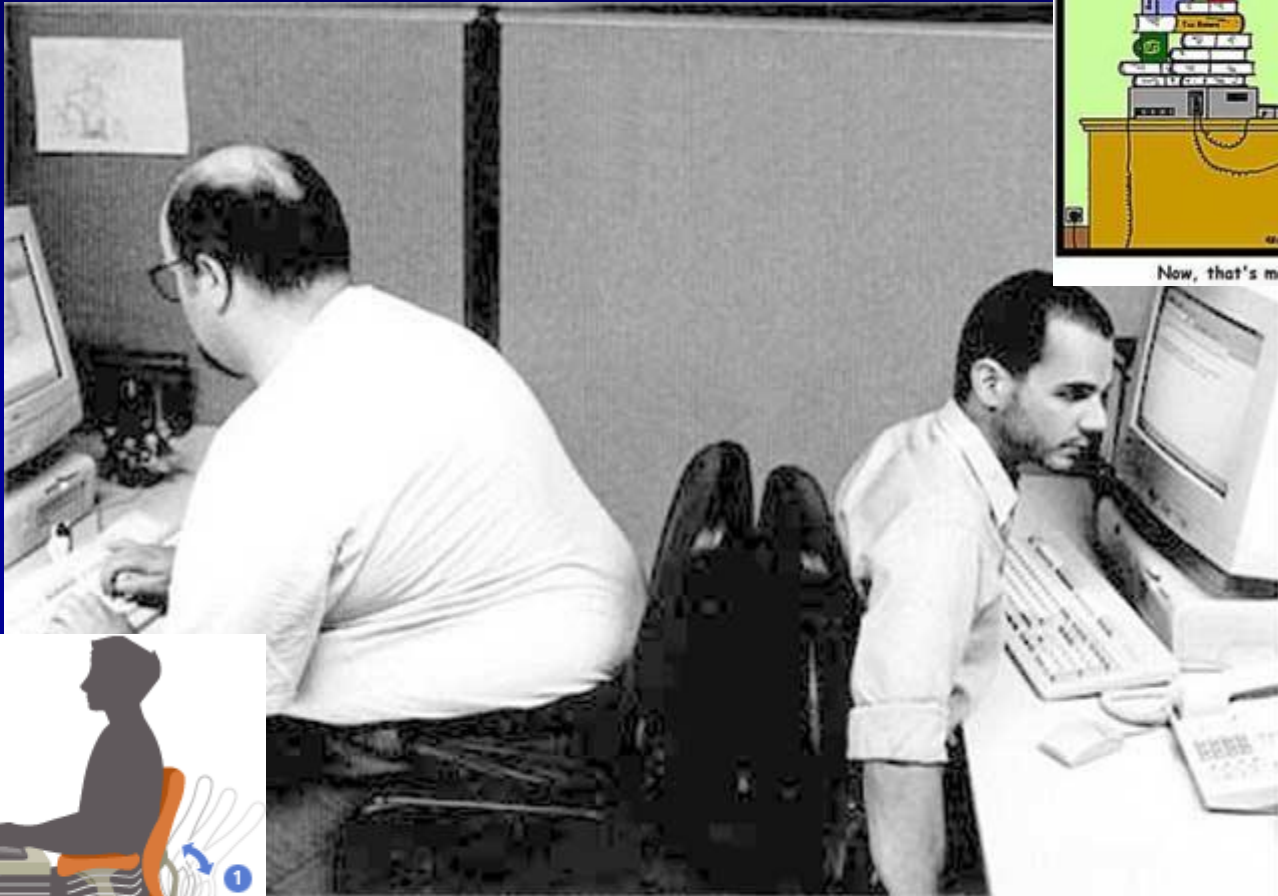
# La sorveglianza sanitaria *art. 176*

- I lavoratori sono sottoposti alla sorveglianza sanitaria di cui all'articolo 41, con particolare riferimento:
  - a) ai rischi per la vista e per gli occhi;
  - b) ai rischi per l'apparato muscolo- scheletrico.
- Salvi i casi particolari che richiedono una frequenza diversa stabilita dal medico competente, la periodicità delle visite di controllo è biennale per i lavoratori classificati come idonei con prescrizioni o limitazioni e per i lavoratori che abbiano compiuto il cinquantesimo anno di età; quinquennale negli altri casi.



# Posto di lavoro con il VDT





# Decreto Legislativo 81/08, art. 172, allegato XXXIV

I luoghi di lavoro devono disporre di **sufficiente luce naturale** ed essere dotati di dispositivi che consentano una **illuminazione artificiale** per salvaguardare la **sicurezza**, la **salute** e il **benessere** dei lavoratori



# Caratteristiche della postazione al VDT

- *Illuminazione*

- Al fine di evitare riflessi sullo schermo, abbagliamento dell'operatore ed eccessivi contrasti di luminosità la postazione di lavoro va correttamente orientata rispetto alle finestre presenti nell'ambiente di lavoro.

- L'illuminazione artificiale dell'ambiente deve essere realizzata con lampade provviste di schermi ed esenti da sfarfallio, poste in modo che siano al di fuori del campo visivo degli operatori; in caso di lampade da soffitto non schermate, la linea tra occhio e lampada deve formare con l'orizzonte un angolo non inferiore a 60°.

- Va in ogni modo evitato l'abbagliamento
- dell'operatore e la presenza di riflessi
- sullo schermo qualunque sia la loro origine





# Illuminazione del posto di lavoro



- *Abbagliamento*

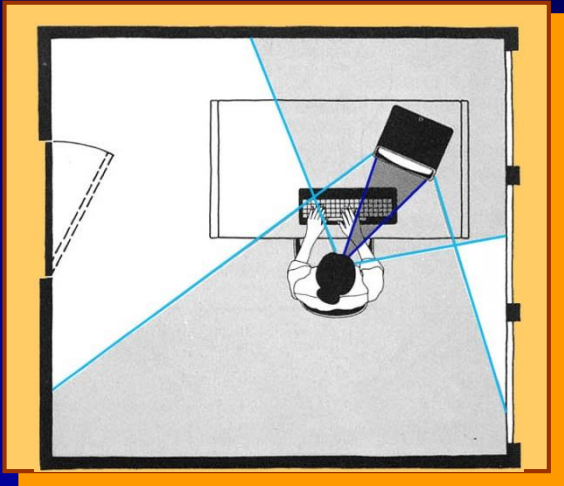
Sensazione prodotta da una luminanza all'interno del campo visivo che è sufficientemente maggiore della luminanza per la quale gli occhi si sono adattati e tale da causare fastidio, discomfort, o riduzione della performance visiva e della visibilità.

L'abbagliamento può essere diretto o riflesso.

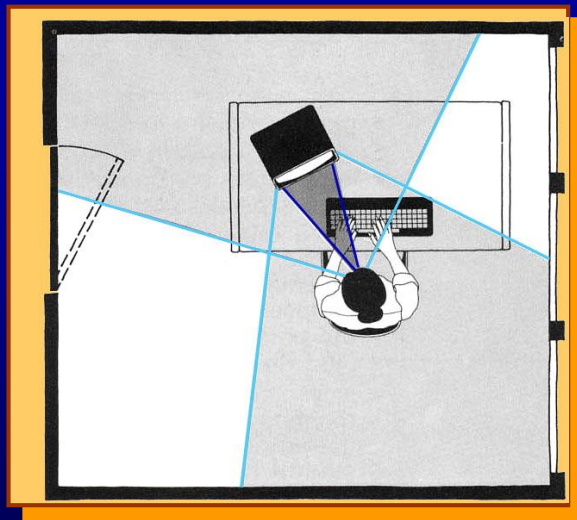
Il primo si ha quando la fonte di luce che lo produce è nella stessa direzione di osservazione.

Il secondo si ha quando la luce viene riflessa da uno o più oggetti che l'operatore sta guardando

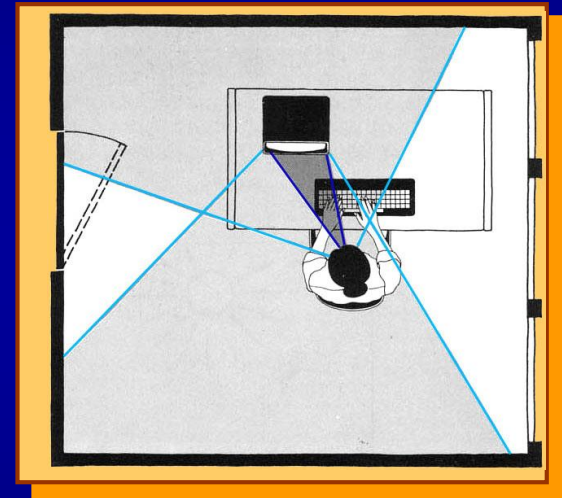
# Posizione dello schermo in presenza di finestre poco o male schermate



**SBAGLIATO:** finestra nel campo visivo, elevate differenze di intensità luminosa



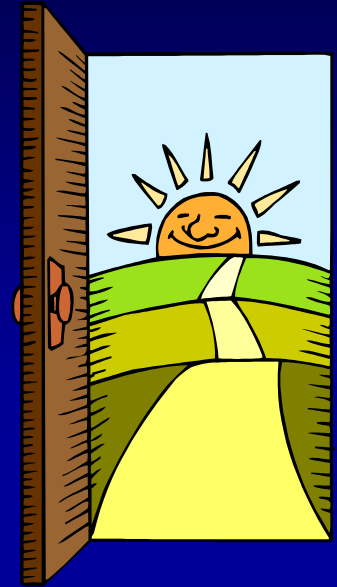
**SBAGLIATO:** le finestre si riflettono sullo schermo video



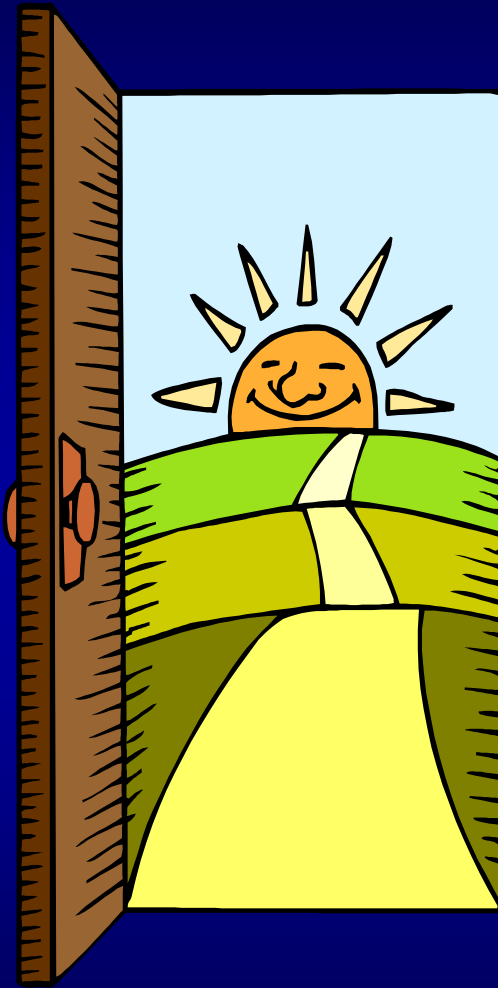
**GIUSTO:** differenza equilibrata dell'intensità luminosa, nella zona di riflessione dello schermo video non esistono superfici luminose

# Benessere termico

- Il comfort climatico è definibile come uno stato mentale che esprime soddisfazione per l'ambiente
- Il benessere termico, dunque, esprime una condizione di neutralità, con dispersione integrale del calore prodotto senza aumento della temperatura corporea e senza evidente intervento del sistema termoregolatore



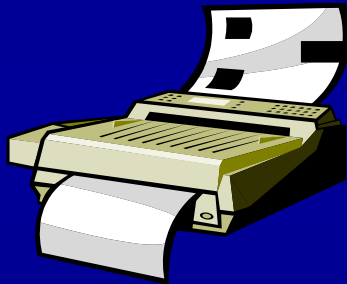
# Microclima



- preferibile impianto di climatizzazione
- nella stagione calda la temperatura non dovrebbe essere inferiore di oltre 7°C da quella esterna
- nelle altre stagioni tra i 18 e i 20°C
- umidità fra il 40 e il 60%
- ricambio 32 mc per persona all'ora (in assenza di fumatori)

# Rumore

- installare i VDT in locali **poco disturbati** da fonti di rumore interne o esterne
- scegliere **strumentazione** poco rumorosa
- **isolare** gli strumenti rumorosi in locali separati o con dispositivi fono-isolanti



I livelli di rumore inferiori a **55 dB(A)** consentono la perfetta comprensione di una conversazione tenuta a voce normale, mentre con livelli di rumorosità compresi fra **65 e 75 dB(A)** sarà invece possibile soltanto una conversazione a voce alta.

# Indicazioni orientative per il lavoro all'AIDV negli uffici:

- il **Leq su otto ore** non dovrebbe superare i **55 dB(A)**;
- il **rumore di fondo** deve essere inferiore ai 55 dB(A);
- il contributo dovuto all'**impianto di ventilazione** dei locali non dovrebbe superare **1 - 4 dB(A)** (V. **UNI 8199**);
- il rumore disturbante di tipo aleatorio (funzionamento intermittente di stampanti, di macchine da scrivere o di altre apparecchiature) non deve incrementare il livello sonoro, in prossimità del posto di lavoro al VDT, fino a valori superiori ai **65-70 dB(A)**;

*Le rilevazioni fonometriche vanno ovviamente eseguite in assenza del parlato o di altre fonti sonore estranee al posto di lavoro.*

# Lavoro all'AIDV e problemi sanitari

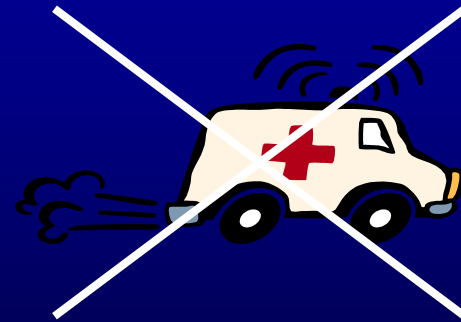
- *Disturbi visivi/eye strain*
  - Sindrome da astenopia o da affaticamento visivo
    - oculare
    - visiva
- *Disturbi muscoloscheletrici/Muskulo-skeletal disorders*
- *Disturbi psicosomatici/Job related stress*
- *Altri disturbi da irraggiamento*
  - cataratta
  - dermatite del volto
  - epilessia fotogena
  - rischi per la salute riproduttiva
- *VODS: Video Operator Stress Syndrome*
  - il complesso dei sintomi e dei disturbi lamentati dagli addetti ai videoterminali

# Preoccupazioni ingiustificate per la salute



- Radiazioni ionizzanti: pari al fondo naturale
- Campi elettromagnetici: pari al fondo ambientale a 5 cm dallo schermo ed a 15 cm dal retro
- Radiazioni ultraviolette: pari al fondo naturale a 5 cm dallo schermo

- Non vi è rischio di cancro
- Non vi è rischio di aborto





# Epilessia fotogenica



E' un **disturbo parossistico** ricorrente delle funzioni cerebrali caratterizzato da brevi ed improvvisi episodi di alterazione dello stato di coscienza, attività motoria, fenomeni sensoriali o comportamento inappropriato.

Le convulsioni sono la più comune forma di attacco epilettico.

La causa scatenante la crisi è uno stimolo luminoso, spesso intermittente, intenso, protratto nel tempo. Per scatenare la crisi lo stimolo luminoso spesso deve essere accompagnato da intensi fenomeni emozionali o intenso impegno neuro-sensoriali.

Il videoterminale è il fattore scatenante la crisi ma non è la causa della malattia. Non è mai stato documentato alcun episodio epilettico scatenato dall'uso lavorativo di VDT, tutti i casi riportati erano legati a uso del VDT per videogiochi.

# Visione occupazionale

La *visione occupazionale ravvicinata* (meno di un metro), *protratta* (molte ore al giorno per molti anni), *statica* (minime alternanze con visione per lontano) può causare condizioni di disagio a breve-medio termine, mentre non è stato finora chiarito se possa causare anche effetti a più lungo termine

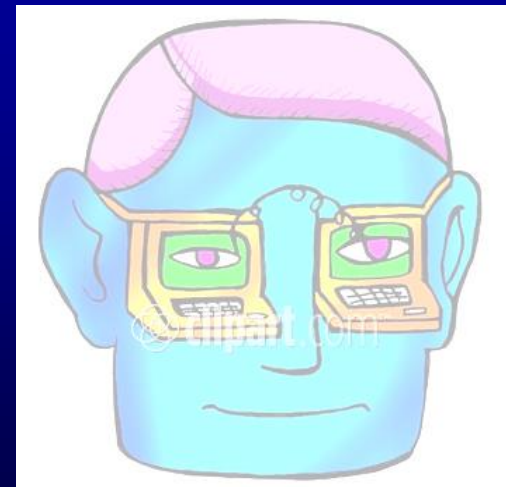
(Bergqvist, 1984; WHO/OCH/90.3, 1990; Piccoli, 1996; Piccoli, 2002).

# Definizione di astenopia

Una sindrome causata da noxae occupazionali in grado di concorrere a determinare, anche in rapporto alle caratteristiche oftalmologiche del lavoratore, un disagio nella visione, che si manifesta con un insieme di sintomi e segni in prevalenza oculari e visivi, ma anche generali. (G.I.L.V.)

## *Cause di astenopia*

- Fattori legati alle caratteristiche intrinseche del compito visivo:
  - intensità/difficoltà del compito
  - durata/distribuzione temporale del compito
- Fattori ambientali;
- Fattori legati alla funzionalità dell'organo visivo;
- Fattori organizzativi e individuali.



# Manifestazioni dell'astenopia

## Sintomi generali:

- Ansia
- Cefalea
- Nausea
- Prurito
- Rigidità tratto cervicale
- Dispepsia
- Vertigine



## Sintomi oculo-visivi:

- Bruciore oculare
- Senso di peso oculare
- Secchezza oculare
- Lacrimazione
- Ammiccamento frequente
- Fotofobia
- Visione sfocata
- Visione sdoppiata
- Diminuzione acuità visiva
- Percezione di aloni

***NEL COMPLESSO SONO DISTURBI REVERSIBILI***

# Segni della sindrome da affaticamento visivo

- **SEGNI DI FATICA ACCOMODATIVA** Annebbiamento della vista durante il lavoro; Visione sfuocata da lontano dopo il lavoro; Tendenza a socchiudere gli occhi; Cefalea durante e dopo il lavoro
- **SEGNI DI FATICA MUSCOLARE** Diplopia occasionale durante il lavoro; Cefalea durante e dopo il lavoro
- **SEGNI DI FATICA PERCETTIVA** Percezione di aloni colorati (effetto Mc Collough); Abbagliamento; Sensazione di sfarfallio dell'immagine
- **SEGNI DI IRRITAZIONE OCULARE** Iperemia congiuntivale; Desquamazione bordo palpebrale; Ammiccamento frequente; Lacrimazione; Sensazione di corpo estraneo; Bruciore; Fotofobia

# Disturbi oculari visivi

## *Principali cause:*

- illuminazione inadatta
- riflessi da superfici lucide
- luce diretta (artificiale o naturale) su monitor o occhi
- presenza di superfici di colore estremo (bianco o nero)
- difettosità del monitor
- impegno visivo statico, ravvicinato, protratto nel tempo

# Disturbi oculo visivi

## *Come prevenirli:*

- ai primi sintomi di affaticamento fare piccole pause
- socchiudere le palpebre per 1-2 minuti
- distogliere lo sguardo dagli oggetti vicini e rivolgerlo verso quelli lontani
- verificare l'illuminazione e le tende
- eliminare riflessi e/o abbagliamenti
- seguire con lo sguardo il perimetro del soffitto





# LE POSTURE SCORRETTE E/O PROTRATTE POSSONO CAUSARE DISTURBI PER:

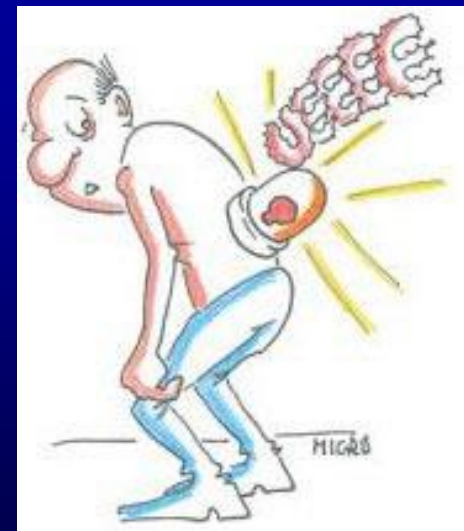


- ❖ ELEVATA PRESSIONE DISCALE (CA. 65 KG)
- ❖ RIDOTTO SCAMBIO NUTRIZIONE DEL DISCO
- ❖ IPERLORDOSI LOMBARE
- ❖ LAVORO ISOMETRICO MUSCOLI PARAVERTEBRALI

# RIDOTTO SCAMBIO NUTRIZIONE DEL DISCO

Il disco intervertebrale nelle posizioni fisse è mal nutrito e invecchia precocemente.

La piena funzionalità del disco è mantenuta attraverso frequenti (almeno ogni ora) sostanziali cambiamenti di posizione del corpo, ad esempio da in piedi a seduto con la schiena appoggiata.



# RIDOTTO SCAMBIO NUTRITIZIO DEL DISCO

Con l'età anche il disco invecchia, perde acqua e si assottiglia, tende a perdere la sua capacità ammortizzante: la schiena diventa più soggetta a disturbi.

L'invecchiamento del disco viene accentuato sia da sforzi eccessivi che dalla vita sedentaria: in particolare, sul lavoro...



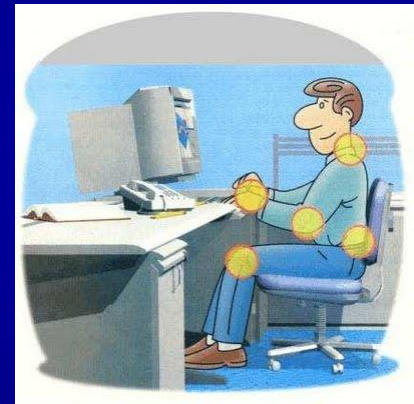
# Disturbi muscolo-scheletrici

Alcuni muscoli ed articolazioni sono sottoposti a posture fisse, mentre i muscoli delle mani e delle braccia si muovono incessantemente.

Le tensioni muscolari impediscono il normale afflusso di sangue a muscoli, tendini, nervi, dischi intervertebrali

# Disturbi muscolo-scheletrici

Nel tempo si possono manifestare micro-lesioni, dolori, infiammazione dei tendini, compressione dei nervi (tendiniti, tenosinoviti, sindrome del tunnel carpale).



Alcune disfunzioni fisiche (diabete, peso eccessivo, artrite, ipertensione, fumo, gravidanza) ed attività extra-lavorative (sport, hobbies) aumentano il rischio di questi disturbi.

# Disturbi muscolo scheletrici

## *Sensazioni:*

- senso di peso, di fastidio
- intorpidimento
- dolore
- rigidità di:
  - collo
  - schiena
  - spalle
  - braccia
  - mani



## **Cause:**

- ❑ posizione di lavoro scorretta
- ❑ errata scelta degli arredi
- ❑ posizione di lavoro fissa e mantenuta per lungo tempo
- ❑ movimenti rapidi e ripetitivi delle mani (uso di tastiera e mouse)

# Possibili cause di disturbi muscoloscheletrici di collo, spalle e schiena

- Postazione non ergonomica
- Errata disposizione e regolazione di arredi e computer
- Postura fissa e/o scorretta per lunghi periodi
- Capo e tronco protesi in avanti
- Spalle contratte nella digitazione o nelle pause
- Ricevitore del telefono tenuto a lungo tra testa e spalla
- Attività extra-lavorative, hobbies (sport pesanti, ecc...)



## Prevenzione

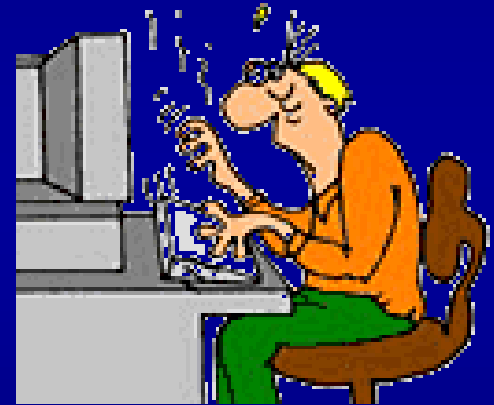
- Scegliere attrezzature ergonomiche cioè adattabili alle proprie esigenze
- Adottare una postura rilassata: il tronco sullo schienale tra 90 e 110°
- Variare spesso la posizione del corpo
- Effettuare delle pause brevi ma frequenti
- Variare le attività nel corso della giornata
- Regolare con cura la posizione, l'altezza e la distanza del monitor

# Possibili cause di disturbi muscoloscheletrici braccia, polsi e mani

- Movimenti rapidi, ripetitivi e prolungati su tastiera e mouse
- Forza eccessiva nel digitare e nello stringere il mouse
- Polsi piegati verso l'alto e non allineati agli avambracci
- Polsi piegati verso l'esterno
- Avambracci e polsi poggiati su spigoli durante la digitazione e le pause
- Assenza di pause per allentare le tensioni muscolari

## *Prevenzione*

- Ridurre i movimenti rapidi e ripetitivi prolungati
- Avambracci paralleli al pavimento e bene appoggiati sul tavolo
- Mantenere polsi distesi e dritti nella digitazione





# Fattori che influiscono sull'attività all'AIDV

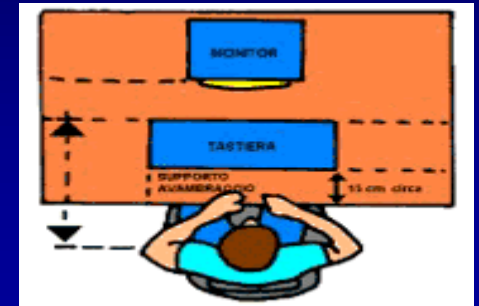


# Analisi del posto di lavoro



# Caratteristiche dell'arredo della postazione del VDT (I)

- *Il piano di lavoro deve*
  - avere una **superficie sufficientemente ampia** per disporre materiali necessari e le attrezzature nonché consentire l'appoggio degli avambracci dell'operatore davanti alla tastiera, nel corso della digitazione.
  - avere una **profondità tale da assicurare una corretta distanza visiva dallo schermo**
  - avere il **colore della superficie chiaro** possibilmente diverso dal bianco, ed in ogni caso non riflettente
  - essere stabile e di altezza, fissa o regolabile, indicativamente tra 70 e 80 cm
  - avere uno **spazio idoneo** per il comodo alloggiamento e la movimentazione degli arti inferiori e per infilarvi il sedile



# Caratteristiche dell'arredo della postazione del VDT (II)

- *Il sedile deve*
  - essere di tipo girevole, saldo contro lo slittamento e rovesciamento, dotato di basamento stabile o a cinque punti di appoggio
  - disporre del piano e dello schienale regolabili in maniera indipendente così da assicurare un buon appoggio dei piedi e sostegno della zona lombare
  - avere i bordi del piano smussati, in materiale non troppo cedevole, permeabile al vapore acqueo e pulibile
  - essere facilmente spostabile anche in rapporto al tipo di pavimento
  - qualora fosse necessario essere dotato di poggiatesta separato



# Caratteristiche dell'arredo della postazione del VDT (II)



# Norme UNI EN 1335-1-2-3

*Mobili per ufficio - Sedia da lavoro per ufficio - Dimensioni - Requisiti di sicurezza - Metodi di prova per la sicurezza".*

- Il sedile deve avere un'altezza compresa tra 40 e 51 cm, una profondità compresa tra 40 e 42 cm, e una larghezza di 40 cm.
- Lo schienale che deve avere un'altezza minima compresa tra 22 e 26 cm (fisso in altezza), con altezza minima del bordo dello schienale al di sopra della superficie del sedile di 36 cm e una larghezza di 36 cm.
- I braccioli, se previsti, devono avere una lunghezza di 20 cm e una larghezza di 4 cm.

# Misure per la scelta delle poltrone

| Altezza lavoratore<br>(cm) | Altezza seduta da terra<br>(cm) |
|----------------------------|---------------------------------|
| 150 - 155                  | 41                              |
| 160 - 165                  | 43                              |
| 170 - 175                  | 46                              |
| 180 - 185                  | 49                              |
| 190 - 200                  | 54                              |

# La tastiera

## DEVE ESSERE:

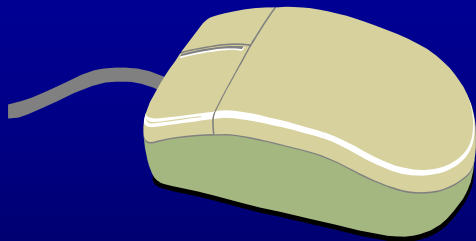
- inclinabile e separata dal monitor
- lontana dal bordo del piano di lavoro 15 cm.
- con superficie opaca e di colore neutro
- con simboli chiari



# Il mouse

## DEVE:

- garantire una buona impugnatura (ergonomica)
- essere “manovrato” avendo cura di poggiare l’avambraccio al piano di lavoro





# La tastiera



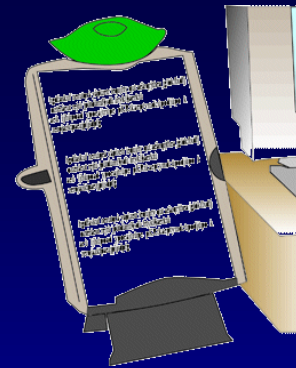
# Il mouse



# Il porta documenti

Deve essere:

- **regolabile:**
  - alto/basso
  - destra/sinistra
- **collocato in modo corretto** in relazione all'attività da svolgere



# Il poggiapiedi

Dovrà essere

- di dimensioni adeguate:
  - larghezza 45 cm.
  - profondità 35 cm.
  - Inclinazione 10-20°
- superficie in materiale anti-scivolo



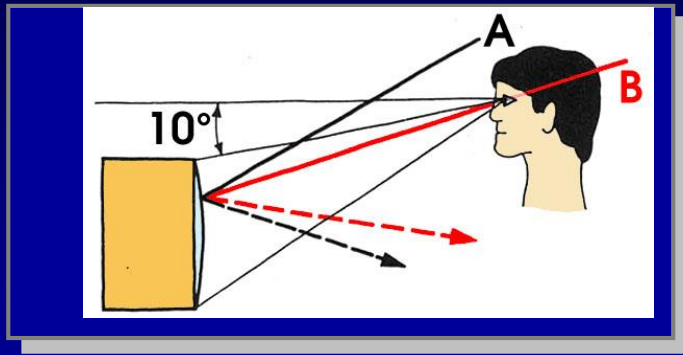
# Il monitor

## DEVE ESSERE:

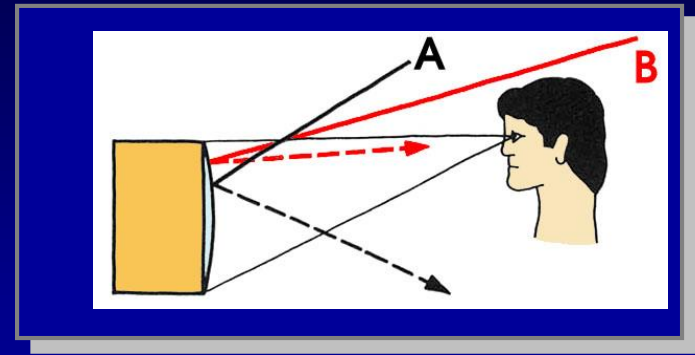
- orientabile e inclinabile
- con superficie antiriflettente
- con luminosità e contrasto regolabili
- con immagine stabile senza “sfarfallamenti”
- con caratteri leggibili e definiti
- pulito
- la parte retrostante lontana da pareti



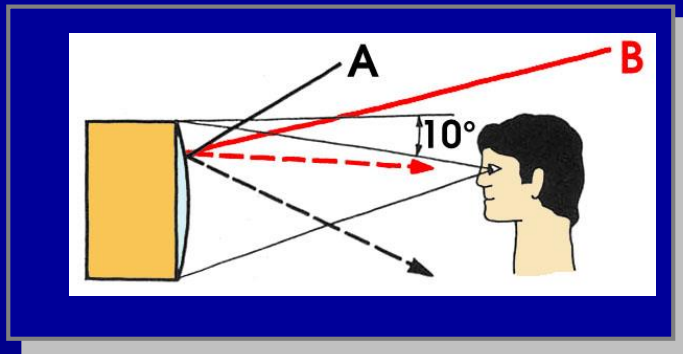
# Altezza ed inclinazione dello schermo



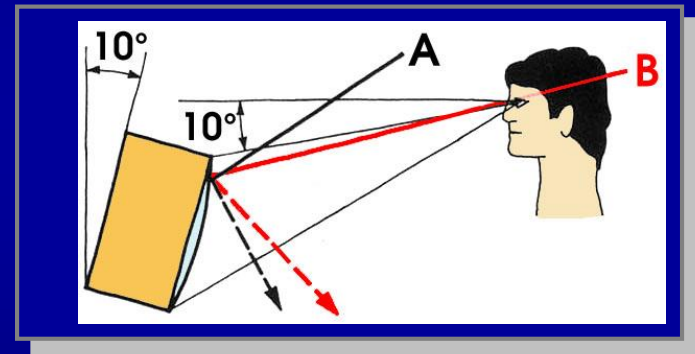
FAVOREVOLE



SFAVOREVOLE



SFAVOREVOLE



FAVOREVOLE

A = raggio di luce con angolo incidente di  $30^\circ$ ; B = raggio di luce con angolo incidente di  $15^\circ$

Un video sistemato troppo in alto o inclinato verso l'alto favorisce i fenomeni di riflessione causati dall'illuminazione

# La posizione corretta

- **Tronco:**

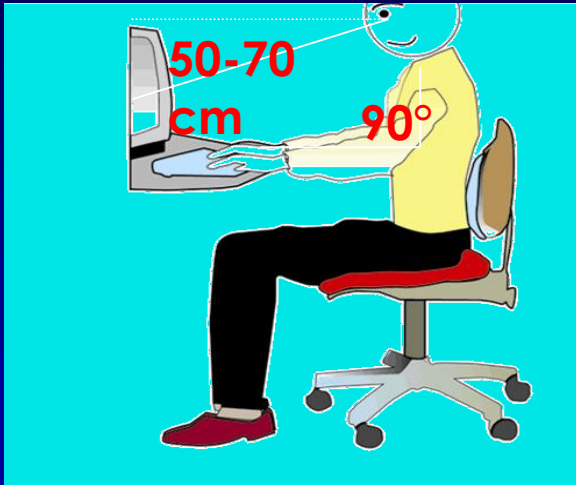
- posizione eretta, fra  $90^\circ$  e  $110^\circ$  per evitare dannose compressioni pelvico-addominali, appoggio del tratto lombare



- **Gambe:**

- a circa  $90^\circ$  per ridurre l'affaticamento e facilitare la circolazione. Piedi ben poggiati a terra o sul poggia-piedi

# La posizione corretta

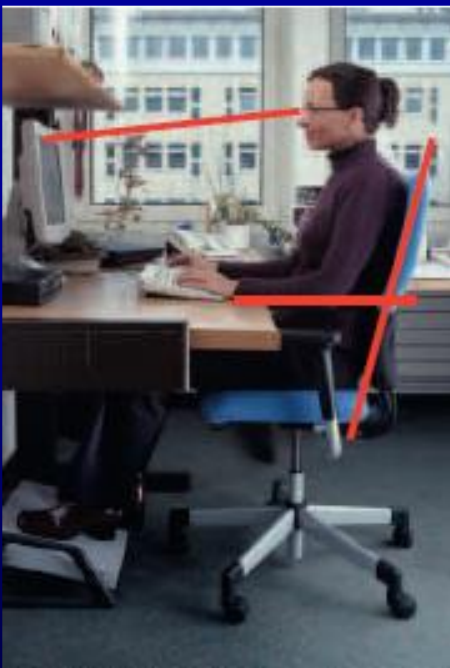


- **Braccia:**

- piegate a circa  $90^\circ$ . Avambracci appoggiati nello spazio fra bordo tavolo e tastiera (15 cm)

- **Occhi:**

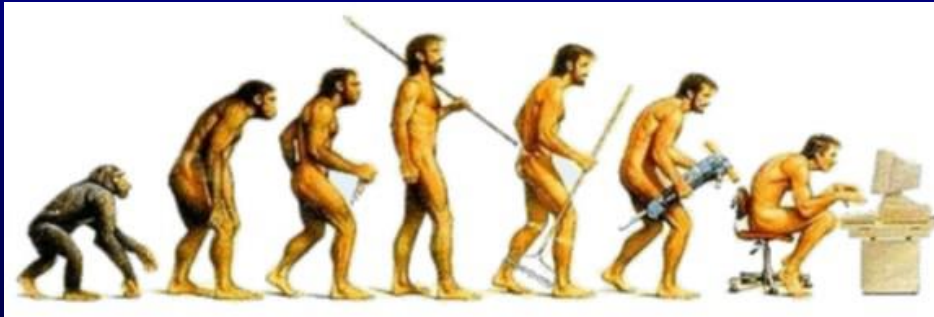
- distanza occhi monitor fra i 50 e i 70 cm. Il bordo superiore del monitor deve essere posto all'altezza degli occhi.



# Misure di prevenzione dei Disturbi muscolo-scheletrici

Assumere la postura corretta di fronte al video con i piedi ben poggiati al pavimento e schiena poggiata allo schienale della sedia nel tratto lombare, regolando l'altezza della sedia e l'inclinazione dello schienale.

Posizionare lo schermo del video di fronte in maniera che, anche agendo su eventuali meccanismi di regolazione, lo spigolo superiore dello schermo sia posto un po' più in basso dell'orizzontale che passa per gli occhi dell'operatore e a una distanza dagli occhi pari a 50-70 cm.



# Misure di prevenzione dei Disturbi muscolo-scheletrici

Disporre la tastiera davanti allo schermo, salvo che lo schermo non sia utilizzato in maniera saltuaria, e il mouse, o eventuali altri dispositivi di uso frequente, sullo stesso piano della tastiera e in modo che siano facilmente raggiungibili.

Eseguire la digitazione e utilizzare il mouse evitando irrigidimenti inutili delle dita e del polso, cercando di tenere gli avambracci appoggiati sul piano di lavoro in modo da alleggerire la tensione dei muscoli del collo e delle spalle.





# Misure di prevenzione dei Disturbi muscolo-scheletrici

Evitare, per quanto possibile, posizioni di lavoro fisse per tempi prolungati. Nel caso ciò fosse inevitabile, ricordarsi di "sgranchirsi" spesso collo, schiena, arti superiori e inferiori.



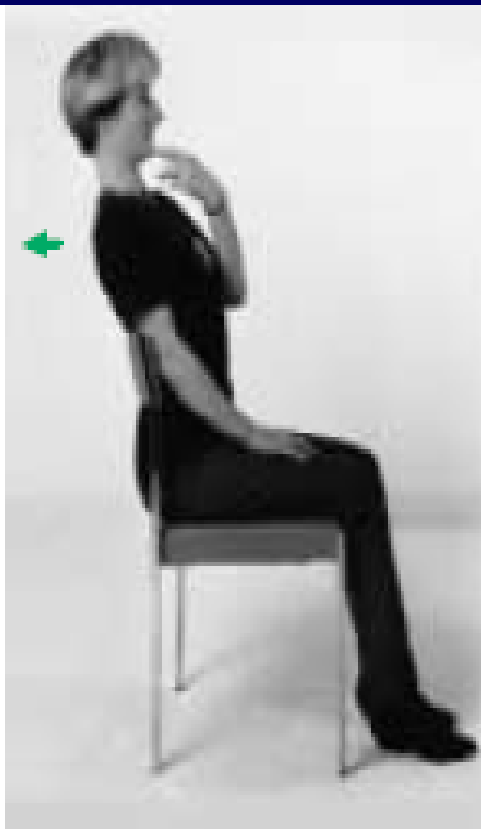


### **Posizione di partenza**

In stazione eretta e con ambedue le mani appoggiate sui fianchi.

### **Esercizio**

Stirare la schiena leggermente all'indietro con lo sguardo rivolto verso il soffitto e con le ginocchia tese. Restare così per un istante e respirare sempre normalmente. Ripetere l'esercizio da 5 a 10 volte.



### **Posizione di partenza**

Seduti, schiena dritta. Indice e medio della mano appoggiati sul mento.

### **Esercizio**

Spingere il mento all'indietro. Guardare dritto davanti a voi e tenere il busto in posizione stabile. Restare così per un istante. Ripetere l'esercizio da 5 a 10 volte.

Esercizio per la nuca



### **Posizione di partenza**

Seduti, schiena dritta, lasciar cadere le braccia Inerti.

### **Esercizio**

Sollevarle le braccia e stendere ambedue le braccia e le mani in fuori. Spingere il petto in avanti. Restare così per un istante e respirare sempre normalmente. In seguito lasciare cadere le braccia Inerti. Ripetere l'esercizio più volte.

Esercizio di stiramento delle braccia, delle spalle e delle mani



**Posizione di partenza**

Seduti con schiena diritta o in piedi in stazione eretta e tenere in mano un libro.

**Esercizio**

Sollevarle spalle e restare così per un istante. Rilassare in seguito le spalle. Ripetere l'esercizio da 10 a 15 volte.

Distensione dei muscoli laterali della nuca

# Stress

## Cause:

- carico di lavoro superiore o inferiore alle capacità della persona
- mancanza di riconoscimento
- lavoro monotono e/o ripetitivo
- isolamento da colleghi
- software o hardware inadeguati
- fattori ambientali:
  - spazio
  - microclima



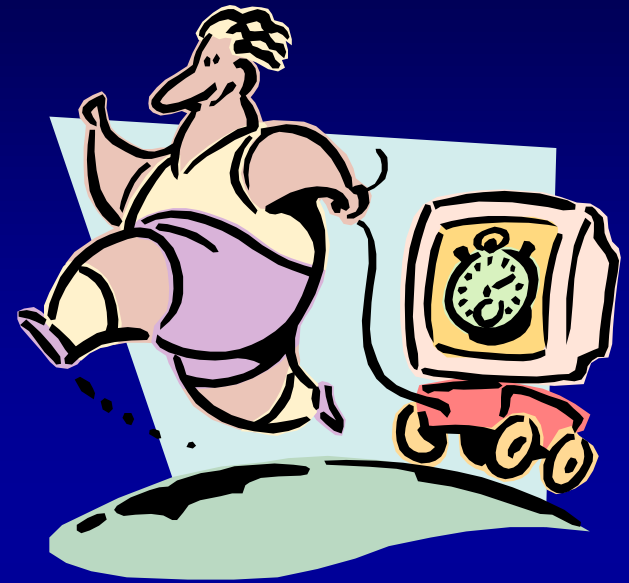
## Disturbi di tipo psicologico o psicosomatico:

- ❑ mal di testa, stanchezza
- ❑ irritabilità, tensione nervosa
- ❑ ansia, depressione
- ❑ insonnia
- ❑ problemi digestivi

# Stress

## *Come prevenirlo:*

- svolgendo attività fisica
- sfruttando al meglio le pause
- adottando comportamenti corretti conformemente alla formazione e all'informazione ricevuta







# STRESS da Lavoro-correlato



# Nuovo approccio d.Lgs 81/08

*TITOLO I    PRINCIPI COMUNI*

*CAPO I        DISPOSIZIONI GENERALI                    Articolo 2*

## *Definizioni*

*o) «Salute»: stato di completo benessere fisico, mentale e sociale, non consistente solo in un'assenza di malattia o d'infermità*

# Nuovo approccio d.Lgs 81/08

*Sezione II Valutazione dei rischi*

*Articolo 28*

## *Oggetto della valutazione dei rischi*

*La valutazione di cui all'articolo 17, comma 1, lettera a), anche nella scelta delle attrezzature di lavoro e delle sostanze o dei preparati chimici impiegati, nonché nella sistemazione dei luoghi di lavoro, deve riguardare tutti i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori, ivi compresi quelli riguardanti gruppi di lavoratori esposti a rischi particolari, tra cui anche quelli collegati allo stress lavoro-correlato, secondo i contenuti dell'Accordo Europeo dell'8 ottobre 2004,(...)*

# L'ACCORDO EUROPEO 8 OTTOBRE 2004

## INTRODUZIONE

*“Lo stress, potenzialmente, può colpire in qualunque luogo di lavoro e qualunque lavoratore, a prescindere dalla dimensione dell’azienda, dal campo di attività, dal tipo di contratto o di rapporto di lavoro. Considerare il problema dello stress sul lavoro può voler dire una maggiore efficienza e un deciso miglioramento delle condizioni di salute e sicurezza sul lavoro, con conseguenti benefici economici e sociali per le aziende, i lavoratori e la società nel suo insieme ...”*

# L'ACCORDO EUROPEO 8 OTTOBRE 2004

## RESPONSABILITÀ DEI DATORI DI LAVORO

“... Tutti i datori di lavoro sono obbligati per legge a tutelare la sicurezza e la salute [...] I problemi associati allo stress possono essere affrontati nel quadro del processo di valutazione di tutti i rischi, programmando una politica aziendale specifica in materia di stress e/o attraverso misure specifiche mirate per ogni fattore di stress individuato”.

*ACCORDO EUROPEO 2004 RECEPITO INTEGRALMENTE IN  
ITALIA CON ACCORDO INTERCONFEDERALE 9 GIUGNO  
2008 L'ACCORDO EUROPEO 8 OTTOBRE 2004*

# INDICAZIONI METODOLOGICHE SULLA VALUTAZIONE DELLO STRESS

*«Le indicazioni metodologiche sono state elaborate nei limiti e per le finalità puntualmente individuati dalla Legge tenendo conto della ampia produzione scientifica disponibile sul tema e delle proposte pervenute all'interno alla Commissione consultiva e sono state redatte secondo criteri di semplicità, brevità e comprensibilità»*

*Il documento indica un percorso metodologico che rappresenta il livello minimo di attuazione dell'obbligo di valutazione del rischio da stress lavoro-correlato per tutti i datori di lavoro pubblici e privati»*





# Il lavoro oggi

## OSSERVATORIO EUROPEO RISCHI LAVORATIVI

Rischi psicosociali emergenti legati a:

1. NUOVE FORME CONTRATTUALI
2. INNALZAMENTO ETÀ DELLA FORZA LAVORO
3. PRESSIONE LAVORATIVA
4. RICHIESTA EMOTIVA
5. PRECARIO EQUILIBRIO VITA LAVORATIVA E VITA PRIVATA



# Qualità ed entità dei cambiamenti



Non sono i cambiamenti in sé nell'esperienza di vita dell'individuo ad essere occasioni di stress, ma la qualità di detti cambiamenti. Solo i cambiamenti considerati indesiderabili, imprevedibili, fuori norma, incontrollati possono essere considerati pericolosi (Folkman e Lazarus, 1984)

I cambiamenti strutturali possono facilitare l'esposizione e l'insorgenza dei rischi psicosociali

Osservatorio Europeo sui Rischi Lavorativi (2007)



# STRESS

Lo stress è una sindrome di adattamento a degli stressor (sollecitazioni).



# Definizioni di stress lavorativo

*“Lo stress legato all'attività lavorativa si manifesta quando le richieste dell'ambiente di lavoro superano la capacità del lavoratore di affrontarle (o controllarle).*

*Lo stress non è una malattia, ma può causare problemi di salute mentale e fisica (come ad esempio depressione, esaurimento nervoso e cardiopatie) se si manifesta con intensità e per periodi prolungati”.*



(Agenzia Europea per la Sicurezza e Salute sul Lavoro, 2000)

# STRESS



## *Eustress*

Un individuo eustressato è una persona che sente di essere adeguatamente stimolata, di possedere il controllo sulla situazione ambientale interna e di riuscire adeguatamente nelle richieste dell'ambiente esterno.

## *Distress*



Un individuo distressato è una persona che ha perso il controllo sulla maggior parte delle situazioni e che percepisce le richieste provenienti dall'ambiente come superiori alle sue aspettative ed energie.

# GLI STRESSORS



Fisici/metabolici

Shock elettrico, esposizione al freddo, al caldo, Alterazione livelli glicemici, ...

Psicologici

Esame, prova, incidente, insicurezza personale, ...

Sociali

Lutto, separazione, nuova attività, nuovo capo, ...

Diverso grado di prevedibilità ed evitabilità

Risposta attivata in base alla soglia di reattività di ciascuno

**FILTRO** = condizione soggettiva, sentimento di adeguatezza, vulnerabilità, senso sfida, sentimento del potere, attribuzione di responsabilità, tendenza al cambiamento, età, cultura, ecc, ...

# I POSSIBILI EFFETTI DELLO STRESS LAVORATIVO

Le reazioni allo stress possono delineare quattro tipi di effetti:

- psicologici / emotivi
- comportamentali
- fisici
- lavorativi / organizzativi



# POSSIBILI EFFETTI PSICOLOGICO - EMOTIVI

## MANIFESTAZIONI PSICOLOGICHE/EMOTIVE:

- Ipocondria, irritabilità, apatia
- Depressione, ansietà, fobie e attacchi di panico

## MODIFICAZIONI SUL PIANO COGNITIVO:

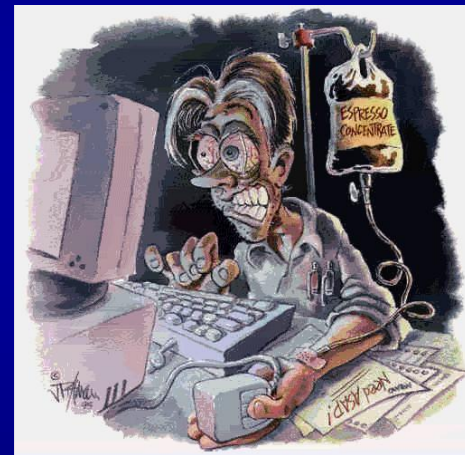
- Diminuzione della percezione degli eventi
- Incapacità di concentrazione
- Incapacità decisionale
- Riduzione della capacità creativa



INAIL, 2000

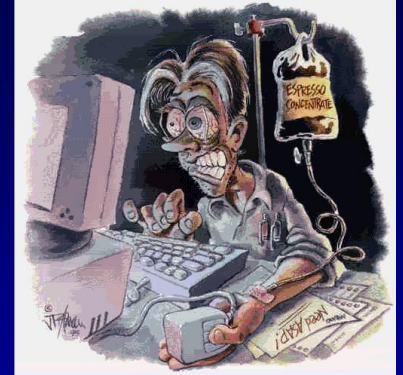
# POSSIBILI EFFETTI COMPORTAMENTALI

- ❑ Atteggiamenti aggressivi verso altri o se stessi
- ❑ Abuso di alcol, tabacco e farmaci
- ❑ Assunzioni di rischi eccessivi
- ❑ Ricorso alla droga
- ❑ Elevata suscettibilità / ridotta socialità
- ❑ ...



INAIL, 2000

# POSSIBILI EFFETTI ORGANIZZATIVI / LAVORATIVI



## MODIFICAZIONE DELLA PERFORMANCE LAVORATIVA

- Diminuzione del rendimento
- Aumento del numero di errori, incidenti, infortuni
- Incapacità a completare il lavoro e a rispettare i termini di consegna

## ATTEGGIAMENTO DI FUGA DAL LAVORO

- Assenteismo
- Ritardo cronico, permessi, pause prolungate
- Richiesta di cambiamento della mansione o del posto del di lavoro
- Turn-over esterno

## PERFORMANCE SOCIALE

- Aumento della conflittualità, lamentele, richiami, ...
- Clima interno negativo
- Peggioramento performance di gruppo

INAIL, 2000



# Possibili effetti fisici

- ✗ malattie cardiovascolari
- ✗ disturbi muscolo-scheletrici
- ✗ disturbi mentali

**DIFFICILE PROVARE LEGAMI DIRETTI TRA LO STRESS LAVORO CORRELATO E LE MALATTIE CRONICHE.**



# Come prevenire o .....

# lo Stress



# Come prevenire o ..... lo Stress



# Illuminazione

D.Lgs 81/2008

I luoghi di lavoro devono disporre di sufficiente luce naturale ed essere dotati di dispositivi che consentano una illuminazione artificiale per salvaguardare la sicurezza, la salute e il *benessere* dei lavoratori

# Illuminazione

Una illuminazione carente può essere causa di infortunio



# Illuminazione

## Obbiettivi dell'ergonomia della visione nei posti di lavoro

- realizzare un ambiente luminoso idoneo a soddisfare le esigenze fisiopsicologiche dell'uomo, assicurando, ove possibile, il ricorso all'illuminazione naturale
- rendere ottimale la percezione delle informazioni visive, al fine di assicurare agli operatori le migliori condizioni di lavoro



# Illuminazione

L'illuminazione dei posti di lavoro deve consentire una buona visione ed un conseguente corretto svolgimento del lavoro in tutte le ore del giorno ed in tutte le stagioni.

- La buona visione varia da soggetto a soggetto, in funzione non soltanto delle caratteristiche fisiologiche dell'occhio, ma anche di reazioni psichiche difficilmente quantificabili.
- La "qualità" dell'illuminazione in un ambiente di lavoro è valutabile principalmente in base all'assenza di abbagliamenti, al colore della luce e alla distribuzione delle ombre.
- In particolare, nel caso dell'**illuminazione artificiale**, le lampade consigliate sono quelle che emettono **luce il più possibile simile** a quella **naturale (bianca)**, che garantiscono una buona **resa dei colori** e quindi anche l'ottimizzazione dei contrasti.

# Illuminazione

## Parametri che influenzano la prestazione visiva

“Prestazione visiva” = capacità di rilevazione e attitudine a reagire manifestate da un individuo quando i dettagli del “compito visivo” entrano nel “campo visivo”.

Tale attitudine viene definita in termini di velocità, precisione, e qualità della percezione.

| Caratteristiche del compito visivo                           | Condizioni d'illuminazione  | Altri fattori   |
|--|---|---|
| Dimensioni, forma, posizione, colore, fattore di riflessione | Entità dell'illuminamento e delle luminanze, caratteristiche spettrali della luce | Uniformità dell'illuminazione, natura dello sfondo, abbagliamento, riflessi |

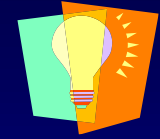


# Illuminazione

## Parametri che influenzano la visione

| Caratteristiche del compito visivo                 | Capacità visive del soggetto | Caratteristiche dell'ambiente   |
|--|------------------------------|---|
| tempo di esposizione allo specifico compito visivo | visus                        | del microclima (umidità rel., velocità dell'aria)   |
| angolo sotteso                                     | motilità oculare             | degli inquinanti aerodispersi (polveri, vapori, gas ecc.)   |
| nitidezza dell'immagine                            | senso cromatico              | della visione a distanza  |
| tempo di persistenza                               | Funzione retinica            | del sistema di illuminazione (rapporti di luminanza, resa del contrasto, abbagliamento, caratteristiche spettrali delle sorgenti di luce artificiale, rapporto tra luce naturale e artificiale, ecc.) |
| contrasto  | cristallino                  |   |

# Illuminazione



## Definizioni di illuminotecnica

### *Intensità luminosa*

quantità di energia luminosa emessa in una determinata direzione.  
(unità di misura: candela)

### *Flusso luminoso*

quantità di energia luminosa emessa da una sorgente di luce nell'unità di tempo.  
(unità di misura: lumen)

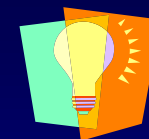
### *Illuminamento*

E' la misura del flusso luminoso che investe una superficie. La luce può provenire dal sole, dalle lampade o da qualsiasi altra sorgente.  
(unità di misura: lux;  $1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen/m}^2$ )

### *Luminanza*

esprime la luminosità che una superficie produce, sia essa una superficie luminosa (sorgente primaria es: lampada) o illuminata (sorgente secondaria, es: piano di una tavolo che riflette la luce). Nel caso di superfici illuminate, la luminanza è molto influenzata dal fattore di riflessione di queste superfici.  
(unità di misura: candela/m<sup>2</sup>)

# Illuminazione



Illuminamento: i nuovi standard europei  
(valori espressi in lux)

| Locali o tipo di lavoro                             | Standard europei |
|---|------------------|
| Deposito  | 100 - 200        |
| Aree di passaggio                                   | 100 - 200        |
| Lavori grossolani                                   | 200 - 400        |
| Lavori di media finezza (illuminazione generale)    | 200 - 400        |
| Lavori di media finezza (illuminazione localizzata) | 1000 - 2000      |
| Lavori fini (illuminazione generale)                | 400 - 800        |
| Lavori fini (illuminazione localizzata)             | 2000 - 4000      |
| Lavori finissimi (illuminazione generale)           | 800 - 1200       |
| Lavori finissimi (illuminazione localizzata)        | 4000 - 6000      |

# Illuminazione



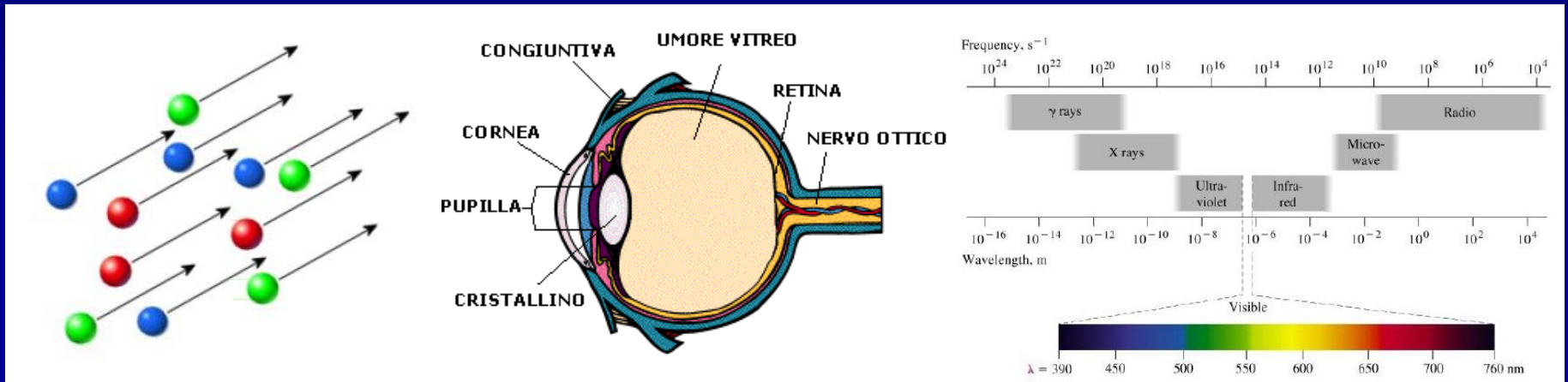
## Rapporti di luminanza nel campo visivo

| Rapporti limite  | X    | Y    | Z   |
|--|------|------|-----|
| Tra il compito visivo e le superfici più scure ad esso adiacenti (max)                                 | 3/1  | 3/1  | 5/1 |
| Tra il compito visivo e le superfici più chiare ad esso adiacenti (min)                                | 1/3  | 1/3  | 1/5 |
| Tra il compito visivo e le superfici lontane più scure (max)   | 10/1 | 20/1 |     |
| Tra il compito visivo e le superfici lontane più chiare (min)  | 1/10 | 1/20 |     |
| Tra gli apparecchi di illuminazione e le superfici ad esse adiacenti (finestre, lucernari, ecc.) (max) | 20/1 |      |     |
| Ovunque entro il campo visivo (max)  | 40/1 |      |     |

- X. ambienti nei quali è possibile controllare le riflessioni
- Y. ambienti nei quali è possibile controllare le riflessioni solo nelle zone vicine alle aree di lavoro, ma non nelle superfici più lontane
- Z. ambienti nei quali il controllo delle riflessioni è impraticabile

# Illuminazione

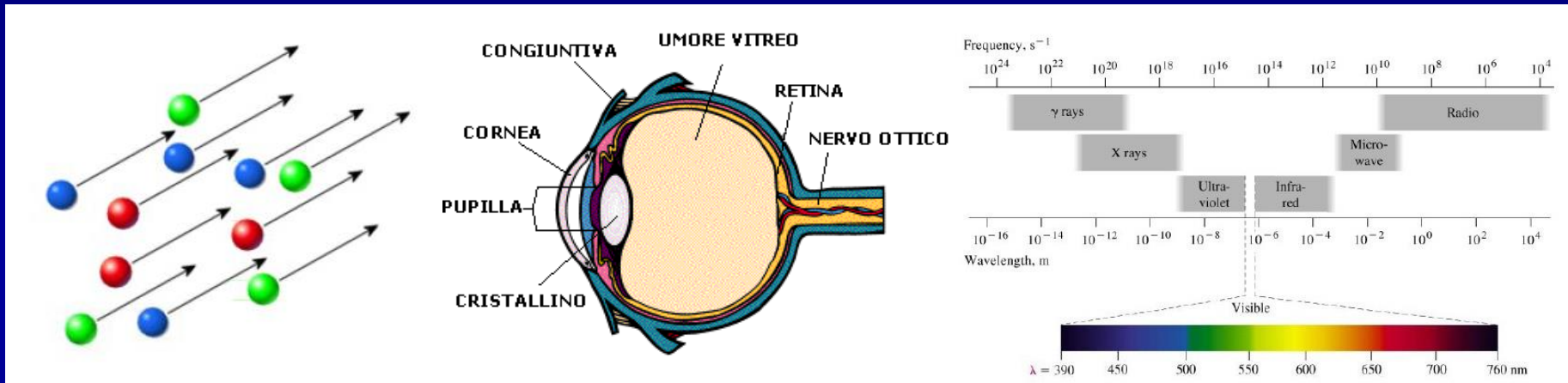
## Come funziona l'occhio umano



Nella **PRIMA FASE** un gruppo di fotoni (*stimolo visivo*) arriva all'occhio, attraversa cornea, umore acqueo, pupilla, cristallino, umore vitreo e raggiunge i fotorecettori della retina (*bastoncelli e coni*), dai quali viene assorbito. Come risultato dell'assorbimento, i fotorecettori generano (in un processo detto *trasduzione*) tre segnali nervosi, che sono segnali elettrici in modulazione di ampiezza.

# Illuminazione

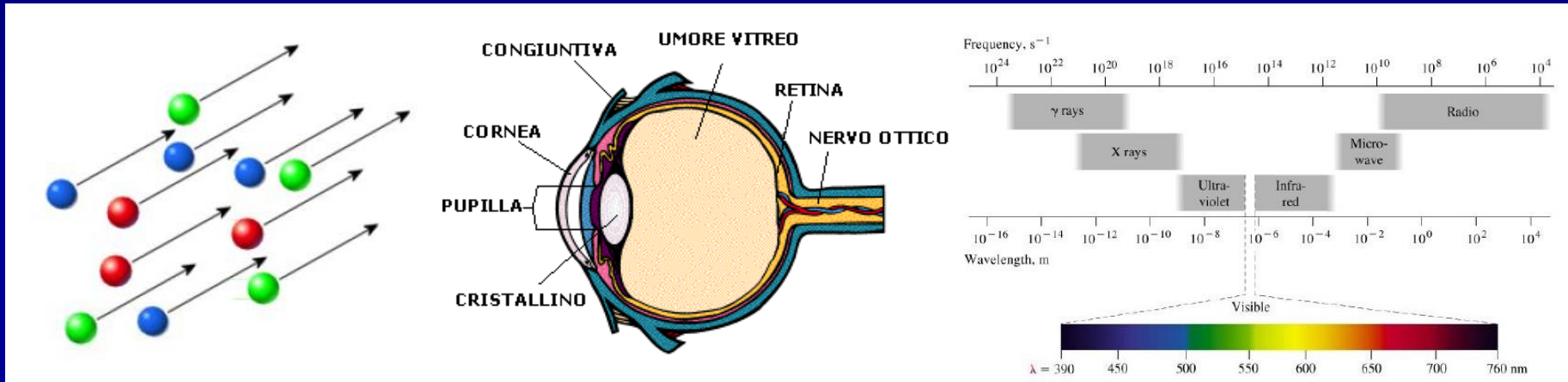
## Come funziona l'occhio umano



La **SECONDA FASE** avviene ancora a livello retinico e consiste nella elaborazione e compressione dei tre segnali nervosi, e termina con la creazione dei segnali oppONENTI, segnali elettrici in modulazione di frequenza, e la loro trasmissione al cervello lungo il nervo ottico.

# Illuminazione

## Come funziona l'occhio umano



La **TERZA FASE** consiste nell'*interpretazione* dei segnali opposti da parte del cervello e nella percezione del colore.

Se nella retina fosse presente un solo tipo di fotorecettori, non si avrebbe alcuna sensazione di colore ed il mondo verrebbe visto in bianco e nero.

# Illuminazione

## La sensibilità dell'occhio

L'occhio contiene due categorie di recettori: *bastoncelli* e *coni*.

### I bastoncelli:

- Sono  $\approx 120 \cdot 10^6$ , prevalentemente alla periferia della retina
- Sono sensibili a basse luminosità (1 fotone)
- Sono responsabili della visione notturna, o *scotopica*.

### I coni:

- Sono  $\approx 6 \cdot 10^6$ , prevalentemente al centro della retina (*fovea*)
- Sono meno sensibili alla luce (100 ÷ 1000 fotoni)
- Sono responsabili della visione diurna, o *fotopica*.



# Illuminazione

## La sensibilità dell'occhio

I coni e i bastoncelli, illuminati da luce con spettro  $I(\lambda)$ , producono una tensione elettrica

$$V \propto \int S(\lambda) I(\lambda) d\lambda$$

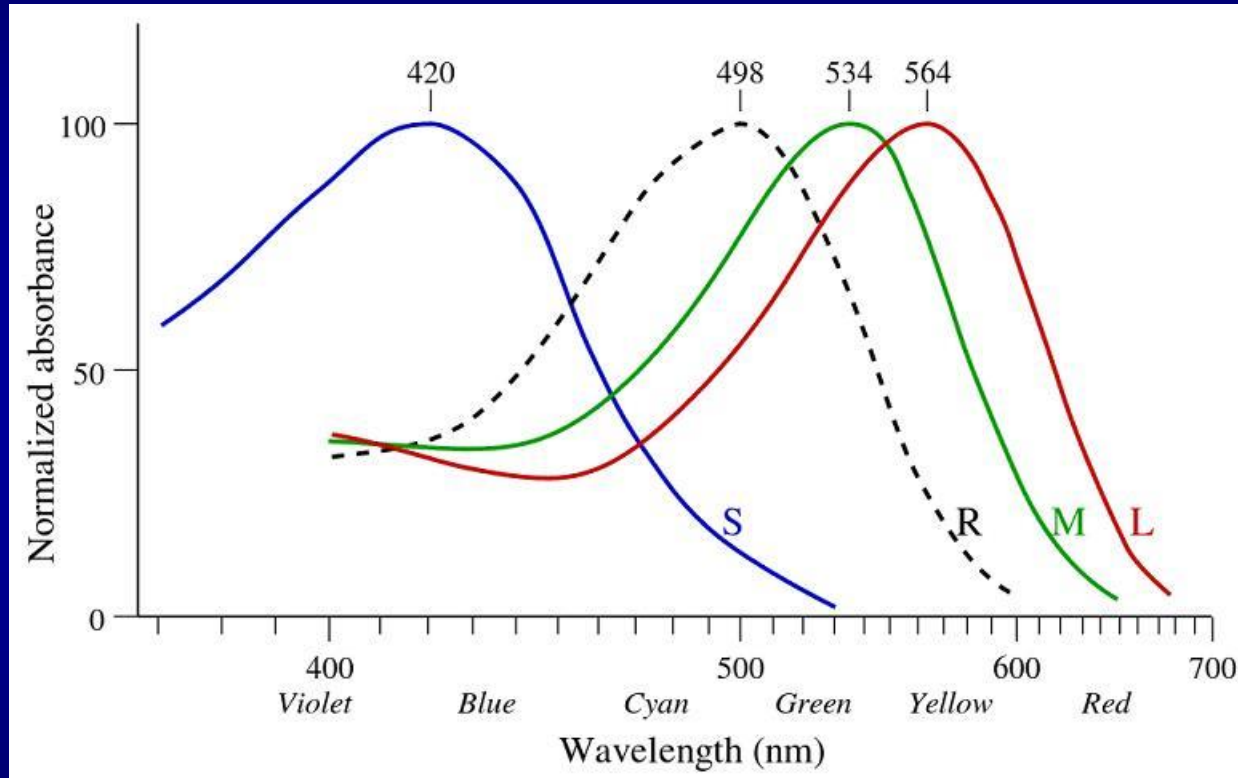
$S(\lambda)$  è detto *spettro di assorbimento*

Esistono 3 tipi di coni, sensibili alle lunghezze d'onda lunghe ( $L$ ), medie ( $M$ ) e corte ( $S$ ). Questo consente di discriminare, in una certa misura, la lunghezza d'onda della luce incidente

⇒ **Visione a colori.**

# Illuminazione

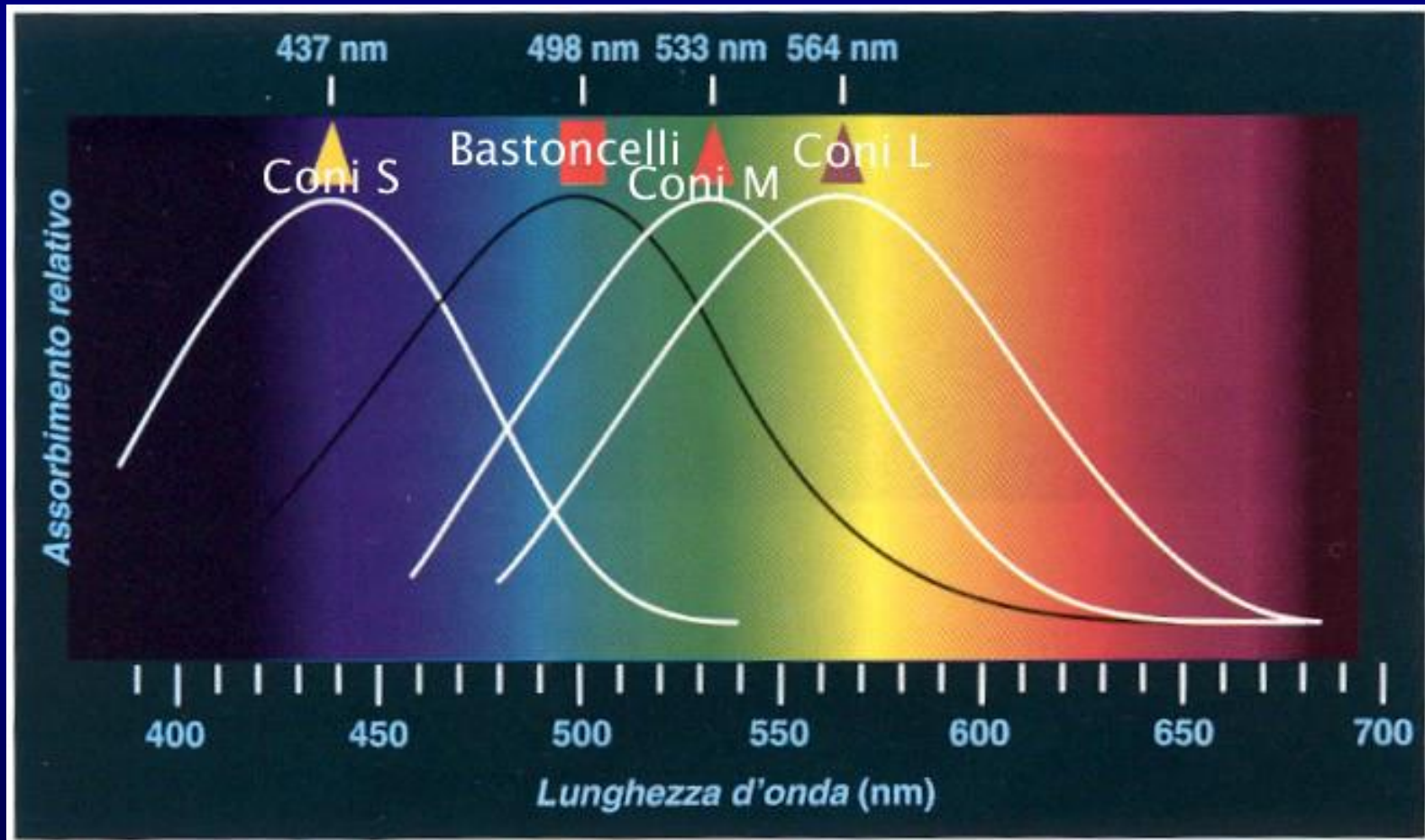
## Risposta dei recettori



Da sinistra: spettro di assorbimento (normalizzato) di coni S, bastoncelli, coni M e L

# Illuminazione

## Risposta dei recettori

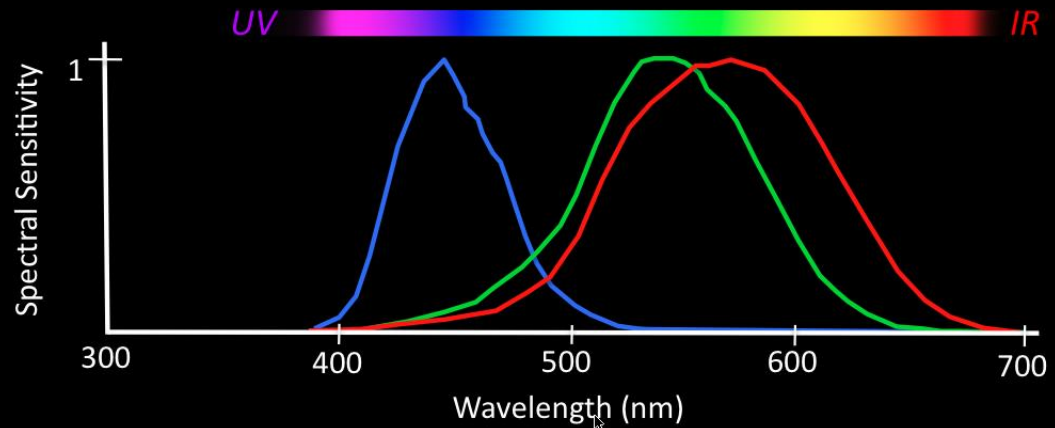
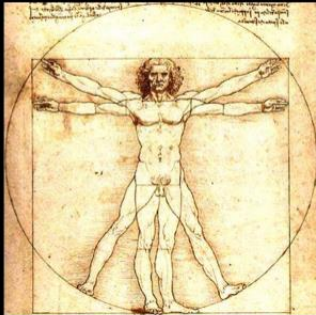




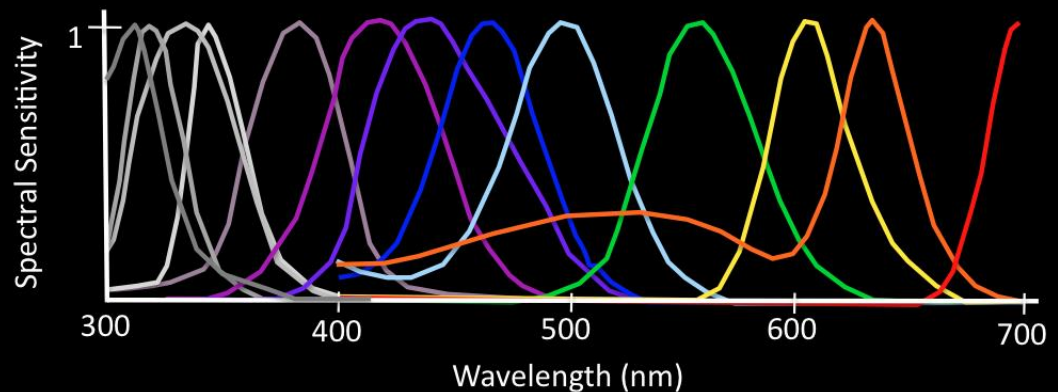


# Mantis Shrimp: Extraordinary Eyes

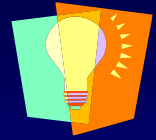
*Homo sapiens*



*Neogonodactylus oestedii*



# Illuminazione



## II COLORE



# Illuminazione

## *II COLORE*

Il colore e la percezione visiva generata dai segnali nervosi che i fotorecettori della retina mandano al cervello quando assorbono radiazioni elettromagnetiche di determinate lunghezze d'onda e intensità.

Il colore deriva da una capacità dell'occhio di elaborare diverse lunghezze d'onda della radiazione.

Raramente il colore percepito ha uno spettro monocromatico, ossia composto da un'unica lunghezza d'onda che riportato su un piano intensità-lunghezza d'onda apparirebbe come una sola riga verticale.

In genere, i colori degli oggetti che vediamo hanno spettri eterocromatici ...fortunatamente però

*LA PERCEZIONE VISIVA È SINTETICA*

# Illuminazione

## *II COLORE*

### *PERCEZIONE VISIVA SINTETICA*

Una luce rossa ed una luce verde che colpiscono insieme un medesimo punto della retina avranno come risultato la percezione del giallo; non vedremo ne il rosso ne il verde.

Ciò significa che, nel contatto della radiazione elettromagnetica con i recettori della retina, l'informazione sulla lunghezza d'onda si perde.

Al suo posto rimane la misura dell'eccitazione suscitata, che è proporzionale sia all'intensità della luce incidente sia alla sensibilità del recettore in quella particolare zona dello spettro a cui appartiene la radiazione che lo ha colpito.



# Illuminazione

## II COLORE

Una luce percepita come avente un certo colore può effettivamente corrispondere a una unica sorgente, come anche ad una sovrapposizione luci con opportune intensità di emissioni a diverse lunghezze d'onda (fenomeno del *metamerismo*).

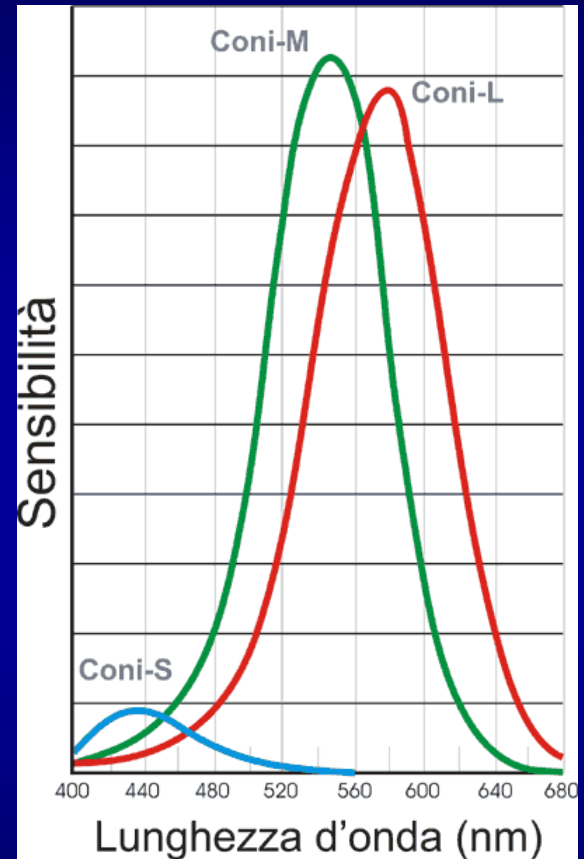


DIAGRAMMA DELLA SENSIBILTA' REALE  
Curve di assorbimento della luce da parte dei tre  
tipi di coni sperimentali individuati

# Illuminazione

## Metamerismo

Il *metamerismo* consiste nella possibilità di ottenere un effetto ottico tale che l'occhio percepisca la stessa sensazione di colore in presenza di luce con distribuzione spettrale diversa dal colore puro in questione.

Si tratta di un'illusione ottica basata sulla natura dell'interpretazione del colore da parte dell'occhio umano, è possibile creare la sensazione di un colore "puro", formato, selezionando la sola lunghezza d'onda che genera quella determinata sensazione di colore miscelando a dovere più lunghezze d'onda differenti, un esempio è il bianco di una lampada fluorescente formato da spettri non uniformi, in questo caso la temperatura di colore che si trova sulle confezioni è la temperatura a cui deve essere un corpo nero perché l'occhio umano percepisca la stessa sensazione di colore.

Il fenomeno chiamato "metamerismo" si ha quando colori che appaiono all'occhio identici sotto una certa luce, mostrano tonalità differenti se illuminati con una luce diversa. In sostanza c'è metamerismo quando due colori si equivalgono sotto una fonte di luce, ma risultano differenti ad altre esposizioni.

# Illuminazione

## II COLORE

...PERCEZIONE ...SENSIBILITA' come misurare il COLORE?

**La colorimetria** è la disciplina che si occupa di standardizzare la misurazione del colore attraverso lo studio di

### MODELLI DI COLORE

Lo scopo finale della colorimetria è quello di associare uno o più parametri al determinato colore per renderlo misurabile, questa operazione è detta *specificazione del colore*.

Caratterizzare oggettivamente un colore significa definirlo in modo univoco mediante coordinate che lo collochino senza incertezza in un apposito

### SPAZIO COLORIMETRICO

Il colore è una caratteristica psicofisica soggettiva non dell'oggetto, cioè esiste solo negli occhi e nel cervello dell'osservatore umano; per procedere alla caratterizzazione è tuttavia necessario ricorrere ad uno strumento capace di leggere singolarmente o riconoscere mediante confronto.

# Illuminazione

## II COLORE

Al fine di poter misurare in modo standardizzato i colori si sono mossi degli organismi internazionali

### *Commission Internationale de l'Eclairage (CIE)*

Ha compiuto lavori di rilievo al fine di creare scale di spazi di riferimento entro cui eseguire misurazioni che prescindono dalla soggettività e che permettono di eseguire dei calcoli su delle grandezze definite. Gli spazi creati non sono lineari, come prevedibile, poiché dipendono da variabili particolari come la curva di risposta spettrale dei fotorecettori sensibili al colore posti sulla retina dell'occhio e dall'interpretazione del cervello.

### *L'Optical Society of America (OSA)*

Ha eseguito importanti ricerche sulla non linearità degli spazi di riferimento e sulla costruzione di campioni indeformabili di colore definito

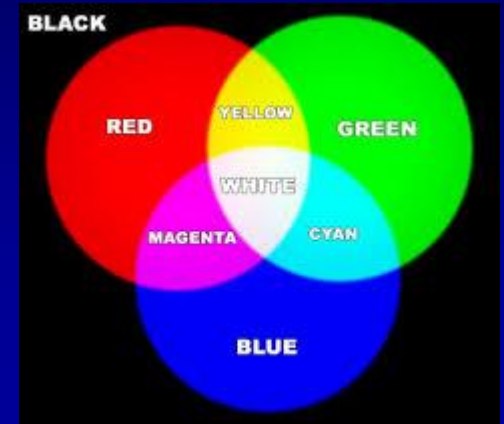
# Illuminazione

## II COLORE



SINTESI ADDITIVA

MODELLO RGB  
(Red Green Blue)



Thomas Young (1773-1829) stabilì attraverso una prova sperimentale che mediante la somma di tre colori si possono generare tutti i colori.

Vengono usati come fondamentali i colori:

Rosso

Verde

Blu

Unendo i tre colori alla loro intensità massima tutta la luce viene riflessa, si ottiene

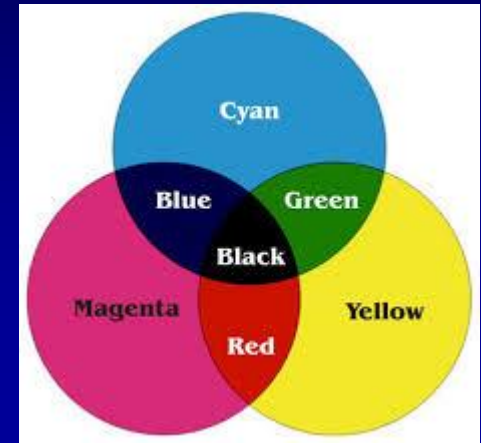
BIANCO

# Illuminazione

## II COLORE

SINTESI SOTTRATTIVA

MODELLO CMYK  
(Magenta Ciano Yellow)



Si definisce sottrattiva perché i colori sottraggono luce fino al  
NERO

Vengono usati come fondamentali i colori:

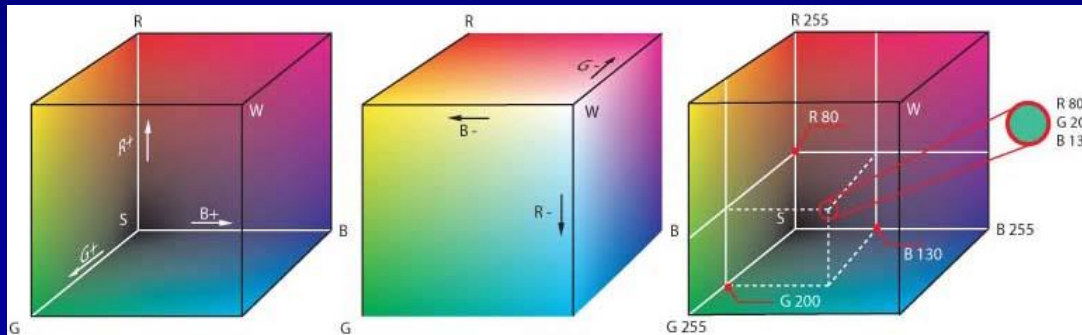
Magenta

ciano

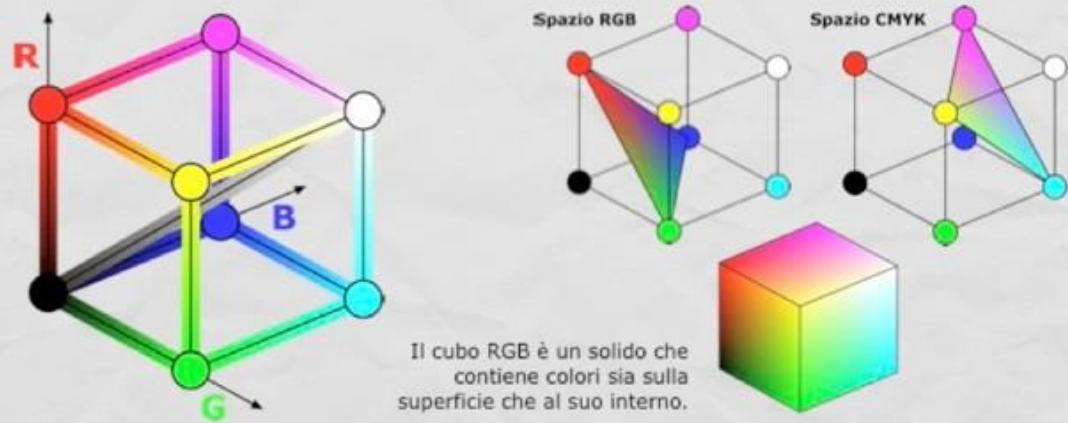
giallo

# Illuminazione

## SPAZIO COLORE

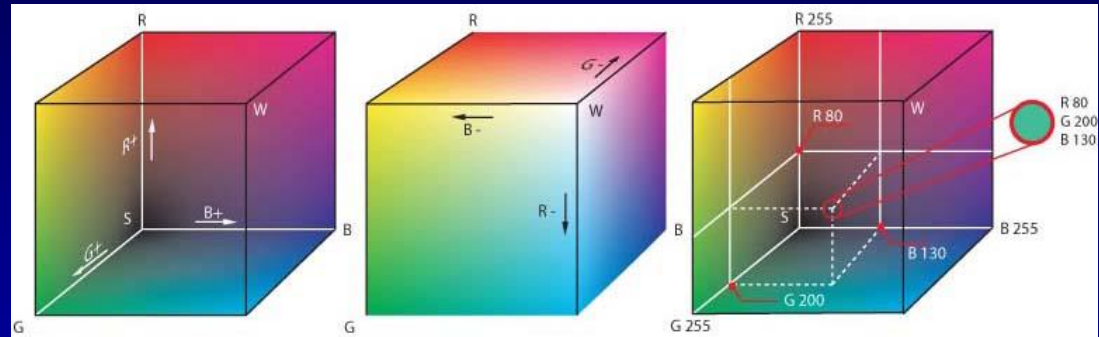


Rosso, verde e blu definiscono vertici sugli assi, mentre ciano, magenta e giallo sono ai vertici opposti. Il nero si trova all'origine ed il bianco è al vertice opposto, la diagonale che li congiunge rappresenta la scala dei grigi.



# Illuminazione

## SPAZIO COLORE



Per sintesi additiva è possibile utilizzare uno spazio tridimensionale su cui definire le coordinate dei colori. Un colore si può ottenere sommando le tre quote R, V, e B di colore Rosso, Verde e Blu.

Quindi le tre frazioni di Rosso, Verde e Blu che lo compongono valgono:

$$r = R/(R + G + B) \quad g = G/(R + G + B) \quad b = B/(R + G + B)$$

che soddisfano:

$$r + g + b = 1$$



# Illuminazione

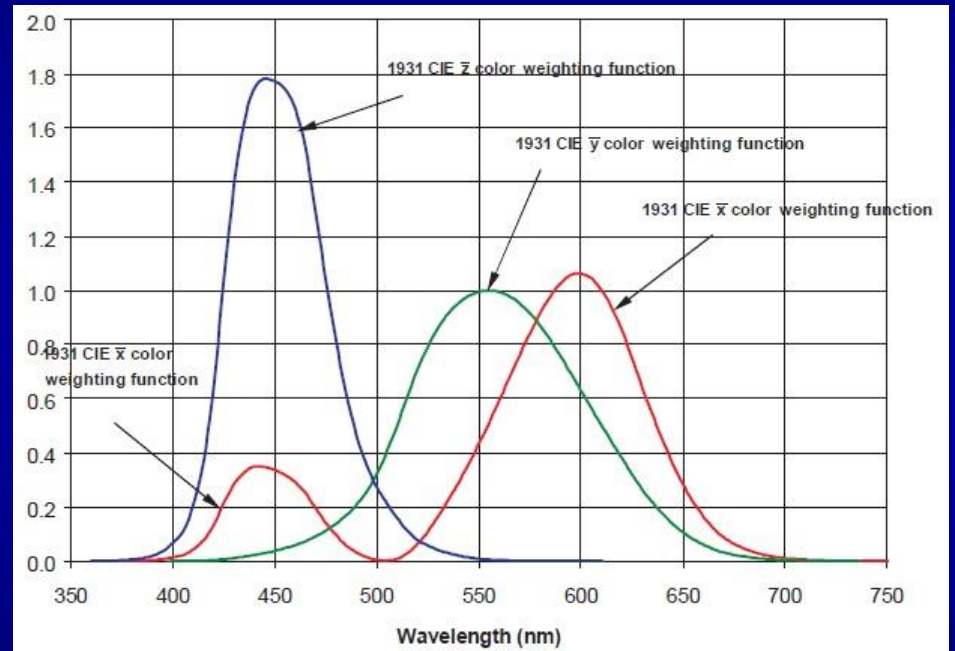
## Spazio Colore CIE X-Y-Z (1931)

Standard XYZ : propone di rappresentare il colore come la risposta dei coni:

$$X = \int S_L(\lambda) I(\lambda) d\lambda$$

$$Y = \int S_M(\lambda) I(\lambda) d\lambda$$

$$Z = \int S_C(\lambda) I(\lambda) d\lambda$$



Dopo una serie di esperimenti atti a misurare, in modo indiretto, l'assorbimento dei coni, sono state ottenute delle *Color Matching Functions* (CMF), che con opportuni limiti e ipotesi (CMF > 0, la coordinata Y proporzionale alla luminanza), sono le risposte dei coni stimate e utilizzate come standard nel modello.

# Illuminazione

## Spazio Colore CIE X-Y-Z (1931)

Per non ricorrere ad un diagramma tridimensionale e possibile quindi *normalizzare* le tinte facendo in modo che la loro somma sia sempre pari ad uno, quindi:

$$X + Y + Z \text{ è sempre uguale ad } 1$$

per qualsiasi valore originario di X, Y e Z.

Da questo si ricava tra l'altro che:

$$Z = 1 - (X + Y)$$

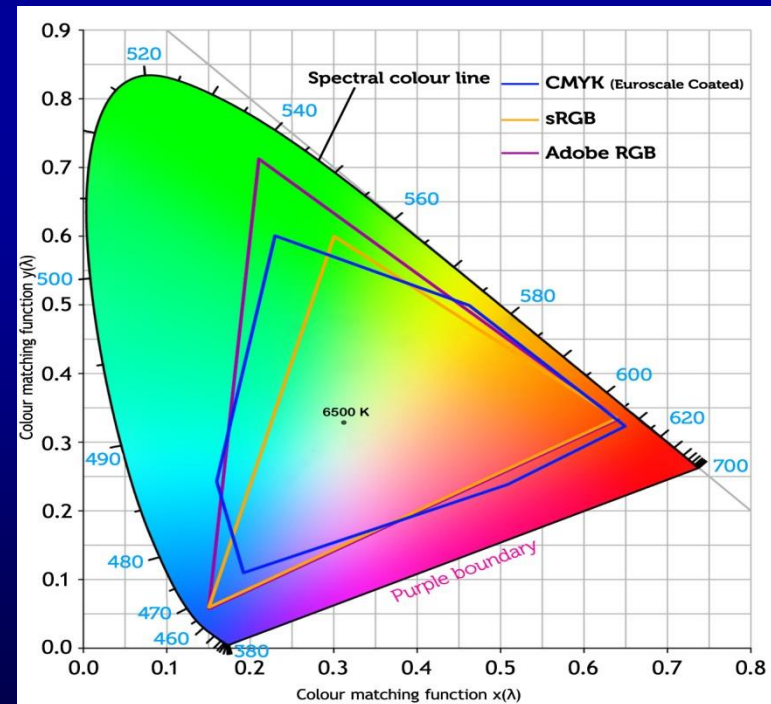
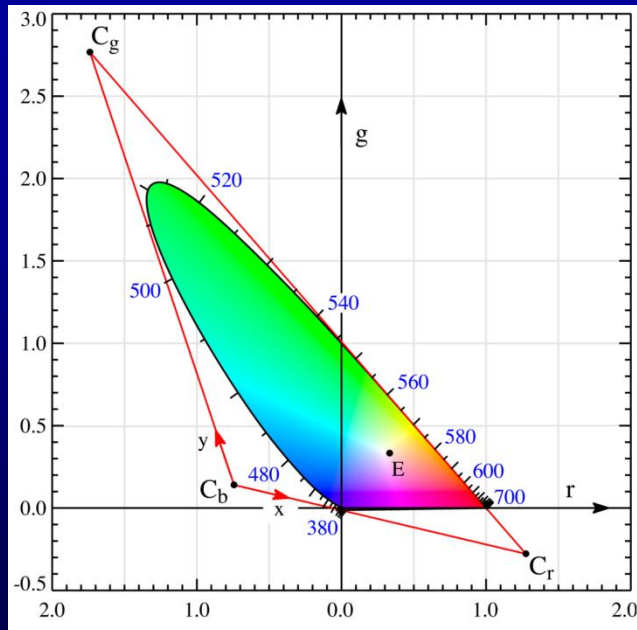
ed è dunque possibile utilizzare due sole coordinate cromatiche (x e y, ad esempio) per identificare un colore essendo la terza (z, in questo caso) ricavabile sottraendo all'unità le altre due. Come terza coordinata si può quindi usare la *luminanza*.

Il vantaggio è evidente: normalizzando i colori col meccanismo della somma costante (uguale a 1) è possibile utilizzare un grafico bidimensionale per *catalogare* qualitativamente (e non quantitativamente) tutte le tinte reali.

# Illuminazione

## Spazio Cromatico CIE X-Y (1931)

Ovvero si tracciano tutti i colori possibili ed immaginabili la cui intensità totale è costante e pari ad uno: tutte le altre tinte sono ottenute semplicemente indicando, oltre ai valori  $x$  e  $y$  (il valore  $z$  si ottiene, come detto, dagli altri due), il suo grado di luminosità è espresso in forma percentuale.



# Illuminazione

## *Spazio Cromatico CIE X-Y (1931)*

Il diagramma o spazio tricromatico CIE permette molte interessanti applicazioni. Una di queste applicazioni è l'individuazione della

### CURVA DEL CORPO NERO

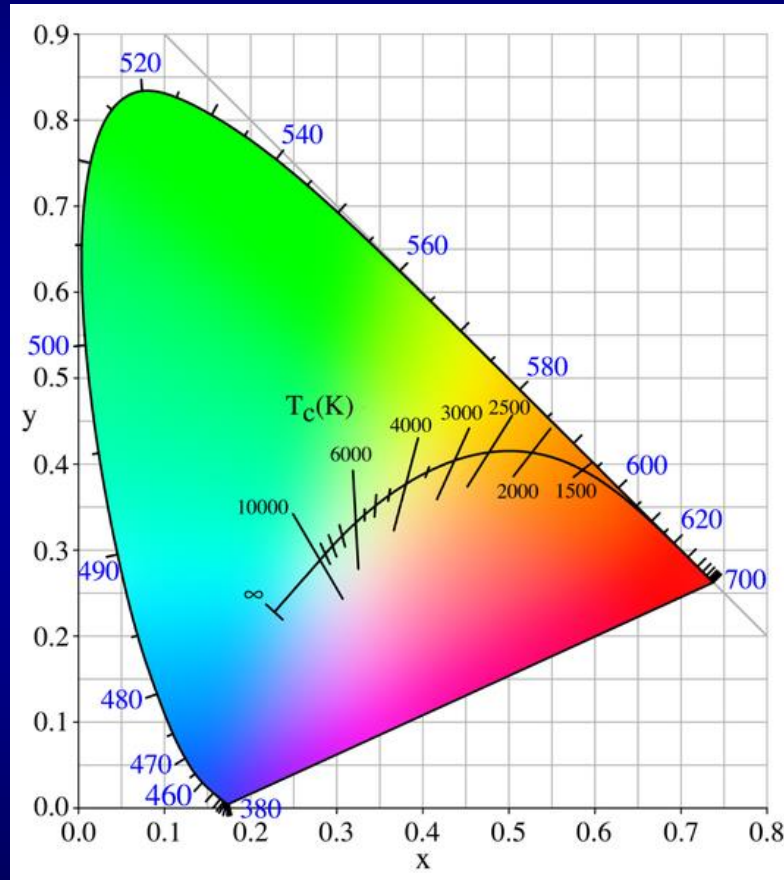
Ossia del colore assunto dalla radiazione emessa da un corpo nero (corpo ideale che assorbe tutte le radiazioni incidenti – non riflette) ad una data temperatura.

Il comportamento del corpo nero può essere paragonato al comportamento di un metallo, infatti un pezzo di ferro, se surriscaldato, produce ad una data temperatura una sensazione luminosa.

All'aumentare della temperatura il colore emesso diventa via via rosso, poi giallo, poi bianco, poi assumerà una dominante di colore azzurra e infine blu.

# Illuminazione

## Spazio Cromatico CIE X-Y (1931)



Sono evidenziate le cromaticità dell'emissione di luce di un corpo nero a varie temperature, e alcune linee di temperatura di colore costante.

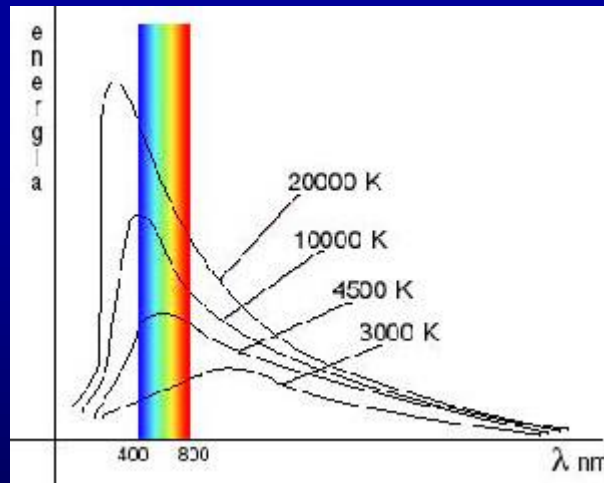
# Illuminazione

## Spazio Cromatico CIE X-Y (1931)

La temperatura di colore di una sorgente indica in termini numerici il colore apparente della stessa.

Il concetto di temperatura di colore è stato sviluppato da Planck (Max Karl Ernst Ludwig Planck 1854- 1947) in relazione al concetto di corpo nero. La temperatura di colore espressa in K, può quindi essere efficacemente utilizzata per indicare le caratteristiche cromatiche di una sorgente luminosa.

Per ogni temperatura di colore esiste una curva caratteristica descritta dalla curva di emissione del corpo nero.



Rappresentazione delle curve di Planck con riferimento all'intero spettro delle onde elettromagnetiche

# Illuminazione

## SPAZIO COLORE

Ai colori è possibile assegnare 3 proprietà:

- Tonalità (Tinta)
- Luminosità
- Saturazione



# Illuminazione

**TONALITA'** o tinta è quello che in genere viene impropriamente indicato come colore “puro”, ossia caratterizzato da una singola lunghezza d'onda all'interno dello spettro visibile della luce.

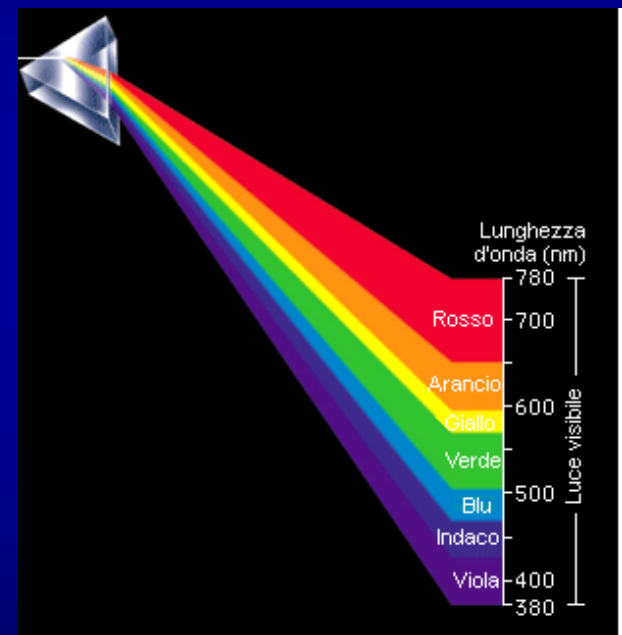
È la qualità percettiva che ci fa attribuire un nome piuttosto che un altro al colore che stiamo vedendo. Rosso, verde, giallo, blu sono tutti nomi di tonalità. Da un punto di vista fisico il corrispettivo della tonalità è la lunghezza d'onda della radiazione luminosa: quanto più la luce incidente su un certo punto della retina è riducibile ad una banda ristretta di lunghezze d'onda tanto più netta e precisa sarà per l'osservatore la possibilità di attribuire un nome al colore percepito.





# Illuminazione

È importante precisare che le tonalità che l'occhio è in grado di discriminare come non riconducibili ad altre sono i soli colori spettrali (cioè i colori dell'arcobaleno, quelli separati da Newton tramite l'esperimento del prisma), e i colori originati da combinazioni di rosso e di blu spettrali (le cosiddette porpore).



Tutti gli altri colori - ad esempio il rosa, il marrone, il salmone, il verde oliva, ecc. – possono essere definiti come combinazioni di una certa tonalità con gli altri due attributi: luminosità e saturazione.

# Illuminazione

**LUMINOSITA'** è la proprietà che esprime l'effetto dello stimolo luminoso e che si valuta con una grandezza fotometrica come la luminanza.

La luminosità è l'ingrediente che specifica la quantità di bianco o di nero presente nel colore percepito.

Bianco e nero sono la stessa tinta (neutra o acromatica) con differente luminosità.

La luminosità (*lightness* o *value*, in inglese) - meglio anzi luminosità apparente - viene valutata in modo contestuale. La luminosità del colore-luce viene paragonandola alla quantità di luce proveniente da una superficie bianca sottoposta alla medesima illuminazione.

Non va confusa con la brillantezza o intensità (*brightness*, in inglese) ossia la quantità totale di luce percepita, emessa da una sorgente o riflessa da una superficie. La valutazione di tale quantità è un giudizio non contestuale, ma dipendente dal solo effetto percettivo suscitato dalla luce incidente sulla retina.

Se osserviamo una luce bianca piuttosto fioca (percezione di brillantezza) essa ci appare comunque bianca e non grigia. La visione del colore grigio possiamo averla solo osservando una superficie che ci appare meno luminosa rispetto ad una superficie bianca sottoposta alla medesima illuminazione (percezione di luminosità).



# Illuminazione

**SATURAZIONE** o purezza la proprietà che distingue una superficie colorata da una superficie bianca o meglio da una superficie acromatica (bianca è, grigia o nera secondo la luminanza).

I colori spettrali sono in assoluto i più saturi che si possono osservare. Un colore poco saturo è il frutto di una mescolanza di luci di diversa lunghezza d'onda, molto diversi dai colori spettrali che sono invece prodotti da luci di banda molto ristretta.

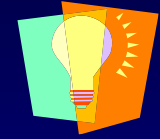
Una radiazione costituita dalla mescolanza di molte lunghezze d'onda differenti produce una curva di assorbimento da parte dei coni della retina piatta e senza picchi, che corrisponde alla percezione di un colore grigiastro.

Il fatto che un colore saturo ci appaia, per così dire, pienamente se stesso, facilmente identificabile, rende possibile accoppiare la misura della saturazione all'identificabilità di un colore spettrale nel campione che si sta osservando. Se, cioè, non siamo in grado di dire con certezza se stiamo osservando un rosso, un giallo, un blu, un verde, ecc., allora è sicuro che abbiamo a che fare con un colore non saturo.



Il rosa è un rosso non saturo, l'azzurro è un blu non saturo.

# Illuminazione



## *Luce Artificiale*

### Tipi di Lampade:

- Incandescenza
- Alogene
- Fluorescenza
- Led

### Caratteristiche:

- Temperatura colore
- Tonalità
- Indice di resa colore



# Illuminazione



## *Temperatura colore*

Lo spettro luminoso emesso da un corpo nero presenta un picco di emissione determinato, in base alla legge di Wien, dalla sua temperatura.

$$T_* \lambda_{\max} = b$$

dove:

- $b = 2.8977685 \times 10^{-3} \text{ mK}$  viene detta costante di spostamento di Wien
- $T$  è la temperatura assoluta, in Kelvin, della sorgente (corpo nero)
- $\lambda_{\max}$  è la lunghezza d'onda espressa in metri in corrispondenza della quale il corpo radiante, supposto ideale, emette la massima radiazione.

# Illuminazione



## *Temperatura colore*

Una sorgente reale differisce da un corpo nero ideale, tuttavia ai fini esplicativi, si ammette che l'analogia rimanga valida. Pertanto, si definisce **temperatura di colore** di una data radiazione luminosa la temperatura che dovrebbe avere un corpo nero affinché la radiazione luminosa emessa da quest'ultimo appaia cromaticamente la più vicina possibile alla radiazione considerata.



# Illuminazione



## Tonalità di colore

Una temperatura bassa (sempre nell'incandescenza, intorno ai 2000°K) corrisponde a un colore arancione.

Scendendo si passa gradualmente al rosso e all'infrarosso, non più visibile, mentre salendo di qualche migliaio di kelvin la luce si fa prima bianca, quindi azzurra, violetta e ultravioletta. Quando si dice che una luce è *calda*, questa corrisponde a una temperatura di colore bassa, viceversa una temperatura maggiore produce una luce definita *fredda*.

Tale definizione ha una motivazione psicologica, poiché la nostra mente tende ad associare a colori come il rosso o il giallo-arancio l'idea di *caldo* e a colori come il bianco o l'azzurro l'idea di *freddo*.

<5000 gradi Kelvin  
luci "calde"

5000 - 6500 gradi Kelvin  
luci "neutre"

>6500 gradi Kelvin  
luci "fredde"

# Illuminazione



## Tonalità di colore

Le lampade sono suddivise in 3 Gruppi di aspetto cromatico:

- 1 caldo (W) < 3300°K
- 2 intermedio (I) 3300°K – 5300°K
- 3 freddo (C) > 5300°K

## Lampade a fluorescenza

è stata introdotta una terminologia con codice di tre cifre detto codice colore:

|   |   |
|---|---|
| 740 : standard extra, <i>cool white</i> (4.000°K) | 865 : trifosforo, <i>daylight</i> (6.500°K)     |
| 765 : standard extra, <i>daylight</i> (6.500°K)   | 930 : pentafosforo, <i>warm white</i> (3.000°K) |
| 827 : trifosforo, <i>extracalda</i> (2.700°K)     | 940 : pentafosforo, <i>cool white</i> (4.000°K) |
| 830 : trifosforo, <i>warm white</i> (3.000°K)     | 965 : pentafosforo, <i>daylight</i> (6.500°K)   |



# Illuminazione



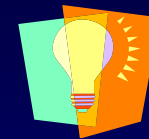
## Indice di resa colore

L'indice di resa cromatica (IRC o  $R_a$ ), oppure in inglese **Color Rendering Index** (CRI), di una sorgente luminosa è una misura di quanto *naturali* appaiano i colori degli oggetti da essa illuminati.

Gruppo di resa di colore ( $R_a'$ ) e corrispondente indice di resa cromatica ( $R_a$ )

| $R_a'$ | $R_a$ |
|--------|-------|
| 1A     | >90   |
| 1B     | 80-90 |
| 2      | 60-80 |
| 3      | 40-60 |
| 4      | 20-40 |

# Illuminazione



Esempi di illuminamento di esercizio, tonalità di colore e gruppo di resa del colore (Tabella uni 10380)

| ACCIAIERIE E SIMILI                                  | Illuminamento  | Tonalità | Resa Colore |
|--|----------------|----------|-------------|
| Impianti di produzione con intervento manuale        | 100-150-200    | W, I     | 3           |
| Postazioni di lavoro fisse in impianti di produzione | 200-300-500    | W, I     | 3           |
| Controllo piattaforme di ispezione                   | 300-500-750    | W, I     | 3           |
| ASSEMBLAGGIO   | Illuminamento  | Tonalità | Resa Colore |
| Macchinario elettronico e per ufficio                | 500-750-1000   | I, C     | 2           |
| Strumenti ed oggetti di piccole dimensioni           | 1000-1500-2000 | C        | 2           |
| INDUSTRIE ELETTROTECNICHE ED ELETTRONICHE            | Illuminamento  | Tonalità | Resa Colore |
| Assemblaggio radio-video                             | 750-1000-1500  | W, I     | 2           |
| Assemblaggio di precisione, componenti elettronici   | 1000-1500-2000 | C        | 2           |
| OFFICINE MECCANICHE E DI MONTAGGIO                   | Illuminamento  | Tonalità | Resa Colore |
| Lavori occasionali                                   | 150-200-300    | W, I     | 3           |
| Banchi per lavorazioni medie                         | 300-500-750    | W, I     | 3           |
| Macchine automatiche                                 | 300-500-750    | W, I     | 3           |
| Macchine automatiche sofisticate                     | 500-750-1000   | W, I, C  | 3           |
| UFFICI   | Illuminamento  | Tonalità | Resa Colore |
| Uff. generici, dattilografia, sale computer          | 300-500-750    | W, I     | 1B          |
| Uff. per disegnatori e per progettazione             | 500-750-1000   | W, I     | 1B          |
| Sale per riunioni                                    | 300-500-750    | I, C     | 1A          |

# Illuminazione



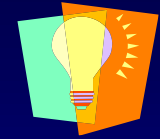
## *Uffici - valori di riferimento:*

- UNI 10380 per uffici generici, dattilografia, sale computer: valori compresi tra 300 e 750 lux
- Norma DIN 5035 per ambienti di lavoro con VDT (per limitare l'abbagliamento diretto): valori compresi tra 200 e 500 lux e max 200 cd/m<sup>2</sup>

## *Uffici - valori e condizioni ottimali:*

- fra i 200 e i 400 lux
- pareti, pavimenti, soffitti, porte, piani di lavoro devono essere di colore chiaro e opaco
- le tende devono consentire la regolazione della luce naturale (es. veneziane)
- plafoniere anti-abbagliamento

# Illuminazione



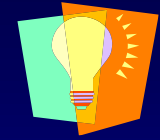
## *Effetti Dannosi*

**Un'illuminazione insufficiente** diminuisce l'acuità visiva (capacità dell'occhio di percepire i più piccoli dettagli) e rende difficile l'accomodazione del cristallino, favorendo in tal modo l'insorgenza dei seguenti effetti dannosi:

- POSIZIONI SCORRETTE disturbi muscolo-scheletrici
- AFFATICAMENTO VISIVO si manifesta con mal di testa, bruciore agli occhi, lacrimazione, ecc.
- AFFATICAMENTO MENTALE E STRESS si possono manifestare con ansietà, depressione, insonnia, ecc.



# Illuminazione



## *Effetti Dannosi*

Una prima indicazione della bontà dell'illuminazione dell'ambiente di lavoro può essere fornita direttamente dai lavoratori che in questo operano, se consideriamo che:

- un'illuminazione quantitativamente insufficiente favorisce l'insorgenza di precoce affaticamento visivo;
- una errata distribuzione delle sorgenti luminose dà luogo sia ad **abbagliamento** che alla **formazione di zone d'ombra**;
- una qualità della luce non idonea dà luogo all'alterazione dei colori percepiti, in quanto non favorisce una buona resa dei colori.



# Microclima



È l'insieme dei fattori fisici e fisiologici che condizionano gli scambi termici tra l'uomo e l'ambiente; tra questi spiccano la temperatura dell'aria, la sua umidità relativa e la ventilazione.

Dalle condizioni microclimatiche dipende direttamente il benessere termico (comfort termico) dell'individuo, che è lo stato in cui egli non avverte né freddo né caldo, ma esprime soddisfazione per la propria situazione termica.

# Microclima



## Benessere Termico

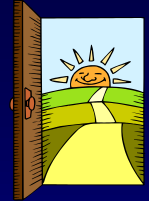
- Il **comfort climatico** è definibile come uno stato mentale che esprime soddisfazione per l'ambiente
- Il **benessere termico**, dunque, esprime una condizione di neutralità, con dispersione integrale del calore prodotto senza aumento della temperatura corporea e senza evidente intervento del sistema termoregolatore

### Fattori che influenzano il benessere Termico:

- Temperatura
- Ventilazione
- Umidità
- Tipo di attività
- Percezione soggettiva



# Microclima



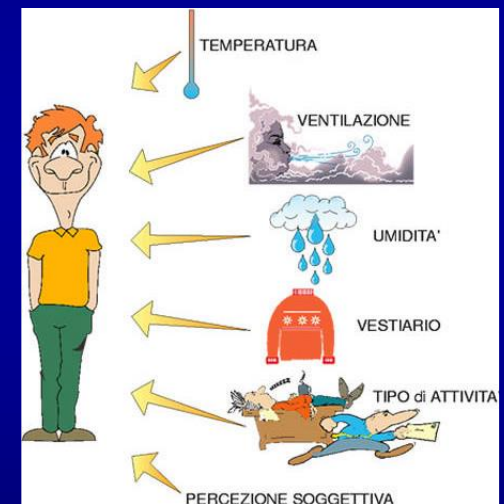
## Bilancio Termico

La temperatura interna del corpo umano (37°C) può essere mantenuta costante solo se il bilancio tra il calore prodotto dai processi metabolici e quello disperso nell'ambiente risulta in pareggio

$$S = M + W \pm R \pm C \pm K - E - RES$$

dove:

|     |   |                                    |
|-----|---|------------------------------------|
| S   | = | bilancio termico                   |
| M   | = | metabolismo                        |
| W   | = | lavoro muscolare esterno           |
| R   | = | scambi calorici per radiazione     |
| C   | = | scambi calorici per convezione     |
| K   | = | scambi calorici per conduzione     |
| E   | = | perdita di calore per evaporazione |
| RES | = | perdita di calore per respirazione |





# Microclima



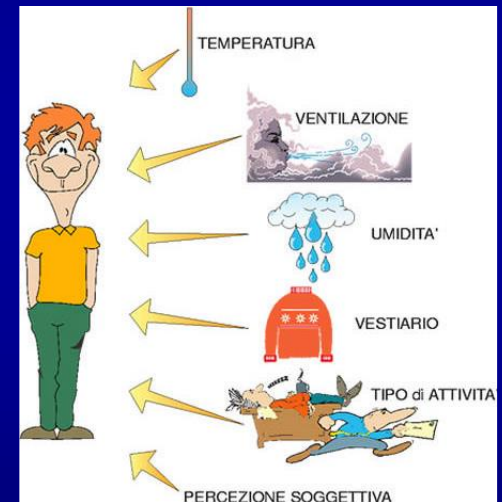
## Bilancio Termico

La temperatura interna del corpo umano (37°C) può essere mantenuta costante solo se il bilancio tra il calore prodotto dai processi metabolici e quello disperso nell'ambiente risulta in pareggio

$$S = M + W \pm R \pm C \pm K - E - RES$$

dove:

|     |   |                                    |
|-----|---|------------------------------------|
| S   | = | bilancio termico                   |
| M   | = | metabolismo                        |
| W   | = | lavoro muscolare esterno           |
| R   | = | scambi calorici per radiazione     |
| C   | = | scambi calorici per convezione     |
| K   | = | scambi calorici per conduzione     |
| E   | = | perdita di calore per evaporazione |
| RES | = | perdita di calore per respirazione |



# Microclima

## Bilancio Termico



$$S = M + W \pm R \pm C \pm K - E - RES$$

S = bilancio termico, differenza tra la potenza acquisita e dissipata dal corpo umano.

M = metabolismo, quantità di energia chimica che, all'interno del corpo umano, si trasforma in energia termica.

W = lavoro muscolare esterno, rappresenta l'energia che nell'unità di tempo l'uomo scambia con l'ambiente esterno sotto forma di lavoro.

R = scambi calorici per radiazione, funzione dell'area effettiva sviluppata da un corpo vestito, della temperatura superficiale del vestiario, della temperatura radiante media.

C = scambi calorici per convezione, funzione della temperatura ambiente, fattore area vestiario, temperatura vestiario, ventilazione (solo se elevata).

K = scambi calorici per conduzione, scambio di calore con gli oggetti che vengono a contatto con il corpo.

E = perdita di calore per evaporazione, funzione della temperatura cutanea e pressione parziale del vapor d'acqua, nel caso di sudorazione sono funzione del carico metabolico (M).

RES = perdita di calore per respirazione, funzione del metabolismo (M) e della temperatura ambiente.

# Microclima



## M - metabolismo

Si misura in met:  $1 \text{ met} = 58,2 \text{ W/m}^2 = 50,0 \text{ kcal/hm}^2$

Nel metabolismo energetico si possono distinguere tre livelli:

- metabolismo basale legato esclusivamente al mantenimento dell'attività cellulare e al funzionamento degli organi principali (cuore, cervello ecc.)
- metabolismo di riposo, valutato in assenza di lavoro muscolare
- metabolismo di lavoro legato all'attività muscolare

L'energia metabolica può essere convertita in lavoro meccanico esterno, ma è principalmente sviluppata come calore interno del corpo:

rendimento meccanico  $< 20\%$

Esempi di valori del metabolismo:

- a riposo  $\cong 45 \text{ W/m}^2$  (circa  $40 \text{ kcal/hm}^2$ )
- in movimento = max  $500 \text{ W/m}^2$  (circa  $430 \text{ kcal/hm}^2$ )

# Microclima

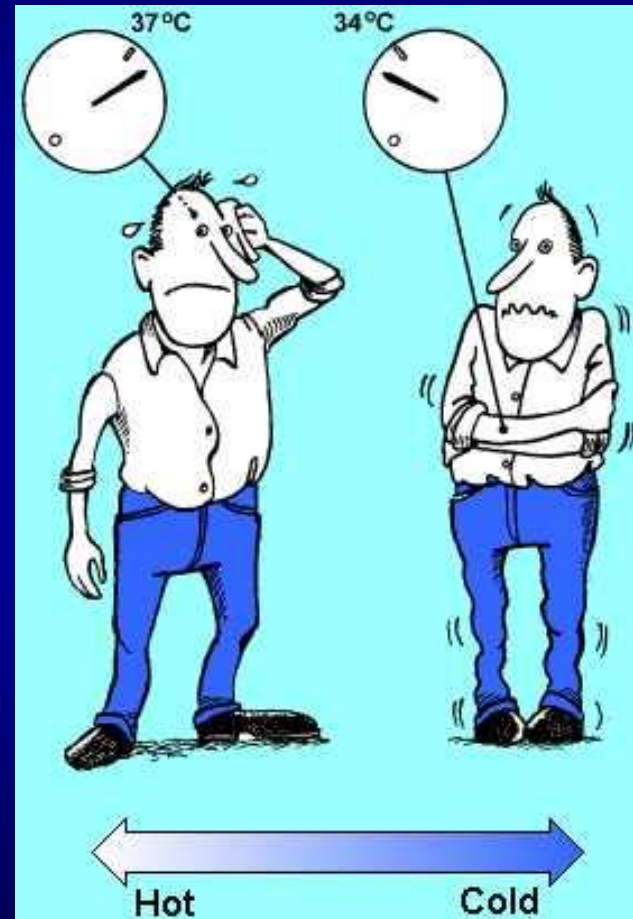


## *Stress Termico*

- Stress da Freddo
- Stress da Caldo

Dipende da:

- Fattori fisici
- Fattori Individuali

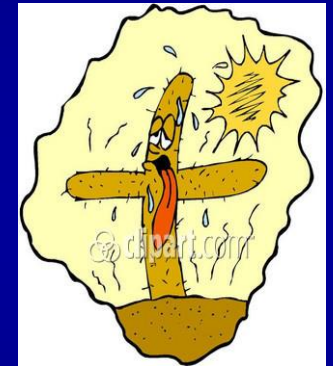


# Microclima



## *Fattori fisici dell'aria:*

- temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )
- umidità relativa (%)
- ventilazione (m/s)



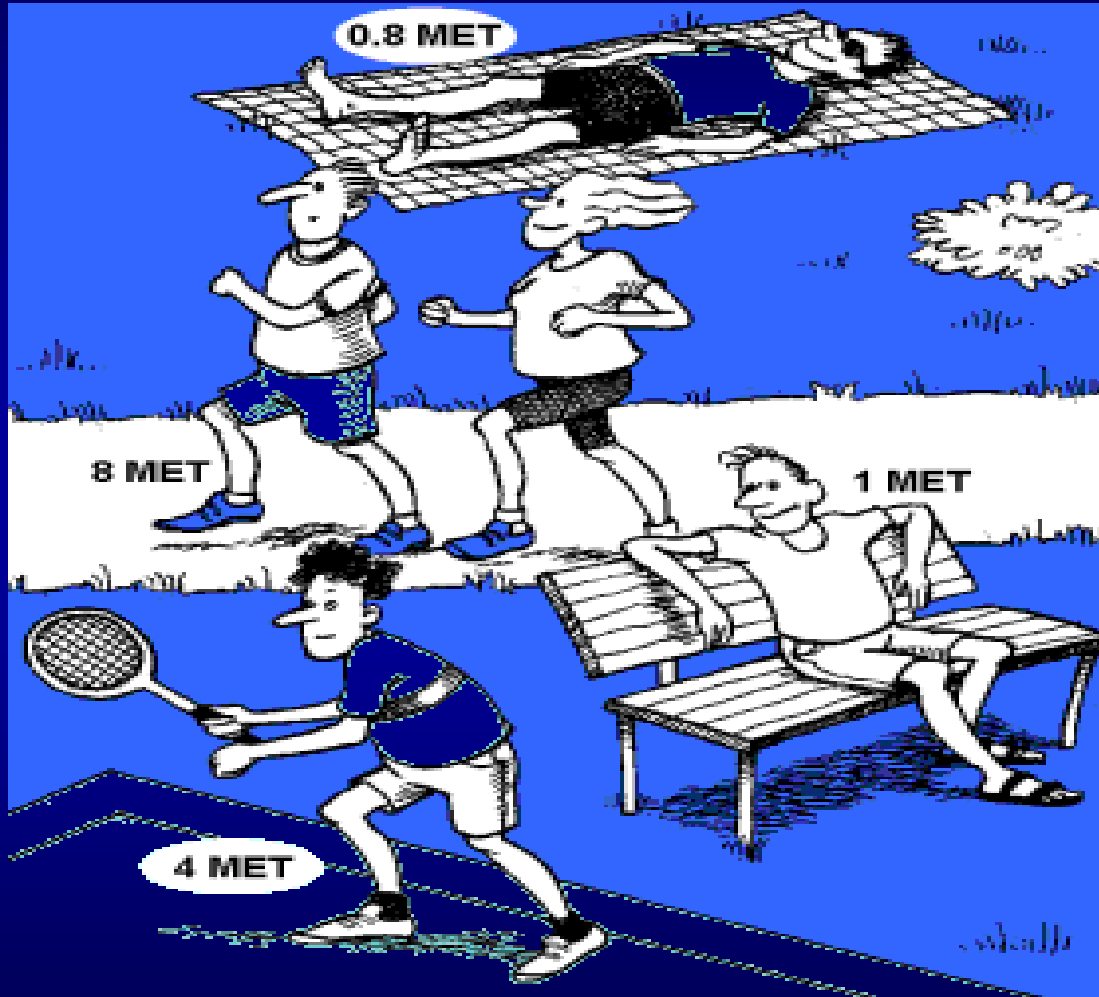
## *Fattori individuali:*

- Dispendio energetico ( $\text{W}/\text{m}^2$ ) si stima con l'aiuto di valori tabellati
- Resistenza termica del vestiario ( $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$  o clo) si calcola sommando valori tabellati per singoli indumenti

# Microclima

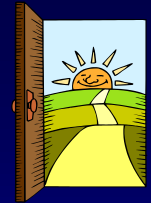


*Fattori individuali:*



Dispendio energetico

# Microclima



*Fattori individuali:*

Insulation for the entire clothing:

$$I_{cl} = \sum I_{clu}$$



0.19

+

0.04

+

0.11

+

0.02

+

0.02

0.38



0.28

0.25

0.04

0.25

0.05

0.04

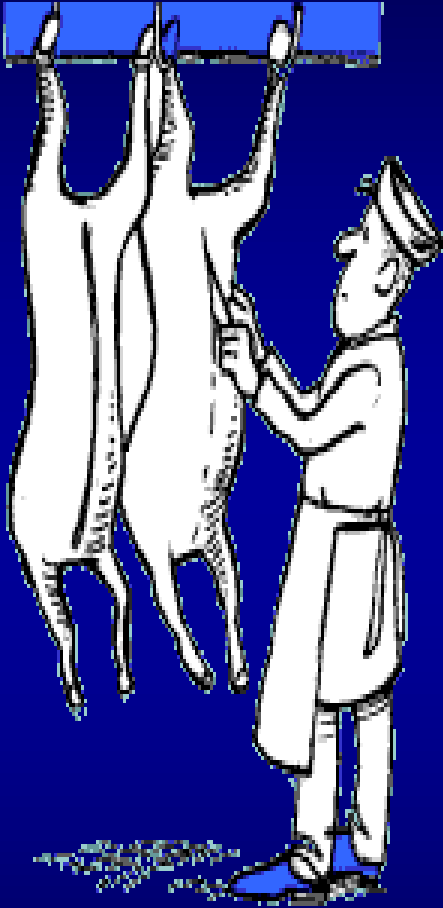
0.91

Vestiaro

clo (1 clo = 0.155 m<sup>2</sup>K/W)

# Microclima

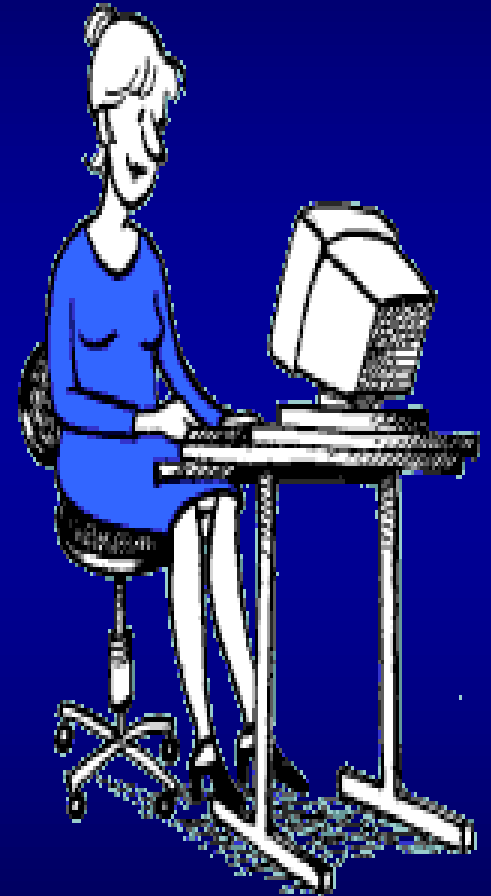
*Dispendio energetico e resistenza termica del vestiario*



1.7 clo 2.5 met



0.8 clo 2.2 met



0.5 clo 1.2 met



# Microclima



## Valutazione delle condizioni microclimatiche

- Confronto con i valori limite dello stress termico (da freddo o da caldo). Il superamento di questi valori può determinare un concreto danno alla salute
- Confronto con indici del "benessere termico". Permette di valutare l'esistenza o meno di condizioni microclimatiche confortevoli

In ambienti moderati, ove non sussistono rischi legati alle condizioni climatiche, gli indici sintetici di rischio si utilizzano per quantificare il confort/disconfort.

- **PMV** (*predicted mean vote*): esprime un voto medio previsto per la sensazione di benessere termico
- **PPD** (*predicted percentage of dissatisfied*): è la percentuale prevista delle persone insoddisfatte

# Microclima



**PMV** (*predicted mean vote*): esprime un voto medio previsto per la sensazione di benessere termico

- + 3      molto caldo
- + 2      caldo
- + 1      leggermente caldo
- 0        neutralità termica o benessere
- 1      leggermente freddo
- 2      freddo
- 3      molto freddo

# Microclima

**PPD** (*predicted percentage of dissatisfied*): è la percentuale delle persone che si ritengono insoddisfatte dalle condizioni microclimatiche

$$PPD = 100 - 95 \times e^{-(0.03353 \times PMV^4 + 0.2179 \times PMV^2)}$$



| PMV  | PPD                  |                     |                      |
|------|----------------------|---------------------|----------------------|
|      | sensazione di freddo | sensazione di caldo | totale insoddisfatti |
| -2,0 | 76,4 %               | --                  | 76,4 %               |
| -1,0 | 26,8 %               | --                  | 26,8 %               |
| -0,5 | 9,9 %                | 0,4 %               | 10,3 %               |
| -0,1 | 3,4 %                | 1,8 %               | 5,2 %                |
| 0    | 2,5 %                | 2,5 %               | 5,0 %                |
| 0,1  | 1,8 %                | 3,4 %               | 5,2 %                |
| 0,5  | 0,4 %                | 9,8 %               | 10,2 %               |
| 1,0  | --                   | 26,4 %              | 26,4 %               |
| 2,0  | --                   | 75,7 %              | 75,7 %               |

# Microclima



*Valori limite*

Classificazione degli ambienti

UNI EN ISO 7730 (2006)

**A**

**Forti requisiti di qualità**

$-0.2 < PMV < 0.2$   $PPD < 6 \%$

**B**

**Medi requisiti di qualità**

$-0.5 < PMV < 0.5$   $PPD < 10 \%$

**C**

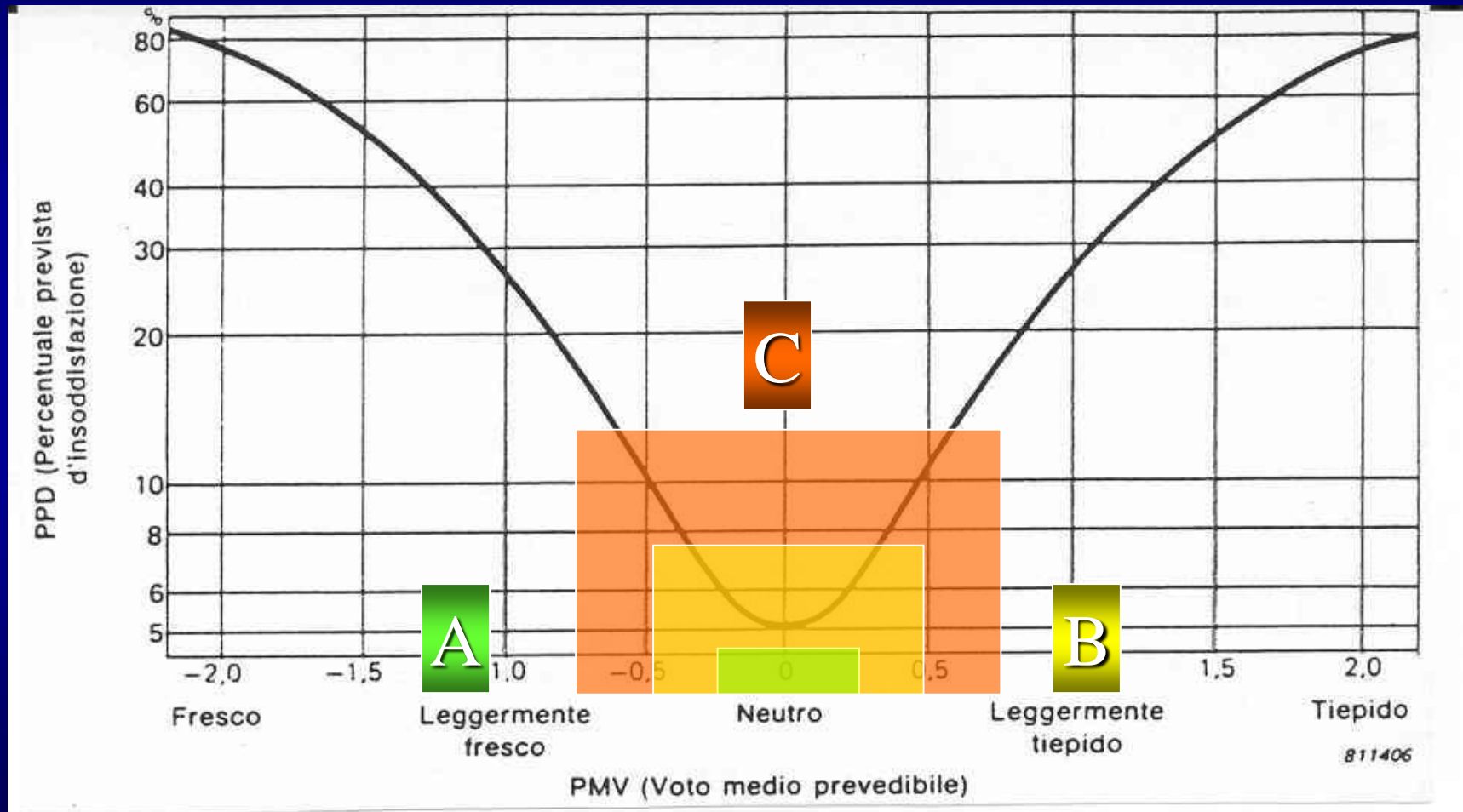
**Deboli requisiti di qualità**

$-0.7 < PMV < 0.7$   $PPD < 15 \%$

# Microclima



Valori di riferimento per gli uffici (UNI 7730)  $B -0.5 < PMV < 0.5$   $PPD < 10\%$



# Microclima



## *Correnti d'aria*: indici di disturbo

- E' da tener presente che la velocità dell'aria non può esser variata a piacimento in quanto, per velocità troppo basse, minori di 0,05 m/s l'aria diventa stagnante e non c'è nell'ambiente una sufficiente diluizione degli inquinanti aerodispersi.
- Per contro, anche con velocità dell'aria troppo elevate, un soggetto, anche se in condizioni termiche neutrale, può aver problemi di discomfort. Le raccomandazioni ISO 7730 e ASHRAE 55-81, facendo riferimento alla velocità media dell'aria, indicano per le attività sedentarie i seguenti valori:
  - $V \leq 0,15$  m/s durante il periodo invernale con temperature tra i 20 e i 24 °C;
  - $V \leq 0,25$  m/s durante il periodo estivo, con temperature tra i 23 e 26 °C.

# Microclima



*Le equazioni del comfort non soddisfano mai la totalità delle persone, ma forniscono combinazioni di variabili in grado di dare il comfort alla maggioranza delle persone.*

Per ogni persona esistono intervalli di temperature ambientali all'interno dei quali si sente in condizioni di comfort. Tuttavia non esistono degli intervalli comuni per gruppi numerosi di persone, in grado di soddisfare tutti.

Ci sarà (sempre) una temperatura ambientale in grado di lasciare insoddisfatto il 5% delle persone.

# Microclima



## *Effetti Dannosi Stress da freddo*

- La temperatura corporea (t.c.) non deve scendere sotto i **36°C**. Occorre proteggere le estremità (mani, piedi e testa).

### *Una t.c. <36°C*

- riduce la vigilanza, la capacità decisionale e può portare alla perdita di coscienza.
- Sintomi da freddo: forte tremore, sensazione di freddo pungente, eccessivo affaticamento, irritabilità, euforia

### *Per t.c. <35°C:*

- forti brividi = segnale di pericolo. interrompere l'esposizione
- Solo danni a mani, piedi e testa possono manifestarsi senza la comparsa di segni iniziali di ipotermia

*Eseguire rilevazioni termometriche in posti di lavoro con temperature ambientali <16°C*

*Proteggere tutto il corpo per temperature ambientali <4°C*



# Microclima



## *Effetti Dannosi Stress da caldo*

*Colpo di calore* (è un'emergenza medica)

Primi sintomi

- Confusione
- Comportamento irrazionale
- Perdita di coscienza
- Convulsioni
- Mancanza di sudorazione (non sempre)
- Pelle calda e secca
- Temperatura del corpo abnorme

*Trattamenti da praticare:*

- Porre il soggetto in zona ombreggiata e rimuovere i vestiti esterni
- Inumidire la pelle
- Incrementare la ventilazione intorno al soggetto
- Reintegrare i liquidi dispersi il prima possibile
- Abbassare la temperatura corporea con metodi professionali

# Microclima



## *Effetti Dannosi Stress da caldo*

*Esaurimento di calore* (è un'emergenza medica)

Primi sintomi (condizioni che rispondono rapidamente ad un tempestivo trattamento)

- Mal di testa
- Nausea
- Vertigini
- Debolezza
- Sete
- Capogiri

*Interventi sul soggetto*

- Rimuoverlo dall'ambiente caldo
- Dissetarlo

# Microclima



## *Effetti Dannosi Stress da caldo*

### *Blocchi di calore*

- Causati da lavoro fisico molto intenso in ambiente caldo
- Sono dovuti allo sbilanciamento della concentrazione dei Sali minerali causato dalla sudorazione
- Sono causati dalla mancanza di rifornimento di acqua
- Non fare affidamento alla sete come guida per la necessità di acqua
- In ambienti caldi l'acqua andrebbe bevuta ogni 15-20 minuti
- L'utilizzo di bevande con alti contenuti di carboidrati e Sali minerali minimizza i disturbi fisiologici durante il recupero

### *Collasso da calore (svenimento)*

- Il cervello non riceve abbastanza ossigeno poiché il sangue si accumula alle estremità
- Questa reazione è simile a quella dell'esaurimento da calore, ma non ha conseguenze sul bilancio termico del corpo
- L'inizio del collasso da calore è rapido ed imprevedibile
- Per prevenire il collasso il soggetto dovrebbe essere gradualmente acclimatato all'ambiente caldo

### *Esantema da calore*

- Si manifesta con papule rosse in aree dove gli indumenti sono stretti
- Con incremento della sudorazione queste papule danno origine a prurito
- Si verificano nella pelle che costantemente umida per sudore non evaporato e possono diventare infetti se non trattati
- Gli esantemi scompaiono di solito quando un individuo colpito torna in ambiente fresco.

### *Affaticamento da calore*

- Diminuisce la capacità in lavori che richiedono doti sensitivo-motorie, mentali o di vigilanza



# Rumore



Il problema dell'inquinamento ambientale da rumore, pur essendo attualissimo, non è certo di recente interesse probabilmente è un problema :



vecchio quanto l'uomo.

**Plinio** si fece costruire una camera da letto a doppie pareti per non sentire gli schiamazzi degli schiavi ed il rumore delle onde o dei tuoni.



# Rumore



Cicerone e Seneca raccontano come molti abitanti della valle del Nilo avessero l'udito compromesso per il rumore delle cascate del fiume.



# Rumore



Già nel VII sec. a.C. nella città di Sibari era proibito entro le mura il lavoro di artigiani che adoperassero il martello, non solo, ma era proibito tenere galli che disturbassero il sonno o che un calderaio abitasse nella stessa strada di un filosofo; inoltre alcune strade della città erano chiuse al traffico dei carri.



# Rumore



Il notevole *sviluppo tecnologico* europeo, non è stato prontamente seguito dall'adozione di soluzioni idonee a ridurre la rumorosità dell'ambiente di lavoro.

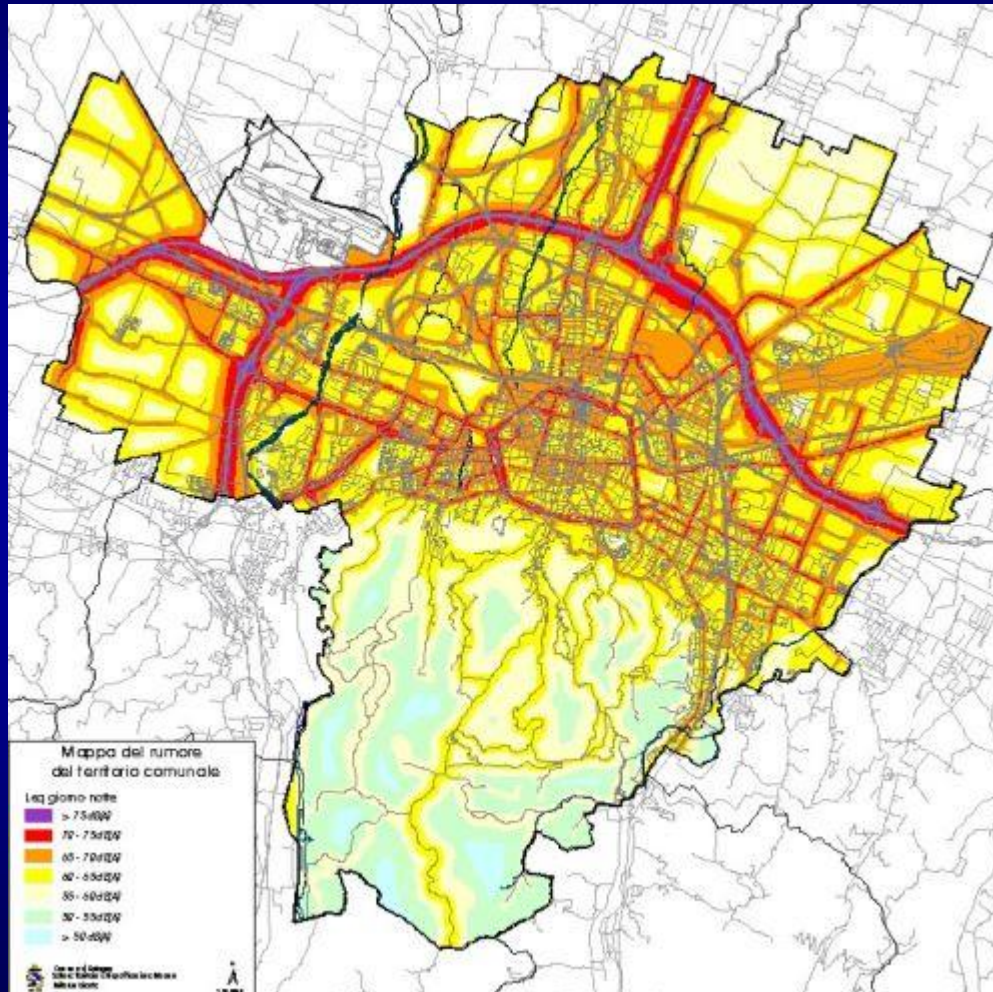
Inoltre è andata aumentando progressivamente anche quella dell'ambiente extra-lavorativo, causata dal *traffico* (automobilistico, ferroviario ed aereo), dall'esercizio di attività produttive nonché dalle varie estrinsecazioni della vita di relazione.

Basti pensare che anche alcuni *svaghi* o passatempi si accompagnano ad elevati livelli di rumorosità (discoteche, caccia, tiro a segno, uso di motociclette, motoscafi ecc.).





# Rumore



# Rumore



Definizione: **Suono non desiderato o comunque fastidioso**

Da un punto di vista fisico è una successione di variazioni (oscillazioni) di pressione che si propagano in un mezzo elastico e possono essere percepite dall'orecchio umano come sensazione sonora.

- E' emesso da una sorgente (corpo in vibrazione)
- Si propaga in un mezzo elastico (solido, liquido, gassoso)
- E' percepito da un ricevitore (orecchio)
- E' una oscillazione che non trasporta "materia" ma energia meccanica

# Rumore



Il *suono* è definito come una variazione di pressione in un mezzo elastico che l'orecchio umano riesce a rilevare.

L'onda acustica è generata dall'oscillazione di pressione intorno al valore medio  $p_0$

Usando l'equazione dei gas perfetti  $p = \rho R_1 T$  si vede che fissato il mezzo e la temperatura sussiste una proporzionalità diretta tra pressione e densità; pertanto l'oscillazione di pressione attorno al valore medio  $p_0$  provoca a sua volta oscillazioni di densità.

Nell'aria:

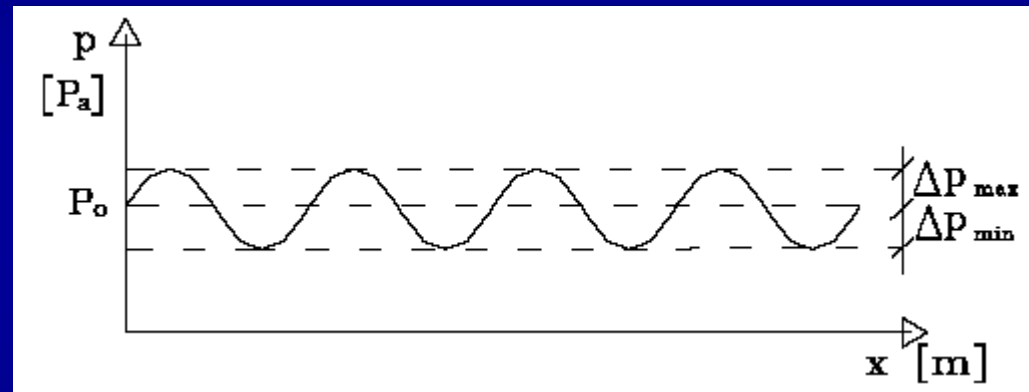
$$p_0 = 1 \text{ [bar]} = 101,3 \text{ [kPa]}$$

oscillazioni dell'ordine di  $10^{-5}$ [Pa] assumono più interesse le variazioni di pressione  $\Delta p$  rispetto al valore assoluto  $p$

# Rumore



Il campo di variazione delle pressioni è compreso tra:  
 $\Delta p_{\min}$  e  $\Delta p_{\max}$  (dove  $\Delta p = p - p_0$ )



$\Delta p$  può variare:

da  $2 \cdot 10^{-5}$  [Pa] soglia di udibilità

a 200 [Pa] soglia del dolore

# Rumore



In quanto onda il suono è caratterizzato da:

- $\lambda$ [m] lunghezza d'onda;
- $T$ [s] periodo;
- $f$ [Hz] frequenza =  $1/T$  .

*Il campo uditivo dell'uomo si estende da 20 Hz a 20.000 Hz*

- **pressione sonora  $p$** : variazione di pressione prodotta dal fenomeno sonoro rispetto alla pressione di quiete
- **potenza sonora  $W$** : totale energia sonora emessa dalla sorgente nell'unità di tempo
- **intensità sonora  $J$** : flusso di energia sonora trasmesso in una direzione attraverso un'area unitaria normale alla direzione stessa.

# Rumore



## *SORGENTE*

## *POTENZA SONORA*

|                           |          |
|---------------------------|----------|
| Aereo di linea al decollo | 100      |
| Fortissimo orchestrale    | 10       |
| Martello pneumatico       | 1        |
| Automobile in velocità    | 0,1      |
| Ventilatore               | 0,01     |
| Voce molto forte          | 0,001    |
| Lavastoviglie             | 0,0001   |
| Piccolo ventilatore       | 0,00001  |
| Sussurro                  | 0,000001 |

# Rumore



## *Livelli acustici*

La sensazione prodotta dal suono sull'orecchio umano dipende dalla variazione percentuale della grandezza fisica che sollecita l'orecchio:

$$\Delta(\text{sensazione}) = \Delta(\text{grandezza fisica})/\text{grandezza fisica}$$

Si associa alla sensazione il concetto di “livello”  $L$  e si integra l'equazione precedente.

$$L - L_{\text{rif}} = \ln(\text{grandezza fisica}/\text{grandezza fisica di rif.})$$

# Rumore



## *Livelli acustici*

Il **suono più debole** che l'orecchio umano è in grado di percepire è assimilabile ad una variazione di pressione pari a **20 milionesimi di Pascal**.

( $2 \times 10^{-5}$ [Pa] : soglia di udibilità)

A tale variazione di pressione corrisponde uno spostamento della membrana del timpano inferiore al diametro di un atomo!

- L'orecchio umano riesce però **a tollerare pressioni sonore un milione di volte più elevate...**

... quindi se si dovesse misurare il suono in Pascal si troverebbero molte difficoltà dovute al fatto di dover operare con molte cifre decimali.



# Rumore



## Livelli acustici

Si usa la scala dei DECIBEL [dB] : scala di tipo logaritmico che usa la soglia dell'udito di  $2 \times 10^{-5}$  [Pa] come livello di riferimento

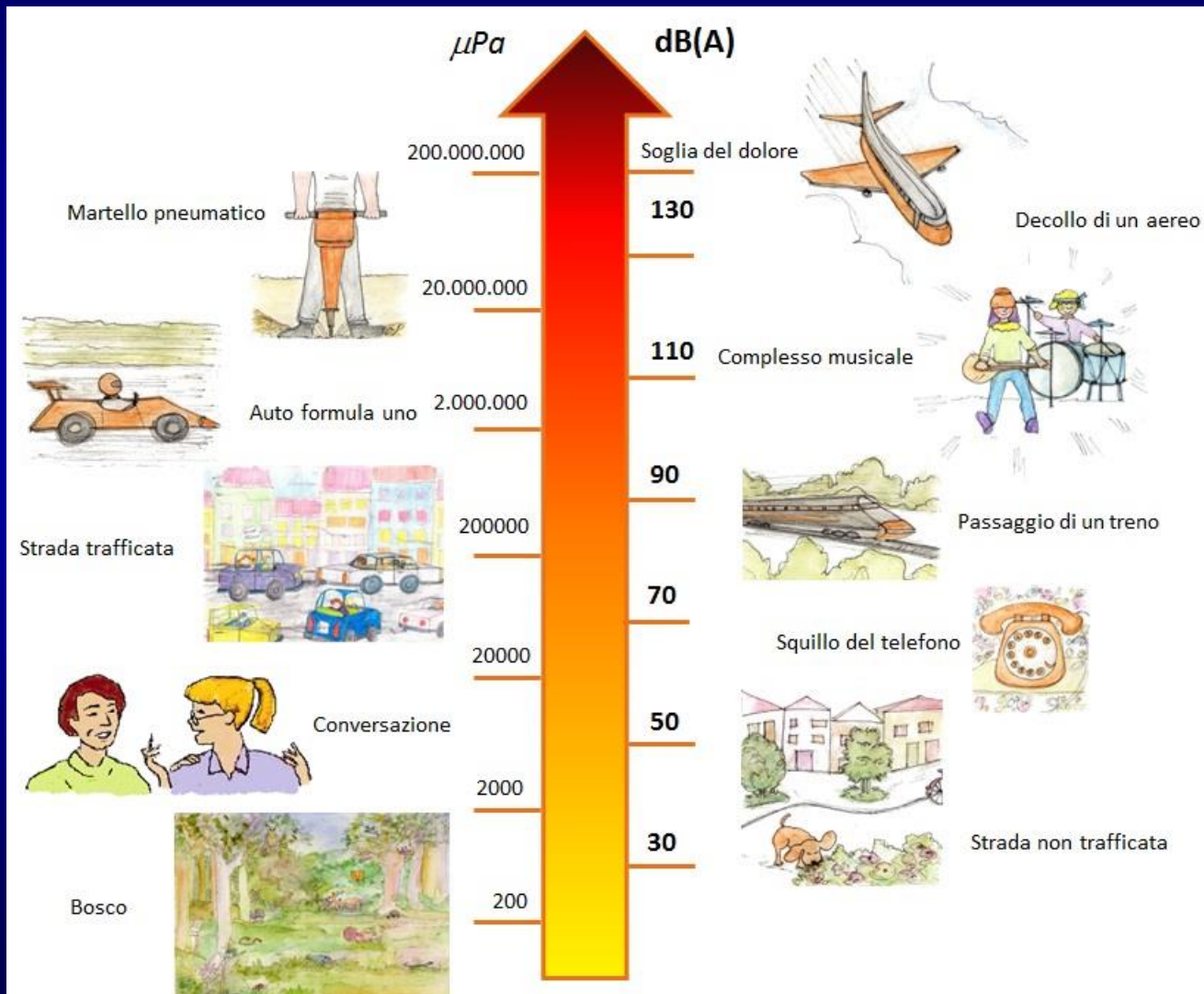
Definizione di 0 [dB] :  $L_p = 20 \cdot \text{Log}(p/p_0)$   
con  $p_0 = 2 \times 10^{-5}$  [Pa]

| P [Pa]   | [dB] | Rumore            |
|----------|------|-------------------|
| 2,00E-05 | 0    |                   |
| 0,0002   | 20   | frusciare foglie  |
| 0,002    | 40   | biblioteca        |
| 0,02     | 60   | ufficio           |
| 0,2      | 80   | traffico          |
| 2        | 100  | autocarri/trapani |
| 20       | 120  | aereo in decollo  |
| 64       | 130  | soglia del dolore |

# Rumore



## Livelli acustici



# Rumore



## La banda udibile

Non tutti i suoni possono essere percepiti dalle nostre orecchie, ma solo quelli che si trovano all'interno di una determinata banda udibile (o intervallo udibile) che è limitata in frequenza e in livello di pressione sonora.

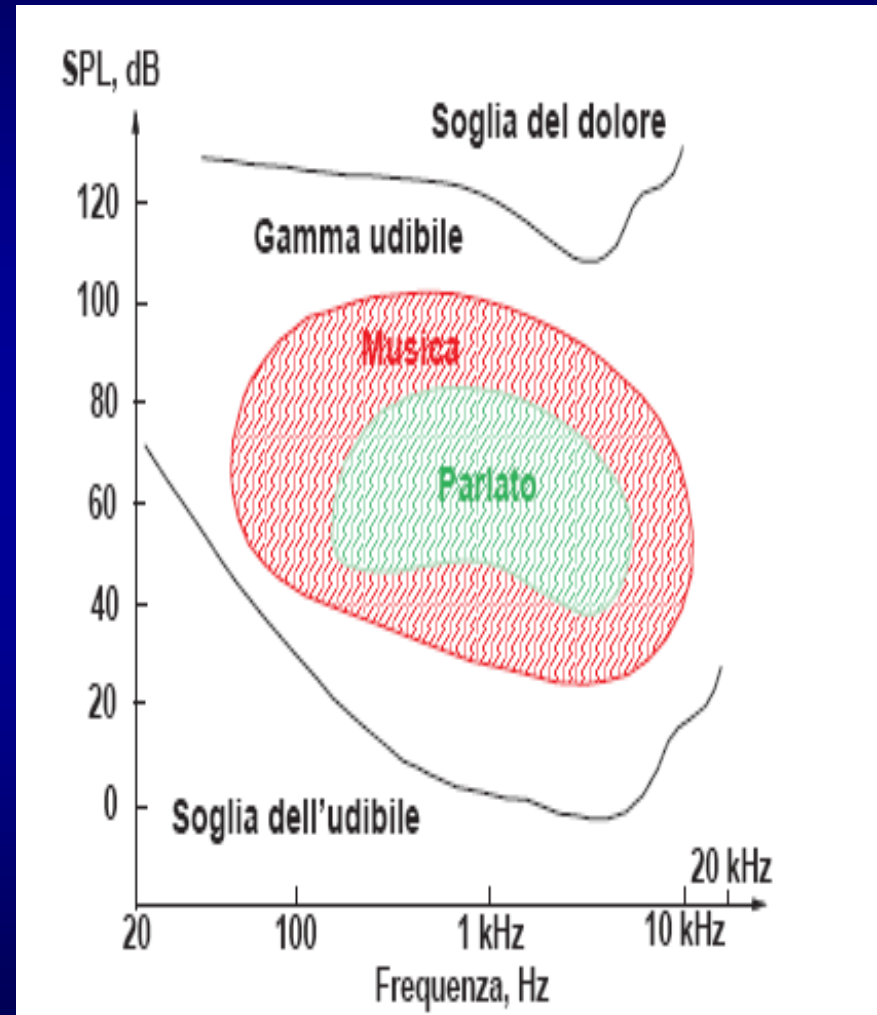
La curva limite inferiore è chiamata soglia di udibilità mentre la curva limite superiore è la soglia di dolore.

L'intervallo dinamico udibile (cioè la maggiore differenza tra i livelli di pressione sonora delle due soglie limite) è di circa 130 dB.

Le frequenze udibili coprono approssimativamente 10 ottave: da 16 Hz a circa 16 kHz. La curva limite inferiore aumenta con l'età (cioè, nel corso degli anni, in media, si verifica un innalzamento della soglia di udibilità).

Gli infrasuoni e gli ultrasuoni si trovano rispettivamente a sinistra e a destra della banda audio.

La soglia di udibilità, o minimo campo udibile, si ha in corrispondenza dei più bassi livelli di pressione sonora che le nostre orecchie possono rilevare.



# Rumore



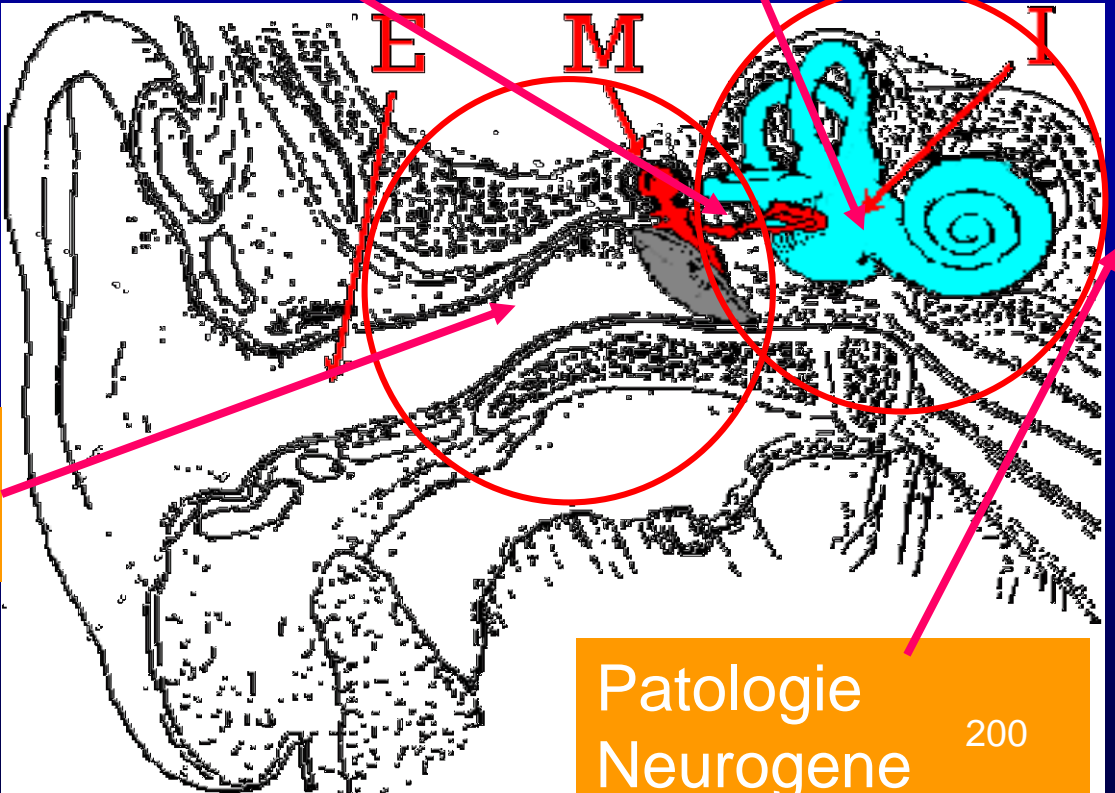
Il *sistema uditivo* dal punto di vista funzionale può essere suddiviso in 2 apparati:

- Apparato di Percezione o *neurosensoriale*
- Apparato di Trasmissione o di *localizzazione e trasporto dei suoni*

Patologie Miste

Patologie Sensoriali

Patologie trasmissive



Patologie Neurogene

# Rumore



## *Effetti del rumore*

Ogni alterazione di uno o più dei meccanismi dell'apparato uditivo, può causare una riduzione della capacità uditiva nell'orecchio affetto, ovvero un' *ipoacusia*.

In base alla sede colpita da un'eventuale patologia, si possono distinguere:

- *Ipoacusia trasmissiva* per problemi a livello del condotto uditivo, del timpano o degli ossicini;
- *Ipoacusia neurosensoriale* quando la patologia interessa la coclea o le fibre del nervo acustico.

È poi importante distinguere le forme di *ipoacusia neurosensoriale* in:

- *Ipoacusia neurosensoriale cocleare* legata all'incapacità della coclea di trasformare l'onda sonora in un segnale bioelettrico
- *Ipoacusia neurosensoriale retrococleare* quando la successiva propagazione del segnale cocleare, normalmente generato, è alterata a causa di un problema a livello del nervo acustico

# Rumore



## Effetti del rumore

Rumore

Età

Assunzione  
farmaci  
ototossici

Traumi



Esposizione a  
sostanze  
tossiche  
(Solventi,  
metalli etc.)

Infezioni

Fattori genetici

# Rumore



## Effetti del rumore

### Fattori favorenti

- Sesso (le donne sono meno colpite)
- Età (effetti dell'invecchiamento)
- Danni all'orecchio medio
- Sostanze tossiche o farmaco ototossici (antibiotici, gentamicina, streptomina, acetilsalicilico, benzene, piombo, tricloroacetilene)



# Rumore



## *Manifestazioni cliniche del danno da rumore*

Danno da stimolo acustico  
intenso e di breve durata



Trauma acustico

Danno da prolungata  
esposizione a stimoli  
acustici di intensità variabile



Fatica uditiva (I Fase)

Latenza (II Fase)

III Fase

IV Fase



# Rumore



## *Manifestazioni cliniche del danno da rumore*

Danno da  
prolungata  
esposizione a  
stimoli acustici di  
intensità variabile



Fatica uditiva (I Fase)

Può comparire dopo 10-20 gg di esposizione a rumore (fastidi generici: acufeni, senso di stordimento)

Latenza (II Fase)

Innalzamento permanente della soglia uditiva (4000 Hz)

III Fase

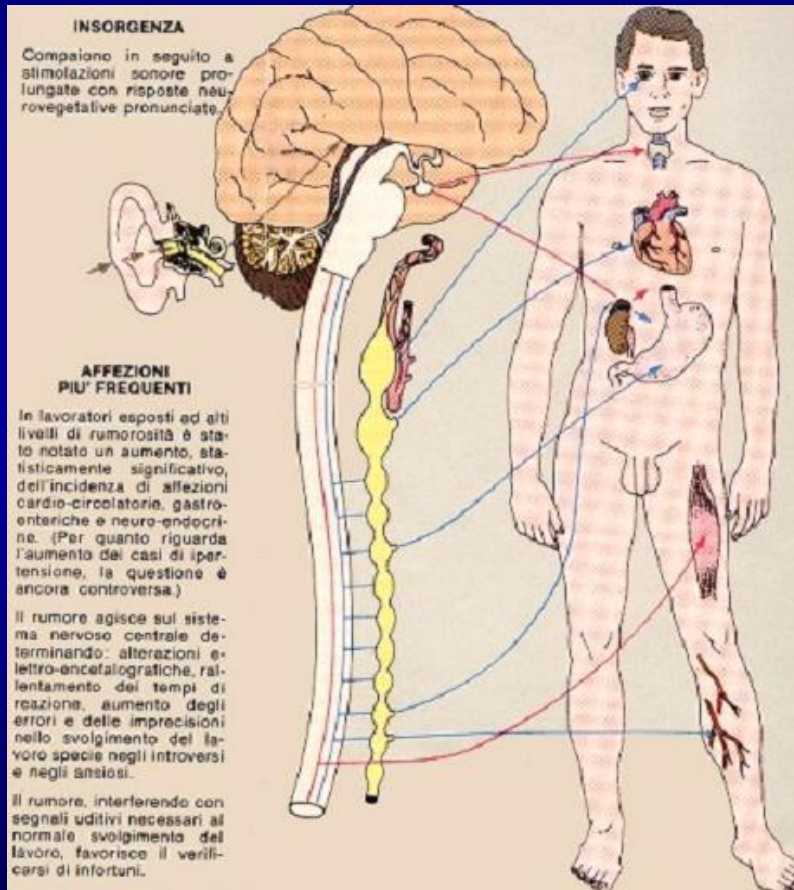
Deficit permanente esteso anche alle frequenze 2000 e 6000

IV Fase

Ulteriore incremento del danno uditivo

# Rumore

## Effetti extrauditivi



# Rumore



## *Effetti extrauditivi*

Appaiono imputabili alle connessioni delle vie acustiche con aree del SNC diverse dalla corteccia uditiva quali



LA FORMAZIONE RETICOLARE connessa con l'ipotalamo e attraverso vie discendenti coi meccanismi che regolano la motilità volontaria, i riflessi spinali (e il sistema neurovegetativo).



- DISTURBI DEL SONNO
- RIDOTTA CAPACITA' DI CONCENTRAZIONE
- ANSIA E IRRITAZIONE
- RIDUZIONE DEL RENDIMENTO LAVORATIVO
- AUMENTO DELLA FREQUENZA CARDIACA E DELLA PRESSIONE ARTERIOSA
- AUMENTO DELLA SECREZIONE GASTRICA

# Disturbi Muscolo Scheletrici

## Cause:

- ❑ posizione di lavoro scorretta
- ❑ errata scelta degli arredi
- ❑ posizione di lavoro fissa e mantenuta per lungo tempo
- ❑ movimenti rapidi e ripetitivi delle mani (uso di tastiera e mouse)



## Movimentazione Manuale dei carichi



# Movimentazione Manuale dei carichi



Una non corretta Movimentazione Manuale può provocare distorsioni, lumbalgie (il comune mal di schiena), lumbalgie acute o "colpo della strega", ernie del disco, strappi muscolari, fino alle lesioni dorso-lombari gravi.

Il 20% degli infortuni lavorativi avviene a livello del rachide lombare in occasione di attività di sollevamento di oggetti pesanti eseguite in modo imprudente

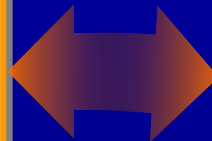
A questi rischi, strettamente legati all'attività, si collegano altri possibili rischi dovuti al trasporto di un carico:

- ✓ esso può cadere, provocando contusioni o fratture;
- ✓ può essere caldo o tagliente, con possibilità di ustioni o lesioni;
- ✓ può non far vedere scalini o oggetti che si trovano per terra, facendo inciampare.



È stata dimostrata, attraverso indagini epidemiologiche, la correlazione tra

Patologie muscolo-  
scheletriche  
“Mal di schiena”



Attività lavorative che  
richiedono  
Movimentazione  
manuale di carichi

# Rischi per la salute causati da movimentazione manuale dei carichi

**Patologia muscoloscheletrica**

```
graph TD; A[Patologia muscoloscheletrica] --> B[Colonna vertebrale]; A --> C[Arti superiori];
```

Colonna vertebrale

Arti superiori

# Rischi per la salute causati da movimentazione manuale dei carichi

**Altri organi e tessuti**

```
graph TD; A[Altri organi e tessuti] --> B[Apparato cardiocircolatori]; A --> C[Occhio (retina)]; C --> D[Apparato respiratorio]; C --> E[Visceri ed organi addominali];
```

**Apparato  
cardiocircolatori**

**Occhio (retina)**

**Apparato  
respiratorio**

**Visceri ed organi  
addominali**



# Disturbi Muscolo Scheletrici

Ogni anno milioni di lavoratori europei impegnati in tutti i generi di attività lavorativa e in qualsiasi settore occupazionale sono affetti da disturbi muscolo scheletrici (DMS) legati all'attività svolta.

Disturbi lamentati:

- 30% dolori alla schiena
- 17% dolori muscolari alle braccia e alle gambe



## *Il disturbo lombare aspecifico* (Low Back Pain)

indica la lombalgia *comune*, vale a dire quella patologia idiopatica ricorrente che colpisce il tratto lombare della colonna vertebrale caratterizzata da dolore e limitazione funzionale e non attribuibile ad una condizione patologica ben definita.



Nella popolazione generale: secondo svariati studi epidemiologici la *prevalenza di lombalgia* riferita all'intera vita (*lifetime*) si attesta intorno al *70% nei paesi industrializzati*.

# Low Back Pain/DMS

## FATTORI DI RISCHIO PERSONALI :

- ❑ Età
- ❑ Sesso
- ❑ Fattori antropometrici
- ❑ Condizioni di allenamento
- ❑ Fumo
- ❑ Condizioni patologiche (congenite o acquisite)
  - ✓ anomalie congenite
  - ✓ traumi, fratture
  - ✓ cause degenerative
  - ✓ cause infettive, metaboliche



# Low Back Pain

## FATTORI DI RISCHIO PROFESSIONALI :

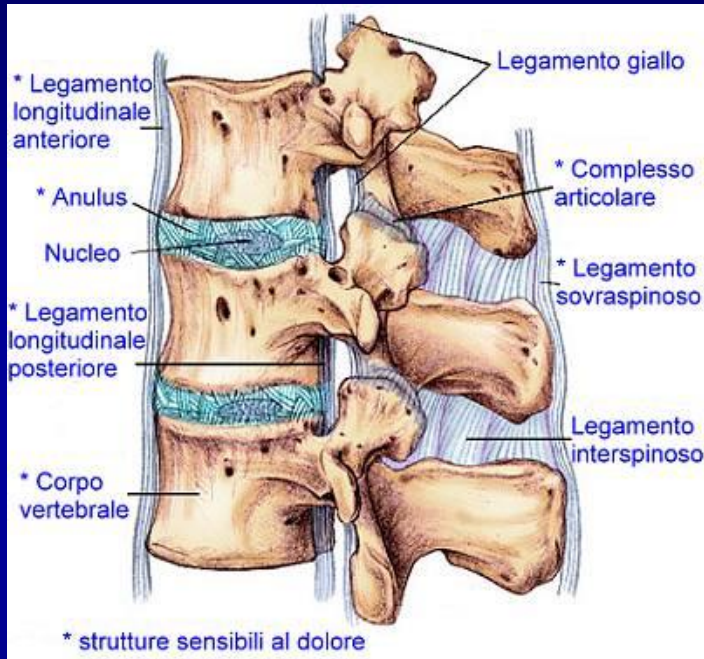
- ❑ la movimentazione e sollevamento di carichi a mano
- ❑ trazione o spinta di carrelli, ecc.
- ❑ sforzi eccessivi
- ❑ movimenti incongrui
- ❑ posture incongrue
- ❑ mantenimento di posture fisse per periodi prolungati
- ❑ attività sedentaria
- ❑ vibrazioni trasmesse a tutto il corpo
- ❑ piccoli traumi ripetuti



Le condizioni opposte (immobilità e eccessivo lavoro) sono sfavorevoli al nostro organismo.

Numerose indagini epidemiologiche hanno dimostrato che l'incidenza del mal di schiena (LPB) è molto elevata in quanti svolgono un lavoro sedentario.

# Anatomia del rachide

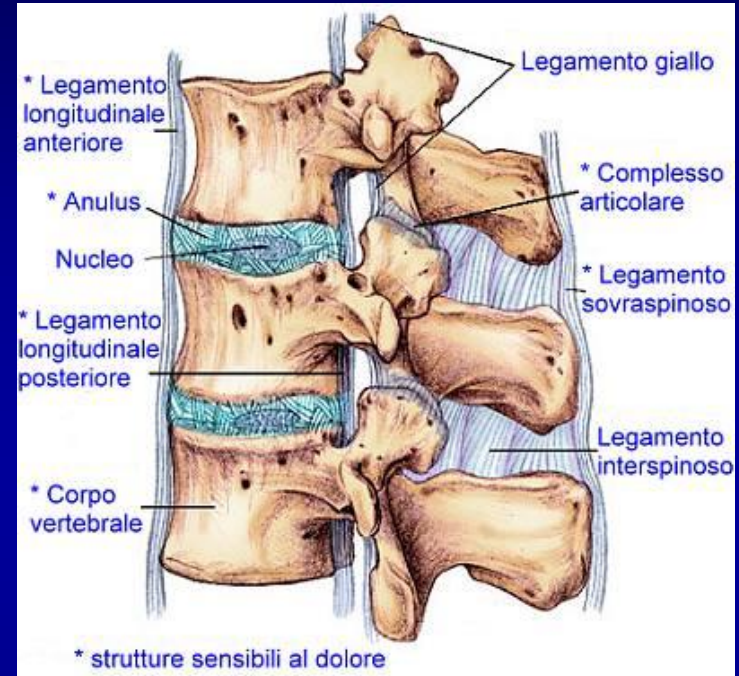


L'unità funzionale del rachide è costituita da due vertebre contigue, il disco intervertebrale e le articolazioni intervertebrali

Le strutture muscolo-legamentose hanno un'importante funzione di sostegno e permettono il movimento nei diversi piani

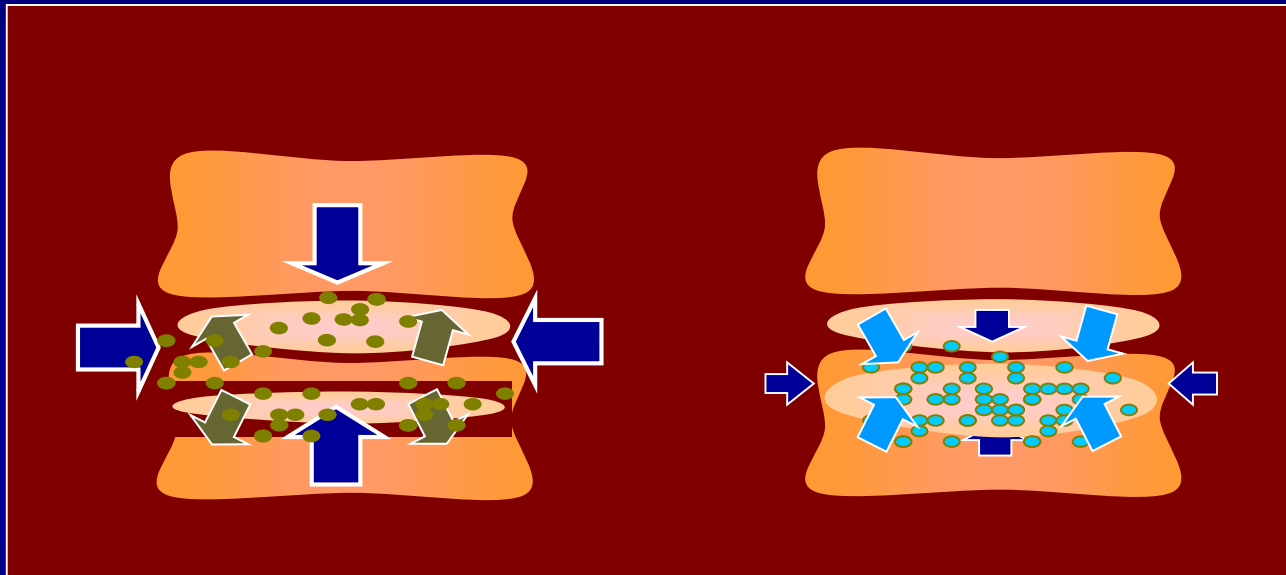
# Anatomia del rachide

La parte anteriore è una struttura flessibile, con funzioni prevalentemente statiche in grado di sopportare carichi elevati e di assorbire eventi traumatici



La parte posteriore, oltre ad offrire protezione alle strutture nervose, svolge un ruolo dinamico permettendo i movimenti della colonna

# Funzionalità dei dischi intervertebrali

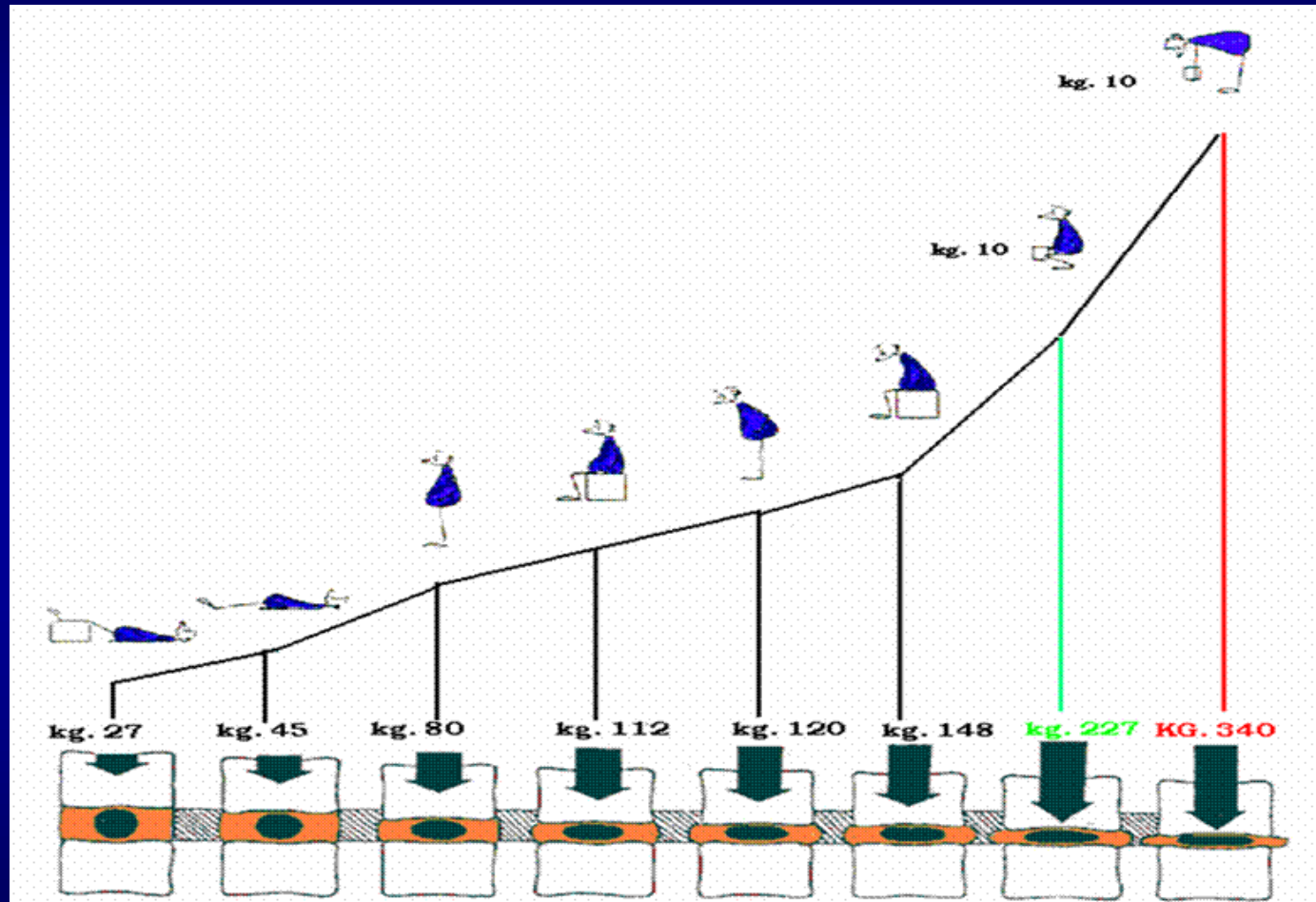


Aumento pressione  
Fuoriuscita sostanze nutritive

Diminuzione pressione  
Ingresso sostanze nutritive



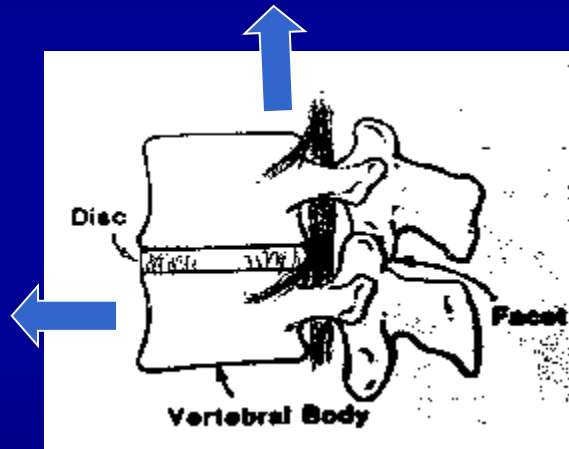
# Pressioni sui dischi intervertebrali





# Conseguenze del Carico sui dischi vertebrali

Carico lombare fino a 250 kg  
favorisce *l'eliminazione delle scorie* dal disco;

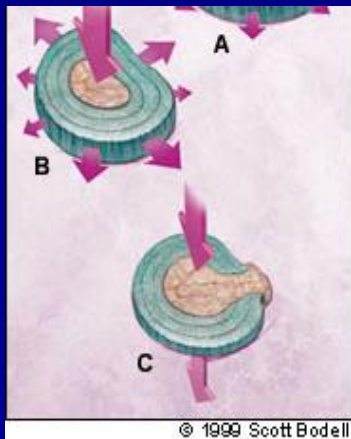


Solleverare peso di 10 kg a schiena dritta e ginocchia flesse;  
Carico lombare fino a 250 kg

# Conseguenze del Carico sui dischi vertebrali

Carico lombare intenso (>250-650 kg)

possibili danni alle cartilagini vertebrale, degenerazione del disco;



© 1999 Scott Bodell

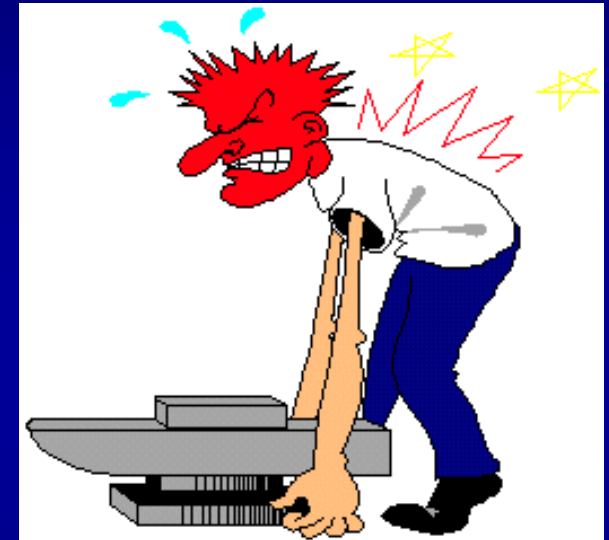
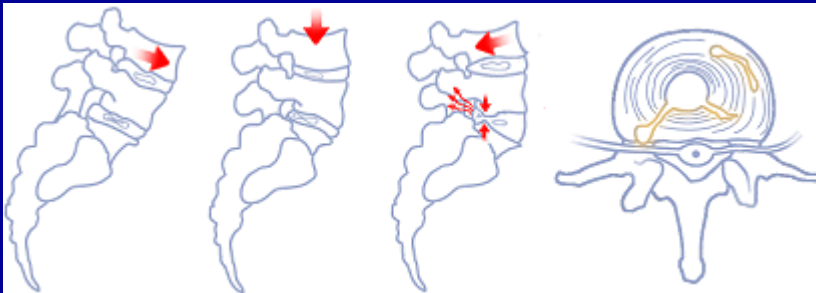
Carico di rottura del nucleo discale varia tra 450-800 Kg!



Solleverare peso di 10 kg con tronco flesso in avanti a 90 gradi;  
Carico lombare di circa 340 kg!

# Conseguenze del Carico sui dischi vertebrali

Carico lombare Estremo sopra 650 kg  
possibili microfratture delle cartilagini;



Sollevare peso di 50 kg a schiena flessa e gambe dritte;  
Carico lombare sopra i 650 kg

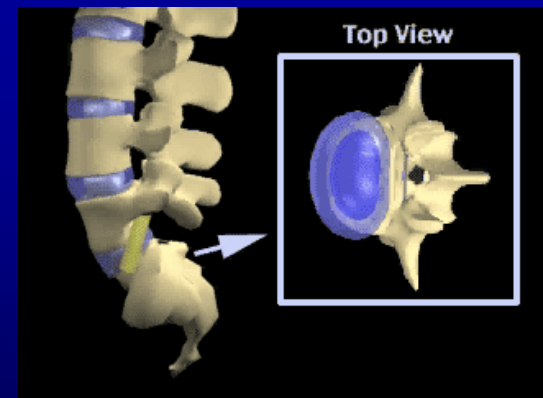
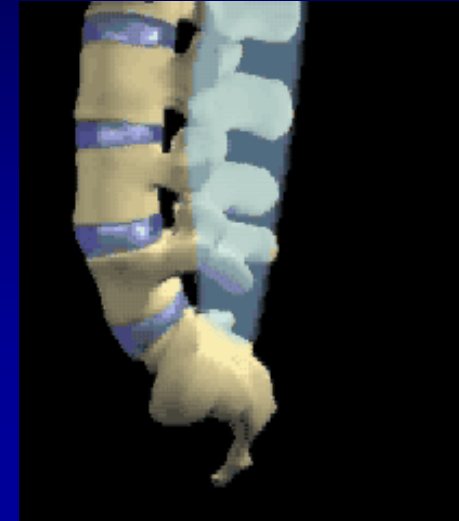
# Le cause più comuni di lombalgia

- ❑ sforzo improvviso o brusco movimento
- ❑ prolungata condizione di sovraccarico biomeccanico
- ❑ alterazioni a carico del disco intervertebrale (ernia del disco) e delle vertebre lombari (artrosi, osteoporosi)



# Patologie del rachide più frequenti

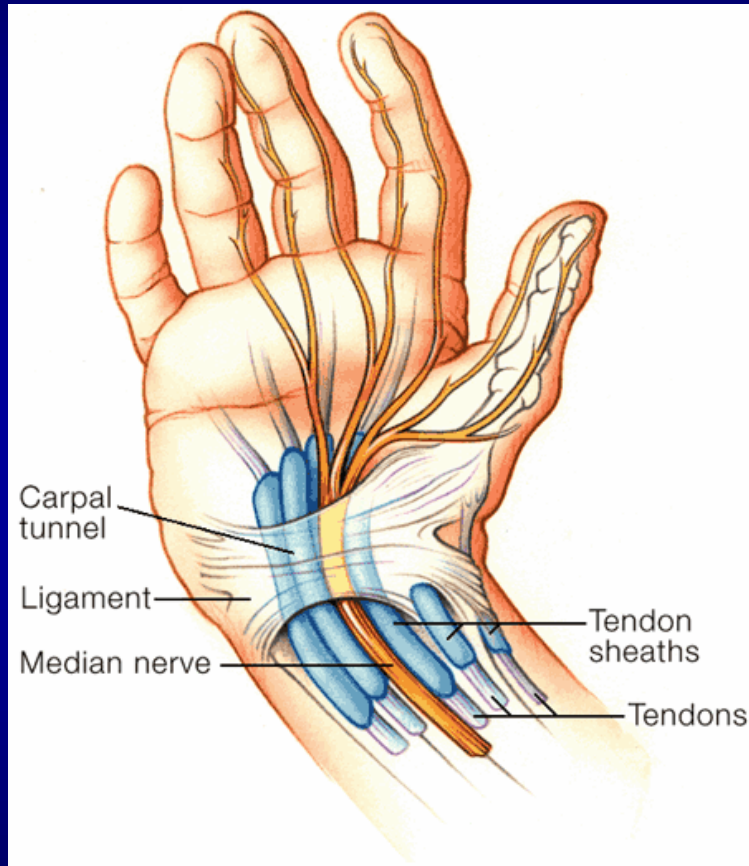
- ❑ degenerazione del disco intervertebrale
- ❑ artrosi
- ❑ ernia del disco
- ❑ radicolopatia
- ❑ alterazioni della curvatura della colonna (scoliosi, cifosi, lordosi)
- ❑ osteoporosi



# Sintomi muscolo-scheletrici

- ❑ Tendinite: dolori a livello delle articolazioni del braccio o della mano durante i movimenti.
- ❑ Sindrome del tunnel carpale: indolenzimento, torpore, formicolio alle mani, perdita di forza delle mani
- ❑ Artrosi cervicale: indolenzimento, senso di peso, dolori al collo ed alle braccia

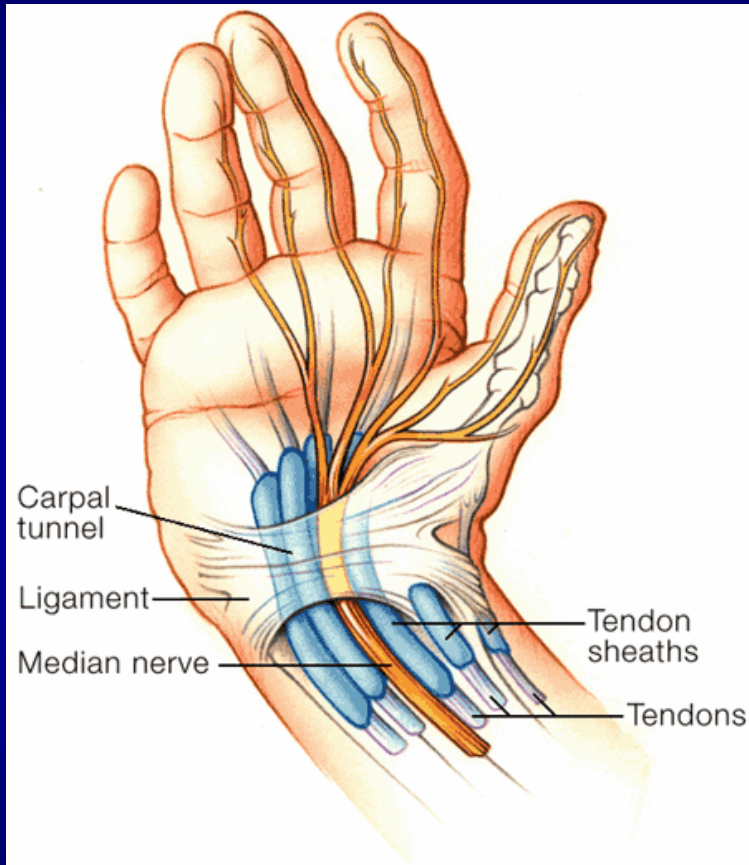
# Sindrome del Tunnel Carpale



Il tunnel carpale è un canale localizzato nel polso, formato dalle ossa carpali sulle quali è teso il legamento trasverso del carpo, un nastro fibroso che costituisce il tetto del tunnel stesso, inserendosi da un lato sulle ossa scafoide e trapezio, dall'altro sul piriforme ed uncinato (ossa del carpo della mano).

In questo "tunnel" passano strutture nervose (nervo mediano), vascolari e tendinee (tendini muscoli flessori delle dita).

# Sindrome del Tunnel Carpale



Neuropatia dovuta alla compressione del nervo mediano al polso nel suo passaggio attraverso il tunnel carpale.



# Sindrome del Tunnel Carpale

Nelle fasi iniziali della patologia la Sindrome del Tunnel Carpale si manifesta con formicolii, sensazione di intorpidimento o gonfiore alla mano, prevalenti alle prime tre dita della mano e in parte al quarto dito, soprattutto al mattino e/o durante la notte; successivamente compare dolore irradiantesi anche all'avambraccio, sintomi definiti "irritativi".

Se la patologia si aggrava, compaiono perdita di sensibilità alle dita, perdita di forza della mano, sintomi "deficitari".

La patogenesi occupazionale sembra essere la causa più frequente per lo sviluppo della Sindrome del Tunnel Carpale.

E' stata dimostrata una associazione con i lavori ripetitivi, sia in presenza (rischio più elevato) che in assenza di applicazione di forza elevata.

E' stato dimostrato che prolungati e/o ripetitivi movimenti di flesso-estensione del polso (in minor misura anche la flessione delle dita), provocano un aumento della pressione all'interno del tunnel carpale e che il ripetuto allungamento dei nervi e dei tendini che scorrono dentro il tunnel possono dar luogo ad una infiammazione che riduce le dimensioni del tunnel determinando la compressione del nervo mediano.

# Prevenzione

Evitare, per quanto possibile, posizioni di lavoro fisse per tempi prolungati. Nel caso ciò fosse inevitabile, ricordarsi di "sgranchirsi" spesso collo, schiena, arti superiori e inferiori.



# LAVORAZIONI CON APPARATI CRIOGENICI



# I LIQUIDI CRIOGENICI GENERALMENTE IMPIEGATI SONO:

- $N_2$
- Ar
- He
- $CO_2$  (ghiaccio secco: solido)

**Piccolissime** quantità di liquido vengono convertite in **ENORMI** volumi di gas con conseguente riduzione della quantità di ossigeno nell'ambiente.

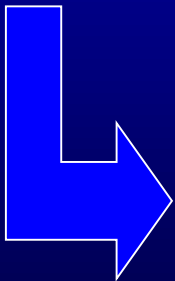
Ad es. 1 L di  $N_2$  liquido si espande, in condizioni standard, in circa 700 L di gas.

# Liquidi criogenici inerti

N<sub>2</sub> Liquefatto si trova a circa -196°C (77.4 K)

He Liquefatto si trova a circa -269°C (4.2 K)

Ar Liquefatto si trova a circa -186°C (87.3 K)



possono liquefare O<sub>2</sub> -183°C (90.2 K)

# RISCHI CONNESSI ALLA CRIOGENIA

Basse temperature



ustioni da assideramento

Fluidi criogenici



pericolo di

esplosioni  
asfissia



# Ustioni da contatto con fluidi (gas o liquidi criogenici)

Contatto Breve con un Liquido Criogenico: il rischio è limitato a causa della formazione di un film di gas tra il fluido e la pelle.

Contatto Prolungato con un Liquido Criogenico: è pericoloso così come l'impregnazione di vestiti e capelli. Un getto di gas freddo può congelare più rapidamente del contatto con un liquido.

Gli occhi sono particolarmente sensibili al congelamento e possono essere danneggiati permanentemente.

# Ustioni da contatto con superfici fredde

Il contatto con superfici fredde, in particolare con metalli può provocare ustioni. Per via dell'elevata conducibilità termica dei metalli e dell'umidità della pelle, si forma ghiaccio, si rimane "attaccati" alla superficie e il calore viene sottratto rapidamente dai tessuti provocando un'ustione.

Proteggersi con indumenti adeguati  
(guanti per criogenia, occhiali)





# Ustioni da contatto con superfici fredde

L'ustione da freddo può non essere dolorosa subito dopo il contatto. La pelle congelata ha un aspetto ceroso e giallastro. Dopo lo scongelamento il tessuto si gonfia e possono apparire vesciche. Nei casi più gravi possono essere coinvolti anche i tessuti sottostanti.

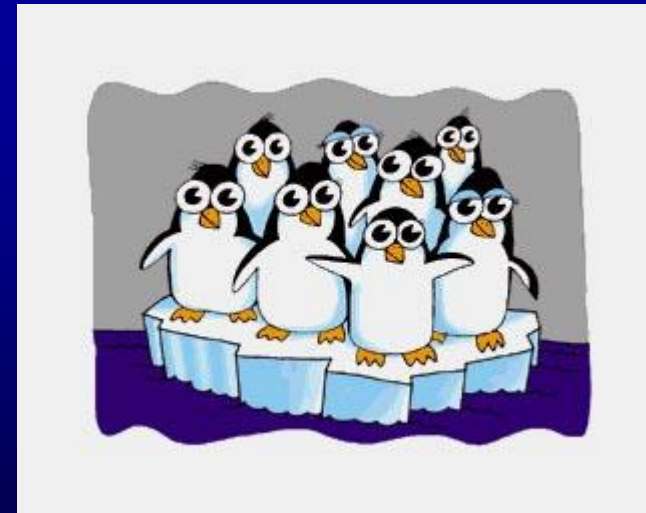
In caso di ustione occorre procedere come per le bruciature: sciacquare con acqua appena tiepida e, dopo lo scongelamento, coprire garza sterile

**NON** utilizzare aria calda per scongelare la parte interessata

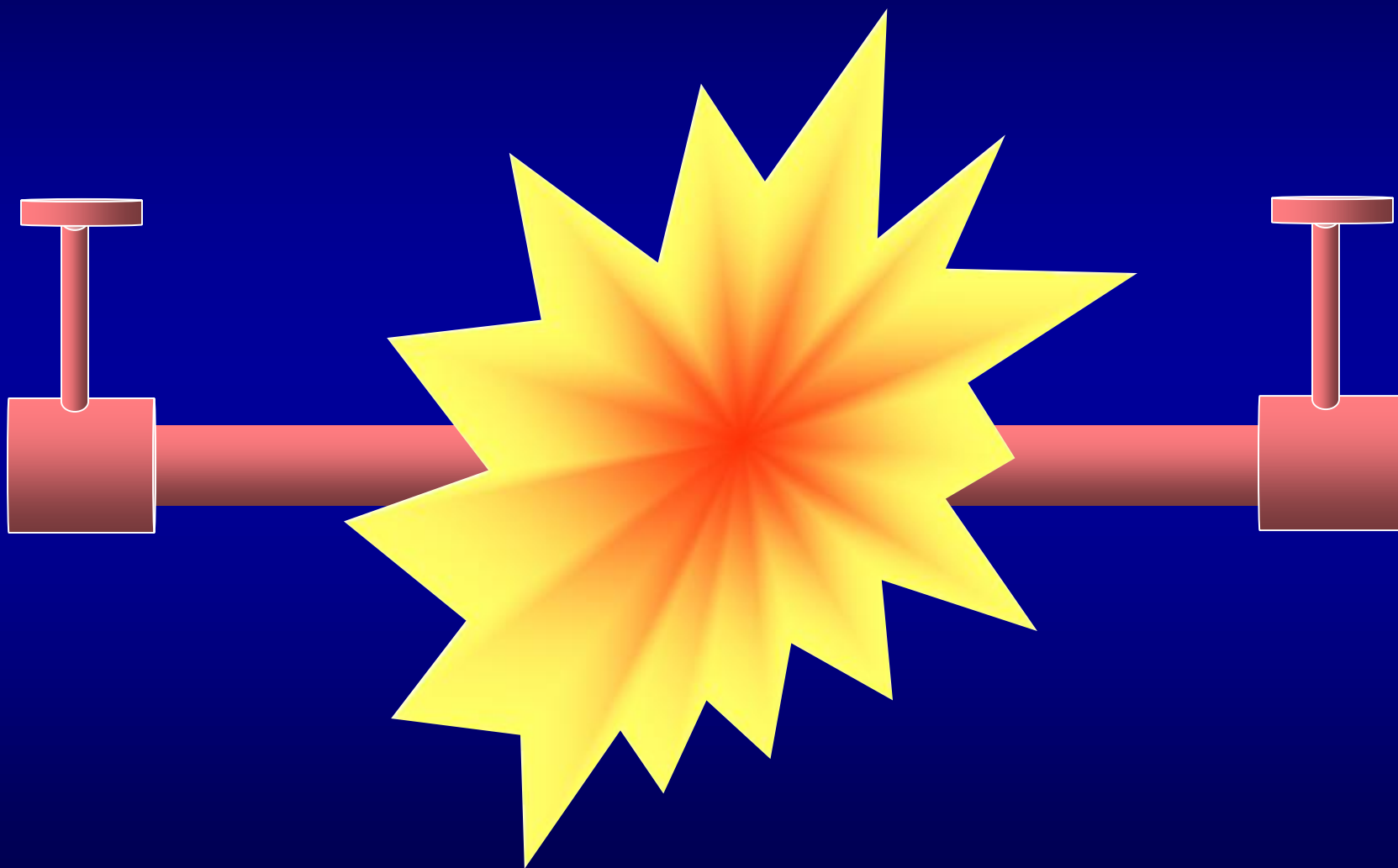
**NON** strofinare la parte congelata

**NON** applicare pomate

Nei casi più gravi ricorrere all'intervento medico.



# Esplosioni



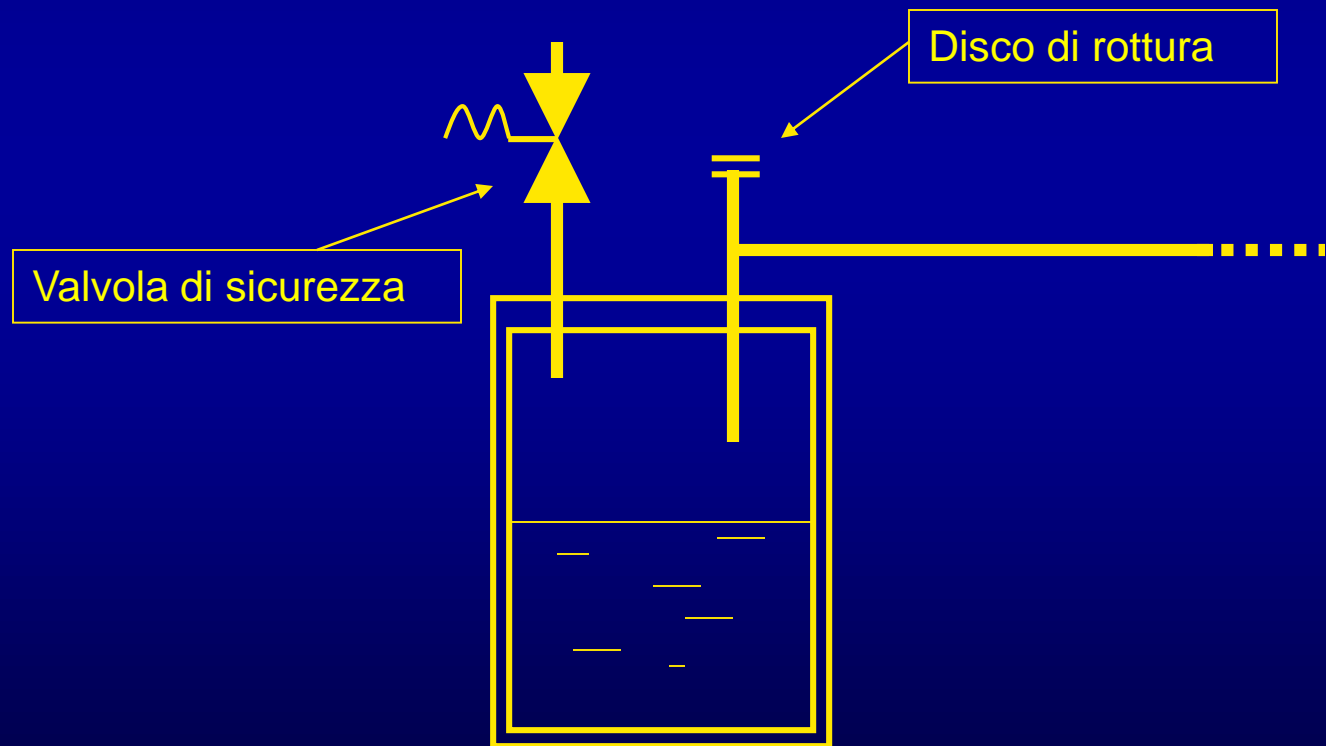


## Volume di alcuni gas alla temperatura di ebollizione rapportati al volume del liquido

| Tipo di gas                | $T_{\text{eb}}$ [K / °C] | Volume del vapore a $T_{\text{eb}}$ | Volume del gas a 20°C |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| Elio (He)                  | 4.2 / -269               | 8                                   | 750                   |
| Azoto (N <sub>2</sub> )    | 77.4 / -196              | 175                                 | 694                   |
| Ossigeno (O <sub>2</sub> ) | 90.2 / -183              | 238                                 | 859                   |
| Argon (Ar)                 | 87.3 / -186              | 245                                 | 843                   |
| Metano (CH <sub>4</sub> )  | 111.7 / -161             | 236                                 | 635                   |

**NON** chiudere mai ermeticamente un recipiente o un tubo contenente liquidi criogenici o comunque gas a bassa temperatura.

Devono sempre essere installate valvole di sicurezza.



L'esplosione dovuta all'aumento della pressione interna di un recipiente è il più rilevante tra i rischi connessi alla criogenia.

Occorre assolutamente seguire le corrette procedure e fare la massima attenzione nell'operare con impianti che contengano fluidi criogenici (liquidi, solidi o gas freddi).

Verificare che non si formino mai tappi di ghiaccio in contenitori criogenici. Per evitare che questo succeda bisogna sempre coprire i recipienti aperti ma mai chiuderli.



# Asfissia

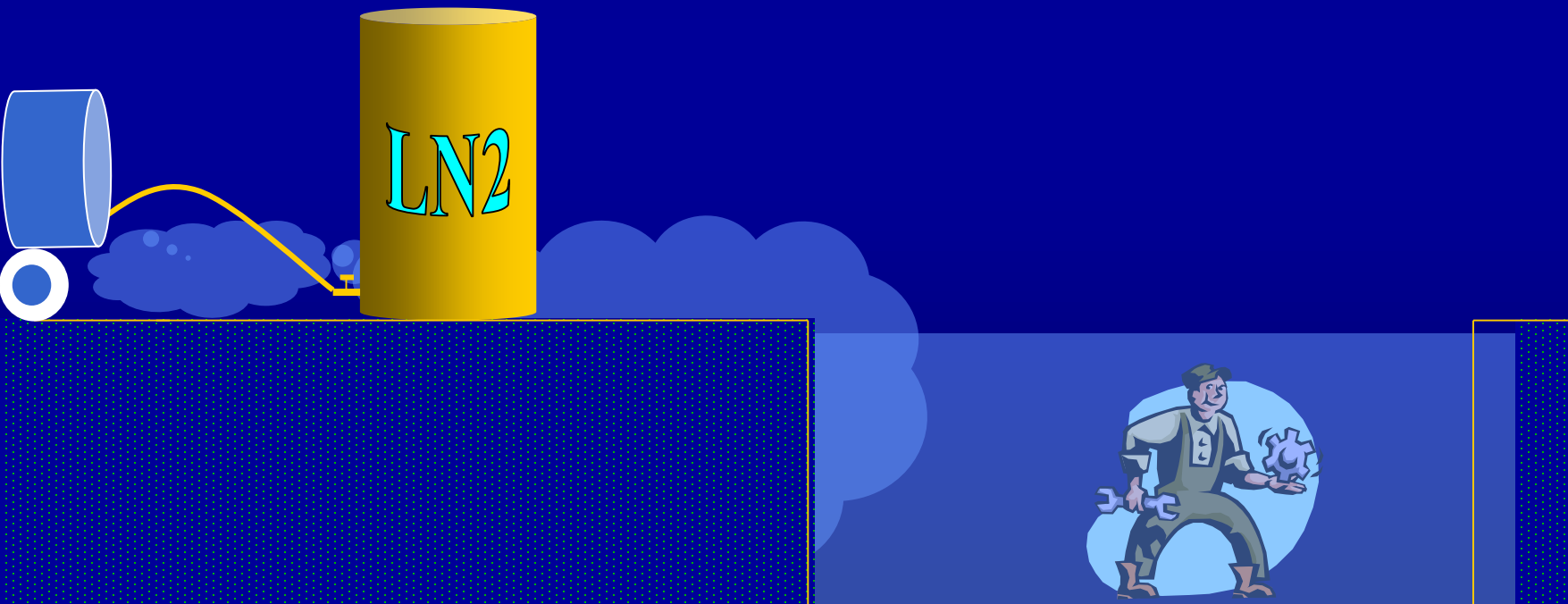
Anche se i gas utilizzati non sono tossici, possono sottrarre ossigeno in ambienti piccoli non ventilati o in fosse. Con gas inerti (He, Ar, N<sub>2</sub>), il soffocamento sopraggiunge, talvolta senza sintomi premonitori, portando allo svenimento e alla morte.

Quando l'ossigeno scarseggia (15% – 19%, equivalente a un'altitudine tra i 1000 e i 3000 m) il respiro si fa più frequente, le pulsazioni aumentano e ci si sente stanchi.

Per concentrazioni ancora più basse (12% – 14%, equivalente a 3500–4500 m) il respiro diventa più profondo e frequente, si perde coordinamento e capacità di giudizio, subentra un senso di euforia e la labbra tendono al blu.

Se la concentrazione di ossigeno scende a 11% o meno (equivalente a un'altitudine maggiore di 5000 m), si ha svenimento ed infine morte.

Il rischio di asfissia è alto in ambienti chiusi in cui sono presenti grandi quantità di fluidi criogenici (ogni litro di liquido criogenico corrisponde a quasi un metro cubo di gas a temperatura ambiente) o in fosse nelle vicinanze delle quali vengono usati o trasferiti fluidi criogenici (i gas freddi sono più pesanti dell'aria).





## ATTENZIONE

I gas nobili (elio, argon, ecc.) e l'azoto sono **INCOLORI** e **INODORI** e **NON** danno alcuna sensazione di soffocamento.

Le maschere antigas **NON** proteggono da questi gas (il pericolo non è legato alla tossicità ma alla mancanza di ossigeno).

Se necessario, occorre usare gli autorespiratori.

**EVITARE** la permanenza in locali chiusi e non ventilati dove sia in corso un travaso o dove siano stoccate grandi quantità di fluidi criogenici.

**NON** entrare in cisterne o scendere in fosse senza preventiva ventilazione.

**NON** andare in soccorso di persone prive di sensi senza un adeguato equipaggiamento (autorespiratori). Provvedere invece, immediatamente, alla ventilazione del locale.

Se la quantità di gas che può svilupparsi è tale da saturare l'ambiente devono essere installati sensori di ossigeno collegati ad allarmi e a sistemi di ventilazione forzata.

# Precauzioni da prendere quando si maneggiano fluidi criogenici:

- Usare solo recipienti per applicazioni criogeniche
- Seguire le procedure indicate
- Usare un equipaggiamento adeguato
- In ambienti chiusi e/o ristretti usare solo piccoli contenitori
- Evitare getti di gas o liquidi freddi o spruzzi di liquidi criogenici
- Riempire i contenitori lentamente
- Coprire (ma non chiudere ermeticamente) i contenitori quando non si utilizzano (pericolo del tappo di ghiaccio)
- Maneggiare i liquidi criogenici in locali adeguatamente ventilati

# Fluidi criogenici non inerti:

Idrogeno ( $H_2$ ), metano ( $CH_4$ ):



Infiammabili ed esplosivi in miscela con l'aria

Ossigeno ( $O_2$ ):

comburente (promuove la combustione)



Abbassa la temperatura di ignizione. Se accumulato in materiali infiammabili può provocare violente esplosioni.

# Condensazione dell'aria

La condensazione dell'aria può portare alla variazione della concentrazione di ossigeno (in quanto condensa a temperatura diversa dall'azoto)

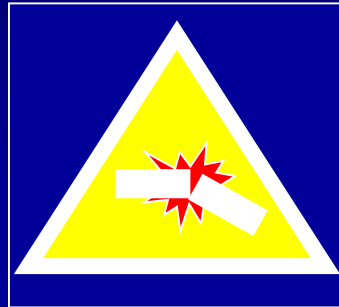


# Condensazione dell'umidità dell'aria nelle vicinanze di impianti elettrici.



La condensazione dell'umidità dell'aria può rendere pericoloso l'utilizzo di interruttori, prese, apparecchi sotto tensione.

# Infragilimento dei materiali e stress termico (dilatazione differenziale)



I materiali (in particolare le plastiche o le gomme) diventano fragili a bassa temperatura per cui si può avere rottura improvvisa con conseguente proiezione di schegge, fuoriuscita di fluidi o caduta di oggetti.

La diversa contrazione termica può provocare tensioni tra materiali diversi che portano alla rottura.

# Formazione di ghiaccio



La formazione di ghiaccio intorno a recipienti o impianti contenenti fluidi criogenici può dar luogo a situazioni di pericolo legate sia all'inefragilimento dei materiali che al blocco di valvole o altri apparati. Può inoltre ridurre o bloccare l'uscita dei vapori dai recipienti provocando un aumento di pressione.

Rimedio: mantenere le valvole e le valvole di sicurezza sopra 0°C, utilizzando materiali a bassa conducibilità termica (inox invece di rame per i tubi) e, dove possibile aumentare la lunghezza dei tubi.

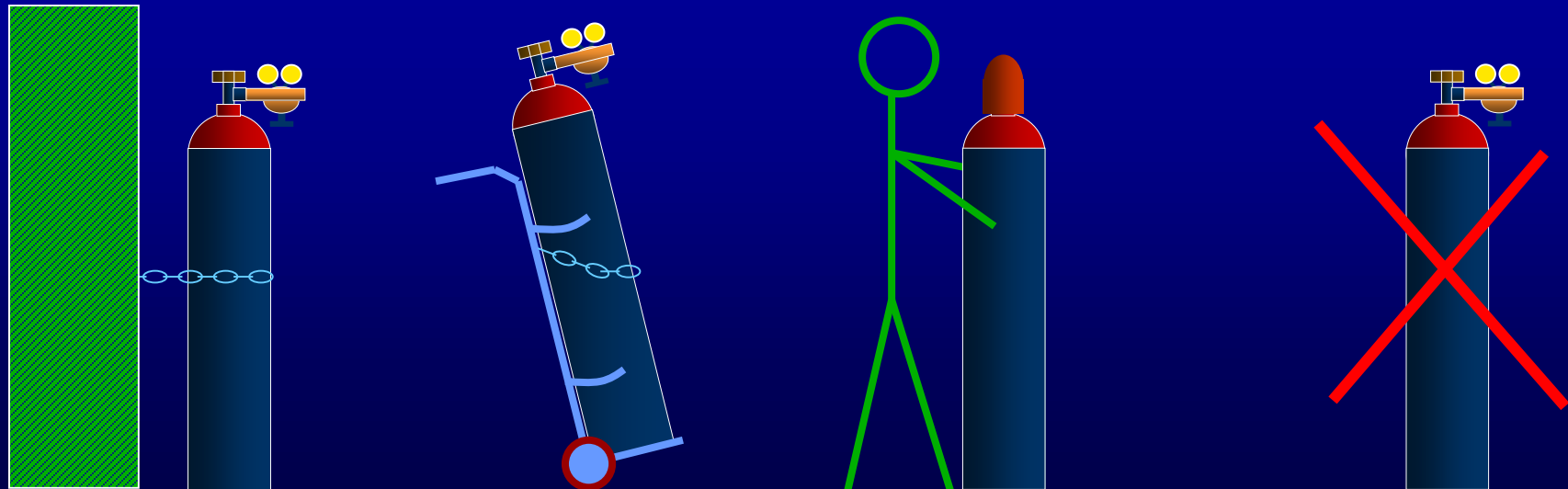


# Uso di bombole di gas compresso

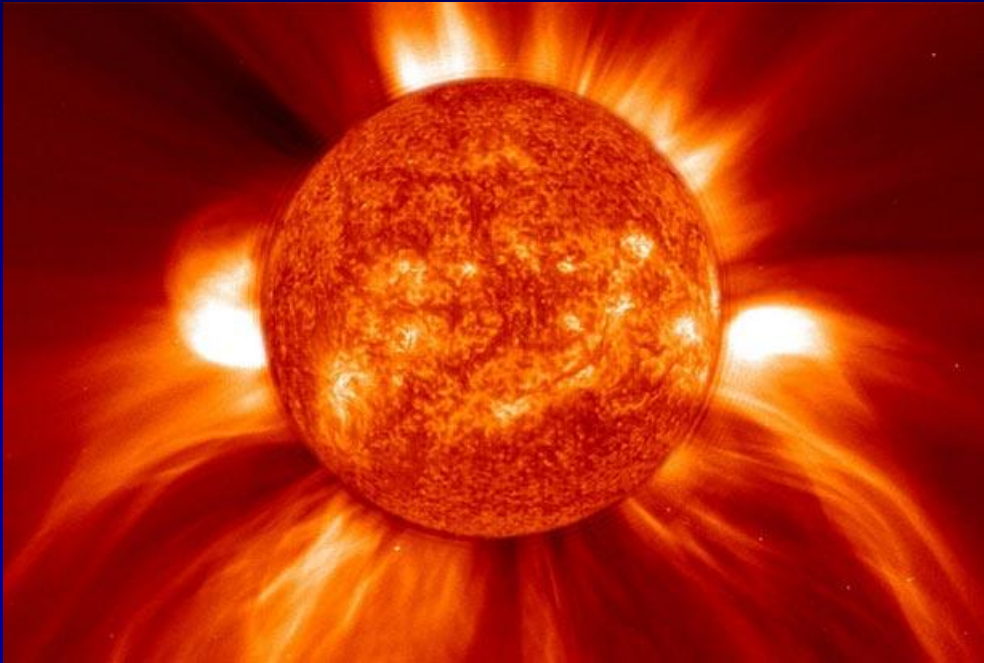
Legare sempre le bombole.

Trasportare le bombole con appositi carrelli.

Per movimentare una bombola: togliere il riduttore di pressione e mettere la protezione per la valvola.



# RADIAZIONI

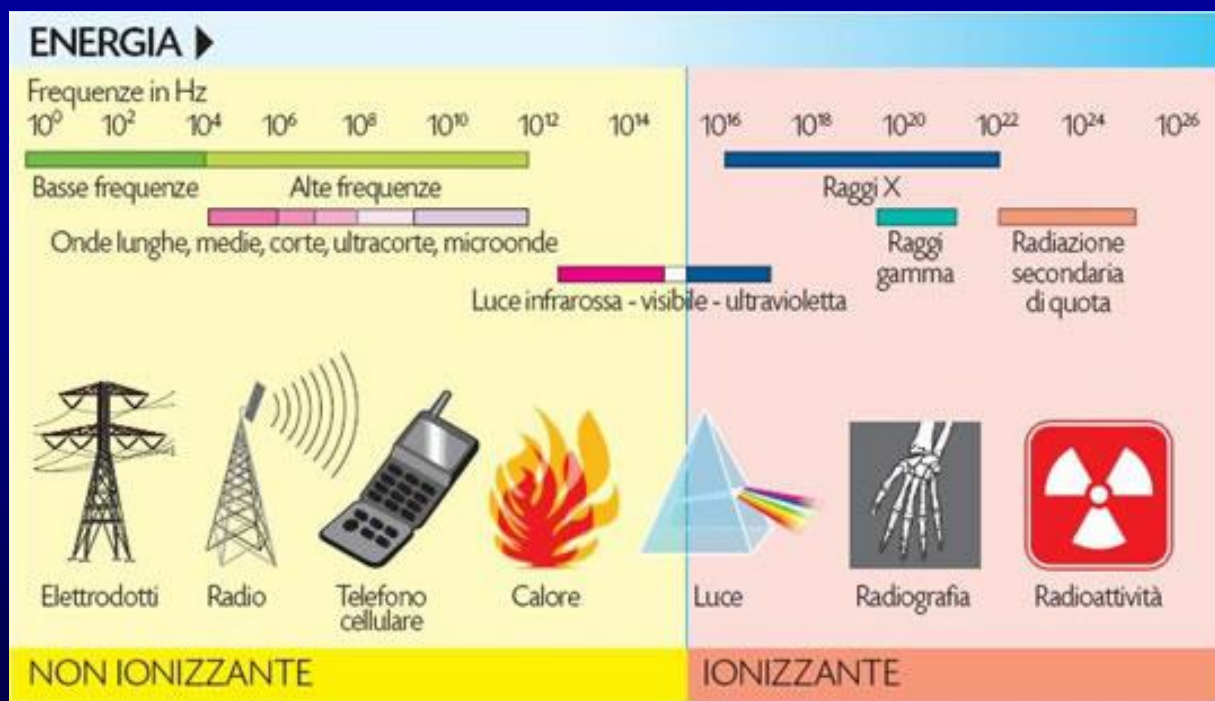


# RADIAZIONI

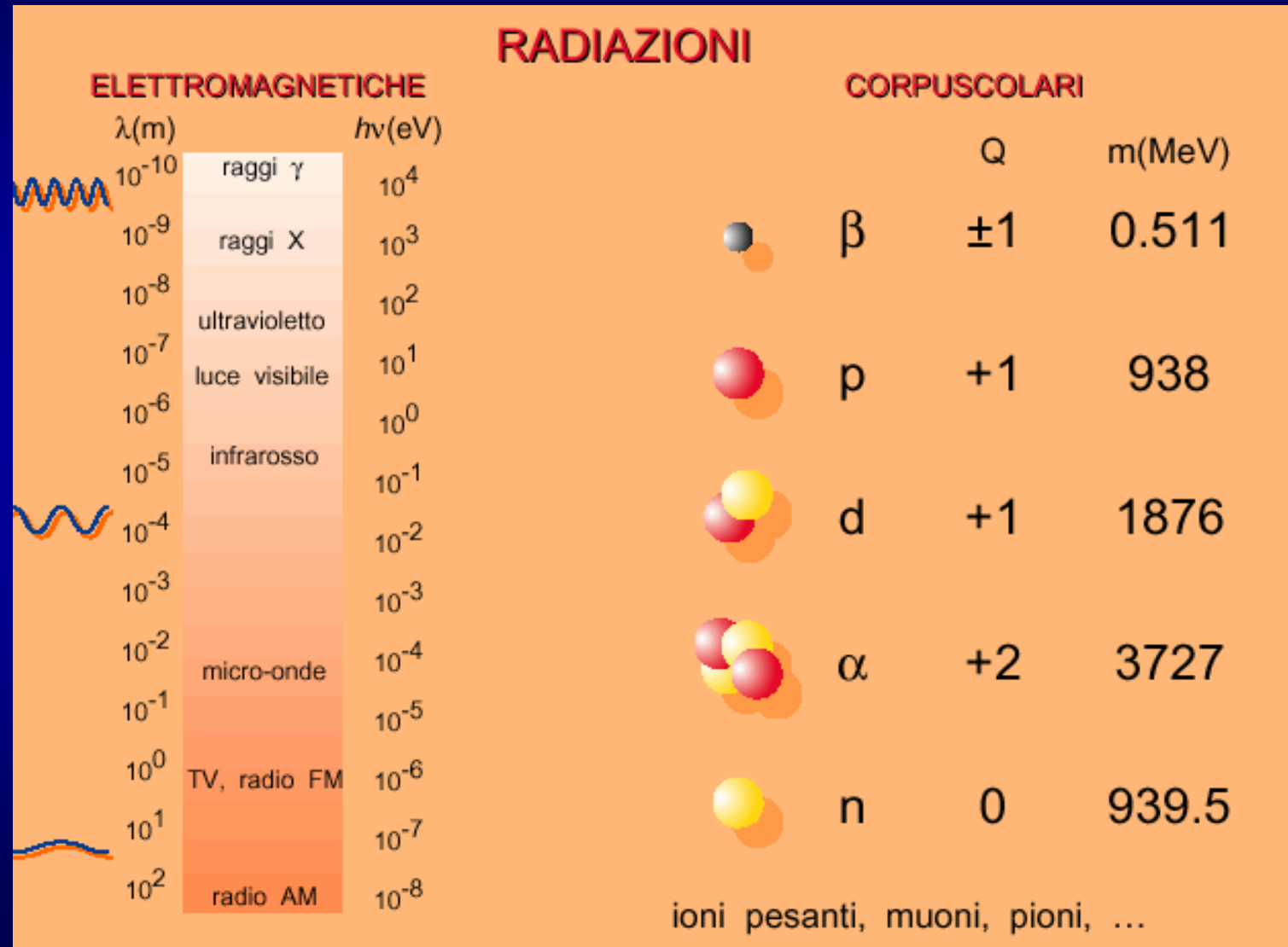
termine generalmente usato per descrivere fenomeni fisici apparentemente assai diversi tra loro, quali l'emissione di luce da una lampada, di calore da una fiamma, di particelle elementari da una sorgente radioattiva, etc.



trasporto di energia nello spazio



# Radiazioni



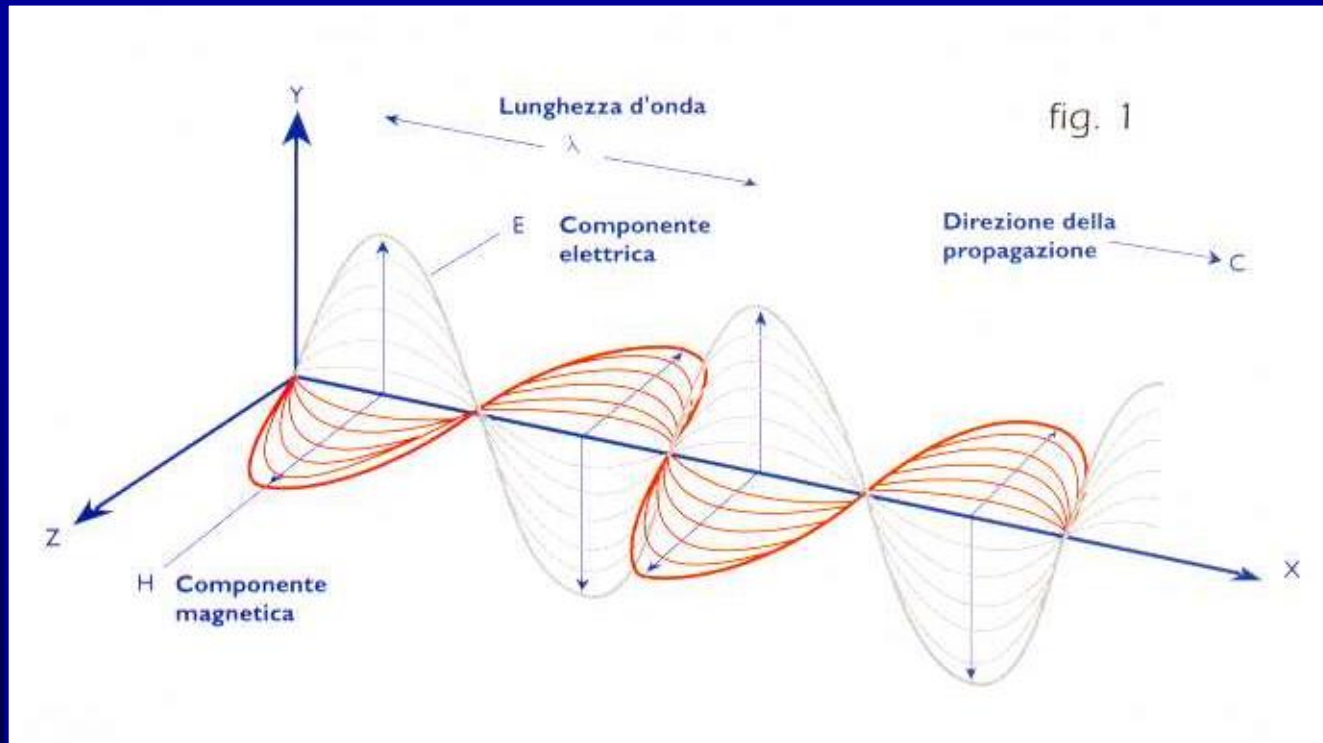
# Radiazioni elettromagnetiche ionizzanti e non ionizzanti



# Radiazioni elettromagnetiche

**Radiazione:** Propagazione di energia attraverso lo spazio in forma di onde o particelle

**Radiazione elettromagnetica:** Sistema di onde di energia elettrica e magnetica tra loro ortogonali che si propagano insieme nello spazio alla velocità della luce



# Onde elettromagnetiche

Una carica elettrica che oscilla genera un campo elettrico  $E$  che oscilla e a questo è associato un campo magnetico  $H$  anch'esso oscillante.

I due campi si propagano mantenendo direzioni di oscillazione perpendicolari l'uno all'altro e perpendicolari alla direzione di propagazione

- *campo elettrico* ( $E$ )
- *campo magnetico* ( $H$ )

si propagano insieme alla *velocità della luce*  $c = 300.000 \text{ km/s}$

sono caratterizzate da:

- *frequenza* ( $\nu$ ) numero di oscillazioni per unità di tempo. Misurata in Hertz (1 Hz = 1 ciclo al secondo);
- *lunghezza d'onda* ( $\lambda = c/\nu$ ) distanza percorsa dall'onda in un ciclo
- *Energia* ( $E = h \nu$ ) dove  $h$  è la costante di Planck =  $6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$



# Onda elettromagnetica

## CAMPI ELETTRICI

- sono prodotti dalle cariche elettriche
- la loro intensità si misura in  $V/m$
- l'intensità dei campi elettrici è massima vicino alla sorgente e diminuisce con la distanza
- possono essere schermati da alcuni comuni materiali (legno, metallo).

## CAMPI MAGNETICI

- sono prodotti dalle cariche elettriche in movimento
- La loro intensità si misura in  $Ampere\ al\ metro\ (A/m)$  o in  $Tesla\ (T)$
- I campi magnetici sono massimi vicino alla sorgente e diminuiscono con la distanza
- Non vengono schermati dalla maggior parte dei materiali di uso comune



# Lo spettro delle onde elettromagnetiche

| Denominazione                |  | Sigla                            | Frequenza    | Lunghezza d'onda  |
|------------------------------|--|----------------------------------|--------------|-------------------|
| Frequenze estremamente basse |  | ELF<br>(extremely low frequency) | 0-3 kHz      | $\infty$ - 100 km |
| Frequenze bassissime         |  | VLF<br>(very low frequency)      | 3-30 kHz     | 100-10 km         |
| Radio frequenze<br>(RF)      | Frequenze basse<br>( onde lunghe)      | LF<br>(low frequency)            | 30 - 300 kHz | 10-1 km           |
|                              | Medie frequenze<br>(onde medie)        | MF (medium frequency)            | 300kHz-3 MHz | 1km-100m          |
|                              | Alte frequenze                         | HF (high frequency)              | 3-30 MHz     | 100-10m           |
|                              | Frequenze altissime<br>(onde metriche) | VHF (very high frequency)        | 30- 300 MHz  | 10-1m             |
| Microonde<br>(MO)            | Onde decimetriche                      | UHF (ultra high frequency)       | 300MHz-3GHz  | 1m-10cm           |
|                              | Onde centimetriche                     | SHF (super high frequency)       | 3-30GHz      | 10-1cm            |
|                              | Onde millimetriche                     | EHF (extremely high frequency)   | 30-300GHz    | 1cm-1mm           |
| Infrarosso                   |  | IR (infra red)                   | 0.3-385THz   | 1000-0.78mm       |
| Luce visibile                |  |                                  | 385-750THz   | 780-400nm         |
| ultravioletto                |  | UV (ultra violet)                | 750-3000THz  | 400-100nm         |
| Radiazioni ionizzanti        |  | (X, gamma)                       | >3000THz     | <100nm            |

# Radiazioni elettromagnetiche

***Radiazioni elettromagnetiche non ionizzanti (NIR):*** Radiazioni e.m. la cui energia non è sufficiente ad estrarre elettroni da un atomo o da una molecola (fenomeno della ionizzazione)

***Radiazioni ionizzanti:*** raggi X, raggi  $\gamma$  che hanno una frequenza  $>3000$  THz ( $\lambda < 100$  nm). I raggi X e gamma sono radiazioni elettromagnetiche a piccolissima lunghezza d'onda; essi si differenziano per la diversa origine. Infatti i raggi X sono fotoni che vengono generati nei fenomeni di riassetamento dei livelli elettronici dell'atomo; i raggi gamma si formano invece dai fenomeni di riassetamento del nucleo.

***Effetti chimici e biologici delle radiazioni:*** Le radiazioni determinano la formazione di radicali liberi. Inoltre, la ionizzazione che avviene all'interno della cellula può causare un danno diretto al DNA nel nucleo della cellula stessa.

Per questi motivi le radiazioni ionizzanti sono cancerogene.

## Radiazione ottica (non ionizzante)

- IR (radiazione infrarossa): frequenza compresa tra 300 e 385000 GHz ( $\lambda = 1 \text{ mm}-780 \text{ nm}$ )
- Luce visibile: frequenza compresa tra 385000 e 750000 GHz ( $\lambda = 780-400 \text{ nm}$ )
- UV (radiazione ultravioletta); frequenza compresa tra 750 e 3000THz ( $\lambda = 400 - 100 \text{ nm}$ )



### *Radiazione infrarossa*

È quella parte dello spettro elettromagnetico che si trova tra le microonde e il prolungamento del visibile dalla parte del rosso ( $0.8 \mu\text{m}$ ), prende il nome di radiazione infrarossa (IR); vengono applicate in astronomia, in medicina e apparecchiature di uso domestico (telecomandi, antifurto).

### *Luce visibile*

È l'intervallo di frequenze che può essere percepito dall'occhio umano. Al variare della frequenza all'interno dello spettro luminoso, varia il modo con cui queste vengono percepite dall'occhio umano: questo fenomeno origina i diversi colori quali il violetto, il blu, il verde, il giallo, l'arancione, il rosso.

### *Radiazione ultravioletta*

È quella parte dello spettro elettromagnetico che si trova tra il visibile e i raggi X. La principale sorgente è il Sole.

La radiazione ultravioletta è cancerogena (tumori della pelle).

## Sorgenti ambientali dei campi elettromagnetici non ionizzanti non ottici

| Banda di frequenza                      | Sorgente  | Tipo di emissione         | Tipo di esposizione | Campi emessi             | Zona di misura   |
|---|---|---------------------------|---------------------|--------------------------|------------------|
| Basse frequenze<br>Fino a 3kHz          | Produzione, trasporto e distribuzione delle energia elettrica | accidentale               | Outdoor             | Elettrico e magnetico    | Campi reattivi   |
|   | Utilizzo dell'energia elettrica                               |                           | Indoor              | magnetico                |                  |
|   | Varchi magnetici  | Intenzionale localizzata  |                     |                          |                  |
| Frequenze intermedie<br>Da 3kHz a 3 MHz | Sistemi domestici per la cottura ad induzione magnetica       | Intenzionale localizzata  | Indoor              | magnetico                | Campi reattivi   |
|   | Varchi magnetici  |                           |                     |                          |                  |
|   | Emittenti radiofoniche ad onde medie                          | Intenzionale a diffusione | Outdoor             | Elettrico e magnetico    |                  |
| Alte frequenze<br>oltre 3 MHz           | Varchi magnetici  | Intenzionale localizzata  | Indoor              | Magnetico (ed elettrico) | Campi reattivi   |
|   | Emittenti radiofoniche a modulazione di frequenza             | Intenzionale a diffusione | Outdoor             | Elettromagnetico         | Campi radiattivi |
|   | Emittenti televisive VHF e UHF                                |                           |                     |                          |                  |
|   | Stazioni radiobase per la telefonia cellulare                 |                           |                     |                          |                  |
|   | Ponti radio   | Intenzionale focalizzata  |                     |                          |                  |
|   | Radioaiuti alla navigazione aerea (radar, radiofari)          |                           |                     |                          |                  |

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI E CAMPI MAGNETICI

➤ EFFETTI

➤ NORMATIVA

➤ SICUREZZA IN RM

# EFFETTI DIRETTI DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI (CEM)

L' interazione dei CEM con la materia biologica produce due effetti accertati:

- induzione di correnti nei tessuti elettricamente stimolabili
- cessione di energia con rialzo termico.

# EFFETTI DIRETTI DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI (CEM)

- Alle frequenze più basse e fino a circa 1 MHz, prevale l'induzione di correnti elettriche nei tessuti elettricamente stimolabili, come nervi e muscoli.
- Con l'aumentare della frequenza diventa sempre più significativa la cessione di energia nei tessuti attraverso il rapido movimento oscillatorio di ioni e molecole di acqua, con lo sviluppo di calore.
- A frequenze superiori a circa 10 MHz, l'effetto termico è l'unico a permanere, e al di sopra di 10 GHz, l'assorbimento è esclusivamente a carico della cute.

# Effetti acuti, graduati, con soglia di induzione

- Elettrici:
  - aritmie cardiache,
  - stimolazioni nervose e muscolari, ...
- Termici:
  - innalzamento della temperatura corporea di pochi gradi con la conseguente attivazione del sistema di termoregolazione
  - effetti da stress termico
  - fino a vere e proprie ustioni e necrosi da radiofrequenze.
  - Organi bersaglio: cristallino (cataratta) e testicoli (atrofia)



# Effetti indiretti dei CEM

- *correnti di contatto*: quando il corpo umano viene in contatto con un oggetto a diverso potenziale elettrico e possono indurre percezioni dolorose, contrazioni muscolari, ustioni;
- *accoppiamento* del CEM con dispositivi elettromedicali (compresi stimolatori cardiaci) e altri dispositivi impiantati o portati dal soggetto esposto.
- *rischio propulsivo* di oggetti ferromagnetici all'interno di intensi campi magnetici statici;
- *innesco* di elettrodetonatori e rischio incendio di materiali infiammabili per scintille provocate dalla presenza dei CEM nell'ambiente

# LA NORMATIVA

Il D.Lgs. 81/08 ha introdotto specifiche norme di tutela della salute per i lavoratori esposti a campi elettromagnetici (Titolo VIII "Agenti fisici ", Capo IV).

Fondamentalmente recepisce la direttiva europea 2004/40/CE (e le sue modifiche contenute nella direttiva europea 2008/46/CE) sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici).

Il Capo IV determina i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici (da 0 Hz a 300 GHz) durante il lavoro. Le disposizioni riguardano la protezione dai rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori dovuti agli effetti nocivi a breve termine conosciuti nel corpo umano derivanti dalla circolazione di correnti indotte e dall'assorbimento di energia, e da correnti di contatto. Il capo non riguarda la protezione da eventuali effetti a lungo termine e i rischi risultanti dal contatto con i conduttori in tensione.

I livelli non possono superare i valori limite contenuti nell'allegato XXXVI, lettera A, tabella 1° lettera B, tabella 2 (sono rispettivamente o il paragrafo i valori limite base e derivati da International Commission on Non Ionising Radiation Protection (ICNIRP) per i lavoratori)

# Campi magnetici

L'induzione magnetica misurata in Tesla (T)

|                                   |             |
|-----------------------------------|-------------|
| Campo magnetico terrestre :       | 0,000050 T  |
| Linee elettriche:                 | 0,000030 T  |
| Bottoni magnetici, braccialetti : | 0,000500 T  |
| Risonanza Magnetica:              | 0,5 – 3,0 T |

# Effetti dei campi magnetici sulla materia vivente

- **INDUZIONE MAGNETICA:** interazione con elettroliti in movimento , campi elettrici indotti e correnti (interazione con flusso sanguigno – la corrente nel nodo sino atriale per campi di 5T è il 10 % della corrente massima endogena, il movimento entro il campo genera correnti che sono responsabili di vertigine e nausea riscontrate su pazienti e volontari)
- **EFFETTI MAGNETO-MECCANICI:** orientamento magnetico, traslazione magneto-meccanica (molecole paramagnetiche subiscono una coppia di forze che le orienta in modo da minimizzare la loro energia libera
  - forze abbastanza piccole, per campi > 17 T è stata notata induzione di riorientazione dell'apparato mitotico (rane), campi statici dotati di gradiente producono traslazione delle sostanze dia e paramagnetiche.
  - con campi di 8 T notata riduzione del flusso del sangue superficiale nel ratto esposto
- **INTERAZIONE SPIN ELETTRONE:** modificazione “radical pair mechanism” (orientamento uccelli migratori)

# Radiazioni Ottiche Artificiali

## ROA

La protezione dalle esposizioni alle radiazioni ottiche sia incoerenti (*INFRAROSSO-IR, VISIBILE-VS, ULTRAVIOLETTUUV*) sia coerenti (*LASER*) costituisce un tema di notevole interesse e attualità e la valutazione del rischio professionale è un obbligo penalmente sanzionato dal D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81.

Esposizioni a radiazioni ottiche sono presenti in molte attività lavorative e richiedono (art.213-220) misure di tutela sia contro i rischi diretti per la salute dovuti agli effetti nocivi per gli “organi bersaglio” indicati dalla stessa normativa (l’occhio con possibili lesioni a cornea, cristallino, retina e la cute) con **danni sia deterministici che stocastici** sia contro i rischi indiretti per la sicurezza dovuti a possibili abbagliamenti/accecamenti temporanei, incendio ed esplosione innescati dalle sorgenti o dal fascio di radiazioni.

# Produzioni di ROA

- Le radiazioni ottiche possono essere prodotte sia da fonti *naturali* che *artificiali*.
- La sorgente naturale per eccellenza è il *sole* che, come è noto, emette in tutto lo spettro elettromagnetico.
- Le sorgenti artificiali, invece, possono essere di diversi tipi, a seconda del principale spettro di emissione e a seconda del tipo di fascio emesso (*coerente o incoerente*).
- Per quanto riguarda lo spettro di emissione, oltre all'ampia gamma di *lampade* per l'illuminazione che emettono principalmente nel *visibile*, esistono lampade ad *UVC* per la *sterilizzazione*, ad *UVB-UVA* per *l'abbronzatura* o la *fototerapia*, ad *UVA* per la *polimerizzazione* o ad *IRA-IRB* per il *riscaldamento*.

# Le applicazioni delle radiazioni ottiche artificiali sono numerose nella sanità, nell'industria e nella ricerca:

**UV:** operazioni di saldatura ad arco, saldatura/taglio al plasma, lampade per essiccazione di inchiostri/vernici, lampade per fotoindurimento di polimeri, fotoincisione, controlli difetti di fabbricazione, lampade germicide, lampade per uso medico (fototerapia dermatologica) e/o estetico (abbronzatura artificiale) e/o laboratorio;

**VS:** uso di lampade ad alogenuri metallici, al mercurio, luce pulsata intensa, sistemi LED, lampade "a luce diurna" per teatri di posa e studi fotografici, lampade scialitiche per sala operatoria e ambulatori medici;

**IR:** attività in vicinanza di forni di fusione di metalli e vetro, riscaldatori radianti, lampade per riscaldamento a incandescenza in cicli produttivi;

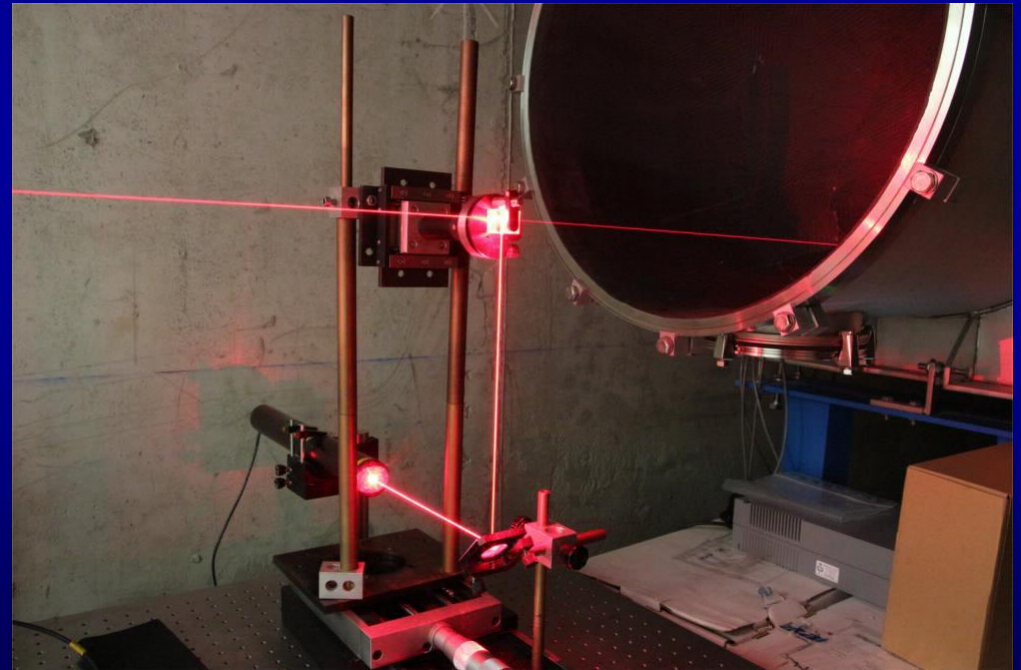
**LASER:** applicazioni mediche e odontoiatriche (microchirurgia/cicatrizzazioni) e mediche per uso estetico (sbiancamento denti) o solo estetico (epilazione), telecomunicazioni, informatica, lavorazioni di materiali (saldatura, taglio, incisione, marcatura), metrologia e misure, beni di consumo (stampanti, lettori CD, lettori di codici a barre, rivelatori di presenza), fibre ottiche, intrattenimento (discoteche, concerti, giochi di luce), laboratori di ricerca, restauro e pulitura di opere d'arte e manufatti, ecc.

# Danni da ROA

| RADIAZIONE OTTICA    | OCCHIO  | CUTE  |
|----------------------|---|---|
| <b>ULTRAVIOLETTO</b> | Fotocheratocongiuntivite (UVB-UVC),<br>Cataratta fotochimica (UVB)                          | Eritema (UVB-UVC),<br>Sensibilizzazione (UVAUVB),<br>Fotoinvecchiamento (UVC-UVB-UVA),<br>Cancerogenesi (UVB-UVA) |
| <b>VISIBILE</b>      | Fotoretinite (in particolare da luce blu, 380-550 nm)                                       | Fotodermatosi   |
| <b>INFRAROSSO</b>    | Ustioni corneali (IRC-IRB),<br>Cataratta termica (IRB-IRA),<br>Danno termico retinico (IRA) | Vasodilatazione,<br>Eritema,<br>Ustioni   |



# SICUREZZA LASER



# Definizione

Il **laser** (L.A.S.E.R. → Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation), è un dispositivo in grado di emettere un fascio di luce coerente, monocromatica e, con alcune eccezioni, concentrata in un raggio rettilineo estremamente collimato attraverso il processo di emissione stimolata. Inoltre la luminosità (brillanza) delle sorgenti laser è elevatissima a paragone di quella delle sorgenti luminose tradizionali. Queste tre proprietà (**coerenza, monocromaticità e alta brillantezza**) sono alla base del vasto ventaglio di applicazioni che i dispositivi laser hanno avuto e continuano ad avere nei campi più disparati: l'elevatissima brillantezza, data dal concentrare una grande potenza in un'area molto piccola, permette ai laser il taglio, l'incisione e la saldatura di metalli; la monocromaticità e coerenza li rende ottimi strumenti di misura di distanze, spostamenti e velocità anche piccolissimi, dell'ordine del millesimo di millimetro; sempre la monocromaticità li rende adatti a trasportare informazioni nelle fibre ottiche o nello spazio libero anche per lunghe distanze come avviene nelle comunicazioni ottiche.

# Caratteristiche della radiazione Laser

**Direzionalità:** Al contrario delle sorgenti elettromagnetiche tradizionali il laser permette di emettere la radiazione in un'unica direzione. Più precisamente l'angolo solido sotteso da un fascio laser è estremamente piccolo;

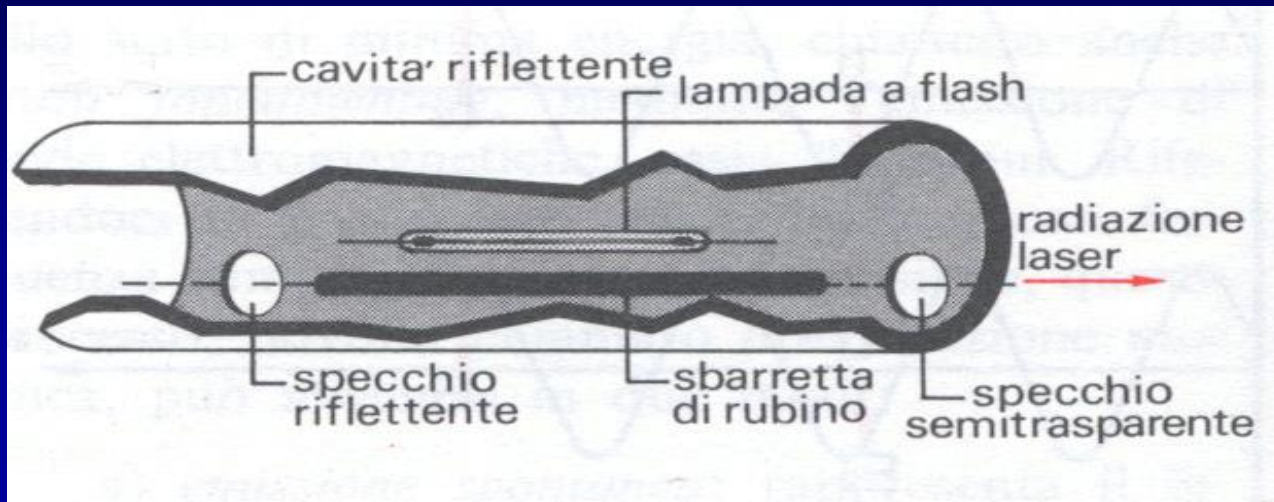
**Monocromaticità:** L'allargamento della banda di emissione è dato dalla larghezza naturale e dall'effetto Doppler (che può essere eliminato o comunque contenuto parecchio).

**Brillanza:** Nei laser la quantità di energia emessa per unità di angolo solido è incomparabilmente più elevata rispetto alle sorgenti tradizionali. In particolare è elevato il numero di fotoni per unità di frequenza. Questa caratteristica è diretta conseguenza delle due precedentemente citate.

**Coerenza:** Mentre nell'emissione spontanea ogni fotone viene emesso in maniera casuale rispetto agli altri, nell'emissione stimolata ogni fotone ha la stessa fase del fotone che ha indotto l'emissione. La fase viene quindi mantenuta nel tempo e nello spazio.

**Impulsi ultra-brevi:** Con diverse tecniche è possibile costruire laser che emettano pacchetti di onde estremamente stretti nel dominio del tempo, attualmente si è giunti allo sviluppo di impulsi dell'ordine del femtosecondo

# DISPOSITIVO LASER



# PRINCIPALI TIPI DI LASER

I diversi tipi di laser si distinguono per consuetudine in base allo stato di aggregazione del materiale attivo. Si hanno così:

- laser a stato solido, a cristalli e vetri o a semiconduttori
- laser a liquidi
- laser a gas (ulteriormente suddivisi in laser ad atomi neutri, laser a ioni, laser molecolari, laser ad eccimeri (dimeri eccitati) e laser ad elettroni liberi).

# PRINCIPALI APPLICAZIONI DEI LASER

## Lavorazioni di materiali

- Foratura, taglio, saldatura, trattamenti termici, etc.

## Misure industriali, civili ed ambientali

- *Settore industriale:* interferometri laser per metrologia, misuratori di diametri di fili, granulometri, rugosimetri sistemi di rilievo di campi di deformazione.
- *Settore civile:* sistemi laser di allineamento livelle laser, telemetri topografici.
- *Settore ambientale:* rilevatori di inquinamento.
- *Settore della presentazione:* laser per la visualizzazione di ologrammi, pointer laser per conferenze, sistemi laser per la didattica.
- *Settore giochi di luce:* laser per effetti speciali in discoteche, mostre spettacoli all'aperto e simili.
- *Settore beni durevoli:* lettori al laser di codici a barre, lettori di compact disk, stampanti laser e simili.



# PRINCIPALI APPLICAZIONI DEI LASER

## Telecomunicazioni e fibre ottiche

- Sorgenti laser a semiconduttore per applicazioni, tramite fibra ottica, nella trasmissione ed elaborazione ottica di dati.

## Applicazioni mediche

- Applicazioni dei laser in *Oftalmologia*
- Applicazioni cliniche dei laser in *Chirurgia Generale*
- Applicazioni cliniche dei laser in *Chirurgia con microscopio operatorio*
- Applicazioni cliniche dei laser in *Chirurgia Endoscopica*

## Applicazioni nei laboratori di ricerca

- Ottica non lineare
- Spettroscopia lineare e non lineare
- Interazione radiazione materia

# Norma CEI EN 60825-1 / 2007:

## CLASSIFICAZIONE DEI LASER

| CLASSE | DESCRIZIONE  | RISCHIO   |
|--------|--|-----------|
| 1      | Laser sicuri nelle condizioni di funzionamento, compreso l'impiego di strumenti ottici per la visione diretta  | Assente   |
| 1M     | Laser sicuri nelle condizioni di funzionamento, ma che possono essere pericolosi in caso di impiego di strumenti ottici per la visione diretta   | Basso     |
| 2      | Laser che emettono radiazioni visibili; la protezione dell'occhio è normalmente assicurata dalle reazioni di difesa nelle condizioni di funzionamento, compreso l'impiego di strumenti ottici per la visione diretta | Moderato  |
| 2M     | Laser che emettono radiazioni visibili; la protezione dell'occhio è normalmente assicurata dalle reazioni di difesa nelle condizioni di funzionamento, ma non in particolari condizioni                              | Moderato  |
| 3R     | Laser che emettono radiazioni tra 302,5nm e 1mm; la visione diretta del fascio è potenzialmente pericolosa, ma il rischio è inferiore a quello dei laser di classe 3B  | Alto      |
| 3B     | Laser normalmente pericolosi in caso di visione diretta del fascio; le riflessioni diffuse sono normalmente sicure   | Alto      |
| 4      | Laser in grado di produrre riflessioni diffuse pericolose  | Rilevante |



# Classificazione

**Classe 1:** laser a *bassa potenza sicuri* nelle condizioni di funzionamento ragionevolmente prevedibili, compreso l'impiego di strumenti ottici per la visione diretta del fascio.

**Classe 1M:** laser a *bassa potenza* che emettono radiazione nell'intervallo di lunghezze d'onda tra *302,5 nm e 400 nm*, sicuri nelle condizioni di funzionamento ragionevolmente prevedibili, ma che possono essere *pericolosi se l'utilizzatore impiega ottiche* (lenti di ingrandimento, binoculari, etc.) all'interno del fascio.

**Classe 2:** laser a *bassa potenza* che emettono radiazione visibile nell'intervallo di lunghezze d'onda tra *400 nm e 700 nm*, in cui la protezione dell'occhio è normalmente assicurata dalle reazioni di difesa, compreso il *riflesso palpebrale*. Questa reazione può essere prevista per fornire una *protezione adeguata* nelle condizioni di funzionamento ragionevolmente prevedibili, *compreso l'impiego di strumenti ottici* per la visione diretta del fascio.

**Classe 2M:** laser a *bassa potenza* che emettono radiazione visibile nell'intervallo di lunghezze d'onda tra *400 nm e 700 nm*, in cui la protezione dell'occhio è normalmente assicurata dalle reazioni di difesa compreso il riflesso palpebrale. Tuttavia l'osservazione dell'emissione può risultare *pericolosa se, all'interno del fascio, l'utilizzatore impiega ottiche* (lenti di ingrandimento, binoculari, ecc...).

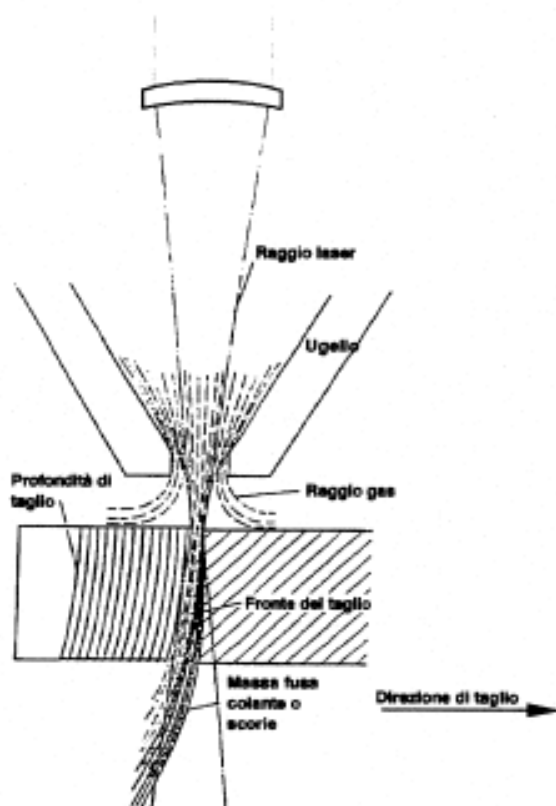
# Classificazione

**Classe 3R:** laser con *potenza continua inferiore a 5 mW* che emettono radiazione nell'intervallo di lunghezze d'onda compreso tra *302,5 nm e 106 nm*, in cui la visione diretta del fascio, o di sue riflessioni speculari, è *potenzialmente pericolosa con o senza strumenti ottici* (il rischio è inferiore a quello dei laser di classe 3B).

**Classe 3B:** laser con *potenza da 5 fino a 500 mW* che emettono *radiazione visibile e invisibile*. Sono *pericolosi* sia in caso di visione diretta che riflessa del fascio e possono causare *danni all'occhio* non protetto anche per esposizioni brevissime. *L'utilizzo* di questi laser deve avvenire *solo in zone controllate da operatori specializzati*.

**Classe 4:** laser con *potenza superiore a 500 mW* che emettono radiazione *visibile e invisibile*, in grado di *causare danni a un occhio* sia tramite il fascio diretto che tramite riflessioni speculari e diffuse. Possono causare *lesioni alla pelle* e potrebbero anche costituire un *pericolo di incendio*. Il loro *uso richiede estrema cautela e prevede l'utilizzo in ambienti protetti*.

La pericolosità di un laser è una conseguenza della sua capacità di concentrare grandi quantità di energia

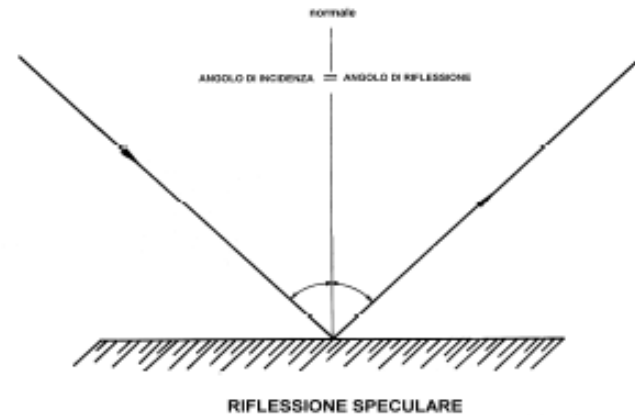
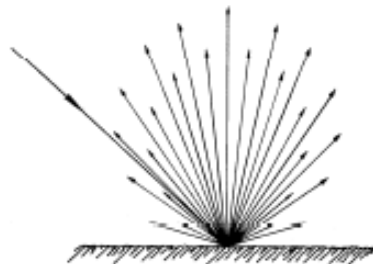
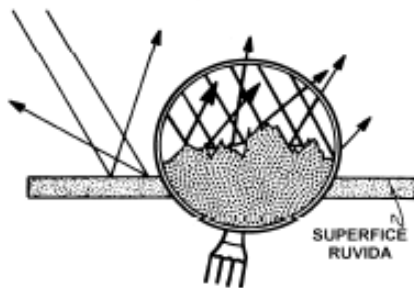
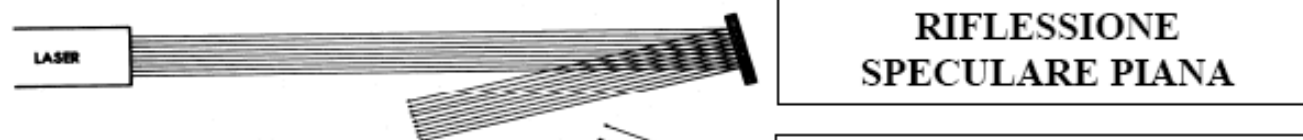
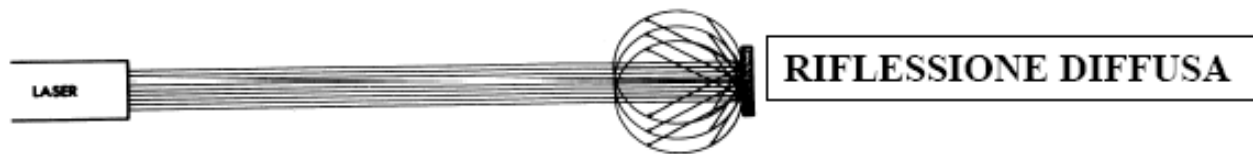


2000 W concentrati su una superficie circolare di diametro 0.2 mm

$$E = 64.000.000.000 \text{ W/m}^2$$

$$E = 64E+9 \text{ W/m}^2$$

...energia che può essere riflessa e propagarsi in ambiente



# EFFETTI BIOLOGICI DELLA RADIAZIONE LASER

- L'occhio, rappresenta l'organo "critico" per eccellenza. A seconda della radiazione ottica (ultravioletto 100-400nm, visibile 400-760 nm, infrarosso 760-1mm) e dell'intensità di dose si possono avere diversi tipi di danno a carico di questo organo quali: **danni retinici di natura fotochimica, alterazioni retiniche caratterizzate da piccoli addensamenti di pigmento, discromie, effetti catarattogeni di origine fotochimica e termica, fotocheratocongiuntivite, ustioni corneali.**
- Di minore importanza è l'eventuale danno a carico della cute e i più comuni sono: **eritemi, ustioni cutanee, superficiali e profonde**, la cui gravità sarà in rapporto, oltre che all'energia calorica incidente, al grado di pigmentazione, all'efficienza dei fenomeni locali di termoregolazione, alla capacità di penetrazione nei vari strati delle radiazioni incidenti. Laser di potenza notevolmente elevata possono danneggiare seriamente anche gli organi interni.

# RISCHI COLLATERALI NEL FUNZIONAMENTO DEI LASER

## *Contaminazione ambientale*

- a) **materiale bersaglio vaporizzato** e prodotti provenienti da operazioni di taglio, perforatura e saldatura
- b) **gas provenienti da sistemi laser** flussati a gas o da sottoprodotti di reazioni laser (bromo, cloro, acido cianidrico, etc.)
- c) **gas o vapori da criogenici** (azoto, idrogeno ed elio allo stato liquido)
- d) **coloranti** (p. es. cianina) e relativi solventi (dimetilsolfossido )
- e) **policlorodifenili** (condensatori e trasformatori)

## *Radiazioni ottiche collaterali (non da luce laser)*

- a) radiazioni UV provenienti da lampade flash e da tubi di scarica dei laser in continua (ottiche al quarzo)
- b) radiazioni nel visibile e nell'IR emesse da tubi del flash, da sorgenti di pompaggio ottico e da reirradiazione emessa dai bersagli

## *Elettricità*

- a) maggior parte dei laser ad alto voltaggio (>1KV)
- b) banchi di condensatori per laser pulsati

## *Radiazioni ionizzanti*

- a) emissione di raggi X da tubi elettronici con voltaggi all'anodo maggiori di 5 KV

# RISCHI COLLATERALI NEL FUNZIONAMENTO DEI LASER

## *Refrigeranti criogenici*

- a) ustioni da freddo
- b) esplosione (gas a pressione)
- c) incendio
- d) asfissia (condensazione dell'ossigeno atmosferico)
- e) intossicazione (CO<sub>2</sub>, f)

## *Esplosioni*

- a) banco dei condensatori o sistema di pompaggio ottico (laser di alta potenza)
- b) reazioni esplosive di reagenti nei laser chimici o di altri gas usati nel laboratorio

## *Incendio*

- a) fasci laser di energia elevata
- b) apparati elettrici

## *Rumore*

- a) condensatori di laser pulsati di potenza molto elevata
- b) interazioni con il bersaglio

# MISURE DI SICUREZZA, RISCHI, PROCEDURE E CONTROLLO DEI RISCHI

Nei laboratori dove si usano laser di classe **superiore alla Classe 3 A**, l'utilizzatore deve servirsi della consulenza specialistica di un:

*Tecnico Laser con competenze specifiche relative ai problemi di sicurezza (TSL)*

Per la verifica del rispetto della Normativa corrispondente (CEI 1384 G – CT-76 del CEI Guida E) e per l'adozione delle necessarie misure di prevenzione.



# Tecnico di Sicurezza Laser

In conformità alla Normativa Europea CEI EN 60825-1, "... Per installazioni dove sono messi in opera laser di CLASSE 3B e 4, l'utilizzatore deve servirsi della consulenza specialistica di un tecnico di sicurezza laser (TSL) con competenza specifiche relative ai problemi di sicurezza per la verifica del rispetto della Normativa vigente e per l'adozione delle necessarie misure di prevenzione..."

I compiti specifici del T.S.L. sono i seguenti:

- affiancare, in qualità di consulente, la Direzione Aziendale committente nella programmazione e gestione della sicurezza laser in conformità alle Leggi e Normative vigenti
- effettuare l'analisi di conformità
- verificare l'avvenuta rimozione di eventuali cause di non conformità riscontrate
- emettere il "Piano di Sicurezza Laser" per apparecchiature (o aree) laser allestite presso l'Azienda
- effettuare supervisione periodica delle condizioni di esercizio in sicurezza delle apparecchiature laser
- fornire indicazioni circa l'attività dei Comitati Normatori Nazionali ed Internazionali al fine di consentire all'Azienda un rapido recepimento di nuove norme o aggiornamenti
- presenziare, su richiesta dell'Azienda, ad eventuali riunioni o ispezioni delle ASL competenti in materia
- attività di consulenza generale in materia di sicurezza laser.
- organizzare ed effettuare presso l'Azienda seminari di formazione e aggiornamento alla sicurezza laser.

# Misure di sicurezza

## *DPC (Dispositivi di Protezione Collettiva)*

### *Protezione sulla sorgente*

- Segnali di avvertimento
- Schermi protettivi
- Cartelli di avvertimento
- Connettore di blocco a distanza collocato a <5m dalla zona in cui si svolge l'attività
- Chiave di comando, per un utilizzo dell'apparecchio solo delle persone autorizzate

### *Protezione dal fascio laser*

- Arresto di fascio automatico in caso di radiazione eccedente i livelli prestabiliti
- Tragitto dei fasci su materiali con proprietà termiche e di riflessività adeguate e schermature
- Evitare assolutamente le riflessioni speculari

# Misure di sicurezza

## *DPI (Dispositivi di Protezione Individuale)*

### *Protezione degli occhi*

Un protettore oculare previsto per assicurare una protezione adeguata contro le radiazioni laser specifiche deve essere utilizzato in tutte le zone pericolose dove sono in funzione laser della classe 3 e 4.

La scelta dell'occhiale di protezione laser più appropriato deve essere effettuata seguendo le indicazioni delle **norme EN 166, EN 207 e EN 208**. È necessario prestare la massima attenzione alla marcatura indelebile posta su ogni occhiale.

**Ad esempio:** D633L5 + DI700-1100L7 indica che l'occhiale garantisce protezione per il solo funzionamento continuo (D), alla lunghezza d'onda di 633 nm con densità ottica 5 e contemporaneamente nell'intervallo 700 nm 1100 nm sia in continuo che in impulsato (DI) con densità ottica pari a 7.

# Misure di sicurezza

I filtri per occhiali laser si distinguono in:

- **filtri in vetro** che offrono elevati livelli di protezione, ed ottima trasmittanza luminosa;
- **filtri in policarbonato** che sono più leggeri dei filtri in vetro, offrono buoni livelli di protezione e buona trasmittanza luminosa, sono utilizzabili con modelli di occhiali più ergonomici;
- **occhiali per laser di allineamento** che sono utilizzati per raggi laser a bassa potenza durante le operazioni di allineamento.



OCCHIALI ANTILASER  
MODELLO 526

Occhiale di nuovo design particolarmente leggero ed ergonomico. I filtri vengono forniti in funzione delle specifiche del tipo di laser utilizzato. Conformi alle norme: EN 207 - EN 208.



OCCHIALI ANTILASER  
MODELLO 705

Occhiale di sicurezza per attività ad alto rischio e di uso prolungato, perfettamente ergonomico e con molteplici possibilità di regolazione. I filtri vengono forniti in funzione delle specifiche del tipo di laser utilizzato. Conformi alle norme: EN 207 - EN 208

# Misure di sicurezza

## *Vestiti protettivi*

Da prevedere nel caso il personale sia sottoposto a livelli di radiazione che superano le EMP (esposizione massima permessa) per la pelle (i laser di classe 4 rappresentano un potenziale di pericolo di incendio e i vestiti di protezione devono essere fabbricati con materiali appositi).

## *Formazione*

I laser di classe 3 e 4 possono rappresentare un pericolo non solo per l'utilizzatore, ma anche per altre persone, anche a considerevole distanza. Il personale, quindi, che opera in questi ambienti deve avere adeguata preparazione al fine di rendere minimo il rischio professionale.

## *Sorveglianza medica*

Esami oculistici di preimpiego dovrebbero essere eseguiti limitatamente i lavoratori che utilizzano laser di Classe 3 e 4.

# PROTEZIONE PERSONALE

## Classe 1

- Utilizzo senza prescrizioni

## Classe 2

- Evitare una visione continua del fascio diretto
- Non dirigere il fascio laser deliberatamente sulle persone

## Classe 3 A

- Evitare l'uso di strumenti ottici quali binocoli o teodoliti
- Affiggere un segnale di avvertimento laser
- Allineamento laser tramite mezzi meccanici o elettronici
- Terminare il fascio laser in una zona esterna al luogo di lavoro o delimitare tale zona
- Fissare la quota del raggio laser molto al di sopra o al di sotto dell'altezza dell'occhio
- Evitare che il fascio laser sia diretto verso superfici riflettenti
- Immagazzinare il laser portatile non in uso in un luogo inaccessibile alle persone non autorizzate



# PROTEZIONE PERSONALE

## Classe 3 B

Può causare danni a un occhio non protetto.

Valgono le precauzione della classe 3 A e inoltre

- Funzionamento solo in zone controllate dagli operatori
- Evitare assolutamente riflessioni speculari
- Far terminare il fascio su un materiale atto a disperdere calore e riflessione
- Indossare le protezioni oculari



## Classe 4

Causa danni all'occhio sia tramite il fascio diretto, riflessioni speculari e diffuse. Potenziale pericolo di incendio. **Valgono le precauzione della classe 3 B e inoltre**

- Tragitti dei fasci protetti da un riparo
- Durante il funzionamento presenza solo di personale tecnico unito di protettori oculari e idonei vestiti protettivi
- Per evitare la presenza di personale sarebbe preferibile se fossero comandati a distanza
- Preferibili bersagli metallici non piani e adeguatamente raffreddati come coni e assorbitori
- Per evitare riflessioni indesiderate nella parte invisibile dello spettro per la radiazione laser situata nell'infrarosso lontano, il fascio e la zona di impatto dovrebbero essere avvolte da un materiale opaco per la lunghezza d'onda del laser

# SEGNALETICA



La presenza di laser all'interno di un laboratorio deve essere segnalata mediante **cartelli di segnalazione** appropriati posti in evidenza sull'apparecchiatura.

Apposite segnalazioni devono essere poste al di **fuori dell'area operativa**.

La segnalazione di **"ATTENZIONE"** deve essere utilizzata in tutti i cartelli associati ai laser di classe 2

La segnalazione di **"PERICOLO"** deve essere utilizzata in tutti i cartelli associati ai laser di classe 3 e 4



# SEGNALETICA

Il testo deve essere:



**classe 1:** apparecchio laser di classe 1 in accordo con la norma CEI 76-2

**classe 2:** radiazione laser - non fissare il fascio - apparecchio laser di classe 2 in accordo con la norma CEI 76-2



**classe 3A :** radiazione laser - non fissare il fascio né ad occhio nudo né tramite uno strumento ottico - apparecchio laser di classe 3A in accordo con la norma CEI 76-2

# SEGNALETICA



**classe 3B:** radiazione laser - evitare l'esposizione al fascio - apparecchio laser di classe 3B in accordo con la norma CEI 76-2

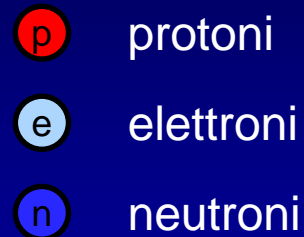
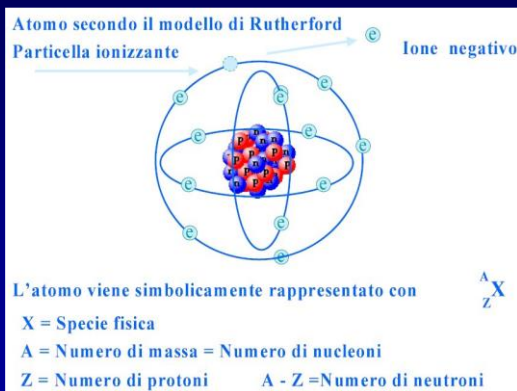


**classe 4 :** radiazione laser - evitare l'esposizione dell'occhio o della pelle alla radiazione diretta o diffusa - apparecchio laser di classe 4 in accordo con la norma CEI 76-2

# RADIAZIONI IONIZZANTI



# RADIAZIONI IONIZZANTI



“Ionizzare” un atomo significa strappare uno o più elettroni dalla propria orbita intorno al nucleo: l'atomo non è più neutro ma diventa carico positivamente e si chiama ione.

## ☢ Radiazioni direttamente ionizzanti

- ★ *particelle alfa* ( $\alpha$ ): due protoni e due neutroni
- ★ *particelle beta* ( $\beta^+$ ,  $\beta^-$ ): positroni ed elettroni
- ★ altre particelle cariche (*protoni, ioni, etc.*)

## ☢ Radiazioni indirettamente ionizzanti

- ★ elettromagnetiche: *raggi X, raggi  $\gamma$*
- ★ *neutroni*

# SORGENTI di RADIAZIONI IONIZZANTI

## *Sorgenti naturali*

- ✓ Nuclei radioattivi naturali
- ✓ Radiazione cosmica



## *Sorgenti artificiali*

- ✓ Radionuclidi artificiali
- ✓ Macchine radiogene
- ✓ Acceleratori di particelle
- ✓ Reattori nucleari
- ✓ .....

# Radiazioni da nuclei radioattivi

Gli atomi e i loro nuclei sono la principale sorgente di radiazioni sia elettromagnetiche che corpuscolari.



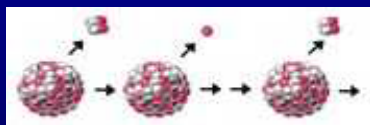
Numerosi elementi esistenti in natura contengono atomi i cui nuclei sono energeticamente instabili. Il ritorno alla stabilità avviene con emissione di radiazione corpuscolare e/o elettromagnetica

⇒ si parla di **decadimento radioattivo**.

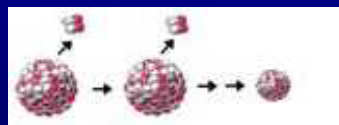
## Radionuclidi primordiali (radioattività naturale):

potassio 40 ( $^{40}\text{K}$ ), famiglie radioattive: uranio 238 ( $^{238}\text{U}$ ), torio 232 ( $^{232}\text{Th}$ )

↳ figli: radio 226 ( $^{226}\text{Ra}$ ), radon ( $^{222}\text{Rn}$ ), toron ( $^{220}\text{Rn}$ )



$\text{U}^{238}$  Prodotti di  
decadimento  $\text{Ra}^{226}$



$\text{Rn}^{222}$  Prodotti di  
decadimento  $\text{Pb}^{206}$

Es. gas RADON fa parte della famiglia radioattiva dell'Uranio 238.

# SORGENTI di RADIAZIONI IONIZZANTI

Si definisce *radioattività* la proprietà che hanno gli atomi di alcuni elementi di emettere spontaneamente radiazioni che possono essere di natura corpuscolare (*particelle alfa*, *particelle beta*) o elettromagnetica (*raggi gamma*, *raggi X*) e *ionizzanti*, cioè dotate di energia tale da poter ionizzare gli atomi con i quali vengono a contatto.

Il *becquerel* (simbolo **Bq**) è l'unità di misura del Sistema internazionale dell'attività di un radionuclide (spesso chiamata in modo non corretto radioattività), ed è definita come l'attività di un radionuclide che ha un decadimento al secondo. Dimensionalmente equivale a  $s^{-1}$ .

# Legge del decadimento radioattivo

Per ogni radionuclide deve trascorrere un tempo caratteristico (*tempo di dimezzamento*,  $T_{1/2}$ ) affinché il numero di nuclei radioattivi presenti si dimezzi.

Esempi:

iodio 131 ( $^{131}\text{I}$ ):  $T_{1/2} \sim 8$  giorni  
cobalto 60 ( $^{60}\text{Co}$ ):  $T_{1/2} \sim 5.3$  anni  
uranio 238 ( $^{238}\text{U}$ ):  $T_{1/2} \sim 4.5$  miliardi di anni



Si definisce *Attività* di un radionuclide il numero di disintegrazioni al secondo. Si misura in becquerel (Bq):  $1 \text{ Bq} = 1 \text{ dis/sec}$

[vecchia unita: curie (Ci).  $1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$ ]

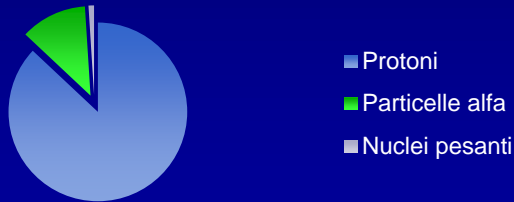
L'*Energia* delle radiazioni si misura in elettronvolt (eV) e nei suoi multipli (keV, MeV, ...):  $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ Joule}$



# Raggi Cosmici

“Bombardano” continuamente la terra

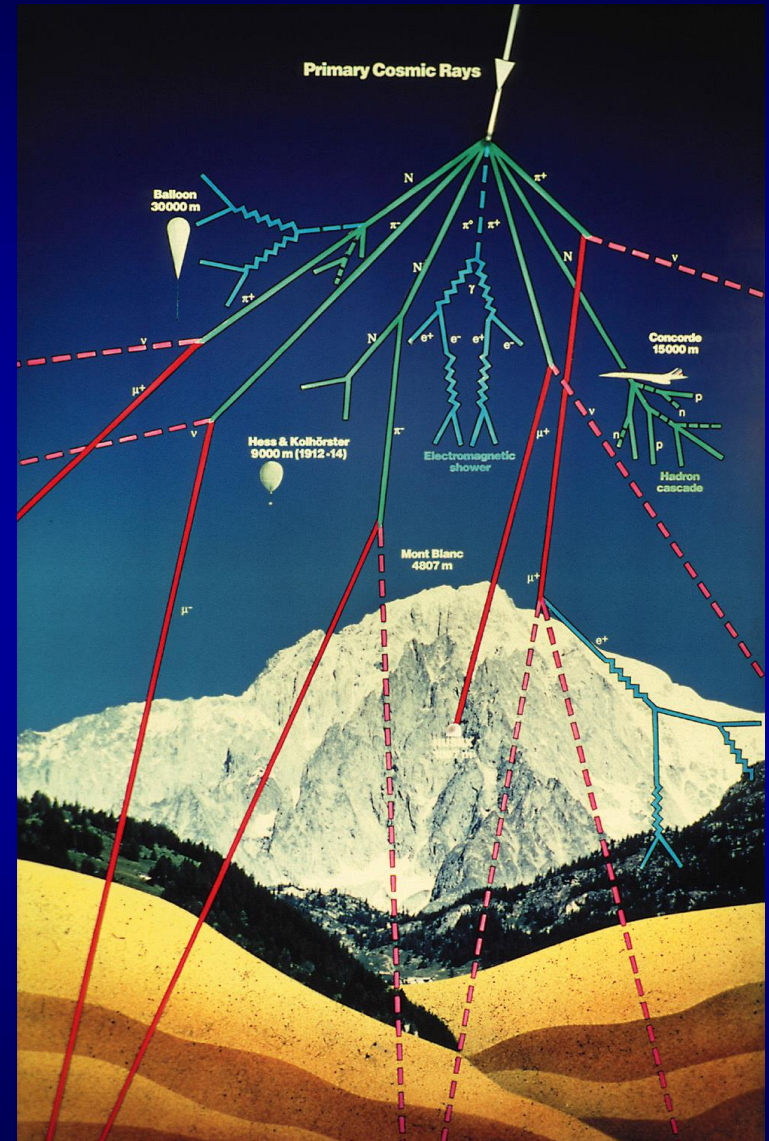
I raggi cosmici primari:



I raggi cosmici primari interagiscono con l'atmosfera terrestre dando luogo a sciame di particelle secondarie (raggi cosmici secondari), di varia natura e diversa energia, e a radionuclidi cosmogenici (per cattura di neutroni).

Flusso raggi cosmici secondari a terra:  
~ 130 muoni/m<sup>2</sup>/s

Radionuclidi cosmogenici:  
carbonio 14 (<sup>14</sup>C), trizio (<sup>3</sup>H)

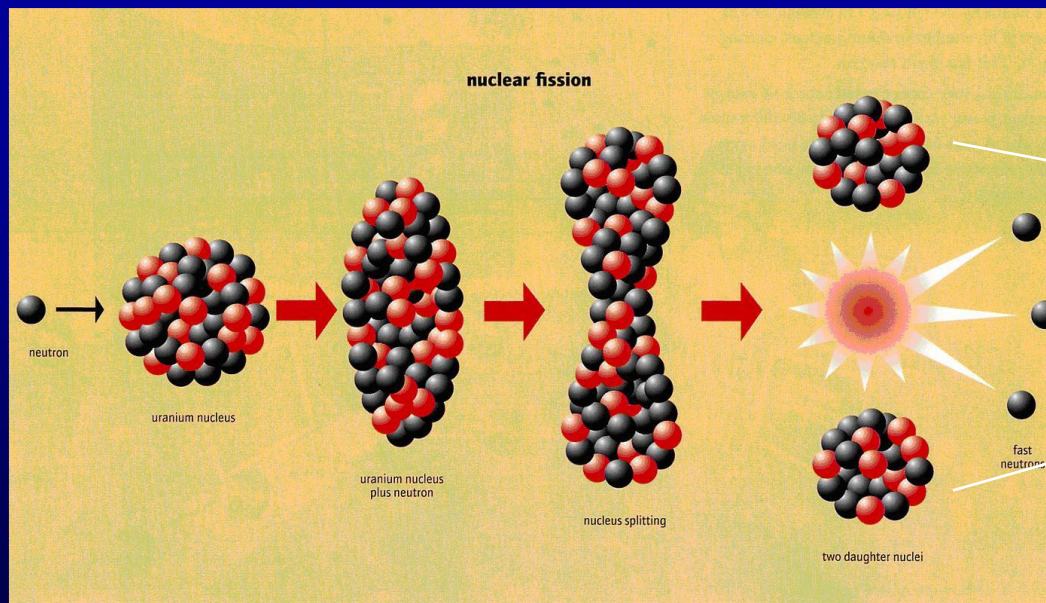


# Sorgenti artificiali di radiazioni ionizzanti

## *Radioattività artificiale*

Il fenomeno della radioattività può essere indotto artificialmente in nuclei stabili attraverso reazioni nucleari. Una reazione nucleare consiste nell'urto di una particella (protone, neutrone,  $\alpha$ ) con un nucleo della materia: il nucleo colpito assorbe la particella incidente ed in generale ne emette un'altra o più di una, restando modificato nella sua struttura (diventa radioattivo).

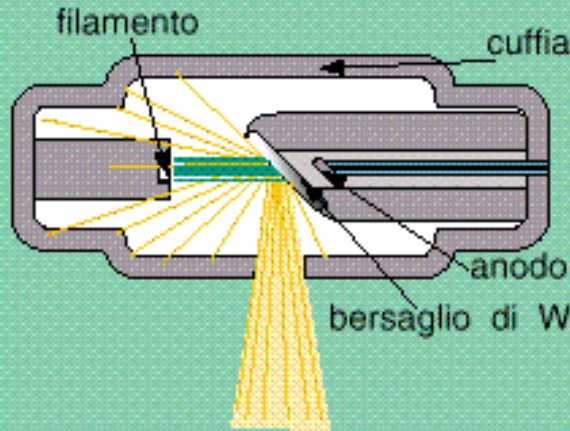
Esempio:



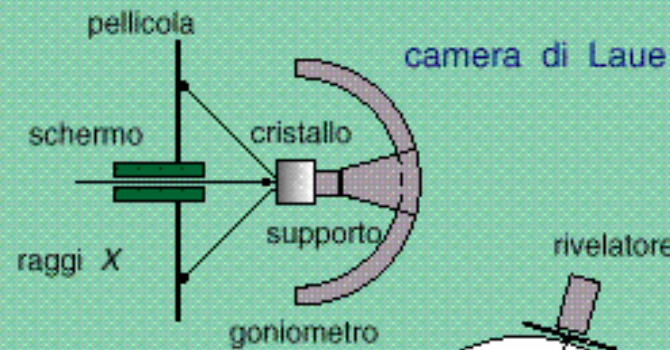
I prodotti di fissione sono altamente instabili (radioattivi)

# Sorgenti artificiali di radiazioni ionizzanti

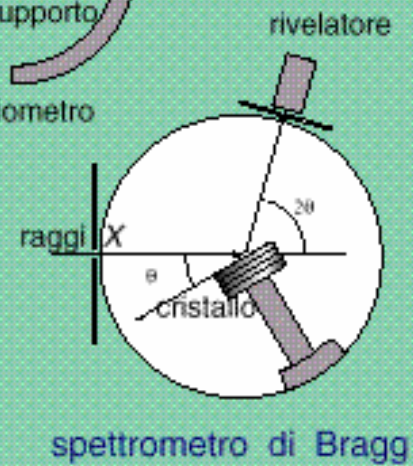
## PRODUZIONE DEI RAGGI X



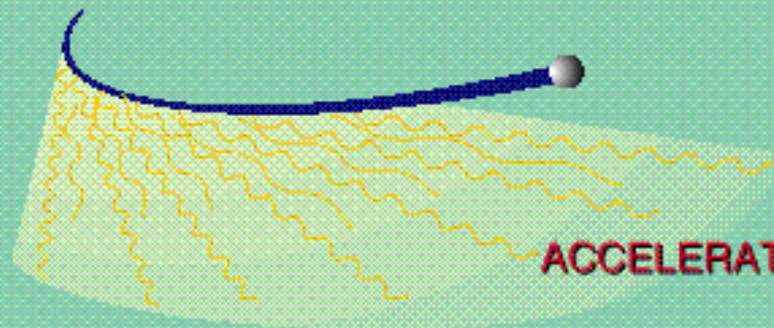
TUBO A RAGGI X



DIFRATTOMETRI



spettrometro di Bragg



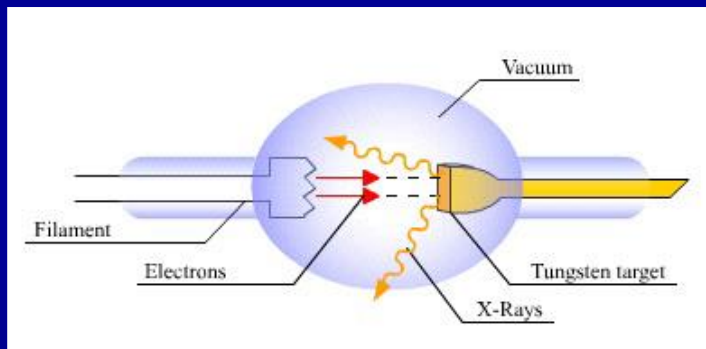
ACCELERATORI DI PARTICELLE



# Sorgenti artificiali di radiazioni ionizzanti

## Macchine radiogene

Sono apparecchiature in cui vengono accelerate particelle elementari che, interagendo su opportuni bersagli, producono fasci di radiazione (tubi a raggi X, acceleratori di particelle).



### Applicazioni industriali

- radiografie industriali
- rivelatori di incendio
- sterilizzazione
- misuratori di spessore
- .....

## Sorgenti Artificiali

### Applicazioni mediche

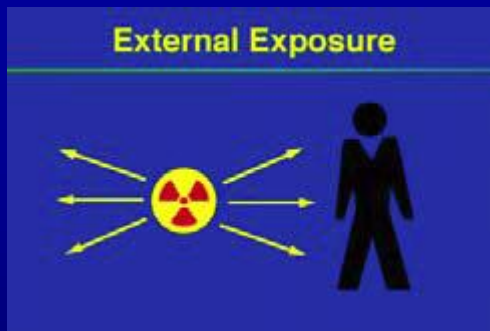
- radiografie, TAC
- PET
- radioterapia

# RADIAZIONI IONIZZANTI

Causano:

*Irradiazione esterna:* quando la sorgente di radiazioni ionizzanti resta all'esterno del corpo umano (macchine radiogene e sostanze radioattive in forma sigillata);

*Irradiazione interna (contaminazione):* può aversi quando si manipolano sostanze radioattive in forma non sigillata.

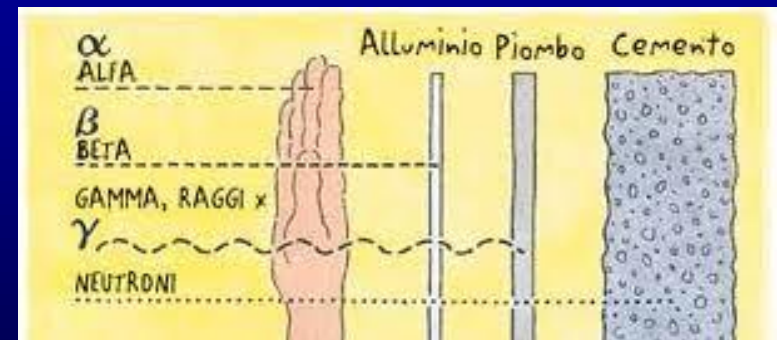
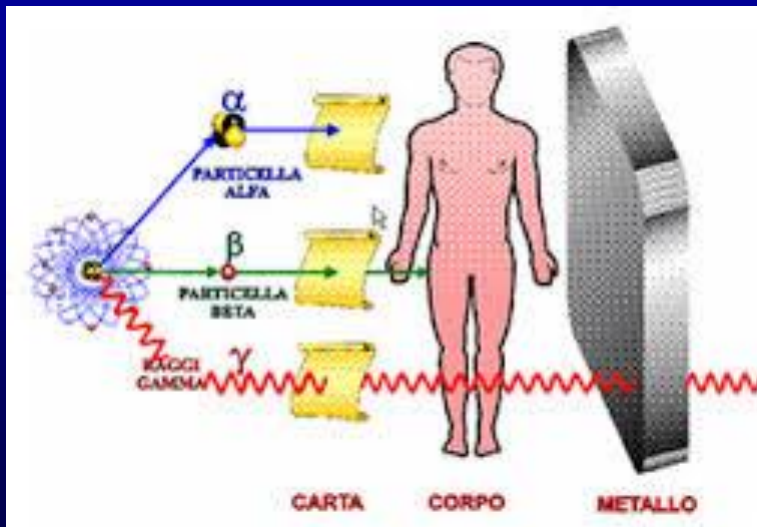


- **NOTA:** Sorgente sigillata: sorgente formata da materie radioattive solidamente incorporate in materie solide e di fatto inattive, o sigillate in un involucro inattivo che presenti una resistenza sufficiente per evitare, in condizioni normali di impiego, dispersione di materie radioattive superiore ai valori stabiliti dalle norme di buona tecnica applicabili.

# RADIAZIONI IONIZZANTI



## Capacità di penetrazione



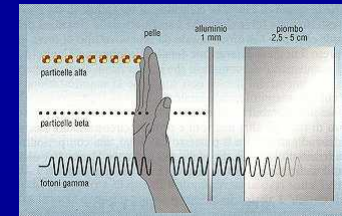
# RADIAZIONI IONIZZANTI

Per **linear energy transfer** (**LET** o in italiano **trasferimento lineare di energia**) si intende l'energia trasferita da una radiazione ionizzante ad un materiale.

L'unità di misura più utilizzata è il keV/  $\mu\text{m}$ , equivalente al valore numerico della carica fondamentale espresso in zC (cioè circa 160,2) pN. Più il valore del LET è alto, più la radiazione cede energia in un breve percorso. Pertanto, una radiazione ad alto LET comporterà un maggiore danno biologico ma una minima capacità penetrativa poiché ha perso gran parte dell'energia in un breve percorso.

Il **LET** è definito come il modulo del gradiente dell'energia cinetica residua della radiazione primaria:

$$F = -|\nabla E|$$



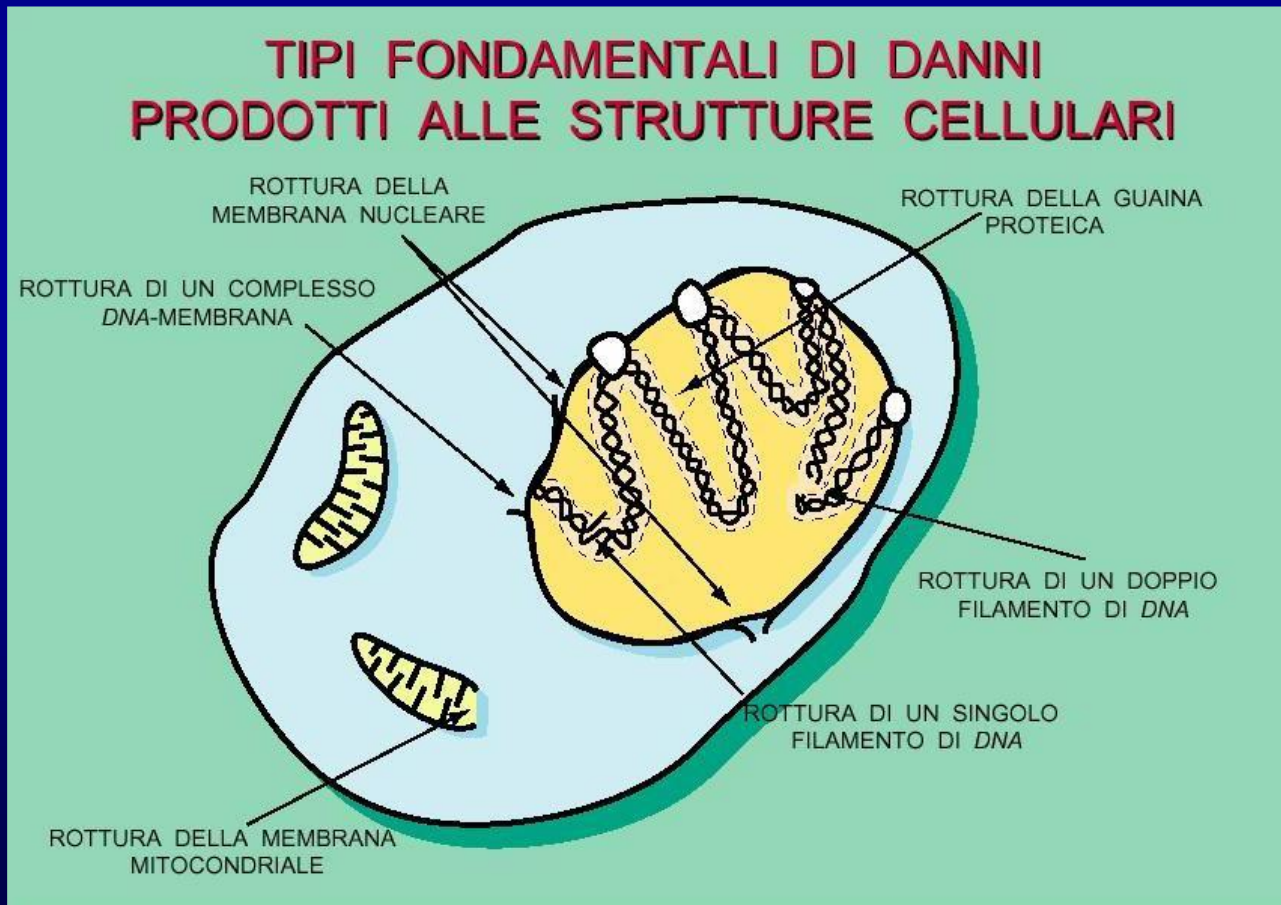
Si ipotizza infatti che l'energia meccanica della radiazione si conservi fino al frenamento completo, e che quindi l'energia cinetica residua corrisponda all'energia potenziale del campo frenante del materiale, elettromagnetico o nucleare a seconda del tipo di interazione.

**Le particelle alfa, beta sono radiazioni ad alto LET** (presentano valori di 10-200 keV/ $\mu\text{m}$  per percorsi di pochi millimetri di tessuto), **i raggi X e gamma sono invece a basso LET** (valori che variano da 0.2 e 3 keV/mm per percorsi di molti centimetri di tessuto).

# Irradiazione del corpo umano

Le radiazioni, corpuscolari ed elettromagnetiche, una volta emesse, interagiscono con la materia circostante (ad es. il corpo umano).

Gli effetti biologici delle radiazioni ionizzanti dipendono dal tipo di radiazione e dalla quantità di energia ceduta.





# Ionizzazione e danni cellulari

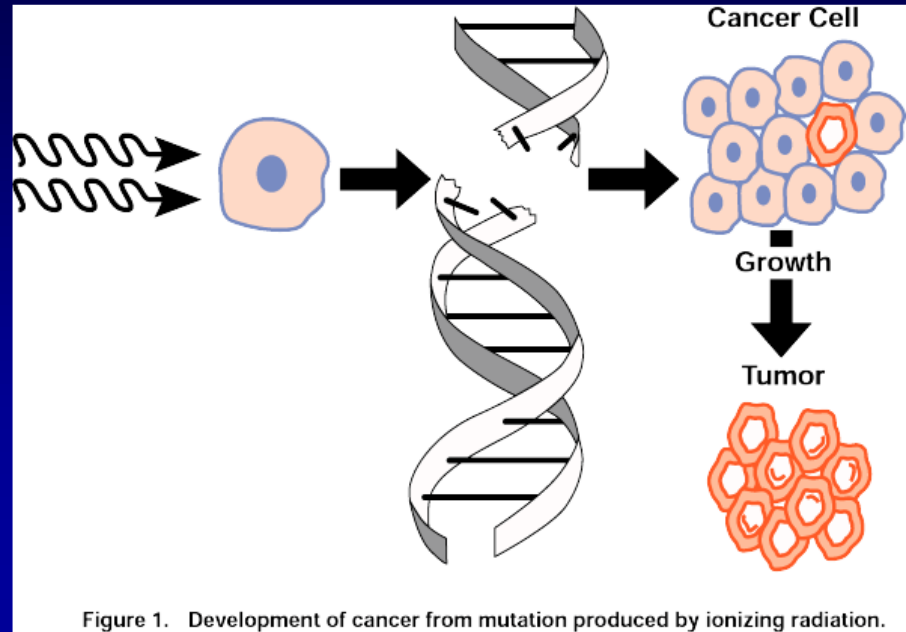
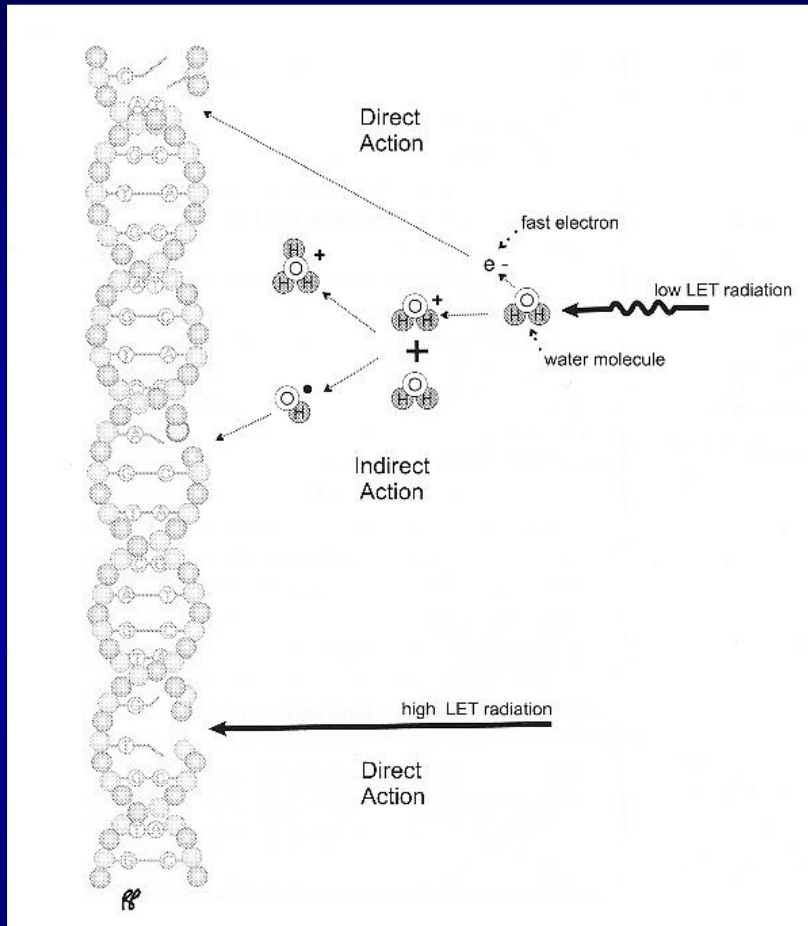
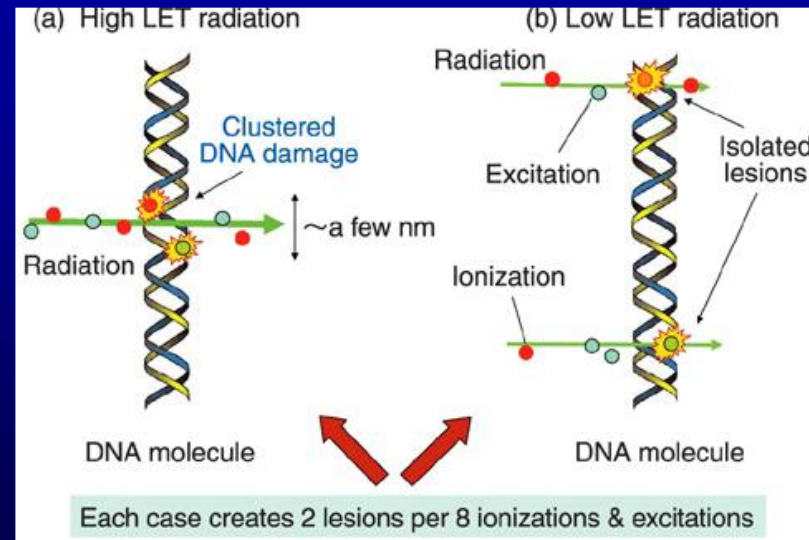


Figure 1. Development of cancer from mutation produced by ionizing radiation.



La ionizzazione provoca danni a livello cellulare: il danno maggiore è a carico del DNA.

# RADIAZIONI IONIZZANTI

**DOSE ASSORBITA:** energia assorbita per unità di massa (dE/dm).

Unità di misura: gray (1 Gy = 1 J/kg)

**DOSE EQUIVALENTE:** grandezza protezionistica che quantifica il rischio associato all'irradiazione di un singolo organo o tessuto, tenendo conto del tipo di radiazione. Si ottiene moltiplicando la dose assorbita per un fattore di ponderazione  $w_R$ , (dipendente dal tipo di radiazione).

Unità di misura: sievert (1 Sv = 1 J/kg)

e suoi sottomultipli: mSv (1 mSv =  $10^{-3}$  Sv) -  $\mu$ Sv (1  $\mu$ Sv =  $10^{-6}$  Sv)

**DOSE EFFICACE:** grandezza protezionistica che quantifica il rischio complessivo per l'individuo combinando gli effetti di diverse dosi in diversi organi o tessuti a seconda della loro radiosensibilità  $w_T$  (fattore di ponderazione caratteristico dei tessuti).

Unità di misura: sievert (1 Sv = 1 J/kg)

# Le grandezze dosimetriche

**Dosi assorbite  
agli organi  
(gray)**

**Fattori di peso  
Della radiazione**

**Dosi equivalenti  
Agli organi  
(sievert)**

**Dose efficace  
(sievert)**

**Fattori di peso  
Per i tessuti**

# FATTORI DI PONDERAZIONE DELLA RADIAZIONE $W_R$

- Fotoni (tutte le energie) 1
- Elettroni e muoni (tutte le energie) 1
- Protoni (energia  $> 2$  MeV) 5
- Particelle  $\alpha$ , framm. di fissione, nuclei pes. 20
- Neutroni (energia  $< 10$  keV e  $> 20$  MeV) 5
- Neutroni (energia 10 keV – 100 keV) 10
- Neutroni (energia 100 keV – 2 MeV) 20
- Neutroni (energia 2 MeV – 20 MeV) 10

# FATTORI DI PONDERAZIONE DEI TESSUTI $W_T$

|  |      |
|--|------|
| • Gonadi                               | 0.20 |
| • Midollo osseo (rosso)                | 0.12 |
| • Colon                                | 0.12 |
| • Polmone (vie respiratorie toraciche) | 0.12 |
| • Stomaco                              | 0.12 |
| • Vescica                              | 0.05 |
| • Mammelle                             | 0.05 |
| • Fegato                               | 0.05 |
| • Esofago                              | 0.05 |
| • Tiroide                              | 0.05 |
| • Pelle                                | 0.01 |
| • Superficie ossea                     | 0.01 |
| • Rimanenti organi o tessuti           | 0.05 |

# Dosi efficaci medie annue (in mSv) da sorgenti naturali ed artificiali in Italia

|   |     |            |
|---|-----|------------|
| Sorgenti naturali                           |     | 3.3        |
| Raggi cosmici                               | 0.4 |            |
| Radioisotopi cosmogenici                    |     | 0.01       |
| Radiazione terrestre                        |     |            |
| - esposizione esterna                       | 0.6 |            |
| - esposizione interna (escluso Rn)          |     | 0.3        |
| - esposizione interna da Rn e suoi prodotti | 2.0 |            |
| Sorgenti artificiali                        |     | 1.2        |
| pratiche sanitarie, radiologia              | 1.2 |            |
| incidente di Chernobyl                      |     | 0.002      |
| fall-out di esperimenti nucleari            |     | 0.005      |
| altre esposizioni di origine tecnologica    |     | 0.0002     |
| <b>TOTALE</b>                               |     | <b>4.5</b> |

# Alcuni esempi di dosi

|                             |                 |
|-----------------------------|-----------------|
| Fumo di 15 sigarette/giorno | : 3 mSv/anno    |
| RX-dentale                  | : 0.13 mSv      |
| RX-torace                   | : 0.08 mSv      |
| Acqua bevuta                | : 0.05 mSv/anno |
| Volo Milano New York e rit. | : 0.1 ÷ 0.2 mSv |

Anche nel corpo umano sono presenti piccole quantità di sostanze radioattive, ad es. introdotte attraverso la catena alimentare o per inalazione.

Esempio:

Il corpo umano contiene circa 12 kg di carbonio.

Di questi, circa 1 parte su  $10^{12}$  è  $^{14}\text{C}$ , isotopo radioattivo.

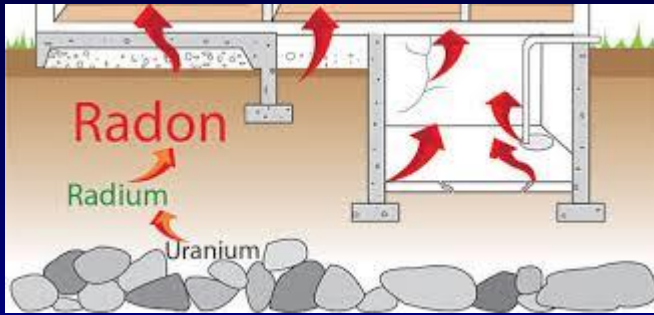
Il risultato è una dose efficace annuale di  $11 \mu\text{Sv}$ , da confrontare con la dose annuale naturale di 3.3 mSv.

# Dosi Ambientali in Italia

## DOSI AMBIENTALI (valori annui in mSv)





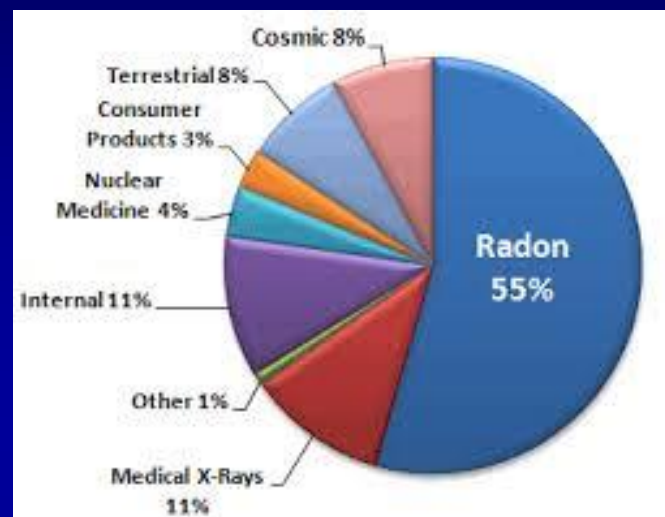


# RADON



- Attività lavorative in particolari luoghi di lavoro quali tunnel, sottovie, catacombe, grotte e, comunque, in **TUTTI I LUOGHI DI LAVORO SOTTERRANEI**
- Attività lavorative in luoghi diversi da quelli sopra riportati in zone ad elevata probabilità di alte concentrazioni di radon

# RADON



## Concentrazione di attività media annuale:

- Radon < 400 Bq/mc: nessun ulteriore obbligo
- Radon compreso fra 400 e 500 Bq/mc: ripetizione delle misure l'anno successivo
- Radon > 500 Bq/mc (LIVELLO DI AZIONE – Allegato I bis)

# Effetti biologici delle radiazioni ionizzanti

Le radiazioni interagiscono con i tessuti biologici danneggiando i costituenti cellulari in genere e tra essi il DNA

Gli effetti biologici delle radiazioni vengono classificati in base alla loro riconducibilità alle cause iniziali in:

- Effetti deterministici

- Effetti stocastici



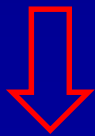
- Effetti somatici

- Effetti genetici



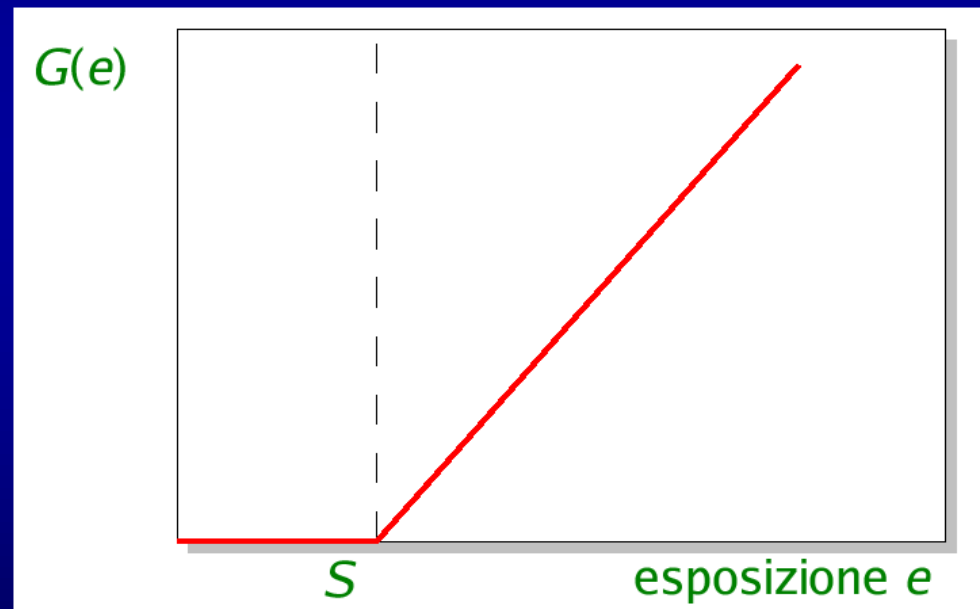
# Effetti deterministici

Si definiscono come *deterministici* gli effetti che si verificano in un organo/tessuto esposto soltanto se la dose assorbita è superiore a un valore di soglia, tipico per ogni specifico effetto, e la cui gravità è tanto maggiore quanto maggiore la dose



## Gradualità dell'effetto

→ al superamento della dose-soglia l'insorgenza dell'effetto si manifesta su tutti gli irradiati



Comprendono: radiodermite, cataratta, sterilità, sindrome acuta da radiazioni, ...

# Effetto e dose soglia

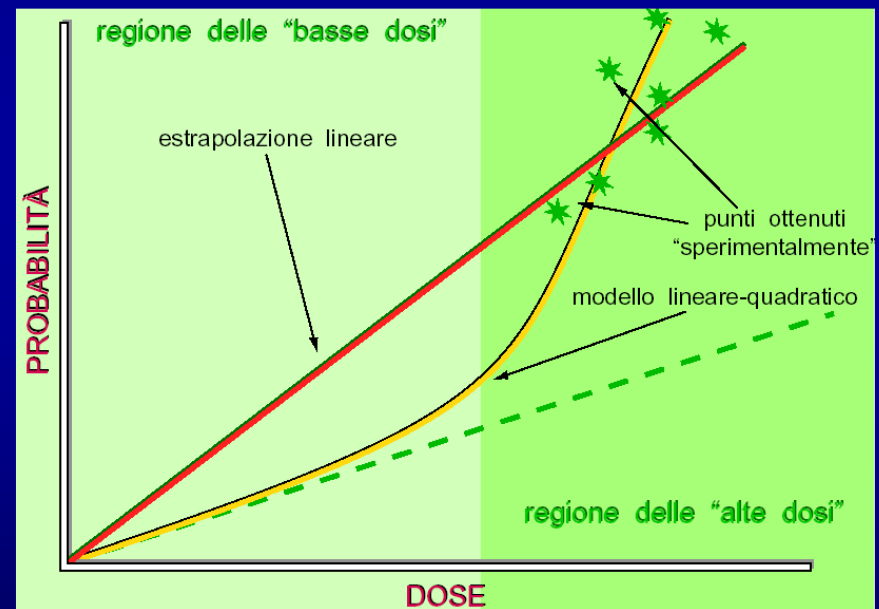
| EFFETTO   | DOSE SOGLIA (Gy)   |
|---|--|
| ● Sterilità temporanea nel maschio (esposizione acuta)  | 0.15   |
| ● Sterilità permanente nel maschio (esposizione acuta)  | 3.6 - 6  |
| ● Sterilità temporanea nella donna (esposizione acuta)  | 2.5 - 6  |
| ● Opacità del cristallino   | 2 - 10 (radiazioni a basso LET*)   |
| ● Opacità del cristallino   | 1 - 3 (radiazioni ad alto LET)   |
| ● Depressione temporanea dell'attività del midollo osseo  | 0,5  |
| ● DL 50/60 **   | 3 - 5  |
| ● DL 100 ***  | 5 - 10 (entro 10-20 giorni dall'esposizione) per "sindrome gastro-intestinale"<br>> 15 (quasi immediata) per "sindrome del sistema nervoso centrale" |
| * - LET: linear energy transfer (espresso in keV/(m di percorso in acqua) – i raggi X utilizzati in radiodiagnostica sono radiazioni "a basso LET" (circa 3.5 keV/m – neutroni e particelle $\alpha$ sono radiazioni "ad alto LET") |  |
| ** - DL 50/60: in una "popolazione" esposta, Dose Letale per il 50% degli individui esposti entro 60 giorni dall'esposizione  |  |
| *** - DL 100: in una "popolazione" esposta, Dose Letale per il 100% degli individui esposti, indipendentemente dall'adozione di provvedimenti terapeutici   |  |

# Effetti stocastici o probabilistici

Effetti la cui probabilità di accadimento dipende dalla dose assorbita, ovvero è tanto maggiore quanto più elevata è la dose. Per i soli scopi della radioprotezione e per le stime del rischio, si ipotizza una relazione lineare fra la dose assorbita e la probabilità dell'effetto.

Aumentando la dose aumenta la probabilità dell'effetto ma non la sua gravità

Il tempo di latenza fra l'esposizione e la manifestazione dell'effetto varia fra qualche anno e qualche decina d'anni.

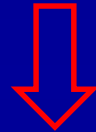


Comprendono: leucemie, tumori solidi, malattie ereditarie

# Come colleghiamo il danno alla dose?

Conoscenze sui danni generati dalla radiazione sull'uomo:

- studi sui sopravvissuti di Hiroshima e Nagasaki
- studi sulle popolazioni esposte ai test nucleari
- conseguenze di terapie mediche
- conseguenze di incidenti nucleari
- esperimenti su animali



Coefficienti nominali di rischio per effetti stocastici (ICRP 103, 2007):

Rischio (% Sv<sup>-1</sup>)

| Popolazione esposta | Cancro | Effetti ereditari | Totale |
|---------------------|--------|-------------------|--------|
| Intera              | 5.5    | 0.2               | 5.7    |
| Adulta              | 4.1    | 0.1               | 4.2    |

→ in media, per una dose di 10 mSv, meno di 6 individui su 10.000 irraggiati corrono il rischio di contrarre un tumore nel corso della propria vita

# La dose letale coinvolge una elevata quantità di energia?

Dose letale = 4 Gy

Per una persona di 70 kg corrisponde ad una energia totale rilasciata di 280 J

280 J corrispondono a:

- Salto da un gradino di 40 cm
- Lampada da 60 W accesa per 4,6 s
- Un sorso (3 ml) di the a 60°
- Aumento della temperatura corporea di 0,001°



# SISTEMI PER LIMITARE LA DOSE

TEMPO

DISTANZA

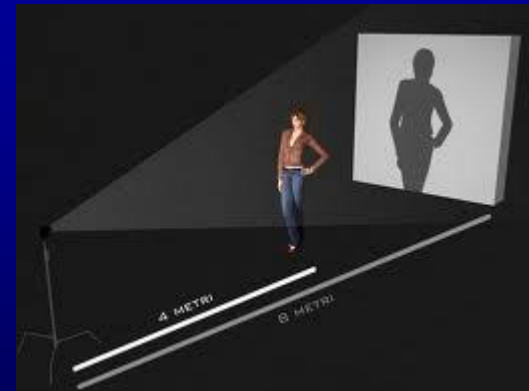
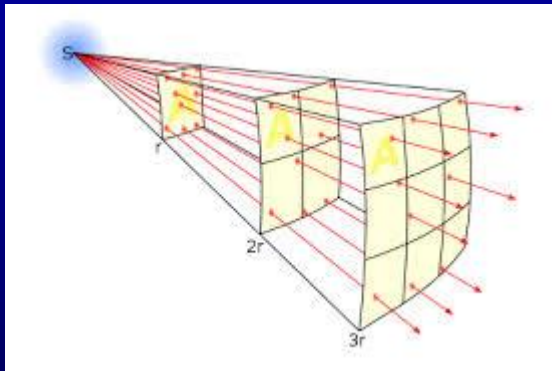
SCHERMATURE

# TEMPO

- L'esposizione è **proporzionale al tempo** di permanenza presso la sorgente di radiazioni

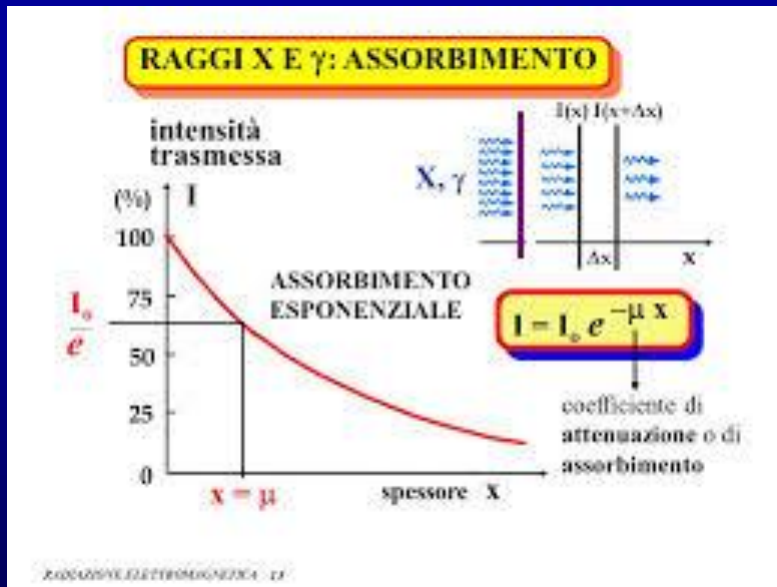
# DISTANZA

- L'esposizione è inversamente proporzionale al quadrato della distanza dalla sorgente



# SCHERMATURE

- L'interposizione di schermi fra sorgente e operatore attenua l'intensità del fascio di radiazioni



$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

$I$  = intensità finale dopo spessore  $x$  [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]

$I_0$  = intensità iniziale [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]

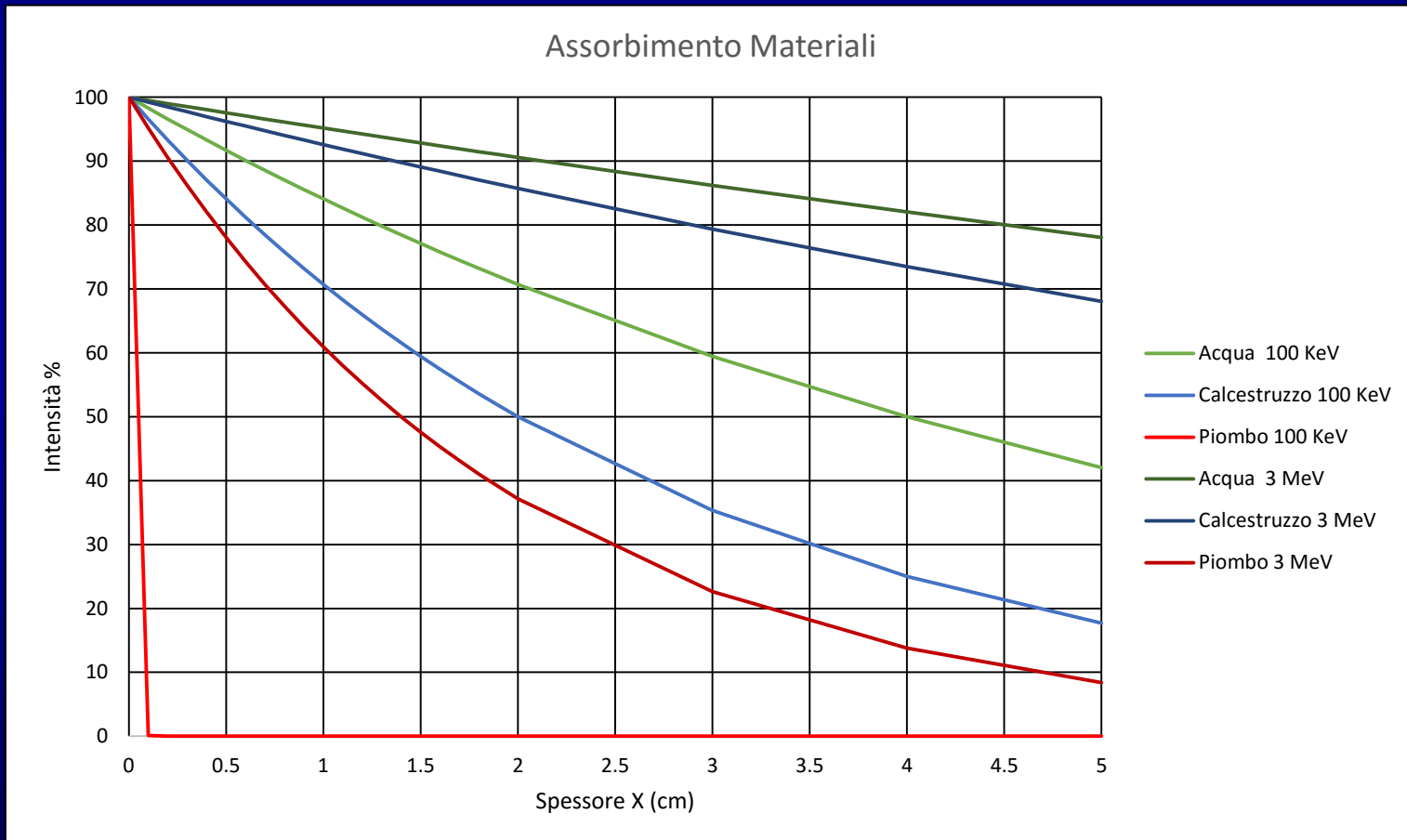
$x$  = spessore materiale attraversato [m]

$\mu$  = coefficiente lineare di assorbimento [ $\text{m}^{-1}$ ]

# SCHERMATURE

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

| $\mu$        | 100 KeV | 3 MeV |
|--------------|---------|-------|
| Acqua        | 0.173   | 0.049 |
| Calcestruzzo | 0.346   | 0.077 |
| Piombo       | 69.315  | 0.495 |



# ESEMPI DI MITIGAZIONE DELLA DOSE

|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>TEMPO</b>       | Abilità nella manipolazione dei radiofarmaci e in generale di tutte le sorgenti radioattive;<br>non ripetizione degli esami radiologici<br>permanenza solo se necessaria                   |
| <b>DISTANZA</b>    | Impiego di pinze, telemanipolatori nell'uso di sorgenti radioattive;<br>massima distanza dai tubi radiogeni e dai pazienti durante radioscopia   |
| <b>SCHERMATURE</b> | Impiego di indumenti protettivi schermanti:<br>camici, occhiali, guanti, paratiroide<br>Porte e pareti schermate<br>Schermi mobili, cristalli anti X<br>Schermi per contenitori e siringhe |

# LA RADIOPROTEZIONE

## SCOPI:

- PREVENZIONE degli effetti deterministici
- RIDUZIONE a un livello tanto basso quanto ragionevolmente ottenibile della probabilità di accadimento di effetti stocastici

# PRINCIPI DELLA RADIOPROTEZIONE

GIUSTIFICAZIONE

OTTIMIZZAZIONE

LIMITAZIONE DELLE DOSI



# PRINCIPI DELLA RADIOPROTEZIONE

- **GIUSTIFICAZIONE:** Nuovi tipi o nuove categorie di pratiche che comportano un'esposizione alle radiazioni ionizzanti devono essere giustificati, anteriormente alla loro prima adozione o approvazione, dai loro vantaggi economici, sociali o di altro tipo rispetto al detrimento sanitario che ne può derivare.

**Ovvero:** Tutte le attività pacifiche che comportano esposizione dell'uomo a radiazioni ionizzanti devono essere preventivamente giustificate e periodicamente riconsiderate alla luce dei benefici che da esse derivano.

**BENEFICIO NETTO > 0**

# PRINCIPI DELLA RADIOPROTEZIONE

**OTTIMIZZAZIONE:** Qualsiasi pratica giustificata deve essere svolta in modo da mantenere l'esposizione al livello più basso ragionevolmente ottenibile, tenendo conto dei fattori economici e sociali.

## Principio ALARA

“As Low As Reasonably Achievable”

**BENEFICIO NETTO = MAX**

# PRINCIPI DELLA RADIOPROTEZIONE

**LIMITAZIONE DELLE DOSI:** La somma delle dosi derivanti da tutte le pratiche non deve superare i limiti di dose stabiliti per i lavoratori esposti, gli apprendisti, gli studenti e gli individui della popolazione.

**TUTELARE SEMPRE GLI INDIVIDUI**

# NORMATIVA IN MATERIA DI RADIAZIONI IONIZZANTI

- **D.L.gs. 230/95** Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 92/3/Euratom e 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti
- **D.L.gs 241/00** e Attuazione della direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti
- **D.L.gs 257/01** Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 26 maggio 2000, n. 241, recante attuazione della direttiva 96/29/Euratom in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti.

Nel seguito per citare il DL.gs 230/95 integrata e costituita dai decreti successivi, 241/00 e 257/01, si userà semplicemente la sigla D.L.gs 230/95.

# COME CONSEGUIRE GLI OBIETTIVI DELLA RADIOPROTEZIONE?

Il conseguimento degli obiettivi della radioprotezione è demandato alle azioni della:

- **Sorveglianza fisica:** *esperto qualificato*
- **Sorveglianza medica:** *medico autorizzato/competente*
- **Vigilanza:** *Ispettori tecnici/medici*

La **sorveglianza** deve essere assicurata da colui che mette in opera la situazione che comporti un **RISCHIO DA RADIAZIONI (IL DATORE DI LAVORO)**. La **vigilanza** deve essere assicurata dall'autorità pubblica, per ogni individuo della popolazione (lavoratore, studente, apprendista, membro della popolazione).

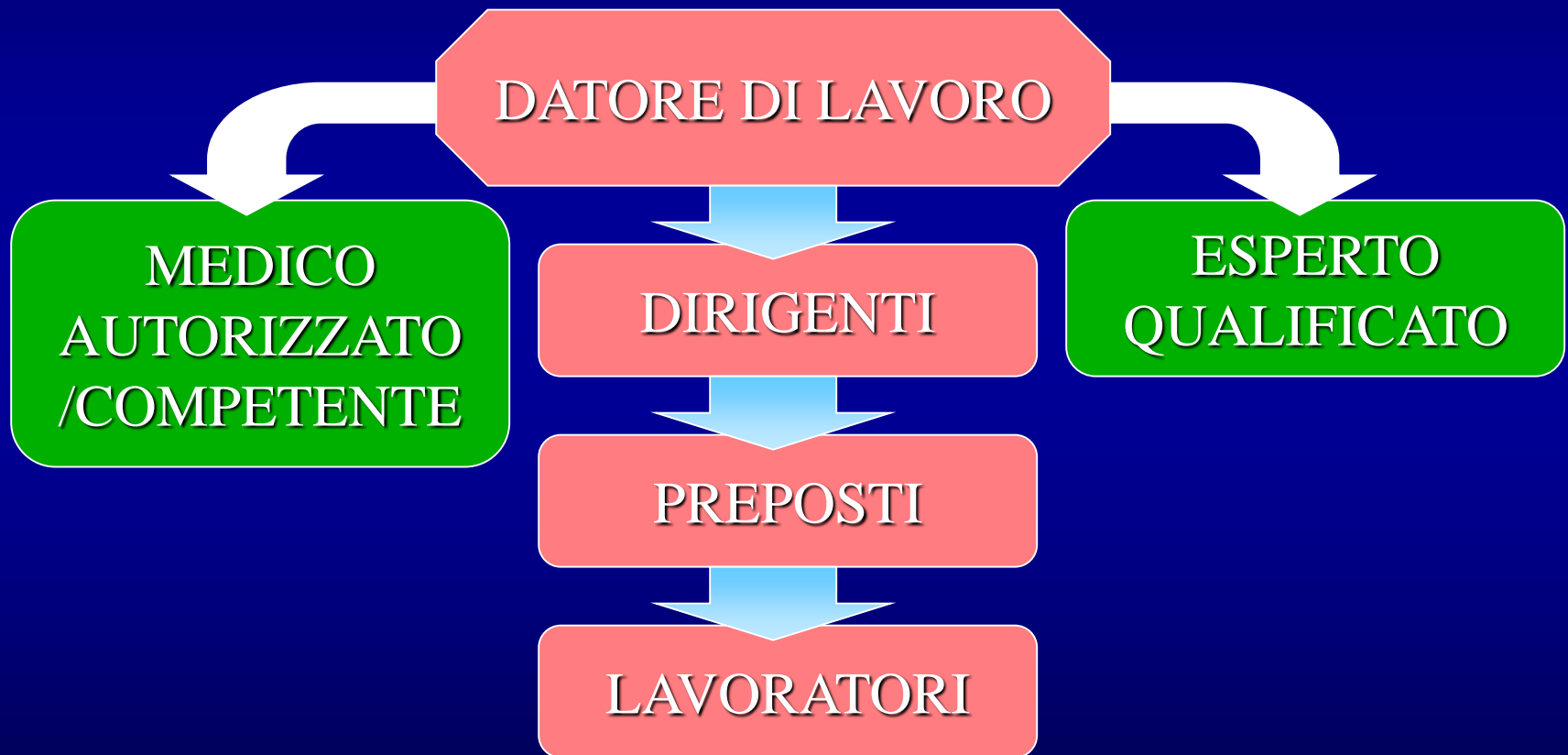
# L'ESPERTO QUALIFICATO

- **Iscritto** all'Elenco Nazionale degli Esperti Qualificati.
- **Fornisce** al Datore di Lavoro, prima dell'inizio di ogni attività con rischio da Radiazioni Ionizzanti, una consulenza in merito alla valutazione del rischio e dei provvedimenti da adottare, redigendo apposita relazione.
- **Esamina** il progetto degli impianti e rilascia il Benestare.
- **Provvede** al collaudo e alla prima verifica dell'impianto.
- **Individua**, classifica e delimita le aree.
- **Classifica** i lavoratori sottoposti al rischio.
- **Predisporre** le norme interne.
- **Esegue** gli accertamenti (con frequenza prestabilita) necessari per la valutazione dell'entità del rischio.

# L'ESPERTO QUALIFICATO

- **Predisporre** i provvedimenti necessari ad assicurare la sorveglianza fisica della protezione.
- **Valuta** le dosi ricevute dai lavoratori e le eventuali introduzioni di radionuclidi.
- **Informa** il personale sui rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti.
- **Verifica** la corretta applicazione delle norme interne di sicurezza e protezione.
- **Compila** la scheda personale dosimetrica e i Registri della Sorveglianza Fisica.
- **Attiva** (laddove necessario) il servizio di dosimetria individuale

# D.Lgs. 230/95 e s.m.i.: Responsabilità



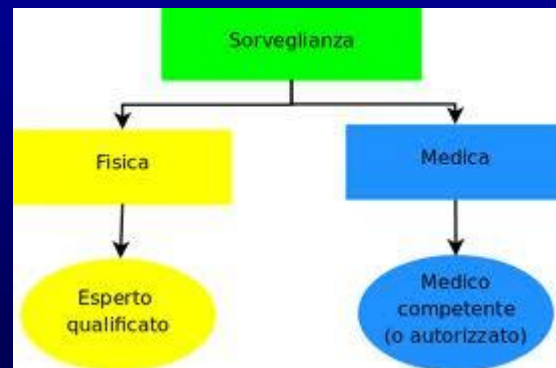


# OBBLIGHI DEL DATORE DI LAVORO

- Assicurare la sorveglianza fisica e medica avvalendosi di Esperti Qualificati e Medici autorizzati e fornire i mezzi necessari per la loro attuazione
- Fornire all'Esperto Qualificato tutti i dati e gli elementi relativi alle pratiche con radiazioni
- Provvedere che gli ambienti di lavoro siano individuati, delimitati e segnalati e che l'accesso sia regolamentato
- Predisporre norme interne di protezione e sicurezza e curare che copia di dette norme sia consultabile nei luoghi di lavoro
- Fornire ai lavoratori i mezzi di sorveglianza dosimetrica e di protezione

# OBBLIGHI DEL DATORE DI LAVORO

- Rendere edotti i lavoratori sui rischi connessi con le attività lavorative, sulle norme di sicurezza e sulle conseguenze del mancato rispetto di esse
- Provvedere affinché i singoli lavoratori osservino le norme interne, le modalità operative e usino i mezzi di protezione
- Fornire ai lavoratori i risultati delle valutazioni di dose



# OBBLIGHI DEI LAVORATORI

- Osservare le disposizioni impartite dal datore di lavoro o dai suoi incaricati
- Usare secondo le specifiche istruzioni i dispositivi di sicurezza, i mezzi di protezione e sorveglianza dosimetrica
- Segnalare immediatamente al datore di lavoro, al dirigente o al preposto le deficienze dei dispositivi e dei mezzi di sicurezza nonché eventuali situazioni di pericolo
- Non rimuovere né modificare i dispositivi e gli altri mezzi di sicurezza, di segnalazione, di protezione e di misurazione
- Non compiere, di propria iniziativa, operazioni o manovre che non sono di propria competenza o che possono compromettere la protezione
- Sottoporsi alla sorveglianza medica

# LIMITI DI DOSE

L'ICRP distingue due categorie:

- a) Gli individui esposti per motivi professionali
- b) La popolazione nel suo insieme

Il limite per i lavoratori professionalmente esposti è:  
100 mSv in 5 anni (cioè in media 20 mSv/anno)

Il limite di dose per le persone del pubblico è: 1 mSv  
per anno solare

# D.Lgs. 230/95 e s.m.i.: classificazione lavoratori



popolazione



Cat. B



Cat. A

1

6

20

Limite di dose efficace annua (mSv)

# CLASSIFICAZIONE DEI LAVORATORI - LIMITI DI DOSE E TUTELE

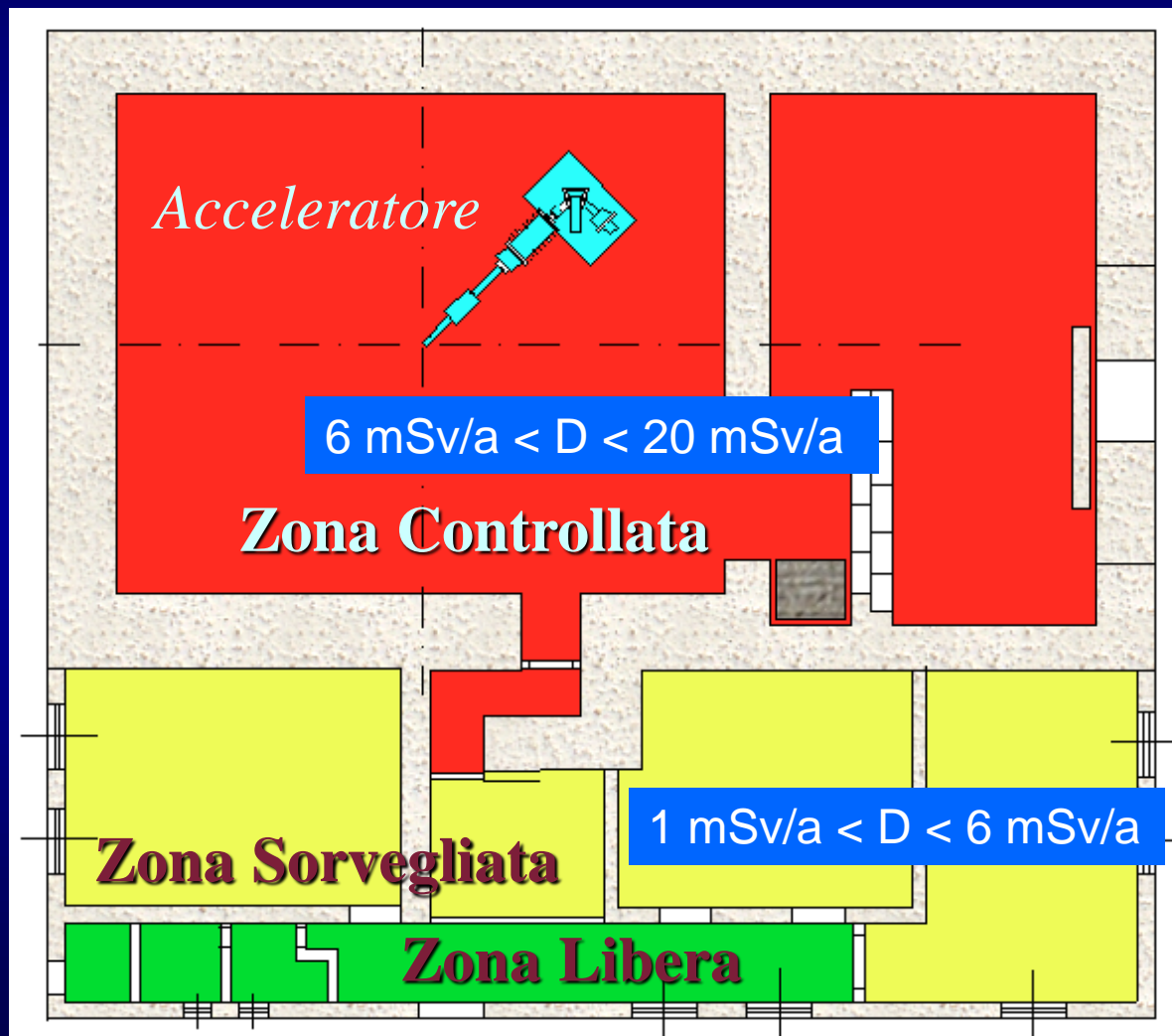
| DOSE EFFICACE    |  | Limiti di Dose (mSv/anno solare) |          |             | mSv/anno                    |
|------------------|--|----------------------------------|----------|-------------|-----------------------------|
|                  |  | Lavoratori ed assimilati         |          |             |                             |
| DOSE EQUIVALENTE | Cristallino                            | Categ. A                         | Categ. B | Non Esposti | Individui della popolazione |
|                  |  | 20                               | 6        | 1           | 1                           |
|                  |  | 150                              | 45       | 15          | 15                          |
|                  | Pelle (dose media su cm <sup>2</sup> ) | 500                              | 150      | 50          | 50                          |
|                  | Mani, avambracci, piedi, caviglie      | 500                              | 150      | 50          |                             |
|                  | Sorveglianza fisica                    | SI                               | SI       | Possibile   |                             |
|                  | Sorveglianza medica                    | SI                               | Si       | NO          |                             |
|                  | Visite mediche/anno                    | 2                                | 1        | --          |                             |

**GESTANTI:** No attività in **aree classificate** o comunque che esponano il nascituro ad una dose > 1 mSv durante la gravidanza

**DONNE CHE ALLATTANO:** Vietate le attività con rischio di **contaminazione**

# D.Lgs. 230/95 e s.m.i.:

## classificazione zone



# CLASSIFICAZIONE DELLE AREE DI LAVORO

## DEFINIZIONI:

**Zona controllata:** un ambiente di lavoro, sottoposto a regolamentazione per motivi di protezione dalle radiazioni ionizzanti, in cui l'accesso è segnalato e regolamentato.

**Zona sorvegliata:** un ambiente di lavoro, che non è zona controllata, in cui l'accesso è segnalato e limitato.

**Zona interdetta:** dove i ratei di dose possono raggiungere valori molto elevati (per es. fasci di acceleratori o aree in cui sono presenti importanti sorgenti radioattive).

Le zone di lavoro sono classificate e delimitate **dall'Esperto Qualificato**: Sono classificate in base al rischio per i lavoratori del superamento di uno dei limiti di dose riportati nella tabella seguente:

|                  |  | Limiti di Dose (mSv/anno solare) |             |
|------------------|--|----------------------------------|-------------|
|                  |  | CONTROLLATA                      | SORVEGLIATA |
| DOSE EFFICACE    |  | 6                                | 1           |
| DOSE EQUIVALENTE | Cristallino                            | 45                               | 15          |
|                  | Pelle (dose media su cm <sup>2</sup> ) | 150                              | 50          |
|                  | Mani, avambracci, piedi, caviglie      | 150                              | 50          |



# Le segnalazioni



**Generica**

**Contaminazione**



**Irradiazione  
esterna**



# D.Lgs. 230/95 e s.m.i.:

## autorizzazioni

**Comunicazione  
Preventiva  
di pratiche  
(art. 22)**

**N.O. di  
Categoria B  
(art. 28)**

**N.O. di  
Categoria A  
(art. 29)**

# NORME GENERALI DI PROTEZIONE

- Formazione e informazione addetti
- Segnalazione sorgenti radiazioni ionizzanti
- Ridurre il numero di esposti
- Minima attività/potenza possibile
- Minima durata esposizione
- Massima distanza operatore-sorgente r.i. possibile
- Minimo campo radiante (angolo solido)
- Idonei schermi protettivi
- Utilizzo corretto D.P.I.
- Corrette procedure di lavoro e uso idoneo delle apparecchiature
- Verifica costante dei sistemi di sicurezza
- Corretto impiego dispositivi di sorveglianza dosimetrica

# NORME INTERNE DI RADIOPROTEZIONE



Esperto Qualificato IASF-BO: Dr. Piero Chirco (Softec srl)

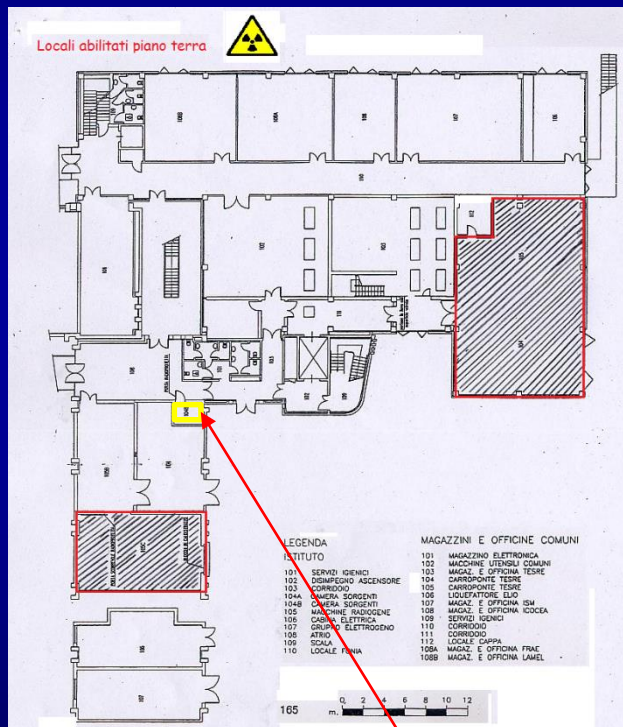
# Sommario

Normativa di riferimento

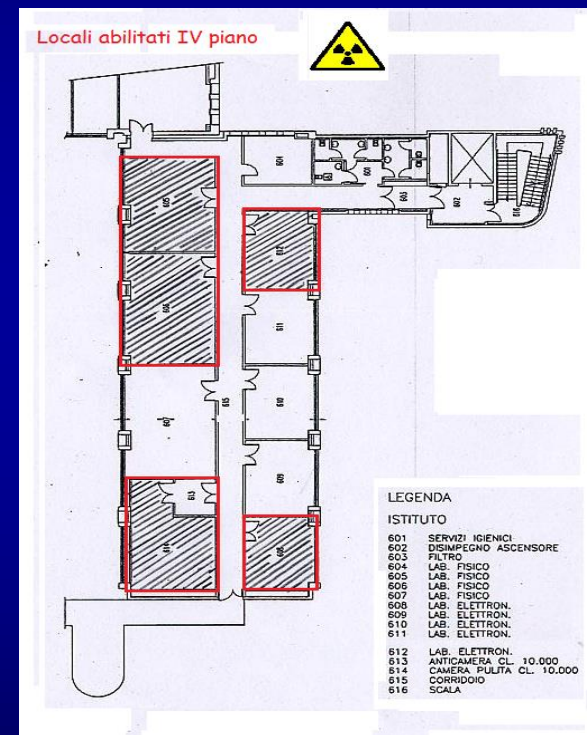
Definizioni

1. Introduzione e scopo del documento
2. La Struttura IASF-BO
  - 2.1 Locali abilitati per le esperienze con sorgenti radioattive
3. Attività radioattive e macchina radiogena in uso presso IASF-BO
  - 3.1.a Tipo ed attività delle sorgenti radioattive detenute
  - 3.1.b Banca Radioisotopi
- 3.2 Macchine Radiogene (Raggi X)
4. Classificazione dei lavoratori in riferimento al rischio radiazioni
  - 4.1 Disposizioni particolari per le lavoratrici
5. Classificazioni delle aree di lavoro
6. Dosimetria personale e ambientale
7. Norme interne di sicurezza
  - 7.1 Banca Radioisotopi: modalità di registrazione e conservazione delle sorgenti
    - 7.1.a Norme per il prelievo e la restituzione delle sorgenti
    - 7.1.b Norme di impiego delle sorgenti
  - 7.2 Zone Controllate e Zone Sorvegliate: segnalazione ed accesso
  - 7.3 Smarrimento sorgenti
  - 7.4 Variazioni in entrata e/o uscita delle sorgenti detenute
- Allegato 1: Responsabili della Banca Radioisotopi
- Allegato 2: Elenco delle persone autorizzate all'utilizzo di sorgenti sigillate.  
Elenco delle persone autorizzate al prelievo delle sorgenti radioattive dalla Banca sorgenti.
- Allegato 3: Scheda di carico e scarico di sorgente radioattiva della Banca Radioisotopi.
- Allegato 4: Norme interne di protezione e sicurezza Generatore X Gilardoni CHF 225.

# Planimetria locali IASF-BO abilitati all'utilizzo di sorgenti radioattive.

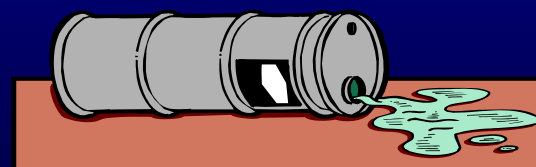
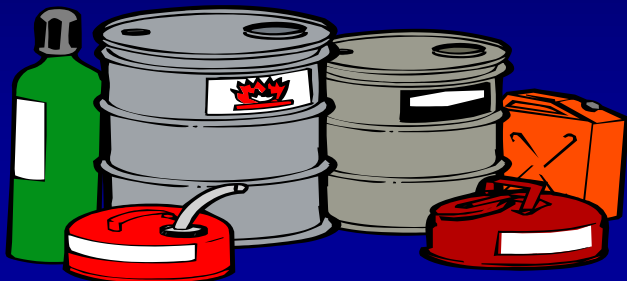


Banca Sorgenti



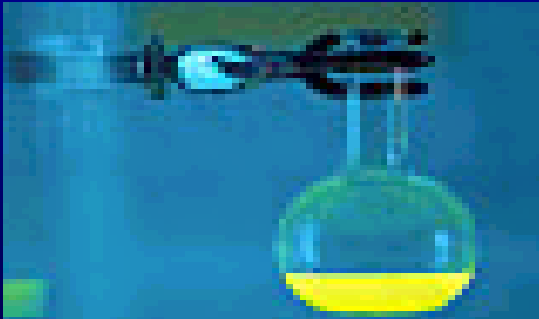


# RISCHIO CHIMICO



# RISCHIO CHIMICO

Rischio connesso all'uso professionale di sostanze o preparati impiegati nei cicli di lavoro, che possono essere intrinsecamente pericolosi o risultare pericolosi in relazione alle condizioni d'impiego





# RISCHIO CHIMICO Definizioni

- **Agente:** chimico, fisico o biologico presente durante il lavoro e potenzialmente dannoso per la salute
- **Agente Chimico:** tutti gli elementi o composti chimici, sia da soli sia nei loro miscugli, allo stato naturale o ottenuti, utilizzati o smaltiti, compreso lo smaltimento come rifiuti, mediante qualsiasi attività lavorativa, siano essi prodotti intenzionalmente o no e siano immessi o no sul mercato
- **Sostanza:** gli elementi chimici ed i loro composti allo stato naturale o ottenuti mediante qualsiasi procedimento di produzione
- **Preparati:** miscele o soluzioni costituite da più sostanze

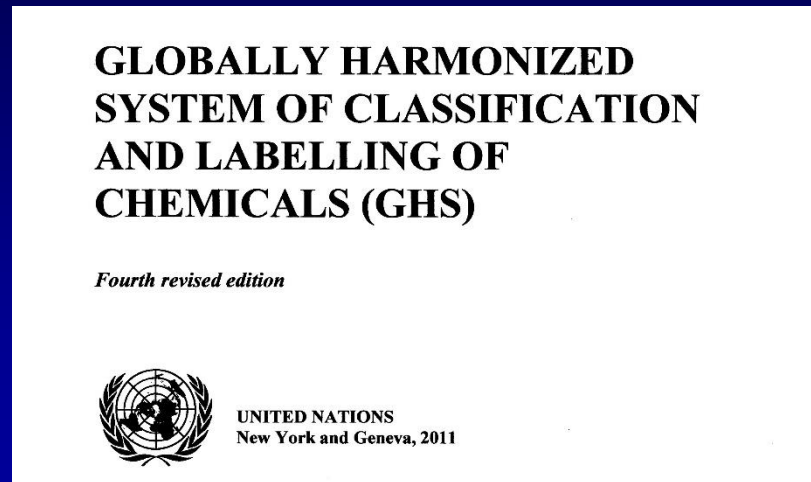
# I RISCHI DA AGENTI CHIMICI

- L'Unione europea ha istituito il **REACH**
- E' un sistema integrato di:
  - REGISTRAZIONE
  - VALUTAZIONE
  - AUTORIZZAZIONE
  - RESTRIZIONE

delle sostanze chimiche

(Registration, evaluation, authorization, restriction of chemicals reach)

# I RISCHI DA AGENTI CHIMICI



Il GHS non ha valore normativo ma si propone come modello per l'adozione di norme specifiche da parte dei singoli Stati.

L'Unione Europea ha adottato nel dicembre 2008 un regolamento riguardante la classificazione, l'etichettatura e l'imballaggio delle sostanze e delle miscele che recepisce le indicazioni del GHS e sostituisce le precedenti Direttiva in materia.

Tale regolamento viene usualmente indicato con la sigla

**CLP (Classification, Labeling, Packaging)**

# I RISCHI DA AGENTI CHIMICI

IL REACH E' COMPLETATO DAL REGOLAMENTO (CE)

N.1272/2008 (CLP)

Il CLP (**Classification, Labelling and Packaging**) ha introdotto un nuovo sistema di classificazione, etichettatura ed imballaggio delle sostanze e delle miscele.

Dal 1 giugno 2015 abrogherà le Direttive:

67/548/CEE (DSP) Direttiva delle sostanze pericolose

1999/45/CE (DPP) Direttiva sui preparati pericolosi

**DURANTE IL PERIODO DI TRANSIZIONE SONO APPLICABILI SIA IL VECCHIO CHE IL NUOVO SISTEMA**

# I RISCHI DA AGENTI CHIMICI

## Alcune definizioni (GHS/CLP)

**classe di pericolo:** la natura del pericolo fisico, per la salute o per l'ambiente

**categoria di pericolo:** la suddivisione dei criteri entro ciascuna classe di pericolo, che specifica la gravità del pericolo

**pittogramma di pericolo:** una composizione grafica comprendente un simbolo e altri elementi grafici, ad esempio un bordo, motivo o colore di fondo, destinata a comunicare informazioni specifiche sul pericolo in questione

**indicazione di pericolo:** frase attribuita a una classe e categoria di pericolo che descrive la natura del pericolo di una sostanza o miscela pericolosa e, se del caso, il grado di pericolo

**consiglio di prudenza:** una frase che descrive la misura o le misure raccomandate per ridurre al minimo o prevenire gli effetti nocivi dell'esposizione a una sostanza o miscela pericolosa conseguente al suo impiego o smaltimento.

# I RISCHI DA AGENTI CHIMICI

## Indicazioni di Pericolo (GHS/CLP)

|  |           |
|--|-----------|
| Pericoli Fisici                          | H 2....   |
| Pericoli per la Salute                   | H 3....   |
| Pericoli per l'ambiente                  | H 4....   |
| Informazioni supplementari sui pericoli: | EUH 0.... |
| Elementi supplementari per miscele:      | EUH 2.... |

## Consigli di Prudenza (GHS/CLP)

|  |         |
|--|---------|
| Consigli di Prudenza di Carattere Generale | P 1.... |
| Consigli di Prudenza – Prevenzione         | P 2.... |
| Consigli di Prudenza – Reazione            | P 3.... |
| Consigli di Prudenza – Conservazione       | P 4.... |
| Consigli di Prudenza – Smaltimento         | P 5.... |

# Esempi di indicazioni di pericolo per alcuni casi di pericoli per la salute:

## Tossicità acuta (per via orale):

- categorie di pericolo 1 e 2
  - categoria di pericolo 3
  - categoria di pericolo 4
- |      |                     |
|------|---------------------|
| H300 | Letale se ingerito  |
| H301 | Tossico se ingerito |
| H302 | Nocivo se ingerito  |

## Pericolo in caso di aspirazione:

- categoria di pericolo 1
- |      |  |
|------|--|
| H304 | Può essere letale in caso di ingestione e di penetrazione nelle vie respiratorie |
|------|--|

## Tossicità acuta (per via cutanea):

- categorie di pericolo 1 e 2
  - categoria di pericolo 3
  - categoria di pericolo 4
- |      |                                   |
|------|-----------------------------------|
| H310 | Letale per contatto con la pelle  |
| H311 | Tossico per contatto con la pelle |
| H312 | Nocivo per contatto con la pelle  |

## Corrosione/irritazione cutanea:

- categorie di pericolo 1A,B,C
  - categoria di pericolo 2
- |      |   |
|------|---|
| H314 | Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari |
| H315 | Provoca irritazione cutanea                           |

## Sensibilizzazione della pelle:

- categoria di pericolo 1
- |      |  |
|------|--|
| H317 | Può provocare una reazione allergica cutanea |
|------|--|

# Alcuni esempi di consigli di prudenza:

|      |  |
|------|--|
| P102 | Tenere fuori dalla portata dei bambini.                                    |
| P202 | Non manipolare prima di avere letto e compreso tutte le avvertenze.        |
| P233 | Tenere il recipiente ben chiuso.   |
| P235 | Conservare in luogo fresco.  |
| P251 | Recipiente sotto pressione: non perforare né bruciare, neppure dopo l'uso. |
| P270 | Non mangiare, né bere, né fumare durante l'uso.                            |
| P273 | Non disperdere nell'ambiente.  |

In generale un determinato consiglio di prudenza si applica a più di una classe e/o categorie di pericolo.

Per esempio, il consiglio **P202** si applica a:

- Esplosivi
- Mutageni
- Cancerogeni
- Tossici per la riproduzione



# CLP: classi di pericolo e pittogrammi



E esplosivi O comburenti F+ estremamente  
F facilmente infiammabili



T+ molto tossici  
T tossici



Xn nocivi  
Xi irritanti



C corrosivi












N pericolosi  
per l'ambiente



# SOSTANZE PERICOLOSE: ESEMPI

Simboli, classificazione, segnaletica di sicurezza  
(Etichettatura DSP, CLP, Segnaletica D.Lgs.81/08)

| Esempi                  | Etichettatura DSP   | Etichettatura CLP  | Segnaletica D.Lgs. n. 81/2008   |
|-------------------------|---|--|---|
| Alcool etilico          |    |    |    |
| Acqua ossigenata (>50%) |   |   |    |
| Epicloridrina           |  |  |  |

# VECCHIE ETICHETTE

The diagram shows a rectangular label for acetone. On the left is a hazard pictogram: a black flame on a red background with 'F+' in the top left corner. On the right is another hazard pictogram: a black 'X' on a red background with 'Xi' in the top left corner. In the center, the manufacturer's name 'UNGUIS srl' is written above the address 'Via Dal Corno, 9 Cornuda (TV)' and the phone number 'Tel. 0423-020311'. Below this is the product name 'ACETONE' in large, bold letters. At the bottom left, it says 'Etichettatura CE' and at the bottom right, '125 ml'. To the right of the label are four callout boxes with arrows pointing to specific parts of the label: the first points to the manufacturer information, the second to the hazard pictograms, the third to the R-phrase list, and the fourth to the S-phrase list.

**F+**

**Xi**

UNGUIS srl  
Via Dal Corno, 9 Cornuda (TV)  
Tel. 0423-020311

**ACETONE**

F+ Facilmente infiammabile

Xi Irritante

Il nome l'indirizzo, il numero telefonico del fabbricante, distributore, importatore

I pericoli più importanti segnalati da questi simboli

Frase R  
I rischi particolari del prodotto

Frase S  
Consigli di prudenza e condotta in caso d'incidente

R11 Facilmente infiammabile.  
R36 Irritante per gli occhi.  
R66 L'esposizione ripetuta può provocare secchezza e screpolature della pelle.  
R67 L'inalazione dei vapori può provocare sonnolenza e vertigini.

S2 Conservare fuori dalla portata dei bambini.  
S9 Conservare il recipiente in luogo ben ventilato.  
S16 Conservare lontano da fiamme e scintille – Non fumare.  
S26 In caso di contatto con gli occhi lavare immediatamente e abbondantemente con acqua e consultare un medico.

Etichettatura CE

**125 ml**

# NUOVE ETICHETTE

The diagram shows a chemical label for Acetone. At the top left is a flame hazard pictogram. At the top right is a general hazard pictogram (exclamation mark). Below these is the supplier information: UNGUIS srl, Via Dal Corno, 9 Cornuda (TV), Tel. 0423-020311. The product name 'ACETONE' is in bold black text, and 'PERICOLO' is in bold red text. Below are hazard statements (H225, H319, H336), precautionary statements (P102, P210, P280, P305+P351+P338, P403+P233), and an EUH066 environmental statement. On the right, five callout boxes point to specific elements: 'Pittogrammi di pericolo.' points to the hazard pictograms; 'Avvertenza. Indica il grado di pericolo.' points to the red 'PERICOLO' text; 'Indicazioni di pericolo H.' points to the hazard statements; 'Consigli di prudenza P.' points to the precautionary statements; and 'Ulteriori informazioni di pericolo EUH.' points to the EUH066 statement.

**UNGUIS srl**  
Via Dal Corno, 9 Cornuda (TV)  
Tel. 0423-020311

**ACETONE**

**PERICOLO**

H225 Liquido e vapori facilmente infiammabili.  
H319 Provoca grave irritazione oculare.  
H336 Può provocare sonnolenza o vertigini.

P102 Tenere fuori dalla portata dei bambini.  
P210 Tenere lontano da fonti di calore / scintille / fiamme libere / superfici riscaldate.  
Non fumare.  
P280 Indossare guanti / indumenti protettivi / Proteggere gli occhi / il viso.  
P305+P351+P338 In caso di contatto con gli occhi sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare.  
P403+P233 Tenere il recipiente ben chiuso in luogo ben ventilato

EUH066 L'esposizione ripetuta può provocare secchezza o screpolature della pelle

**Pittogrammi di pericolo.**

**Avvertenza. Indica il grado di pericolo.**

**Indicazioni di pericolo H.**

**Consigli di prudenza P.**

**Ulteriori informazioni di pericolo EUH.**

# NUOVI PITTOGRAMMI



# NUOVI PITTOGRAMMI



**PERICOLOSO  
PER L'AMBIENTE**



**ESPLOSIVO**










**COMBURENTE**



**GAS COMPRESSI**



# TABELLA DEI VECCHI E NUOVI PITTOGRAMMI

| PERICOLI  | SIMBOLO VECCHIO   | SIMBOLO NUOVO   |
|---|---|---|
| <p><b>Pericolo di esplosione.</b><br/>                     Questi prodotti possono esplodere a contatto di una fiamma, di una scintilla, dell'elettricità statica, sotto l'effetto del calore, di uno choc, di uno sfregamento.</p>   |    |  |
| <p><b>Pericolo d'incendio</b><br/>                     Questi prodotti possono infiammarsi: a contatto di una fiamma, di una scintilla, di elettricità statica, sotto l'effetto del calore, o di sfregamenti.</p>   |    |  |
| <p><b>Prodotti comburenti.</b><br/>                     Questi prodotti possono provocare o aggravare un incendio, o anche provocare un'esplosione se sono in presenza di prodotti infiammabili o combustibili.</p>   |    |  |
| <p><b>Gas sotto pressione.</b><br/>                     Questi prodotti sono gas sotto pressione in un recipiente e possono esplodere sotto l'effetto del calore. Si tratta di gas compressi, di gas liquefatti e di gas disciolti. I gas liquefatti possono, quanto tali, essere responsabili di bruciature o di lesioni legate al freddo dette criogeniche.</p> | <br>Nuovo pericolo classificato e indicato da nuovo pittogramma |   |

## Pericolo di tossicità acuta.

Questi prodotti avvelenano rapidamente anche con una bassa dose. Essi possono provocare degli effetti molto vari sull'organismo: nausea, vomito, mal di testa, perdita di conoscenza, o altri disturbi importanti compresa la morte. Questi prodotti possono esercitare la loro tossicità per via orale, inalatoria e cutanea.



## Pericoli gravi per la salute.

Questi prodotti possono:

- provocare il cancro (*cancerogeni*);
- modificare il DNA delle cellule e quindi provocare dei danni sulla persona esposta o sulla sua discendenza (*mutageni*);
- avere degli effetti nefasti sulla riproduzione e sul feto (*tossici per la riproduzione*);
- modificare il funzionamento di certi organi come il fegato, il sistema nervoso, sia se si è stati esposti una sola volta o meglio a più riprese;
- provocare degli effetti sui polmoni, e che possono essere mortali se penetrano nelle vie respiratorie (dopo essere passati per la bocca o il naso o meglio quando li si vomitano);
- provocare allergie respiratorie (*asma*).



Pericoli già classificati  
indicati con nuovo  
pittogramma



### Pericoli per la salute.

Questi prodotti chimici possono: avvelenare ad una dose elevata, provocare delle allergie cutanee o causare sonnolenza o vertigini, provocare una reazione infiammatoria per gli occhi, la gola, il naso o la pelle a seguito del loro contatto diretto, prolungato o ripetuto con la pelle o le mucose.



### Pericolo di corrosione.

Questi prodotti sono corrosivi perché attaccano o distruggono i metalli e corrodono la pelle e/o gli occhi in caso di contatto o di proiezione.



### Pericoli per l'ambiente.

Questi prodotti provocano effetti nefasti sugli organismi dell'ambiente acquatico (pesci, crostacei, ...) e sullo strato dell'ozono.



# Confronto Frasi di Pericolo e Prudenza

## VECCHIA NORMATIVA:

- **FRASI R** FRASI DI RISCHIO
- **FRASI S** FRASI DI SICUREZZA

## NUOVA NORMATIVA:

- **H** (= hazard) INDICAZIONI DI PERICOLO
- **P** (= precautionary) CONSIGLI DI PRUDENZA
- **EUH:** ulteriori informazioni di pericolo.

**PUOI PROTEGGERTI DAI PRODOTTI PERICOLOSI  
SOLO SE LI CONOSCI!  
LEGGI LE SCHEDE DI SICUREZZA DEI PRODOTTI  
CON CUI LAVORI!**

COME POSSO  
SAPERE SE UN  
PRODOTTO È  
VELENOSO??

DI CERTO,  
NON FACENDOLO  
ASSAGGIARE AL  
GATTO!



TUBAK

**Punto Sicuro**

# SCHEMA DI SICUREZZA

- ✓ Molto più dettagliate delle etichette;
- ✓ rivolte all'utilizzatore professionale (datore di lavoro);
- ✓ per la protezione della salute e della sicurezza sul posto di lavoro e la protezione dell'ambiente;
- ✓ accompagnano obbligatoriamente l'immissione sul mercato di sostanze e preparati pericolosi;
- ✓ sono una vera e propria guida alla manipolazione sicura da parte di chi utilizza professionalmente un prodotto pericoloso;
- ✓ contengono 16 informazioni;
- ✓ Devono essere richieste al produttore o fornitore del prodotto;
- ✓ Vanno conservate nel luogo di lavoro rendendone facile e rapida la consultazione

# SCHEDA DI SICUREZZA

La scheda di sicurezza deve contenere i seguenti 16 capitoli

|   |   |    |                                  |
|---|---|----|----------------------------------|
| 1 | Indicazione della sostanza / preparato e dell'azienda | 9  | Proprietà fisico - chimiche      |
| 2 | Composizione / indicazioni sui componenti             | 10 | Stabilità e reattività           |
| 3 | Possibili pericoli                                    | 11 | Indicazioni tossicologiche       |
| 4 | Pronto soccorso                                       | 12 | Indicazioni ecologiche           |
| 5 | Provvedimenti in caso di incendio                     | 13 | Considerazioni sullo smaltimento |
| 6 | Misure in caso di fuoriuscita accidentale             | 14 | Indicazioni sul trasporto        |
| 7 | Manipolazione e stoccaggio                            | 15 | Prescrizioni                     |
| 8 | Controllo dell'esposizione e protezione personale     | 16 | Altre indicazioni                |

# Esempio di scheda di sicurezza IL METANOLO

## 1. Identificazione della sostanza/preparato e della società/impresa

### 1.1 Elementi identificatori della sostanza o del preparato :

**Sinonimi** : alcool metilico  
: idrossido di metile

**N. CAS** : 000067-56-1  
**N. indice CE** : 603-001-00-X      **Codice NFPA** : 1-3-0  
**N. EINECS** : 200-659-6      **Massa molecolare** : 32.04  
**N. RTECS** : PC1400000      **Formula chimica** : CH<sub>3</sub>OH

### 1.2 Utilizzazione della sostanza/preparato:

Solvente, carburante, materia prima.

### 1.3 Identificazione della società/impresa:

Methanex Europe s.a.  
Waterloo Office Park - Building N  
Drève Richelle 161 - box 31  
B-1410 Waterloo, Belgio  
Tel.: (32) 2 352 03 70 - Fax : (32) 2 352 06 99

### 1.4 Numero telefonico per chiamate urgenti:

(+32) 14-58 45 45  
Brandweerinformatiecentrum voor gevaarlijke stoffen (B.I.G.)  
Technische Schoolstraat 43A, B-2440 Geel, België

## 2. Composizione/informazione sugli ingredienti

| Ingredienti pericolosi | N. CAS<br>N. EINECS  | Conc. in<br>% | Simboli<br>di<br>pericolo | Rischi<br>(Frase R)                        |
|------------------------|----------------------|---------------|---------------------------|--|
| Metanolo               | 67-56-1<br>200-659-6 | 99.85         | F;T                       | 11-23/24/25-<br>39/23/24/25 <sup>(1)</sup> |

(1) Testo completo delle frasi R: vedere sezione 16

### 3. Identificazione di pericoli

- Tossico per inalazione, contatto con la pelle e per ingestione.
- Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione, a contatto con la pelle e per ingestione.
- Facilmente infiammabile.
- Formazione di cariche elettrostatiche con rischio di accensione.
- Miscele gas/vapore-aria sono infiammabili entro i limiti di esplosione

### 4. Misure di pronto soccorso

#### 4.1 Contatto con gli occhi:

- Sciacquare immediatamente con molta acqua per 15 minuti, tenere le palpebre inferiori e superiori ben aperte per assicurare una sciacquatura accurata.
- Consultare servizio medicale/medico.

#### 4.2 Contatto con la pelle:

- Togliere gli abiti prima del risciacquamento.
- Sciacquare immediatamente con acqua e sapone per 15 minuti.
- Consultare servizio medicale/medico se l'irritazione persiste.

#### 4.3 Dopo inalazione:

- Mettere la vittima nell'aria aperta.
- Respirazione artificiale se necessario.
- Consultare servizio medicale/medico.

#### 4.4 Dopo ingestione:

- L'ingestione di metanolo é pericolosissimo.
- É possibile un intervallo di 18-24 ore fra il momento dell'esposizione e la comparsa dei primi sintomi.
- Persona cosciente ma l'assistenza sanitaria non é immediatamente disponibile : non provocare il vomito.
- Consultare servizio medicale/medico.

## 5. Misure antincendio

### 5.1 Mezzi di estinzione appropriati:

- Piccoli incendi : polvere, anidride carbonica, halon, acqua spruzzata, schiuma standard.
- Incendi di grandi dimensioni : acqua spruzzata, schiuma AFFF, schiuma resistente agli alcoli con dosaggio di schiuma di 3-6%.

### 5.2 Mezzi di estinzione da evitare:

- N.D.

### 5.3 Rischi di esposizione:

- Gas/vapori tossici : ossidi di carbonio e formaldeide.

### 5.4 Istruzioni:

- Il metanolo brucia con una fiamma puro e chiaro quasi invisibile di giorno.
- Stare sopra il vento, delimitare l'area di pericolo.
- Le concentrazioni di piú del 25% del metanolo in acqua possono ancora infiammarsi.
- Raffreddare i contenitori spruzzando acqua/metterli in sicuro.
- Tener conto dell'acqua di estinzione tossica.
- Limitare la quantità di acqua per spegnere; se possibile, coglierla.

### 5.5 Equipaggiamento speciale di protezione per gli addetti allo spegnimento:

- Autorespiratore con maschera coprendo integralmente il visaggio e avendo una pressione positiva a l'interiore; indumenti di protezione appropriati.
- Gli indumenti di protezione standard per la lotta contro gli incendi non sono inefficaci. Non attraversare il prodotto versato.

## 6. Misure in caso di fuoriuscita accidentale

### 6.1 Precauzioni individuali: vedere 8.2/13

### 6.2 Precauzioni ambientali:

- Evitare l'inquinamento del terreno/dell'acqua.
- Non scaricare nelle fognature.
- Raccogliere/pompate prodotto disperso in contenitori adatti.
- Tappare la falla/interrompere l'afflusso.
- Arginare il liquido disperso.
- Limitare l'evaporazione.
- Raccogliere il metanolo o diluirlo con l'acqua per ridurre il pericolo di incendio.

### 6.3 Pulizia:

- Eliminare tutti i sorgenti di infiammazione.
- Le schiume resistenti agli alcoli a base di idrocarburi fluorurati possono essere applicati per ridurre l'evaporazione e il pericolo di incendio.
- Raccogliere al massimo il metanolo per il riciclaggio o la riutilizzazione.
- Raccogliere il liquido per mezzo di una pompa a prova di esplosione.
- Piccole quantità : assorbire in un materiale assorbente incombustibile.



## 7. Manipolazione e stoccaggio

### 7.1 Manipolazione:

- Limitare/evitare l'esposizione/ogni contatto.
- Conservare il recipiente ben chiuso.
- Non fumare, non usare fiamme libere.
- Utensili antiscintilla, impianto elettrico/illuminazione a prova di esplosione.
- Evitare l'accumulo di cariche elettrostatiche.
- Manipolare i recipienti vuoti, non puliti come i pieni.

### 7.2 Stoccaggio:

- Conservare il recipiente ben chiuso
- Proteggere dalla luce solare diretta
- Conservare in luogo secco
- Conservare al buio
- Tenere separato da: sorgenti di calore, sorgenti di ignizione, sostanze combustibili, ossidanti, acidi, basi

### Imballaggio (tipo di materiale):

- Il metanolo anidro è alla temperatura ambientale non-corrosivo per la maggior parte dei metalli, eccetto il piombo e il magnesio.
- I rivestimenti di rame (o leghe di rame), di zinco (acciaio galvanizzato incluso) o di alluminio sono a sconsigliare perche subiscono una corrosione lenta.
- L'acciaio dolce è raccomandato come materiale di costruzione di cisterni.

### 7.3 Impieghi particolari: Leggere le informazioni fornite dal fabbricante

## 8. Controllo dell'esposizione/protezione individuale

### 8.1 Valore limiti:

|                 |   |             |                   |            |     |
|-----------------|---|-------------|-------------------|------------|-----|
| TLV-TWA         | : |             | mg/m <sup>3</sup> | 200        | ppm |
| TLV-STEL        | : |             | mg/m <sup>3</sup> | 250        | ppm |
| TLV-Ceiling     | : |             | mg/m <sup>3</sup> |            | ppm |
| OES-LTEL        | : | 266         | mg/m <sup>3</sup> | 200        | ppm |
| OES-STEL        | : | 333         | mg/m <sup>3</sup> | 250        | ppm |
| MAK             | : | 270         | mg/m <sup>3</sup> | 200        | ppm |
| MAK-KZW         | : | 1080/15'/4x | mg/m <sup>3</sup> | 800/15'/4x | ppm |
| MAC-TGG 8 ore   | : | 260         | mg/m <sup>3</sup> |            |     |
| MAC-TGG 15 min. | : | 520         | mg/m <sup>3</sup> |            |     |
| MAC-Ceiling     | : |             | mg/m <sup>3</sup> |            |     |
| VME-8 ore       | : | 260         | mg/m <sup>3</sup> | 200        | ppm |
| VLE-15 min.     | : | 1300        | mg/m <sup>3</sup> | 1000       | ppm |
| GWBB-8 ore      | : | 266         | mg/m <sup>3</sup> | 200        | ppm |
| GWK-15 min.     | : | 333         | mg/m <sup>3</sup> | 250        | ppm |
| Valori tetto    | : |             | mg/m <sup>3</sup> |            | ppm |
| CE              | : | 260         | mg/m <sup>3</sup> | 200        | ppm |
| CE-STEL         | : | -           | mg/m <sup>3</sup> | -          | ppm |

Limite olfattivo : 2000 ppm (irritazione a 1000 ppm)

(l'odore é insufficiente come avvertimento)

#### Metodi di prelevamento:

NIOSH 2000 / OSHA 91

### 8.2 Controllo dell'esposizione:

#### 8.2.1 Controllo dell'esposizione professionale:

- Provvedersi di una ventilazione locale e generale nelle zone confinate per mantenere le concentrazioni piú basse dei limiti di esposizione.
- Il concepimento dei sistemi della ventilazione deve rispondere alle norme tecniche approvate.

#### 8.2.2 Controllo dell'esposizione ambientale: vedere 13

### 8.3 Precauzioni individuali:

#### 8.3.1 protezione respiratoria:

- Ad alte concentrazioni di vapore/gas: autorespiratore

### 8.3.2 protezione delle mani:

- Guanti protettivi  
Scelta del materiale idoneo: - Gomma butilica  
- Gomma nitrilica
- Durata limite del materiale: N.D.

### 8.3.3 protezione degli occhi:

- Visiera protettiva e occhiali di protezione dotati di schermi laterali

### 8.3.4 protezione della pelle:

- Indumenti protettivi  
Scelta del materiale idoneo: - Gomma butilica  
- Gomma nitrilica

## 9. Proprietà fisiche e chimiche

### 9.1 Informazioni generali:

|                  |                        |
|------------------|------------------------|
| Aspetto (a 20°C) | : Liquido              |
| Odore            | : Lieve odore alcolico |
| Colore           | : Incolore             |

### 9.2 Importanti informazioni, sulla salute umana, la sicurezza e l'ambiente:

|   |  |
|---|--|
| pH  | : N.D.                                 |
| Punto/intervallo di ebollizione               | : 64.5 °C                              |
| Punto di infiammabilità                       | : 11 °C (TCC)                          |
| Punto di esplosione                           | : 6/36 vol%                            |
| Pressione di vapore (a 20°C)                  | : 127 hPa                              |
| Pressione di vapore (a 50°C)                  | : 535 hPa                              |
| Densità relativa (a 20°C)                     | : 0.792                                |
| Idrosolubilità                                | : COMPLETO                             |
| Solubilità in                                 | : Etanolo, etere, acetone, cloroformio |
| Densità di vapore relativa                    | : 1.1                                  |
| Viscosità (a 20°C)                            | : 0.0006 Pa.s                          |
| Coefficiente di ripartizione n-ottanolo/acqua | : -0.82/-0.66                          |
| Velocità di evaporazione                      | :                                      |
| relativa al acetato di butile                 | : 5.9                                  |
| relativa al etere                             | : 5.3                                  |

### 9.3 Altri dati:

|                               |                        |
|-------------------------------|------------------------|
| Punto/intervallo di fusione   | : -97.8 °C             |
| Temperatura di autoaccensione | : 385 °C               |
| Concentrazione di saturazione | : 166 g/m <sup>3</sup> |

## 11. Informazioni tossicologiche

### 11.1 Tossicità acuta:

|                       |         |          |
|-----------------------|---------|----------|
| LD50 orale ratto      | : 5628  | mg/kg    |
| LD50 dermale ratto    | : N.D.  | mg/kg    |
| LD50 dermale coniglio | : 15800 | mg/kg    |
| LC50 inalazione ratto | : 85    | mg/l/4 h |
| LC50 inalazione ratto | : 64000 | ppm/4 h  |

Il limite olfattivo é alcune volte piú dei valori limiti di esposizione.

### 11.2 Tossicità cronica:

CE-carc. cat. : non classificato  
CE-muta. cat. : non classificato  
CE-repr. cat. : non classificato

Cancerogenicità (MAC) : non classificato  
Gravidanza (MAC) : 2

Cancerogenicità (TLV) : non classificato  
Cancerogenicità (VME) : non classificato  
Cancerogenicità (GWBB) : non classificato

Cancerogenicità (MAK) : non classificato  
Mutagenicità (MAK) : non classificato  
Gravidanza (MAK) : C

Classificazione IARC : non classificato

11.3 Vie di esposizione ingestione, inalazione, contatto con gli occhi e pelle

### 11.4 Effetti immediati/sintomi:

- L'ingestione, anche di piccole dosi, può causare cecità o la morte.
- Effetti dovuti a dosi inferiori : nausea, mal di testa, dolori addominali, vomiti e disturbi della visione (visione annebbiata, sensibilità accresciuta alla luce).
- L'inalazione di dosi massicce : irritazione delle mucose, mal di testa, sonnolenza, nausea, confusione, perdita di conoscenza, disturbi gastrointestinali e oculari e la morte.
- Concentrazioni alte di vapore/contatto con il liquido : irritazione oculare, lacrimazione e sensazione di bruciore.
- Può essere assorbito attraverso la pelle in quantità tossica o letale

### 11.5 Effetti ritardati:

- Esposizione ripetuta per inalazione e per assorbimento : intossicazione sistemica, disturbi cerebrali, disturbi della visione e cecità.
- L'inalazione può aggravare delle condizioni esistenti come enfisema e bronchite.
- Contatto ripetuto con la pelle può causare irritazione, disseccazione e screpolature.

### Effetti sulla riproduzione:

- Delle anomalie congenitali sono state osservate da ratti esposti a 20000 ppm.
- Probabilmente rischio per il feto

## 12. Informazioni ecologiche

### 12.1 Ecotossicità:

- CL50 (96 ore): 10800 mg/l (SALMO GAIARDNERI/ONCORHYNCHUS MYKISS)
- CE50 (48 ore): 24500 mg/l (DAPHNIA MAGNA)
- CE50 (72 ore): 8000 mg/l (ALGAE)

### 12.2 Mobilità:

- **Composti organici volatili (COV):** 100%
- Solubile in acqua
- Facilmente degradabile (test: 99% OECD 301 giorni BOD 80% ThOD)

Per altre proprietà fisico-chimiche, vedere sezione 9

### 12.3 Persistenza e degradabilità:

- biodegradabilità BOD<sub>5</sub> : 0.6-1.1 g O<sub>2</sub>/g polvere
- COD : 1.42 g O<sub>2</sub>/g polvere
- acqua :
- suolo : N.D.

- Nell'ambiente il metanolo può decomporsi in ossidi di carbonio e acqua.

### 12.4 Potenziale di bioaccumulo:

- log P<sub>ow</sub> : 0.82/-0.66
- BCF : <10 (LEUCISCUS IDUS)

- Bioaccumulo minimo

### 12.5 Altri dati:

- **WGK: 1** (Classificazione secondo Verwaltungsvorschrift wassergefährdender Stoffe (VwVwS) del 17 maggio 1999)
- **Effetti sullo strato di ozono** : Non pericoloso per lo strato di ozono (Regolamento (CE) N. 3093/94 del Consiglio, G.U. L333 del 22/12/94)
- **Effetto di serra** : nessun dato disponibile
- **Trattamento delle acque di scarico** : Rallenta la digestione del fango attivo a 800mg/l  
Rallenta la nitrificazione del fango attivo a 160 mg/l; 50%

## 13. Considerazioni sullo smaltimento

### 13.1 Disposizioni relative al rifiuti:

- Codice di rifiuto (91/689/CEE, Decisione della Commissione 2001/118/CE, G.U. L47 del 16/2/2001): 07 01 04\* (altri solventi organici alogenati, soluzioni di lavaggio ed acque madri)
- Rifiuti pericolosi (91/689/CE)

### 13.2 Metodo di eliminazione:

- Il metodo d'eliminazione raccomandato é l'incenerimento.
- La biodegradazione puó essere applicata sulle soluzione acquose del metanolo.
- L'iniezione in profonditá é un metodo inadatto per il metanolo.
- Eliminare conformemente alle prescrizioni nazionali, regionali o locali.

### 13.3 Imballaggio/contenitore:

- Codice di rifiuto imballaggio (91/689/CEE, Decisione della Commissione 2001/118/CE, G.U. L47 del 16/2/2001): 15 01 10\* (imballaggi contenenti residui di sostanze pericolose o contaminati da tali sostanze)

## 14. Informazioni sul trasporto

|      |
|------|
| 336  |
| 1230 |

- 14.1 Classificazione secondo le raccomandazione dall'ONU
- |                          |   |                   |
|--------------------------|---|-------------------|
| Numero ONU               | : | 1230              |
| CLASSE                   | : | 3                 |
| SUB RISKS                | : | 6.1               |
| GRUPPO D'IMBALLAGGIO     | : | II                |
| DESIGNAZIONE DELLA MERCE | : | UN 1230, Metanolo |
- 14.2 ADR (trasporto stradale)
- |                                |   |       |
|--------------------------------|---|-------|
| CLASSE                         | : | 3     |
| GRUPPO D'IMBALLAGGIO           | : | II    |
| ETICHETTE DI PERICOLO CITERNE  | : | 3+6.1 |
| ETICHETTE DI PERICOLO SU COLLI | : | 3+6.1 |
| HAZCHEM                        | : | 2WE   |
- 14.3 RID (trasporto ferroviario)
- |                                |   |       |
|--------------------------------|---|-------|
| CLASSE                         | : | 3     |
| GRUPPO D'IMBALLAGGIO           | : | II    |
| ETICHETTE DI PERICOLO CITERNE  | : | 3+6.1 |
| ETICHETTE DI PERICOLO SU COLLI | : | 3+6.1 |
- 14.4 ADNR (navigazione interna)
- |                                |   |       |
|--------------------------------|---|-------|
| CLASSE                         | : | 3     |
| GRUPPO D'IMBALLAGGIO           | : | II    |
| ETICHETTE DI PERICOLO CITERNE  | : | 3+6.1 |
| ETICHETTE DI PERICOLO SU COLLI | : | 3+6.1 |
- 14.5 IMDG (trasporto marittimo)
- |                      |   |          |
|----------------------|---|----------|
| CLASSE               | : | 3        |
| SUB RISKS            | : | 6.1      |
| GRUPPO D'IMBALLAGGIO | : | II       |
| MFAG                 | : | 19       |
| EMS                  | : | F-E, S-D |
| MARINE POLLUTANT     | : | -        |
- 14.6 ICAO (trasporto aereo)
- |   |   |          |
|---|---|----------|
| CLASSE                                    | : | 3        |
| SUB RISKS                                 | : | 6.1      |
| GRUPPO D'IMBALLAGGIO                      | : | II       |
| ISTRUZIONI IMBALLAGGIO PASSENGER AIRCRAFT | : | 305/Y305 |
| ISTRUZIONI IMBALLAGGIO CARGO AIRCRAFT     | : | 307      |
- 14.7 Precauzioni particolari relative al trasporto : nessuno
- 14.8 Limited quantities (LQ):  
Quando le sostanze e loro emballaggio corrispondere al condizione sul capitolo 3.4 dell'ADR/RID/ADNR, solo le seguente prescrizioni devono essere soddisfatti:  
Sul ogni collo deve figurare un quadrato con la seguente iscrizione:  
- 'UN 1230'  
o, nel caso di merci diverse che abbiano numeri di identificazione diversi ma vengano trasportate nello stesso collo:  
- le lettere 'LQ'

## 15. Informazioni sulla regolamentazione

Etichettatura conforme alle direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE



Facilmente infiammabile



Tossico

- R11 : Facilmente infiammabile  
R23/24/25 : Tossico per inalazione, contatto con la pelle e per ingestione  
R39/23/24/25: Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione, a contatto con la pelle e per ingestione
- S(01/02) : (Conservare sotto chiave e fuori della portata dei bambini)  
S07 : Conservare il recipiente ben chiuso  
S16 : Conservare lontano da fiamme e scintille - Non fumare  
S36/37 : Usare indumenti protettivi e guanti adatti  
S45 : In caso di incidente o di malessere consultare immediatamente il medico (Se possibile, mostrargli l'etichetta)



## 16. Altre informazioni

Le informazioni contenute in questa scheda sono state realizzate con la massima cura possibile e riproducono le nostre conoscenze più aggiornate della materia. Questa scheda è da impiegarsi come direttiva per la manipolazione sicura e corretta della sostanza (uso, manipolazione, immagazzinamento, trasporto, eliminazione, fuoriuscite) e non può essere considerata come garanzia o norma di qualità. I dati si riferiscono solo alla sostanza da sola, e possono essere invalidati se la sostanza è utilizzata con altre sostanze o in altri processi, a meno che non siano menzionate esplicitamente nel testo.

**N.A.** = NON APPLICABILE

**N.D.** = NON DETERMINATO

**\*** = CLASSIFICAZIONE INTERNA

### Testo integral di eventuali frasi R indicati nella sezione 2:

R11 : Altamente infiammabile  
R23/24/25 : Tossico per inalazione, contatto con la pelle e per ingestione  
R39/23/24/25 : Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione, a contatto con la pelle e per ingestione

### Valore limiti:

**TLV** : Threshold Limit Value - ACGIH Stati Uniti  
**OES** : Occupational Exposure Standards - Regno Unito  
**MEL** : Maximum Exposure Limits - Regno Unito  
**MAK** : Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen - Germania  
**TRK** : Technische Richtkonzentrationen - Germania  
**MAC** : Maximale aanvaarde concentratie - Paesi Bassi  
**VME** : Valeurs limites de Moyenne d'Exposition - Francia  
**VLE** : Valeurs limites d'Exposition à court terme - Francia  
**GWBB** : Grenswaarde beroepsmatige blootstelling - Belgio  
**GWK** : Grenswaarde kortstondige blootstelling - Belgio  
**CE** : Valori limite d'esposizione professionale indicativi - direttiva 2000/39/CE

### INDICAZIONE PER IL MEDICO:

L'esposizione al metanolo, sia per ingestione sia per inalazione di concentrazioni atmosferiche massicce, può provocare dei sintomi che si manifestano dopo un periodo di latenza di 40 minuti a 72 ore. I sintomi si limitano al livello del SNC, degli occhi e del tubo gastrointestinale. I primari segni neurologici (cefalea, vertigini, letargia e confusione) potrebbero indurre a l'impressione che si agisce di una intossicazione dall'etanolo. Visione annebbiata, diminuzione dell'acuità visuale e fotofobia sono nonostante dei sintomi abituali in caso d'intossicazione dal metanolo. Un trattamento all'ipepac o una lavanda gastrica è indicato quando si manifestano dei sintomi clinici fra 2 ore dopo l'ingestione. In caso di una intossicazione grave si produce una acidosi metabolica severa: il tenore di bicarbonato nel siero permette di misurare la gravità con più di precisione del tenore di metanolo nel siero. I protocolli di trattamento sono disponibili nella maggior parte degli ospedali grandi. È raccomandato di collaborare il più presto possibile con degli ospedali avendo l'esperienza di questo tipo di intossicazione.

# I RISCHI DA AGENTI CHIMICI

## CHIMICO-FISICI

- ESPLOSIVI
- COMBURENTI (Ossigeno)
- ESTREMAMENTE INFIAMMABILI (R12- os. etilene)
- FACILMENTE INFIAMMABILI (R11 – Toluene)
- INFIAMMABILI (R10 - xilene)

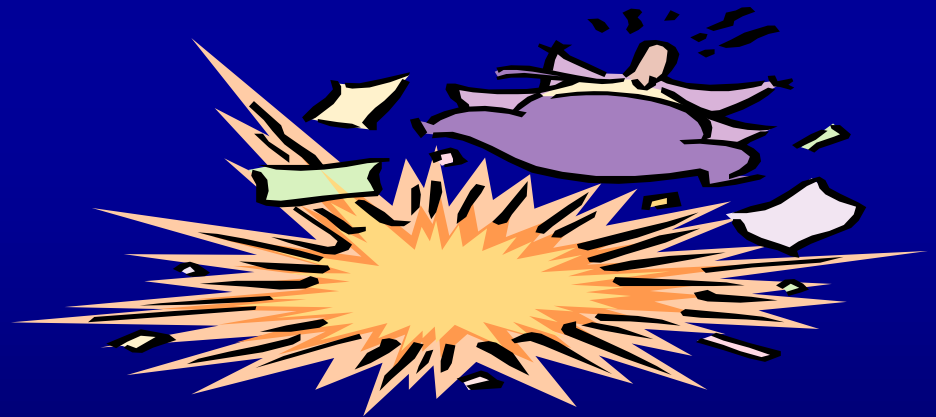
## TOSSICOLOGICI

- MOLTO TOSSICI (T+)
- TOSSICI (T – formaldeide)
- NOCIVI (Xn – clorobenzene)
- CORROSIVI (C – acido cloridrico)
- IRRITANTI (Xi – dimetilammina)
- SENSIBILIZZANTI (Xn - R42; Xi – R43)
- CANCEROGENI
- MUTAGENI
- TOSSICI PER IL CICLO RIPRODUTTIVO

# I RISCHI DA AGENTI CHIMICI

## esplosivi

le sostanze ed i preparati solidi, liquidi, pastosi o gelatinosi che, anche senza l'azione dell'ossigeno atmosferico, possono provocare una reazione esotermica con rapida formazione di gas e che, in determinate condizioni di prova, detonano, deflagrano rapidamente o esplodono in seguito a riscaldamento in condizione di parziale contenimento



## comburenti

le sostanze ed i preparati che a contatto con altre sostanze, soprattutto se infiammabili, provocano una forte reazione esotermica

# I RISCHI DA AGENTI CHIMICI



## estremamente infiammabili

le sostanze ed i preparati liquidi con i punto di infiammabilità estremamente basso ed un punto di ebollizione basso e le sostanze ed i preparati gassosi che a temperatura e pressione ambiente si infiammano a contatto con l'aria

## facilmente infiammabili

- le sostanze ed i preparati che, a contatto con l'aria, a temperatura ambiente e senza apporto di energia, possono subire innalzamenti termici e da ultimo infiammarsi
- le sostanze ed i preparati solidi che possono facilmente infiammarsi dopo un breve contatto con una sorgente di accensione e che continuano a bruciare o a consumarsi anche dopo il distacco della sorgente di accensione
- le sostanze ed i preparati liquidi il cui punto d'infiammabilità è molto basso
- le sostanze ed i preparati che, a contatto con l'acqua o l'aria umida, sprigionano gas estremamente infiammabili in quantità pericolose

## infiammabili

le sostanze ed i preparati liquidi con un basso punto di infiammabilità



# I RISCHI DA AGENTI CHIMICI



## molto tossici

le sostanze ed i preparati che, in caso di inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo, in piccolissime quantità, possono essere letali oppure provocare lesioni acute o croniche

## tossici

le sostanze ed i preparati che, in caso di inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo, in piccole quantità, possono essere letali oppure provocare lesioni acute o croniche

## nocivi

le sostanze ed i preparati che, in caso di inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo, possono essere letali oppure provocare lesioni acute o croniche

# I RISCHI DA AGENTI CHIMICI



## corrosivi

le sostanze ed i preparati che, a contatto con i tessuti vivi, possono esercitare su di essi un'azione distruttiva

## irritanti

le sostanze ed i preparati non corrosivi, il cui contatto diretto, prolungato o ripetuto con la pelle o le mucose può provocare una reazione infiammatoria

## sensibilizzanti

le sostanze ed i preparati che, per inalazione o assorbimento cutaneo, possono dar luogo ad una reazione di ipersensibilizzazione per cui una successiva esposizione alla sostanza o al preparato produce reazioni avverse caratteristiche

# I RISCHI DA AGENTI CHIMICI

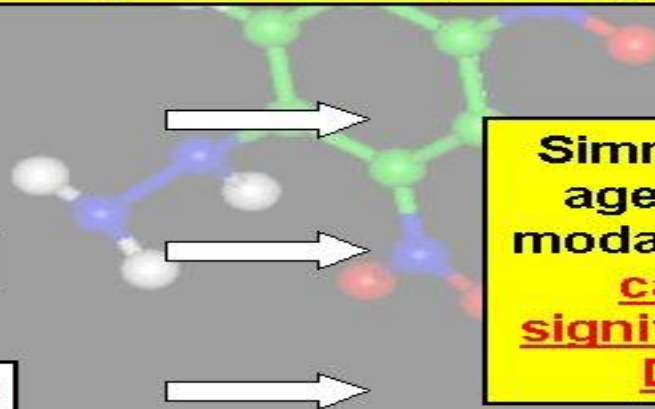
## I CANCEROGENI

**Agenti** chimici, fisici o biologici in grado di **alterare** il materiale genetico di una cellula rendendola capace di sviluppare un tumore in seguito ad una **esposizione** più o meno prolungata nel tempo

**Agente**

**alterazione**

**esposizione**



Simmetria con gli altri agenti chimici come modalità di esposizione **cambia in modo significativo il rapporto DOSE/DANNO**

# I RISCHI DA AGENTI CHIMICI

## mutageni

le sostanze ed i preparati che, per inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo, possono produrre difetti genetici ereditari o aumentarne la frequenza



## tossici per il ciclo riproduttivo

*le sostanze ed i preparati che, per inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo, possono provocare o rendere più frequenti effetti nocivi non ereditari nella prole o danni a carico della funzione o delle capacità riproduttive maschili o femminili*



# I RISCHI DA AGENTI CHIMICI

## pericolosi per l'ambiente

le sostanze ed i preparati che qualora si diffondano nell'ambiente, presentano o possono presentare rischi immediati differiti per una o più delle componenti ambientali.

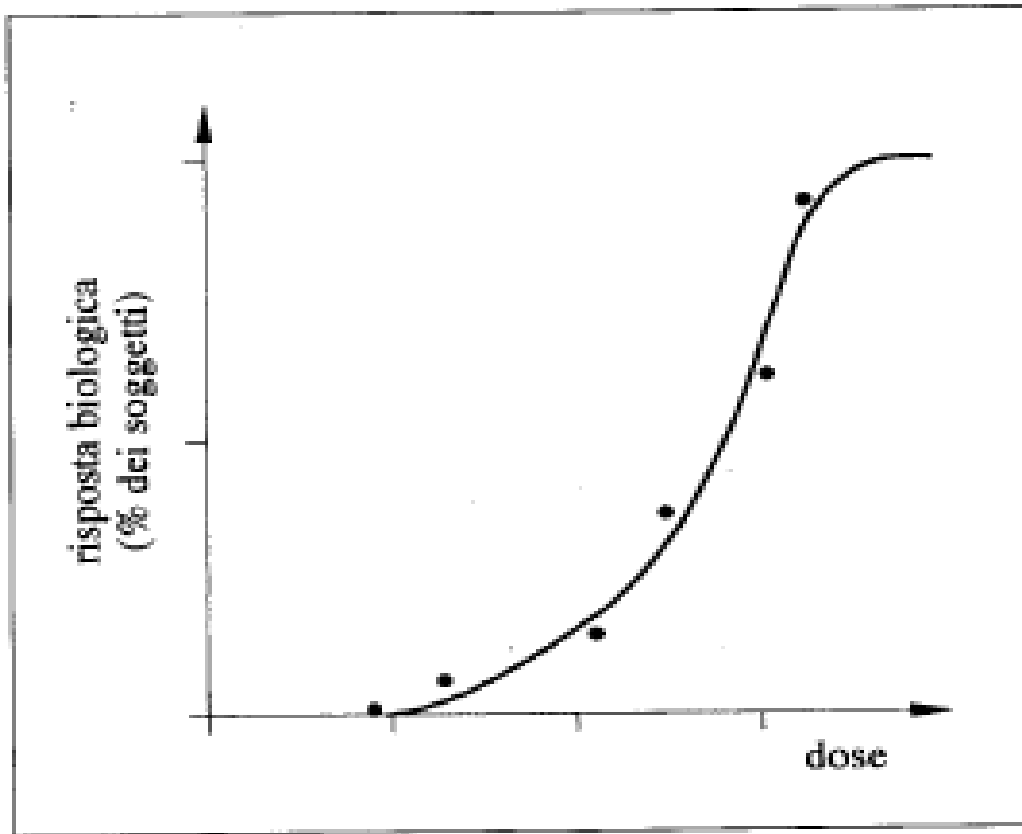


# TOSSICITÀ

- ✓ Dose: **PARACELSO(1493-1541)**: Tutte le sostanze sono velenose non esiste nessuna sostanza che non sia un veleno è la dose che distingue il veleno dal farmaco;
- ✓ Tossicità intrinseca del composto;
- ✓ Via di esposizione;
- ✓ Relazione dose/risposta;
- ✓ Relazione dose/effetto.

# RELAZIONE DOSE/RISPOSTA

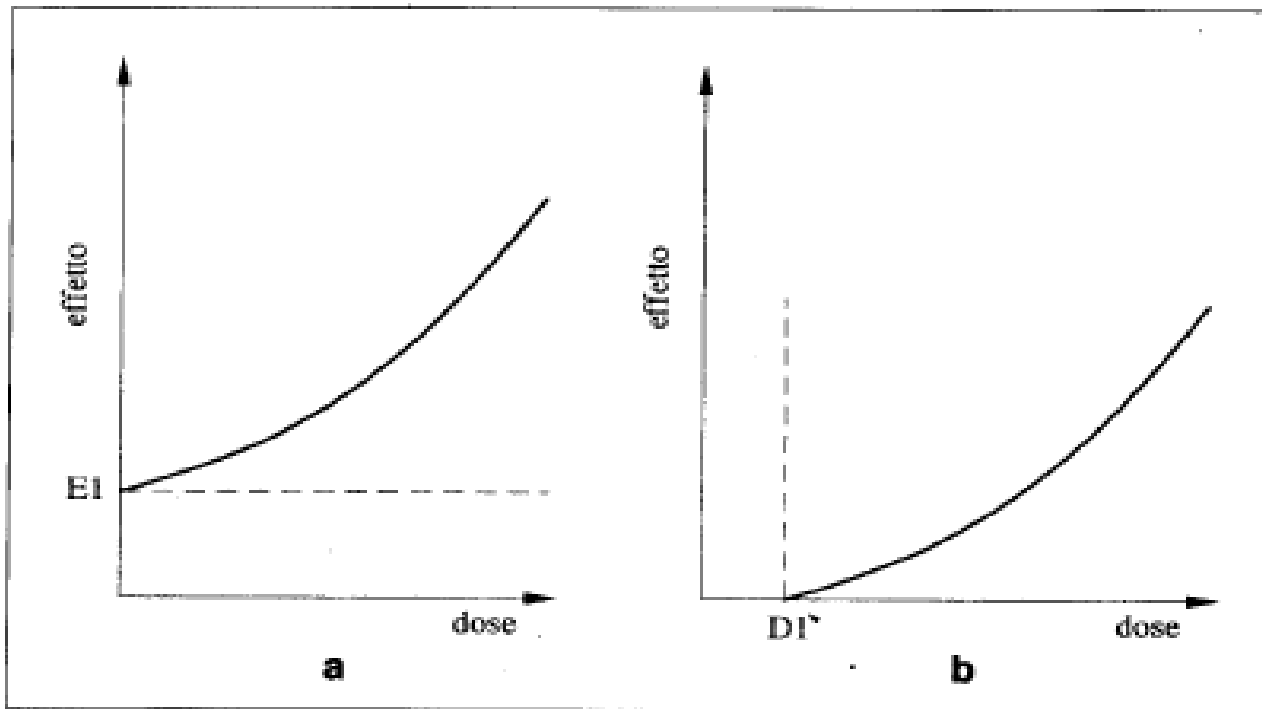
Studia la percentuale degli individui della popolazione in studio che presentano un effetto.



**FIGURA 2.** Relazione dose-risposta: crescita della risposta a un certo effetto (calcolata come numero di soggetti o di animali trattati che manifestano un certo effetto ed espressa come frequenza percentuale sul gruppo) al crescere delle dosi assunte o somministrate.

# 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.



**FIGURA 1.** Relazione dose-effetto; a) presenza di effetto (E1), quale effetto spontaneo, anche in assenza di dose (curva con soglia di effetto); b) assenza di effetto per dosi inferiori alla dose (D1) (curva con soglia di dose).

# I RISCHI DA AGENTI CHIMICI

## ESPOSIZIONE

L'esposizione lavorativa al rischio chimico dipende:

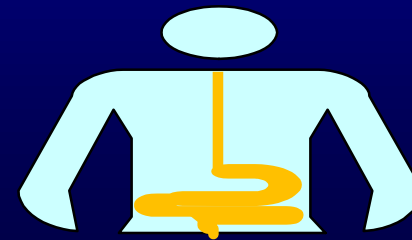
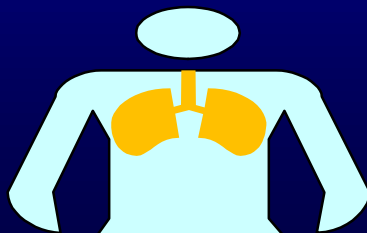
- dalle caratteristiche chimico – fisiche e tossicologiche delle sostanze e/o dei preparati utilizzati;
- dal ciclo di lavorazione;
- delle modalità operative.

# DANNO DA AGENTI CHIMICI causato

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

## **effetti riscontrati**

- ◆ IRRITAZIONI APPARATO RESPIRATORIO
- ◆ ALLERGIE RESPIRATORIE E CUTANEE
- ◆ IRRITAZIONI PELLE E OCCHI
- ◆ ALTERAZIONI SUL SISTEMA NERVOSO
- ◆ ALTERAZIONI AL FEGATO E ALL'APPARATO DIGESTIVO



# DANNO DA AGENTI CHIMICI causato da

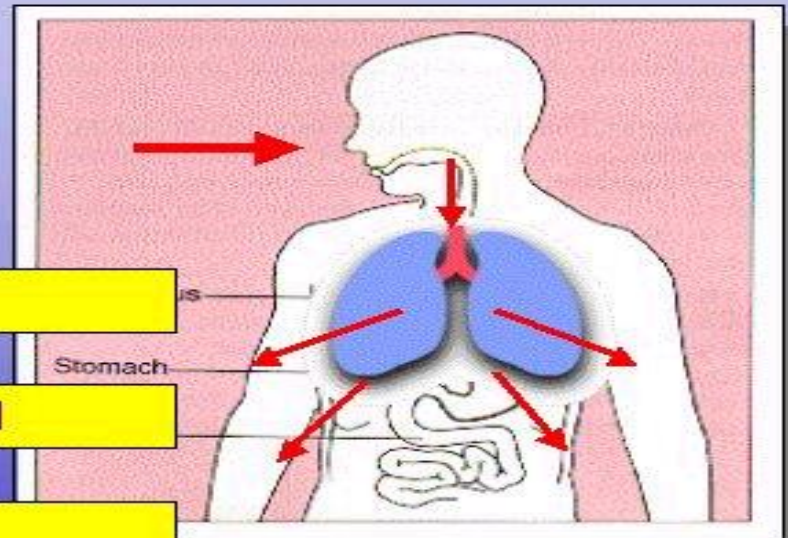
## INALAZIONE

**l'agente è presente  
nell'aria e trascinato  
all'interno  
dell'organismo con  
l'atto respiratorio**

**SOLIDI**      polveri e fibre

**LIQUIDI**    nebbie e aerosol

**GAS**        ogni tipo



Aria

Sist. Respiratorio

Sist. circolatorio

Organi

# DANNO DA AGENTI CHIMICI causato da

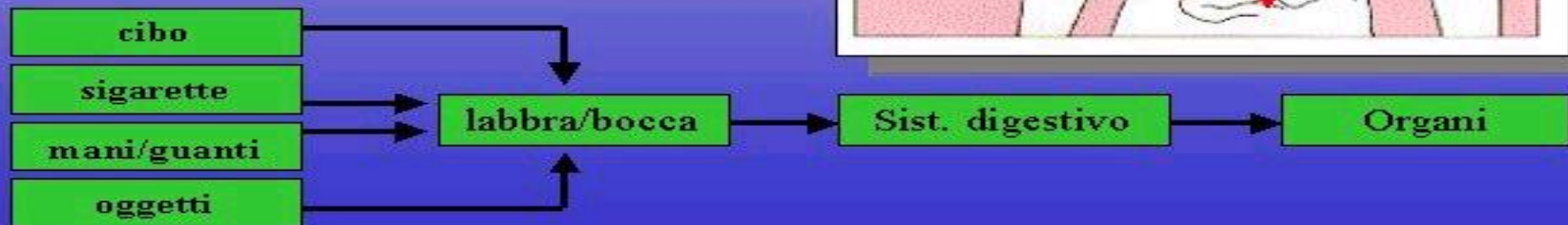
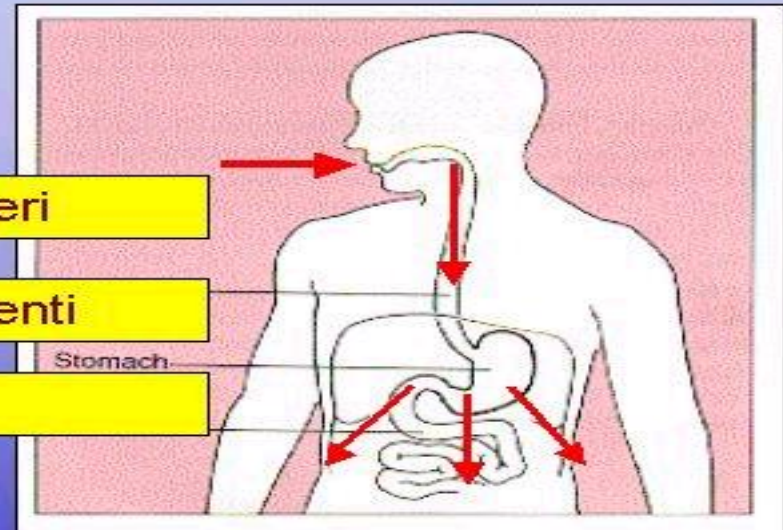
## INGESTIONE

**l'agente entra nel cavo orale, come contaminante degli alimenti o di oggetti portati alla bocca**

**SOLIDI** frammenti e polveri

**LIQUIDI** schizzi e versamenti

**GAS** non rilevante





# DANNO DA AGENTI CHIMICI causato da

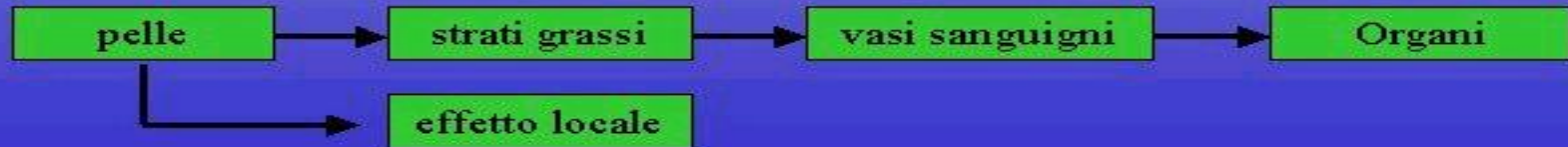
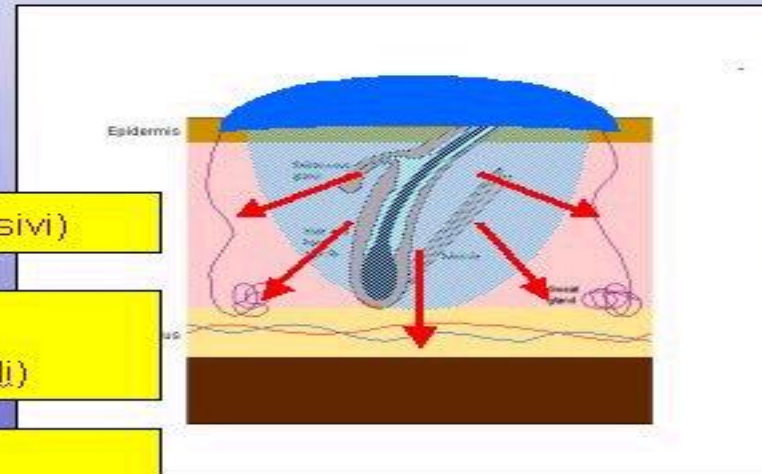
## CONTATTO

**l'agente entra in contatto con pelle o mucose: svolge una azione locale o viene assorbito dagli strati grassi dell'epidermide**

**SOLIDI**      effetti locali (aggressivi)

**LIQUIDI**      effetti locali  
assorbimento (lipofili)

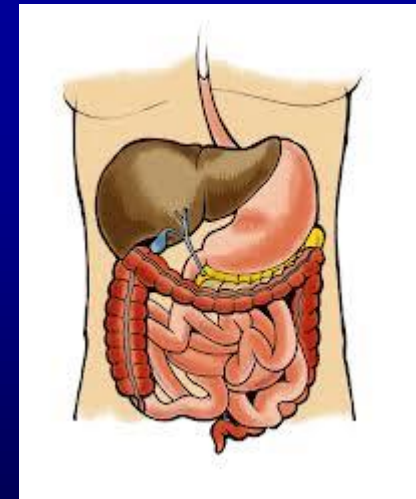
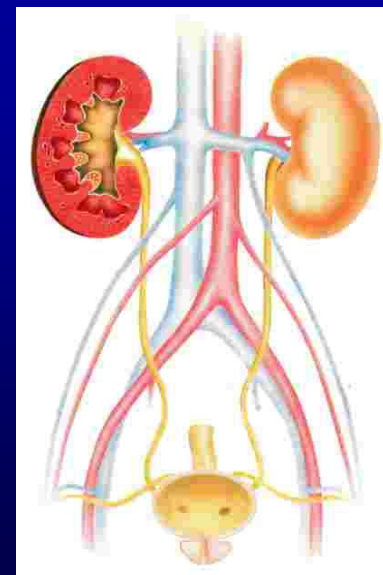
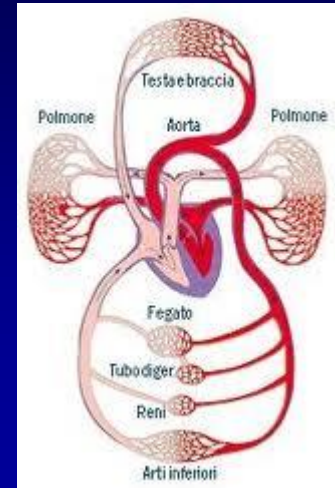
**GAS**      non rilevante



# DANNO DA AGENTI CHIMICI

## organi bersaglio

- Apparato Cardiovascolare
- Sistema Nervoso
- Apparato Gastroenterico
- Apparato Urinario
- Sistema Emopoietico



# POLVERI

particelle solide di varie dimensioni disperse nell'aria

inferiore a  $0.5 \mu$

penetra in profondità ma in parte espirato

tra  $0.5$  e  $5 \mu$

frazione respirabile si fissa negli alveoli

maggiore di  $5 \mu$

vengono trattenute dalle vie aeree superiori

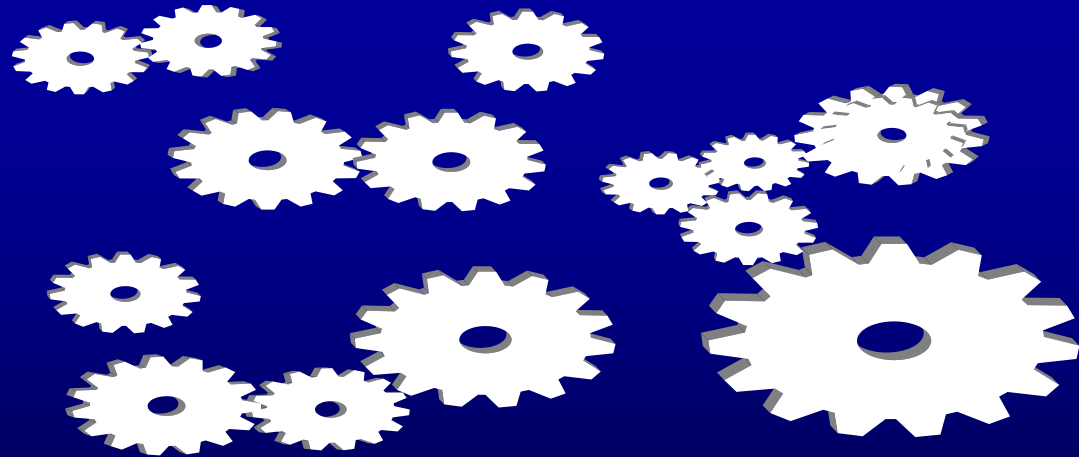


# NEBBIE

aerosol di particelle liquide di dimensioni inferiori a  $1 \mu$  disperse nell'aria generate da processi di evaporazione e condensazione, di atomizzazione, di nebulizzazione, ecc.

Es.

- nebbie acquose
- nebbie oleose
- nebbie di solventi

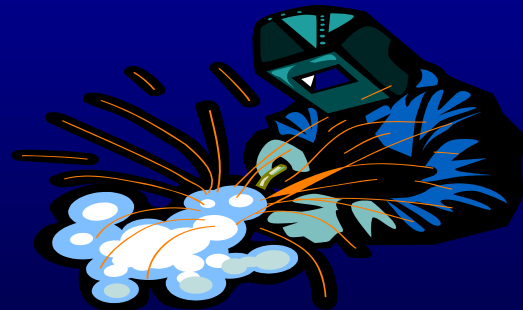


# FUMI

aerosol con particelle solide provenienti dalla combustione incompleta di sostanze carboniose o dalla condensazione di sostanze gassose di dimensioni inferiori a  $1 \mu$

Es.

- scarichi di motori (carrelli trasportatori)
- fumi di saldatura



# GAS

aeriforme che a temperatura ambiente esiste solo allo stato di gas

- ossido di carbonio
- acetilene
- protossido di azoto
- ozono
- ecc.

# VAPORI

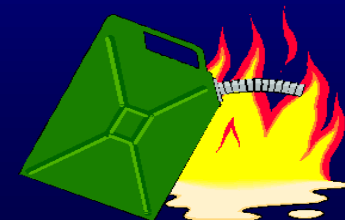
forma gassosa di una sostanza normalmente allo stato liquido

- ◆ vapori di solventi
- ◆ vapori di acidi
- ◆ ecc.

# VALUTAZIONE DEL RISCHIO CHIMICO

## IL DATORE DI LAVORO DEVE

- valutare i rischi connessi al uso dei prodotti pericolosi
- scegliere opportunamente le sostanze ed i preparati chimici da impiegare;
- sostituire ciò che è pericoloso con ciò che non lo è o è meno pericoloso (per esempio l'utilizzo di un agente cancerogeno sul luogo di lavoro è subordinato alla dimostrazione che non è tecnicamente possibile ricorrere a sostanze alternative o a processi tecnologici meno pericolosi);
- informare i lavoratori sui pericoli connessi all'uso delle sostanze e dei preparati pericolosi e addestrali in occasione dell'introduzione di nuovi prodotti sul modo di prevenire incidenti, disturbi e malattie. Informare i lavoratori dell'esistenza della scheda e del luogo in cui è conservata.



# SISTEMA DI GESTIONE DEI PRODOTTI CHIMICI PERICOLOSI

- Identificare le sostanze a rischio presenti o potenzialmente presenti in ogni fase dell'attività;
- limitare l'utilizzo degli agenti chimici sul luogo di lavoro;
- valutare la possibile sostituzione con altri prodotti a minor grado di rischio;
- limitare al minimo il numero dei lavoratori che sono o possono essere esposti e separare le lavorazioni a rischio;
- verificare le incompatibilità o la possibilità di reazioni pericolose o prodotti di decomposizione;
- individuare le modalità di conservazione e impiego necessarie a limitare al più basso livello possibile l'esposizione, rispettare i livelli di esposizione regolamentari e tenere conto dei valori raccomandati;
- controllare l'esposizione dei lavoratori mediante misurazione dell'agente chimico ogni qualvolta non è ragionevolmente possibile escluderne la presenza;
- sottoporre a controllo sanitario i lavoratori e consultare M.C.
- informare e formare i lavoratori sugli agenti chimici presenti



# MONITORAGGIO AMBIENTALE

MISURA, USUALMENTE A LIVELLO ATMOSFERICO, DEGLI AGENTI PRESENTI NEL LUOGO DI LAVORO PER LA VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE AMBIENTALE E DEL RISCHIO PER LA SALUTE IN RAPPORTO AD APPROPRIATI RIFERIMENTI.

# LIMITI DI ESPOSIZIONE PROFESSIONALE

Al fine di tutelare la salute del lavoratore, L'**ACGIH** (American Conference Governmental Industrial Hygenist) ovvero la Conferenza Americana degli Igienisti Industriali, stabilisce i **VALORI LIMITE DI SOGLIA(TLV)**.

I TLV si riferiscono a concentrazioni atmosferiche di sostanze alla quali si ritiene che pressoché tutti i lavoratori possono essere ripetutamente esposti, giorno dopo giorno, senza andare incontro ad effetti nocivi.

Riconosciamo:

**TLV-TWA**  
(Time Weighted Average)

Concentrazione media ponderata per giornata lavorativa di 8 ore e 40 ore settimanali (esposizione cronica).

**TLV-STEL**  
(Short Term Exposure Limit)

Esposizione media ponderata, su un tempo di 15 min, che non deve mai essere superata nella giornata lavorativa.

Tale TLV ha la finalità di proteggere i lavoratori dall'insorgenza di irritazioni, danni tissutali irreversibili oppure narcosi di grado sufficiente ad accrescere la possibilità di infortuni ed integra il TLV-TWA nel caso in cui la sostanza in esame abbia anche effetti acuti.

**TLV-C**  
(Ceiling)

È la concentrazione che non deve mai essere superata durante l'esposizione lavorativa.

# VALORE LIMITE DI ESPOSIZIONE PROFESSIONALE

## ALLEGATO XXXVIII

D.Lgs 81/08 e s.m.i

| EINECS <sup>(1)</sup> | CAS <sup>(2)</sup> | NOME DELL'AGENTE CHIMICO                        | VALORE LIMITE                       |                       |                                     |                       | NOTAZIONE <sup>(3)</sup> |
|-----------------------|--------------------|---|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|--------------------------|
|                       |                    |   | 8 ore <sup>(4)</sup>                |                       | Breve Termine <sup>(5)</sup>        |                       |                          |
|                       |                    |   | mg/m <sup>3</sup><br><sub>(6)</sub> | ppm<br><sub>(7)</sub> | mg/m <sup>3</sup><br><sub>(6)</sub> | ppm<br><sub>(7)</sub> |                          |
| 200-467-2             | 60-29              | Dietiletere                                     | 308                                 | 100                   | 616                                 | 200                   |                          |
| 200-662-2             | 67-64-1            | Acetone   | 1210                                | 500                   | -                                   | -                     | -                        |
| 200-663-8             | 67-66-3            | Cloroformio                                     | 10                                  | 2                     | -                                   | -                     | Pelle                    |
| 200-756-3             | 71-55-6            | Tricloroetano, 1,1,1-                           | 555                                 | 100                   | 1110                                | 200                   | -                        |
| 200-834-7             | 75-04-7            | Etilammina                                      | 9,4                                 | 5                     | -                                   | -                     | -                        |
| 200-863-5             | 75-34-3            | Dicloroetano, 1,1-                              | 412                                 | 100                   | -                                   | -                     | Pelle                    |
| 200-870-3             | 75-44-5            | Fosgene   | 0,08                                | 0,02                  | 0,4                                 | 0,1                   | -                        |
| 200-871-9             | 75-45-6            | Clorodifluorometano                             | 3600                                | 1000                  | -                                   | -                     | -                        |
| 201-159-0             | 78-93-3            | Butanone  | 600                                 | 200                   | 900                                 | 300                   | -                        |
| 201-176-3             | 79-09-4            | Acido propionico                                | 31                                  | 10                    | 62                                  | 20                    | -                        |
| 202-422-2             | 95-47-6            | o-Xilene  | 221                                 | 50                    | 442                                 | 100                   | Pelle                    |
| 202-425-9             | 95-50-1            | Diclorobenzene, 1, 2-                           | 122                                 | 20                    | 306                                 | 50                    | Pelle                    |
| 202-436-9             | 95-63-6 1,2,4-     | Trimetilbenzene                                 | 100                                 | 20                    | -                                   | -                     | -                        |
| 202-704-5             | 98-82-8            | Cumene  | 100                                 | 20                    | 250                                 | 50                    | Pelle                    |
| 202-705-0             | 98-83-9            | Fenilpropene, 2-                                | 246                                 | 50                    | 492                                 | 100                   | -                        |
| 202-849-4             | 100-41-4           | Etilbenzene                                     | 442                                 | 100                   | 884                                 | 200                   | Pelle                    |
| 203-313-2             | 105-60-2           | e-Caprolattame (polveri e vapori) <sup>4)</sup> | 10                                  | -                     | 40                                  | -                     | -                        |
| 203-388-1             | 106-35-4           | Eptan-3-one                                     | 95                                  | 20                    | -                                   | -                     | -                        |
| 203-396-5             | 106-42-3           | p-Xilene  | 221                                 | 50                    | 442                                 | 100                   | Pelle                    |
| 203-400-5             | 106-46-7           | Diclorobenzene, 1,4-                            | 122                                 | 20                    | 306                                 | 50                    | -                        |
| 203-470-7             | 107-18-6           | Alcole allilico                                 | 4,8                                 | 2                     | 12,1                                | 5                     | Pelle                    |
| 203-473-3             | 107-21-1           | Etilen glicol                                   | 52                                  | 20                    | 104                                 | 40                    | Pelle                    |
| 203-539-1             | 107-98-2           | Metossipropanolo-2,1-                           | 375                                 | 100                   | 568                                 | 150                   | Pelle                    |

Alcuni esempi

# MONITORAGGIO BIOLOGICO

## DEFINIZIONE

MISURA, USUALMENTE NEL SANGUE, URINE E ARIA ESPIRATA DEL SOGGETTO ESPOSTO, DEGLI AGENTI CHIMICI PRESENTI NEL LUOGO DI LAVORO O DEI LORO METABOLITI PER VALUTARE L'ESPOSIZIONE E IL RISCHIO PER LA SALUTE IN RAPPORTO AD APPROPRIATI VALORI DI RIFERIMENTO.

## OBIETTIVO

EVITARE CHE L'ESPOSIZIONE DEL LAVORATORE A SOSTANZE PRESENTI NELL'AMBIENTE DI LAVORO RAGGIUNGA LIVELLI CAPACI DI PROVOCARE EFFETTI AVVERSI.  
TALE SCOPO È OTTENUTO PER MEZZO DEGLI INDICATORI BIOLOGICI.

# INDICATORI DI DOSE INTERNA

Sono rappresentati dalla sostanza tal quale e/o dai suoi metaboliti e permettono di valutare l'entità dell'esposizione a una determinata sostanza presente nell'ambiente di lavoro.

Integrano le diverse vie di assorbimento;

- Tengono conto del carico di lavoro;
- Risentono dei dispositivi di protezione individuale;
- Dipendono dalle caratteristiche individuali dei soggetti;
- Consentono la sorveglianza del rischio;
- Sono correlabili alle concentrazioni ambientali.

Sono suddivisi in :

INDICATORI  
Di  
ESPOSIZIONE

Quando la loro quantità è correlabile alla quantità di sostanza presente nell'ambiente di lavoro

INDICATORI  
Di  
ACCUMULO

Quantità di un tossico accumulata nell'organismo o nei tessuti da cui può essere rilasciato.

INDICATORI  
Di  
DOSE VERA

Misura del tossico metabolicamente attivo nel sito dove esercita i suoi effetti lesivi

# INDICATORI DI EFFETTO

Permettono di valutare il rischio per la salute attraverso lo studio degli effetti precoci e reversibili a carico dell'organo critico, ovvero dell'organo nel quale per primo avvengono le modificazioni biochimiche e strutturali in seguito all'esposizione ad una sostanza tossica presente nell'ambiente di lavoro.

## INDICATORI DI EFFETTO SUBCRITICO

Permettono di valutare l'effetto di una esposizione a un tossico, quando ancora non si sono verificate alterazioni cellulari;

## INDICATORI DI EFFETTO CRITICO

Evidenziano effetti biologici precoci che possono essere ancora reversibili.

# INDICATORI DI SUSCETTIBILITA'

Condizioni individuali, congenite o acquisite che possono determinare una diversa probabilità di sviluppare una malattia come conseguenza dell'esposizione professionale a sostanze chimiche. La condizione di iper-suscettibilità si evidenzia maggiormente per bassi livelli di esposizione.

## CONDIZIONE DI IPERSUSCETTIBILITA'



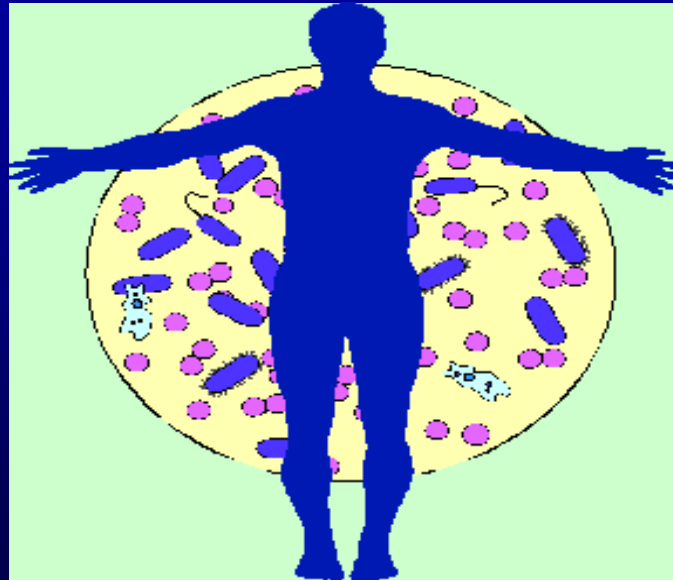
Fattori genetici



Fattori acquisiti

# VALORE LIMITE BIOLOGICO

Il limite della concentrazione del relativo agente, di un suo metabolita, o di un indicatore di effetto, nell'appropriato mezzo biologico; un primo elenco di tali valori è riportato nell'allegato XXXIX (D.Lgs.81/08).





# VALUTAZIONE DEI RISCHI

Il D.L. prende in considerazione

- a) Le proprietà pericolose;
- b) Le informazioni sulla salute e sulla sicurezza comunicate dal produttore o dal fornitore tramite la relativa scheda di sicurezza;
- c) Il livello, il tipo e la durata dell'esposizione;
- d) Le circostanze in cui viene svolto il lavoro in presenza di tali agenti, compresi la quantità degli stessi;
- e) I valori limiti di esposizione professionale o i valori limiti biologici;
- f) Gli effetti delle misure preventive e protettive adottate o da adottare;
- g) Se disponibili, le conclusioni tratte da eventuali azioni di sorveglianza sanitaria già intraprese.

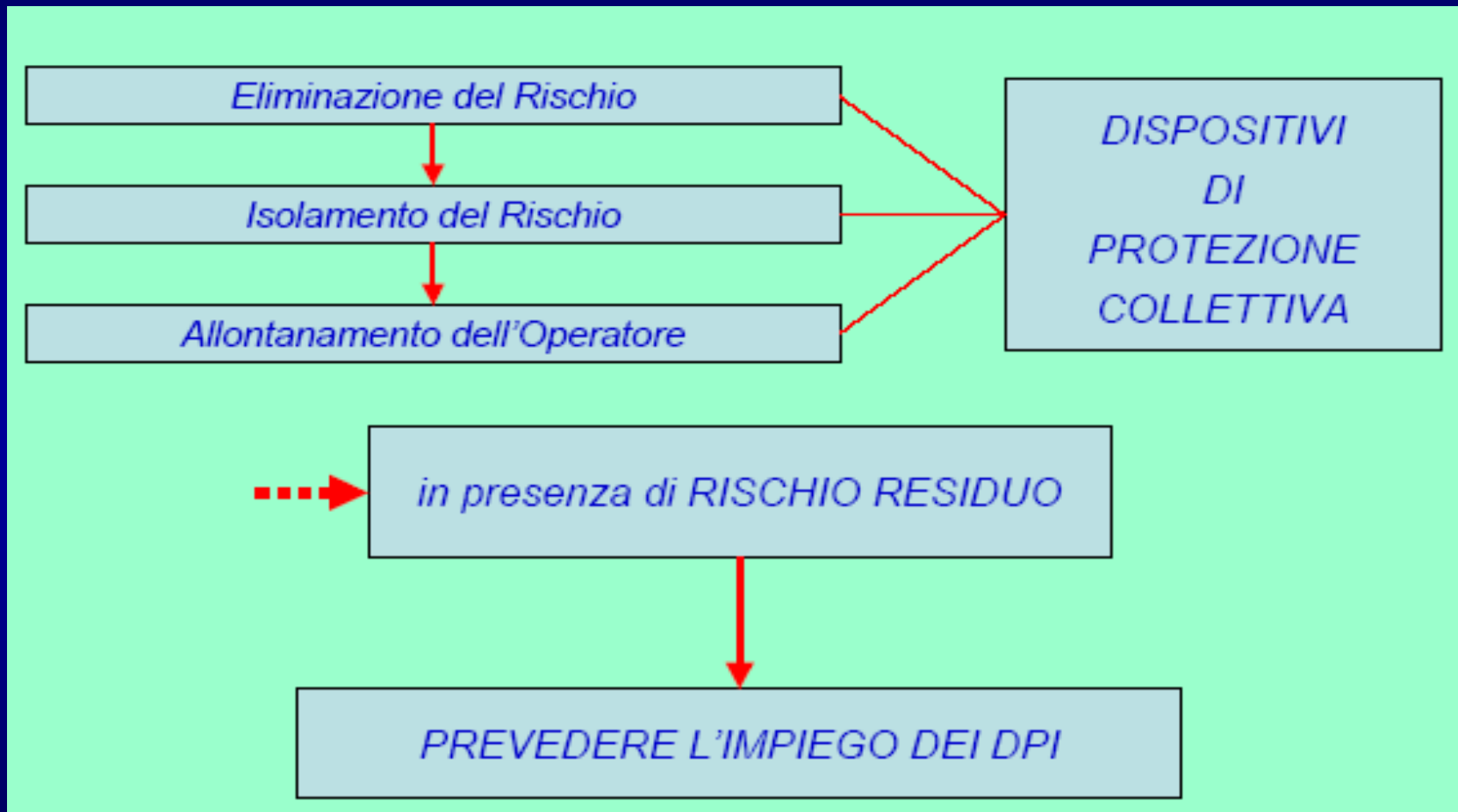
# Dispositivi di Protezione Individuale



# Dispositivi di Protezione Individuale

1. Si intende per dispositivo di protezione individuale, di seguito denominato «DPI», qualsiasi attrezzatura destinata ad essere indossata e tenuta dal lavoratore allo scopo di proteggerlo contro uno o più rischi suscettibili di minacciarne la sicurezza o la salute durante il lavoro, nonché ogni complemento o accessorio destinato a tale scopo.
  
2. Non costituiscono DPI:
  - a) gli indumenti di lavoro ordinari e le uniformi non specificamente destinati a proteggere la sicurezza e la salute del lavoratore;
  - b) le attrezzature dei servizi di soccorso e di salvataggio;
  - c) le attrezzature di protezione individuale delle forze armate, delle forze di polizia e del personale del servizio per il mantenimento dell'ordine pubblico;
  - d) le attrezzature di protezione individuale proprie dei mezzi di trasporto stradali;
  - e) i materiali sportivi quando utilizzati a fini specificamente sportivi e non per attività lavorative;
  - f) i materiali per l'autodifesa o per la dissuasione;
  - g) gli apparecchi portatili per individuare e segnalare rischi e fattori nocivi.

# Principi fondamentali



# DISPOSITIVI DI PROTEZIONE COLLETTIVA (DPC)

- “sistemi che possono intervenire, in maniera più o meno efficace, direttamente sulla fonte inquinante prima che sia coinvolto il singolo lavoratore oppure che tende a ridurre l’impatto delle sostanze pericolose sui lavoratori presenti in quell’ambiente.”
- Riferimenti normativi:
  - DLgs 81/08, integrato dal DLgs 106/09, artt. 69 – 79;
  - DLgs 81/08, integrato dal DLgs 106/09, Allegato VIII;
  - Norme UNI ed UNI EN.

# DISPOSITIVI DI PROTEZIONE COLLETTIVA



# DPC: STOCCAGGIO AGENTI CHIMICI



# Segnaletica sicurezza

- Le normative di sicurezza prevedono una segnaletica standardizzata per la sicurezza
- I colori, i cartelli, la segnaletica gestuale, la segnaletica acustica, sono regolate da direttive CE e uniformi tra i paesi membri che le hanno recepite



# Divieto

I cartelli di divieto sono rotondi, realizzati con pittogramma nero su sfondo bianco e bande rosse

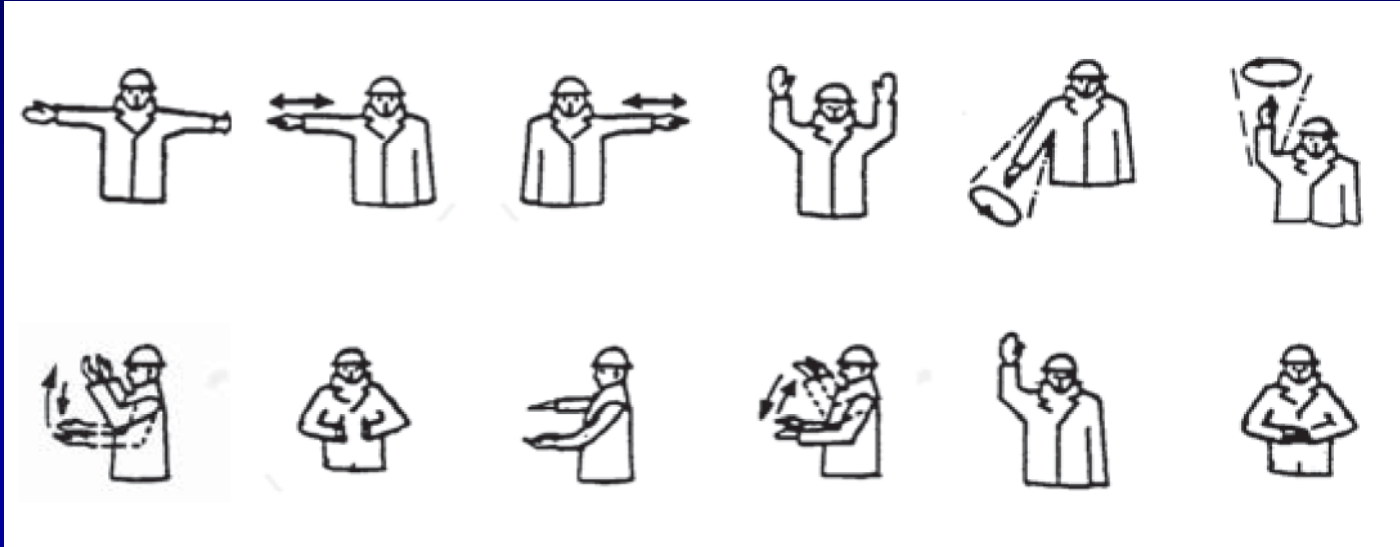


# Avvertimento e altri

- Avvertimento: triangolo nero-giallo
- Prescrizione: rotondi bianco-azzurro
- Salvataggio: rettangolari o quadrati giallo-verde
- Antincendio: rettangolari o quadrati bianco-rosso



# Gestuale



- Segnali standardizzati
- Procedure scritte
- Importanza dell'addestramento

# DPI come misure estrema

- I DPI si adottano DOPO le misure di prevenzione, solo se il rischio non può essere ulteriormente ridotto con altri mezzi
- I dispositivi devono essere conformi alla norma di riferimento per il rischio e la situazione affrontata
- Il fatto che un DPI sia marcato *CE* non è sufficiente a garantire il fatto che sia adatto al rischio esistente.

# DPI Requisiti

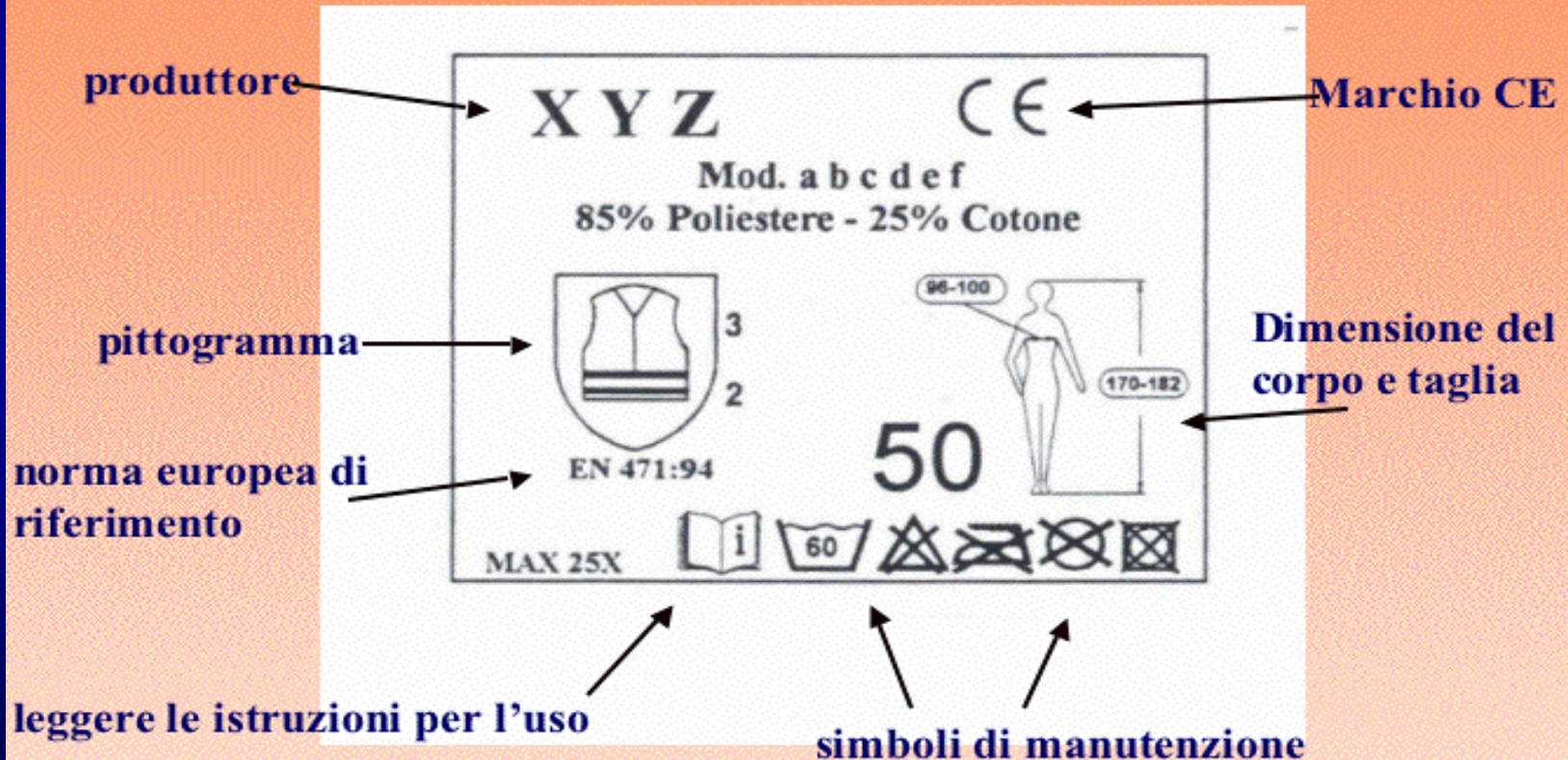
- Massima efficacia protettiva;
- Semplicità e facilità nell'indossarli;
- Buona durata in condizioni efficienti;
- Minimo disturbo a: movimenti, respirazione, traspirazione e percezione sensoriale;
- Regolazione per adattarli alle diverse misure anatomiche
- I DPI, specie le protezioni auricolari o le mascherine, devono essere gestiti in modo da garantire la massima igiene per i lavoratori che li utilizzano.
- Nel caso di rischi multipli, se è necessario indossare più DPI, questi devono essere compatibili tra loro e mantenere ciascuno la propria efficacia.
- Tutti i DPI commercializzati devono possedere la certificazione di conformità prevista dal Dlgs. 475/1992. Tale certificazione sarà testata dalla presenza della marcatura «CE», che dovrà essere presente sull'imballaggio originale e sul DPI stesso in modo visibile, leggibile e indelebile per tutto il tempo di durata del DPI.
- I DPI devono essere corredati obbligatoriamente da una nota informativa che indichi il grado di protezione assicurato, le istruzioni di uso e manutenzione, il termine di scadenza dei DPI.

# DPI Categorie (art. 4 D. Lgs. 475/92)

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p><i>1<sup>a</sup> categoria</i> (prima categoria):<br/>DPI di progettazione semplice destinati a salvaguardare il lavoratore da rischi di lieve entità.</p>                                     | <p>Requisiti:<br/>certificazione di conformità CE rilasciata dal costruttore, istruzioni per l'impiego, deposito e manutenzione.</p>   | <p>Es: guanti da giardinaggio, ditali per cucire, guanti di protezione da soluzioni detergenti diluite, filtri per protezione dai raggi solari, etc ...</p>      |
| <p><i>3<sup>a</sup> categoria</i> (terza categoria):<br/>DPI di progettazione complessa destinati a salvaguardare il lavoratore da rischi di morte o lesioni gravi e di carattere permanente.</p> | <p>Requisiti:<br/>deve essere presente, oltre a quanto previsto per la prima categoria, la certificazione del sistema qualità del costruttore e la conformità CE deve essere garantita da un ente tecnico (CE con numero dell'ente certificante)</p> | <p>Es: dispositivi contro le cadute dall'alto, gli apparecchi di protezione delle vie respiratorie, dispositivi di protezione dal rischio elettrico, etc ...</p> |
| <p><i>2<sup>a</sup> categoria</i> (seconda categoria):<br/>DPI che non appartengono alle altre due categorie.</p>   | <p>Requisiti:<br/>certificazione di conformità CE rilasciata dal costruttore, istruzioni per l'impiego, deposito e manutenzione.</p>   | <p>Es: tutti i caschi compresi quelli per uso sportivo, tutti i dispositivi che proteggono l'udito (collocati nell'orecchio o sull'orecchio).</p>                |

# DPI – Marcatura CE

## ESEMPIO DI MARCATURA DI UN DPI



# Schema indicativo per l'inventario dei rischi ai fini dell'impiego di attrezzature di protezione individuale

|                 |                |                            | RISCHI           |                                    |                           |            |                                |
|-----------------|----------------|----------------------------|------------------|------------------------------------|---------------------------|------------|--------------------------------|
|                 |                |                            | FISICI           |                                    |                           |            |                                |
|                 |                |                            | MECCANICI        |                                    |                           |            |                                |
|                 |                |                            | Cadute dall'alto | Urti, colpi, impatti, compressioni | Punture, tagli, abrasioni | Vibrazioni | Scivolamenti, cadute a livello |
| PARTE DEL CORPO | TESTA          | Cranio                     |                  |                                    |                           |            |                                |
|                 |                | Udito                      |                  |                                    |                           |            |                                |
|                 |                | Occhi                      |                  |                                    |                           |            |                                |
|                 |                | Vie respiratorie           |                  |                                    |                           |            |                                |
|                 |                | Volto                      |                  |                                    |                           |            |                                |
|                 |                | Testa                      |                  |                                    |                           |            |                                |
|                 | ARTO SUPERIORE | Mano                       |                  |                                    |                           |            |                                |
|                 |                | Braccio (parti)            |                  |                                    |                           |            |                                |
|                 | ARTO INFERIORE | Piede                      |                  |                                    |                           |            |                                |
|                 |                | Gamba (parti)              |                  |                                    |                           |            |                                |
|                 | VARIE          | Pelle                      |                  |                                    |                           |            |                                |
|                 |                | Tronco/addome              |                  |                                    |                           |            |                                |
|                 |                | Apparato gastrointestinale |                  |                                    |                           |            |                                |
|                 |                | Corpo intero               |                  |                                    |                           |            |                                |



# DPI Tipologie

I dispositivi di protezione individuale sono classificati in base alle parti del corpo che devono proteggere

- Dispositivi di protezione della testa
- Dispositivi di protezione dell'udito
- Dispositivi di protezione degli occhi e del viso
- Dispositivi di protezione delle vie respiratorie
- Dispositivo di protezione delle mani e delle braccia
- Dispositivi di protezione delle gambe
- Dispositivi di protezione della pelle
- Dispositivi di protezione del tronco e dell'addome
- Dispositivi di protezione dell'intero corpo
- Indumenti di protezione

# Elenco indicativo delle attività e dei settori di attività per i quali può rendersi necessario l'uso di DPI

## 1. Protezione del capo (protezione del cranio)

Elmetti di protezione

- Lavori edili, soprattutto lavori sopra, sotto o in prossimità di impalcature e di posti di lavoro sopraelevati, montaggio e smontaggio di armature, lavori di installazione e di posa di ponteggi e operazioni di demolizione.
- Lavori su ponti d'acciaio, su opere edili in strutture d'acciaio di grande altezza, piloni, torri, costruzioni idrauliche in acciaio, altiforni, acciaierie e laminatoi, grandi serbatoi, grandi condotte, caldaie e centrali elettriche.
- Lavori in fossati, trincee, pozzi e gallerie di miniera.
- Lavori in terra e in roccia.
- Lavori in miniere sotterranee, miniere a cielo aperto e lavori di spostamento di ammassi di sterile. - Uso di estrattori di bulloni.
- Brillatura mine. ....

## 2. Protezione del piede

Scarpe di sicurezza con suola imperforabile

- Lavori di rustico, di genio civile e lavori stradali.
- Lavori su impalcatura.
- Demolizioni di rustici.
- Lavori in calcestruzzo e in elementi prefabbricati con montaggio e smontaggio di armature.
- Lavori in cantieri edili e in aree di deposito.
- Lavori su tetti.....

# ELMETTI DI PROTEZIONE PER L'INDUSTRIA

## RISCHI DA CUI PROTEGGERE

| Rischi             | Origine e forma dei rischi   | Criteri di sicurezza e prestazionali per la scelta del dispositivo                          |
|--------------------|------------------------------|---|
| Meccanici          | Cadute di oggetti, urti      | Capacità d'ammortizzare gli urti<br>Resistenza alla perforazione<br>Resistenza agli impatti |
|                    | Schiacciamento laterale      | Resistenza laterale   |
| Elettrici          | Bassa tensione elettrica     | Isolamento elettrico  |
| Termici            | Freddo, caldo                | Mantenimento delle caratteristiche alle basse e alte temperature                            |
|                    | Spruzzi di metallo fuso      | Resistenza agli spruzzi di metallo fuso   |
| Ridotta visibilità | Percettibilità insufficiente | Colore luminescente/riflettente   |

## RISCHI DERIVANTI DAL DISPOSITIVO (Elmetti di protezione per l'industria)

| Rischi  | Origine e forma dei rischi  | Criteri di sicurezza e prestazionali per la scelta del dispositivo  |
|---|---|---|
| Disagio, interferenza con l'attività lavorativa | Comfort inadeguato  | Progetto ergonomico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peso</li> <li>• intercapedine d'aria</li> <li>• adattamento alla testa</li> <li>• ventilazione</li> </ul> |
| Infortuni e rischi per la salute                | Scarsa compatibilità  | Qualità dei materiali   |
|   | Carenza di igiene   | Facilità di manutenzione  |
|   | Scarsa stabilità, perdita dell'elmetto  | Adattamento dell'elmetto alla testa   |
|   | Contatto con le fiamme  | Non infiammabilità e resistenza alla fiamma   |
| Invecchiamento                                  | Esposizione a fenomeni atmosferici, condizioni dell'ambiente, pulizia, utilizzo | Resistenza del dispositivo alle condizioni di utilizzo industriali<br>Conservazione del dispositivo per la durata di utilizzo   |

## RISCHI DERIVANTI DALL'USO DEL DISPOSITIVO (Elmetti di protezione per l'industria)

| Rischi                | Origine e forma dei rischi               | Criteri di sicurezza e prestazionali per la scelta del dispositivo  |
|-----------------------|--|---|
| Protezione inadeguata | Errata scelta del dispositivo            | Scelta del dispositivo in relazione al tipo, entità dei rischi e condizioni di lavoro: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Osservanza delle istruzioni fornite dal fabbricante</li> <li>• Osservanza delle marcature del dispositivo (per es. Livello di protezione, impieghi specifici)</li> <li>• Scelta del dispositivo in relazione alle esigenze dell'utilizzatore</li> </ul> |
|                       | Uso non corretto del dispositivo         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impiego appropriato del dispositivo con attenzione al rischio</li> <li>• Osservanza delle istruzioni fornite dal fabbricante</li> </ul>  |
|                       | Dispositivo sporco, logoro o deteriorato | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimento del dispositivo in buono stato</li> <li>• Controlli regolari</li> <li>• Sostituzione a tempo debito</li> <li>• Osservanza delle istruzioni fornite dal fabbricante</li> </ul>   |

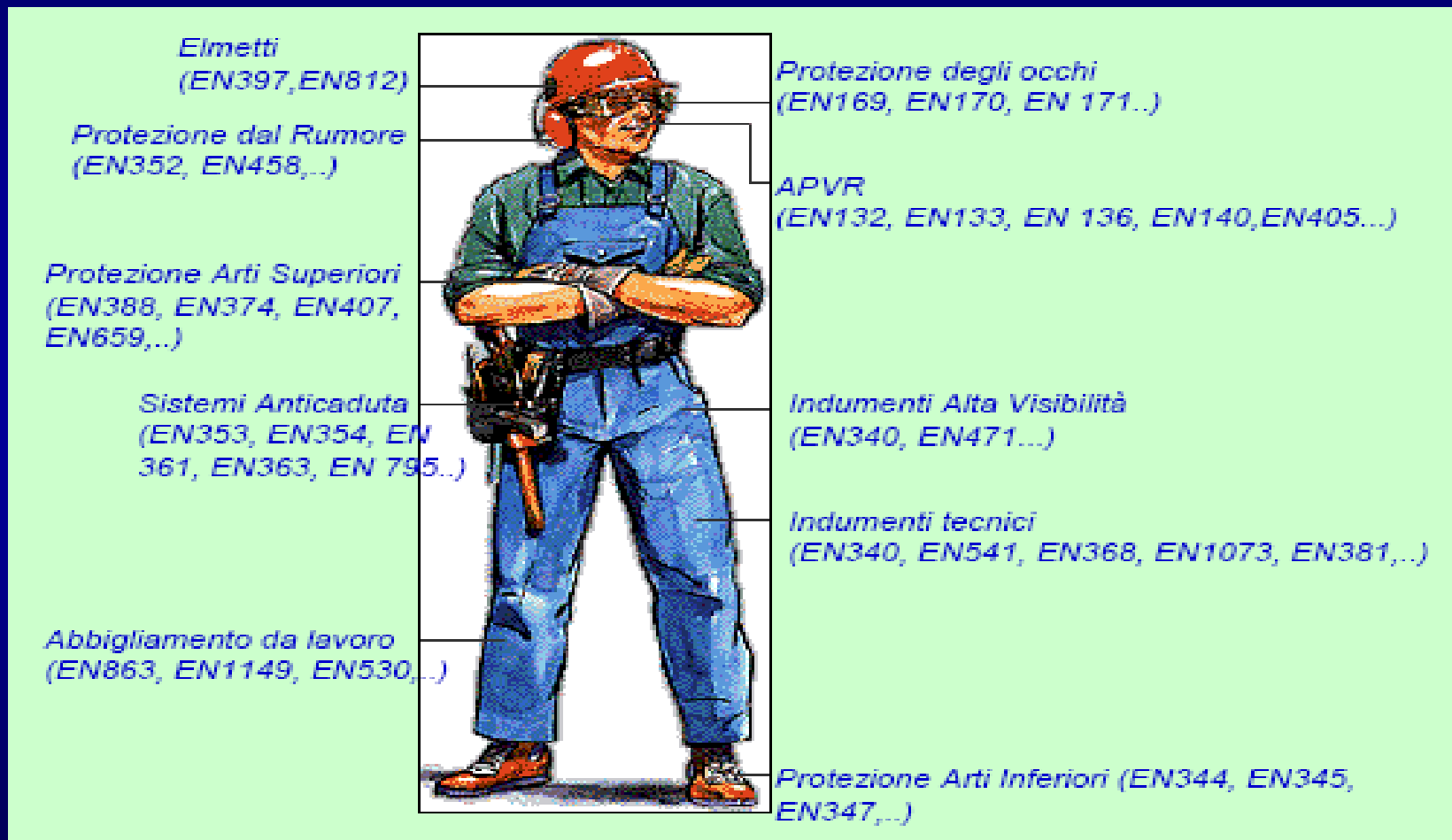
**G**LI ELMETTI DA LAVORO, NON SONO ETERNI...

**E'** TANTO  
CHE NON CAMBIA  
IL SUO ELMETTO?



**PuntoSicuro**

# DPI Principali riferimenti normativi







# Pittogrammi DPI

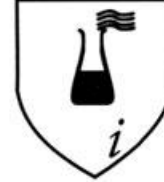
**EN 374**  
PROTEZIONE  
CHIMICA  
GENERALE



**EN 374** — Prova di impermeabilità all'aria  
RISCHI DA  
MICRORGANISMI



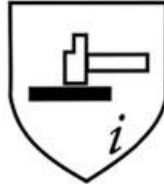
**EN 374** — Prova di impermeabilità  
RISCHI — Prova di permeazione  
CHIMICI



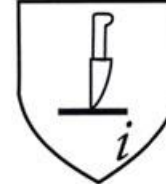
**EN 388**  
PROPRIETA'  
ANTISTATICHE



**EN 388** — LIVELLI DI  
RISCHI PRESTAZIONE  
MECCANICI  
a) - Resistenza all'abrasione (0-4)  
b) - Resistenza al taglio da lama (0-5)  
c) - Resistenza allo strappo (0-4)  
d) - Resistenza alla perforazione (0-4)



**EN 388**  
RISCHI  
DA TAGLIO



**EN 407**  
CALORE E/O  
FIAMMA

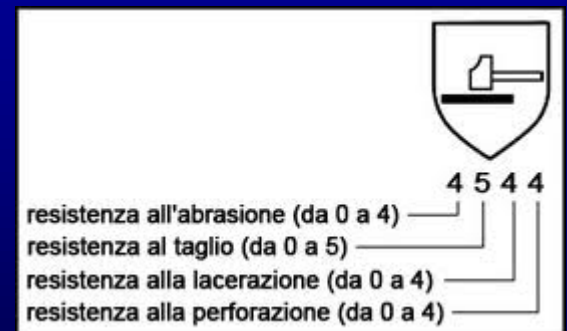
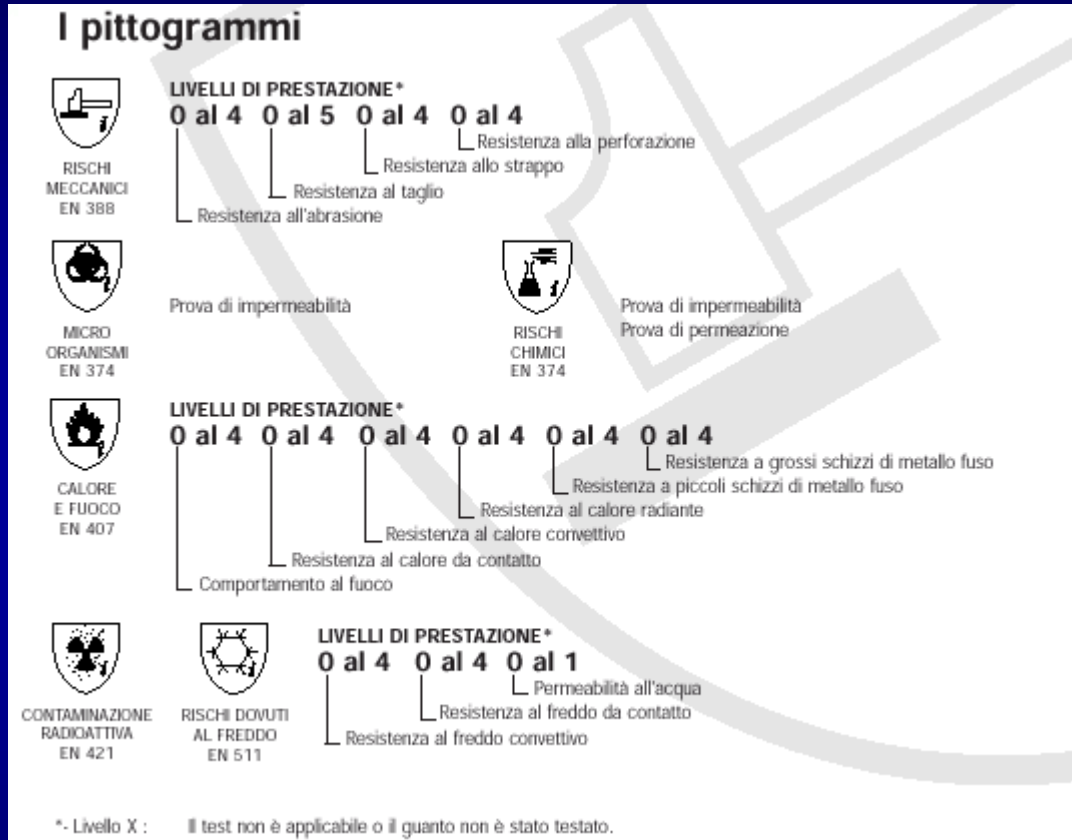


**LIVELLI DI PRESTAZIONE**  
a) - Resistenza all'infiammabilità (0-4)  
b) - Resistenza al calore x contatto (0-4)  
c) - Resistenza al calore convettivo (0-3)  
d) - Resistenza al calore radiante (0-4)  
e) - Resistenza ai piccoli spruzzi di materiale fuso (0-4)  
f) - Resistenza a grande quantità di materiale fuso (0-4)

**EN 421**  
CONTAMINAZIONE  
RADIOATTIVA



# Pittogrammi DPI



# I D.P.I delle mani e delle braccia

## I pittogrammi



### PITTOGRAMMI SULLE NORME EUROPEE

|   |          |   |
|---|----------|---|
|    | EN 374   | Il guanto ha superato la prova di resistenza ai rischi chimici                                      |
|    | EN 374   | Il guanto ha superato la prova di resistenza all'inquinamento batteriologico                        |
|    | EN 381   | Il guanto ha superato la prova di resistenza per l'utilizzazione di seghe a catene comandate a mano |
|    | EN 388   | Il guanto ha superato la prova di resistenza ai rischi meccanici                                    |
|    | EN 388   | Il guanto ha superato la prova di resistenza all'elettricità statica                                |
|    | EN 388   | Il guanto ha superato la prova di resistenza al taglio  |
|    | EN 407   | Il guanto ha superato la prova di resistenza al calore e fuoco                                      |
|    | EN 421   | Il guanto ha superato la prova di resistenza ai raggi ionizzanti                                    |
|  | EN 511   | Il guanto ha superato la prova di resistenza ai rischi derivanti dal freddo                         |
|  | EN 659   | Il guanto ha superato la prova di resistenza al calore e al fuoco per i Vigili del fuoco            |
|  | EN 60903 | Il guanto ha superato la prova di protezione e isolamento per i lavori di tensione elettrica        |



### ESEMPI DI MARCHIATURA

Le prestazioni dei guanti sono valutate secondo le norme europee descritte e simboleggiate. I simboli sono accompagnati dalle cifre dei livelli di prove e classificate da 1 a 6 secondo le norme. Il simbolo X significa che la prova non è stata effettuata. La "c" come informazione di ogni pittogramma ricordano all'utilizzatore che deve, prima di utilizzare un guanto, informarsi sulle modalità e sulle condizioni d'uso.

#### EN 388: Guanti di protezione contro i rischi meccanici


| EN 388 rischi meccanici   |  | EN 388 elettricità statica  |
|---|--|---|
|  | 3 Resistenza all'abrasione (4 livelli)     |  |
|   | 2 Resistenza al taglio (5 livelli)         |   |
|   | 4 Resistenza alla lacerazione (4 livelli)  |   |
|   | 1 Resistenza alla perforazione (4 livelli) |   |
| <b>3 2 4 1</b>  |  | <b>(1 livello)</b>  |

#### EN347: Guanti di protezione contro i prodotti chimici e contro i microbiologici

| EN374 rischi chimici  | EN374 microbiologici  | livelli di prova | tempi di passaggio |
|---|---|------------------|--------------------|
|  |  | 1                | > 10 min.          |
|   |   | 2                | > 30 min.          |
|   |   | 3                | > 60 min.          |
|   |   | 4                | > 120 min.         |
|   |   | 5                | > 240 min.         |
|   |   | 6                | > 480 min.         |

374-1 Resistenza chimica. 374-2 Resistenza alla penetrazione. 374-3 Resistenza alla permeazione. (6 livelli per prodotti-testati indicano i tempi di passaggio attraverso il guanto come indicato a fianco)

#### EN 407: Guanti di protezione contro il calore e il fuoco

| EN 407 calore e fuoco   |  |
|---|--|
|  | 4 Comportamento al fuoco (4 livelli)             |
|   | 4 Calore di contatto (4 livelli)                 |
|   | 4 Calore convettivo (4 livelli)                  |
|   | 2 Calore radiante (4 livelli)                    |
|   | X Piccole proiezioni di metallo fuso (4 livelli) |
|   | X Grosse proiezioni di metallo fuso (4 livelli)  |
| <b>4 4 4 2 X X</b>  |  |

# Pittogrammi DPI

## Guanti

I seguenti pittogrammi, stabiliti secondo le norme europee, possono aiutarvi ad evidenziare le performance dei guanti:



**PERICOLI  
MECCANICI  
EN 388**

LIVELLI DI PRESTAZIONE

0-4 0-5 0-4 0-4



**PROTEZIONE  
CHIMICA  
SPECIFICA  
EN 374**

Codice lettera Prodotto chimico

- A Metanolo
- B Acetone
- C Acetonitrile
- D Diclorometano
- E Carbonio Disolfuro
- F Toluene
- G Dietilamina
- H Tetraidrofurano
- I Acetato d'etile
- J n-eptano
- K Soda caustica 40%
- L Acido solforico 96%



**PROTEZIONE CHIMICA  
GENERICA  
EN 374**



**MICRO ORGANISMI  
EN 374**



**CONTAMINAZIONE  
RADIOATTIVA  
EN 421**



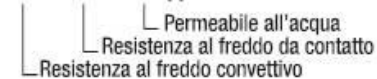
**PERICOLI ASSOCIATI  
AL FREDDO  
EN 511**



**CALORE  
E FUOCO  
EN 407**

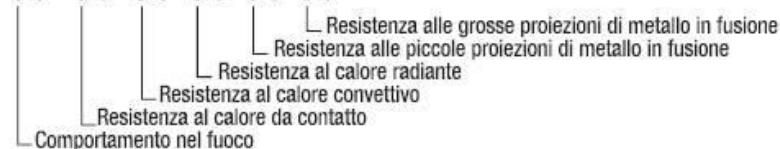
LIVELLI DI PERFORMANCE

0-4 0-4 0 oppure 1



LIVELLI DI PERFORMANCE

0-4 0-4 0-4 0-4 0-4 0-4



# Pittogrammi DPI

**Norme europee**





X120  
EN 388



EN 374



AKL  
EN 374



EN 0421

CE 0493

Pittogrammi  
© pittogrammi-eggsprint 2006

**Resistenza meccanica: la norma EN 388**



|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| A | B | C | D |
| 3 | 4 | 3 | 1 |

**A** resistenza all'abrasione  
3 su 4

**D** resistenza alla perforazione  
1 su 4

**B** resistenza al taglio  
4 su 5

**C** resistenza allo strappo  
3 su 4

Pittogrammi  
© pittogrammi-eggsprint 2006

**La resistenza chimica: la norma EN 374**

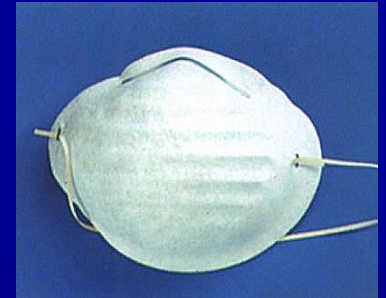
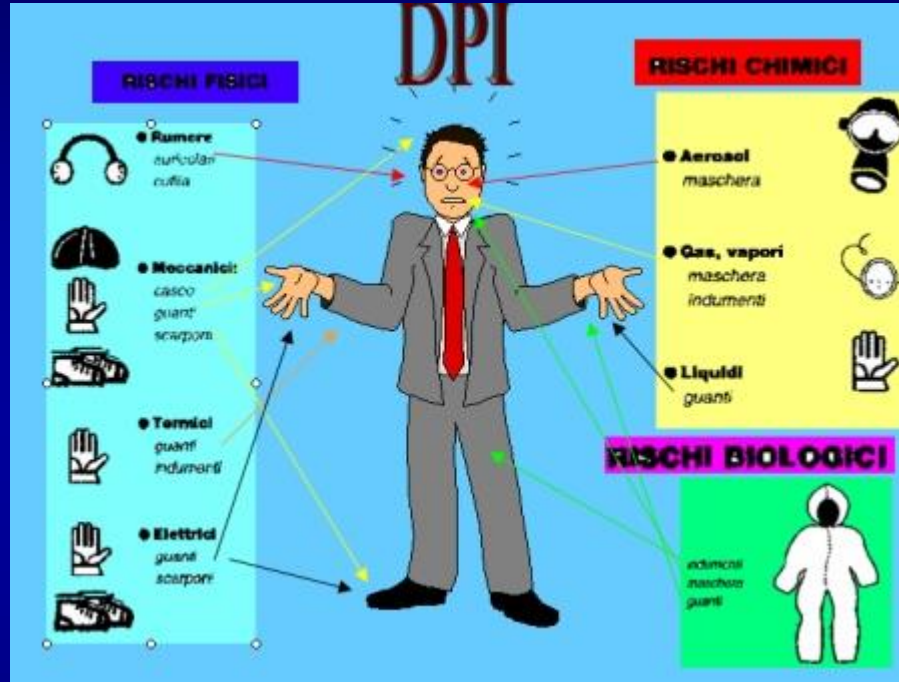
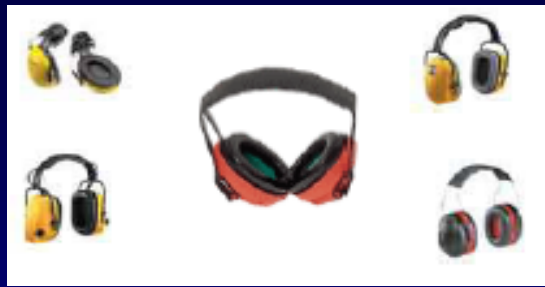


resistenza  
al metanolo

resistenza  
all'acido solforico 96%

resistenza  
alla soda caustica 40%





**NON PENSARE MAI:  
"NON USO LE PROTEZIONI,  
TANTO STO ATTENTO!"**



**Punto Sicuro®**

E comunque .....





# DPI indumenti alta visibilità



Norma UNI-EN 471



# DPI obblighi del Datore di Lavoro

## Ai fini della scelta dei DPI:

- effettua l'analisi e la valutazione dei rischi che non possono essere evitati con altri mezzi;
- individua le caratteristiche di adeguatezza dei DPI ;
- valuta le caratteristiche dei DPI disponibili sul mercato;
- aggiorna la scelta ogni qualvolta intervenga una variazione significativa negli elementi di valutazione.

## Individua le condizioni in cui un DPI deve essere usato, in funzione di:

- ✓ entità del rischio;
- ✓ frequenza dell'esposizione al rischio;
- ✓ caratteristiche del posto di lavoro di ciascun lavoratore;
- ✓ prestazioni del DPI.
- ✓ mantiene in efficienza i DPI e ne assicura le condizioni d'igiene;
- ✓ provvede a che i DPI siano utilizzati soltanto per gli usi previsti, in conformità alle informazioni del fabbricante;
- ✓ fornisce istruzioni comprensibili per i lavoratori;
- ✓ destina ogni DPI ad un uso personale;
- ✓ informa preliminarmente il lavoratore dei rischi dai quali il DPI lo protegge;
- ✓ assicura una formazione adeguata e l'addestramento all'uso corretto e l'utilizzo pratico dei DPI.





# DPI obblighi del Lavoratori

- Frequentare il programma di formazione e addestramento organizzato dal datore di;
- Utilizzare i DPI messi a loro disposizione conformemente all'informazione e alla formazione ricevute e all'addestramento;
- provvedere alla cura dei DPI messi a loro disposizione;
- non apportare modifiche di propria iniziativa.
- Seguire le procedure aziendali in materia di riconsegna dei DPI.
- Segnalare immediatamente al datore di lavoro o al dirigente o al preposto qualsiasi difetto o inconveniente da essi rilevato nei DPI messi a loro disposizione.

## PROLUNGAMENTO DELLA VITA LAVORATIVA E SICUREZZA SUL LAVORO...

HO CAPITO CHE LEI HA 65 ANNI,  
MA NON POSSO FAR ENTRARE  
IN FABBRICA LA SUA BADANTE  
COME FOSSE UN **DPI!**



**Punto Sicuro**

**LA RECENTE RIFORMA DELLE PENSIONI LANCIA UNA SFIDA  
AGLI OPERATORI DELLA SICUREZZA SUL LAVORO:  
"COLLOCAZIONE E DPI PER USURATI LAVORATORI ANZIANI"**



**PuntoSicuro**