

INTRODUZIONE

Questo Manuale Tecnico accompagna l'informazione e la prima formazione in materia di sicurezza e igiene negli ambienti di lavoro del personale INFM ed è suddiviso in due parti principali:

1. l'illustrazione dei punti principali presenti nel Decreto Legislativo 626/94 e succ. modifiche ed integrazioni, obblighi e diritti dei lavoratori, come è stato affrontato il problema di gestire la sicurezza del personale: quali procedure operative sono state seguite per individuare e valutare i pericoli connessi alle attività di ricerca (**parte prima**)
2. quali sono i principali pericoli che si possono presentare in relazione alle diverse attività svolte, e quali le relative misure di prevenzione e protezione da adottare (**parte seconda**)

In *Allegato D* è riportato un elenco non esaustivo della **legislazione vigente** in materia di sicurezza ed igiene sul lavoro; esso indica leggi, decreti, circolari che vengono citati nel testo.

Ai fini di una corretta informazione, è sufficiente la lettura della seconda parte; tuttavia, poiché la prima parte illustra i criteri seguiti per valutare i rischi connessi alle varie attività, e il peso dato alle diverse fonti di pericolo, sarebbe opportuno che i destinatari dell'obbligo di sicurezza fossero a conoscenza di questi dati, anche per poter intervenire con modifiche e suggerimenti.

Nella seconda parte, alla fine di ogni capitolo, si trova un breve **questionario** per richiamare l'attenzione sui punti fondamentali.

ATTENZIONE !

se non siete in grado di rispondere a qualcuna di queste domande, è probabile che dobbiate rivedere il capitolo in questione, perché avete trascurato qualche punto fondamentale. Ricordate che una corretta informazione è alla base della sicurezza, più ancora dell'uso di Dispositivi di Protezione.

Ricordate anche che in queste pagine è stato dato molto peso ai comportamenti a rischio che normalmente sono considerati poco frequenti o eccezionali, e quindi a maggior ragione è importante verificare di aver compreso bene queste informazioni. Le cose "ovvie" sono più o meno risapute, ma gli incidenti arrivano proprio quando e dove non sono attesi !

PARTE PRIMA IL DECRETO LEGISLATIVO 626/94

L'ordinamento italiano ha recepito sotto forma di Decreto legislativo (n. 626/94) una serie di direttive dalla U.E. riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute del lavoratore sul luogo di lavoro. Tale provvedimento incide profondamente sul vecchio sistema normativo basato sui decreti degli anni '50 per la prevenzione dagli infortuni D.P.R. 547/55 e l'igiene del lavoro D.P.R. 303/56.

Tutta la parte concernente gli obblighi del datore di lavoro, dirigenti e preposti ovvero l'organizzazione delle strutture (ad esempio pronto soccorso, medico competente ...) viene innovata profondamente rinnovando obblighi, contenuti ed ambiti di applicazione.

I principi basilari che costituiscono le fondamenta della direttiva sono:

- la totale responsabilità del datore di lavoro per la salute e sicurezza dei lavoratori;
- la partecipazione dei lavoratori alla sicurezza in azienda;
- la funzione dello Stato di promotore, garante e controllore delle attività di prevenzione.

In questo decreto vengono enunciati i principi di carattere generale in materia di tutela della condizioni di lavoro. Altro principio importante enunciato nel D.L.vo è quello della consultazione dei lavoratori sui problemi della sicurezza e dell'igiene del lavoro.

Il legislatore comunitario prevede la designazione di uno o più lavoratori per svolgere i compiti di prevenzione e protezione dei rischi connessi all'attività produttiva.

Veniamo adesso all'esame dettagliato del decreto legislativo 626/1994.

Esso dunque, si applica **articolo 1** a tutti i settori di attività privati o pubblici; e quindi le disposizioni dovranno essere osservate ovunque, nelle industrie come negli esercizi commerciali, negli uffici ministeriali, come nelle attività della ricerca e nelle università.

L'articolo 2 è dedicato alle definizioni. **L'articolo 3** è dedicato alle misure generali di tutela ed assume così la posizione di un articolo quadro contenente prescrizioni di sicurezza fondamentali. E' da evidenziare il punto s) dove si parla specificatamente di informazione, formazione, consultazione e partecipazione dei lavoratori o dei loro rappresentanti sulle questioni riguardanti la sicurezza. Ci sembra importante rilevare come il comma 2 sancisca l'esclusione di qualsiasi tipo di onere finanziario a carico dei lavoratori per eventuali misure relative alla sicurezza, all'igiene ed alla salute del luogo di lavoro che rimangono quindi a totale carico dell'azienda.

All'esame dell'**articolo 4** si evidenzia il comma 1 del decreto contiene un obbligo importantissimo e preliminare rispetto ad ogni successivo adempimento: **LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO**. Esso comporta l'individuazione di tutti i fattori di rischio esistenti in azienda e delle loro reciproche interazioni, nonché la valutazione della loro entità, effettuata, ove necessario, mediante metodi analitici o strumentali. L'esame del 5° comma rileva che anche ai dirigenti e ai preposti sono assegnati numerosi obblighi in materia di sicurezza.

Il legislatore ha chiamato in causa altre figure professionali diverse dai dirigenti e dai preposti, a collaborare per l'attuazione di specifiche misure di prevenzione per la valutazione del rischio e per il relativo documento; si tratta del responsabile del servizio di prevenzione e protezione nonché del medico competente (comma 6°).

ORGANIZZAZIONE AZIENDALE DELLA PREVENZIONE E PROTEZIONE

La valutazione dei rischi è il primo e importante adempimento richiesto dall'art.4 D.L.vo 626/94, e deve diventare uno strumento per arrivare alla conoscenza approfondita dei rischi presenti all'interno della struttura lavorativa: questa analisi è il primo passo atto ad evidenziare le successive fasi di lavoro che comprendono l'individuazione delle misure di sicurezza e di prevenzione e protezione dai rischi da attuare.

L'intreccio tra norme tipo "comando e controllo" e "volontarie" sarà sempre più evidente ed importante anche nel campo della sicurezza: lo dimostrano i nuovi orientamenti imposti dal D.L.vo 626/94 e successive modifiche, ove si definisce il concetto dell'autotutela dei lavoratori anche attraverso un capillare e puntuale programma di formazione e informazione e di revisione critica della valutazione.

L'informazione agli addetti sui rischi di base connessi alle lavorazioni e ancora meglio la formazione dovranno essere punto di riferimento costante per la tutela della salute e la sicurezza nei luoghi di lavoro.

ARTICOLO 5: OBBLIGHI DEI LAVORATORI

1. Ciascun lavoratore deve prendersi cura della propria sicurezza e della propria salute e di quella delle altre persone presenti sul luogo di lavoro, su cui possono ricadere gli effetti delle sue azioni o omissioni, conformemente alla sua formazione ed alle istruzioni e ai mezzi forniti dal datore di lavoro.

2. In particolare i lavoratori:

- a) osservano le disposizioni e le istruzioni impartite dal datore di lavoro, dai dirigenti e dai preposti, ai fini della protezione collettiva ed individuale;
- b) utilizzano correttamente i macchinari, le apparecchiature, gli utensili, le sostanze e i preparati pericolosi, i mezzi di trasporto e le altre attrezzature di lavoro, nonché i dispositivi di sicurezza;
- c) utilizzano in modo appropriato i dispositivi di protezione messi a loro disposizione;
- d) segnalano immediatamente al datore di lavoro, al dirigente o al preposto le deficienze dei mezzi e dispositivi di cui alle lettere b) e c), nonché le altre eventuali condizioni di pericolo di cui vengono a conoscenza, adoperandosi direttamente, in caso di urgenza, nell'ambito delle loro competenze e possibilità, per eliminare o ridurre tali deficienze o pericoli, dandone notizia al rappresentante dei lavoratori per la sicurezza;
- e) non rimuovono o modificano senza autorizzazione i dispositivi di sicurezza o di segnalazione o di controllo;
- f) non compiono di propria iniziativa operazioni o manovre che non sono di loro competenza ovvero che possono compromettere la sicurezza propria o di altri lavoratori;
- g) si sottopongono ai controlli sanitari previsti nei loro confronti;
- h) contribuiscono, insieme al datore di lavoro, ai dirigenti e ai preposti, all'adempimento di tutti gli obblighi imposti dall'autorità competente o comunque necessari per tutelare la sicurezza e la salute dei lavoratori durante il lavoro.

Dall'esame attento delle definizioni di obblighi e compiti dei lavoratori, si può affermare che in parte è venuta ad attenuarsi completamente la responsabilità degli organi di vertice delle linee produttive aziendali. Non è infatti di poco conto la norma contenuta alla lettera h) dell'articolo 5: i lavoratori contribuiscono insieme al datore di lavoro, ai dirigenti e ai preposti all'adempimento di tutti gli obblighi necessari per tutelare la sicurezza e la salute.

Esaminiamo adesso altri aspetti dedicati espressamente ai lavoratori.

L'articolo 14, ad esempio, prevede che in caso di pericolo grave ed immediato il lavoratore può allontanarsi subito dal luogo di lavoro, mentre il datore di lavoro prende i necessari provvedimenti affinché qualsiasi lavoratore in caso di pericolo grave ed immediato per la propria sicurezza ovvero per quella di altre persone e nell'impossibilità di contattare il competente superiore gerarchico possa prendere le misure adeguate per evitare le conseguenze di tale

pericolo, tenendo conto delle sue conoscenze e dei mezzi tecnici disponibili. Si astiene inoltre dal chiedere ai lavoratori di riprendere la loro attività in una situazione di lavoro in cui persista un pericolo grave ed immediato. Altro aspetto importante è quello relativo alla informazione dei lavoratori (articolo 21). Ci sono poi determinate aree di rischio per le quali l'articolo 21 (d. L.vo 626/94) deve essere integrato:

- a) attrezzature di lavoro (articolo 37);
- b) DPI (articolo 43);
- c) movimentazione manuale dei carichi (articolo 49);
- d) videoterminali (articolo 56);
- e) agenti cancerogeni e mutageni (articolo 66);
- f) agenti chimici (articolo 72-octices);
- g) agenti biologici (articolo 85).

ARTICOLO 8 E 9: SERVIZIO DI PREVENZIONE E PROTEZIONE E COMPITI DEL RESPONSABILE DEL SERVIZIO

L'articolo 8 è dedicato all'organizzazione del servizio di prevenzione e protezione. In base al nuovo decreto con tale termine si intende un servizio con il compito di assistere e consigliare il datore di lavoro nella elaborazione di una politica preventiva in materia di sicurezza e di igiene del lavoro. Il datore di lavoro designa una o più persone da lui dipendenti per l'espletamento dei compiti del servizio di prevenzione e protezione, tra cui il responsabile del servizio in possesso di attitudini e capacità adeguate.

Il servizio di prevenzione e protezione dai rischi provvede:

- a) all'individuazione dei fattori di rischio, alla valutazione dei rischi e all'individuazione delle misure per la sicurezza e la salubrità degli ambienti di lavoro, nel rispetto della normativa vigente sulla base della specifica conoscenza dell'organizzazione aziendale;
- b) ad elaborare, per quanto di competenza, le misure preventive e protettive e i sistemi di controllo di tali misure;
- c) ad elaborare le procedure di sicurezza per le varie attività;
- d) a proporre i programmi di informazione e formazione dei lavoratori;
- e) a partecipare alle consultazioni in materia di tutela della salute e di sicurezza
- f) a fornire ai lavoratori le informazioni richieste dalla norma.

ARTICOLI 18 E 19: RAPPRESENTANTE DEI LAVORATORI PER LA SICUREZZA

In tutte le "aziende" è eletto o designato il rappresentante per la sicurezza.

Il rappresentante per la sicurezza accede ai luoghi di lavoro; è consultato preventivamente e tempestivamente in ordine alla valutazione dei rischi, alla individuazione, programmazione, realizzazione e verifica della prevenzione nell'azienda; è consultato sulla designazione degli addetti al servizio di prevenzione, all'attività di prevenzione incendi, al pronto soccorso, alla evacuazione dei lavoratori; è consultato in merito all'organizzazione della formazione; riceve le informazioni e la documentazione inerente la valutazione dei rischi e le misure di prevenzione relative, nonché quelle inerenti le sostanze e i preparati pericolosi, le macchine, gli impianti, l'organizzazione e gli ambienti di lavoro, gli infortuni e le malattie professionali; riceve le informazioni provenienti dai servizi di vigilanza; riceve una formazione adeguata, comunque non inferiore a quella prevista per tutti gli altri lavoratori; promuove l'elaborazione, l'individuazione e l'attuazione delle misure di prevenzione idonee a tutelare la salute e l'integrità fisica dei lavoratori; formula osservazioni in occasione di visite e verifiche effettuate dalle autorità competenti; partecipa alla riunione periodica; fa proposte in merito all'attività di prevenzione; avverte il datore di lavoro dei rischi individuati nel corso della sua attività; può fare ricorso alle autorità competenti qualora ritenga che le misure di prevenzione e protezione dai rischi adottate dal datore di lavoro e i mezzi impiegati per attuarle non sono idonei a garantire la sicurezza e la salute durante il lavoro.

Il rappresentante per la sicurezza deve disporre del tempo necessario allo svolgimento dell'incarico senza perdita di retribuzione, nonché dei mezzi necessari per l'esercizio delle funzioni e delle facoltà riconosciutegli.

Il rappresentante per la sicurezza non può subire pregiudizio alcuno a causa dello svolgimento della propria attività e nei suoi confronti si applicano le stesse tutele previste dalla legge per le rappresentanze sindacali.

ARTICOLO 17: IL MEDICO COMPETENTE

Il medico competente collabora con il datore di lavoro e con il responsabile del servizio di prevenzione e protezione, sulla base della specifica conoscenza dell'organizzazione dell'azienda e delle situazioni di rischio, alla predisposizione dell'attuazione delle misure per la tutela della salute e dell'integrità psicofisica dei lavoratori.

Tra i suoi compiti vi è quello di effettuare gli accertamenti sanitari quando questi siano previsti dalla normativa vigente: accertamenti preventivi e periodici per controllare lo stato di salute dei lavoratori. Nell'accertamento sanitario è compresa l'espressione del giudizio di idoneità alla mansione specifica al lavoro.

Gli accertamenti sanitari sono obbligatori nei casi e nei termini di seguito indicati:

- visite mediche preventive e periodiche nelle lavorazioni industriali che espongono all'azione di *sostanze tossiche, infettanti, o comunque nocive*, (DPR 303/56);
- controllo sanitario clinico e biologico nelle attività a rischio di esposizione a *piombo, amianto, rumore* (livello di pressione sonora superiore a 85 dBA) (Dlgs 277/91);
- controllo contro i rischi da esposizione a *radiazioni ionizzanti* (Dlgs 230/95 succ. modifiche ed integraz.);
- controllo sanitario per gli addetti alla *movimentazione manuale* dei carichi, attrezzature munite di *VDT*, esposizione ad agenti *cancerogeni, mutageni, chimici e biologici* (Dlgs 626/94 succ. modifiche ed integraz.).

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

In questa sezione si descrive come è stata affrontata l'analisi delle fonti di pericolo alle quali può essere esposto il personale INFM: vengono illustrati i passi fondamentali per arrivare alla valutazione del rischio, i fattori di rischio che sono stati presi in considerazione, e il peso dato a ciascuno di essi.

*Per maggiori informazioni operative (ad esempio le azioni immediate che seguono alla valutazione effettuata), si rimanda alla consultazione del **Documento di valutazione del rischio nazionale** disponibile su web*

L'assenza di pericoli è condizione essenziale per un lavoro sereno, oltre che sicuro. Tuttavia, le attività svolte nei laboratori di sperimentazione e ricerca non sono attività "di routine", per cui esiste sicuramente un rischio residuo che può emergere per variazioni dell'attività lavorativa, per acquisizione di nuove apparecchiature o per mutamenti dell'ambiente di lavoro; inoltre, la ricerca universitaria può costituire di per sé attività a rischio, in quanto spesso vengono attivati processi i cui risultati ed effetti non sono completamente conosciuti.

Sia ben chiaro che il "rischio zero" non esiste, tanto è vero che si parla non già di "eliminazione" bensì di "riduzione al minimo" del rischio presente.

Per effettuare la valutazione del rischio, sulla base delle indicazioni comunitarie e di circolari ministeriali, si è stabilita una scala semiquantitativa, che si rifà alla definizione di rischio proposta appunto dall'Unione Europea:

***pericolo**: proprietà intrinseca avente il potenziale di causare danno
rischio: probabilità che un dato pericolo provochi danno*

Seguendo questa definizione,

$$R = p * M / K_i$$

dove:

R = rischio

p = probabilità dell'evento

M = magnitudo, numero di conseguenze indesiderate

K_i = grado di formazione - informazione dato agli addetti sulle procedure da seguire per limitare l'accadimento del rischio

Per calcolare il valore di R in base al quale valutare poi gli interventi migliorativi da porre in atto, si assegna un valore numerico alle variabili, secondo i criteri che seguono:

- per valutare la probabilità che l'evento si verifichi si è tenuto conto, oltre che di parametri semiquantitativi, anche delle reazioni che il verificarsi dell'evento susciterebbe in chi è coinvolto nella realtà operativa;
- per valutare la gravità del danno, sono stati adottati criteri standard che si ritrovano in numerose "linee guida" ed indicazioni comunitarie;
- al parametro K_i è assegnato inizialmente il valore **1**, per indicare che tutti gli addetti partono con lo stesso grado minimo di formazione; questo parametro è chiaramente destinato ad aumentare, per poter diminuire il valore di R.

In breve quindi:

Probabilità

VALORE DI P	DEFINIZIONE DI P	CRITERIO PER DEFINIRE P
4	Altamente Probabile	esiste una correlazione diretta tra l'elemento di rischio considerato e le conseguenze dannose; si sono già verificati casi analoghi; evento prevedibile
3	Probabile	l'elemento di rischio considerato può provocare conseguenze dannose; sono noti alcuni casi analoghi; prevedibilità dell'evento dubbia.
2	Mediamente Probabile	l'elemento di rischio considerato può provocare conseguenze dannose solo in concomitanza di circostanze sfavorevoli; sono noti casi rarissimi; evento non prevedibile.
1	poco probabile	l'elemento di rischio considerato può provocare conseguenze dannose solo in concomitanza di più eventi indipendenti; non sono noti casi analoghi; evento non credibile.
0	Non Applicabile	

Magnitudo

VALORE DI M	DEFINIZIONE DI M	CRITERIO PER DEFINIRE M
4	Gravissimo	effetti letali e/o totalmente invalidanti
3	Grave	effetti irreversibili e/o parzialmente invalidanti
2	Medio	effetti reversibili
1	Lieve	effetti rapidamente reversibili

Mantenendo inizialmente K_i fissato al valore 1, R risulta

$$1 < R < 16$$

e si stabilisce che:

$R \geq 12$	è necessario intervenire per ridurre il livello di rischio
$9 \leq R < 12$	è possibile programmare un intervento migliorativo
$R < 9$	non è al momento necessaria alcuna azione

PARTE SECONDA - PERICOLI NOMINALI

A partire dai dati raccolti presso le UdR sono stati individuati 15 *pericoli nominali*, che dipendono soltanto dalla attività svolta e che quindi possono essere gestiti, dal punto di vista della sicurezza (informazione e formazione degli addetti, misure di prevenzione e protezione, controllo sanitario), in maniera indipendente dall'appartenenza ad un'Unità di Ricerca specifica.

Nei capitoli che seguono i pericoli nominali sono trattati in modo dettagliato, specificandone le cause, le misure di prevenzione e protezione da attuare, i possibili rischi residui.

1. *incendio*
2. *rischio elettrico*
3. *utilizzo di attrezzature munite di videoterminale*
4. *rumore*
5. *ambiente di lavoro*
6. *movimentazione manuale dei carichi*
7. *macchine ed attrezzature di lavoro*
8. *sostanze nocive*
9. *esposizione ad agenti cancerogeni*
10. *esposizione ad agenti biologici*
11. *radiazioni ionizzanti*
12. *radiazioni non ionizzanti (ultravioletti, microonde, ultrasuoni)*
13. *laser*
14. *esposizione a campi magnetici*
15. *recipienti a pressione*
16. *liquidi criogenici*

Le fonti di pericolo da 1. a 8. sono di interesse anche per attività di tipo amministrativo.

L'INCENDIO E I MEZZI ESTINGUENTI



L'incendio, prodotto di una **combustione**, è un fuoco di cui si è perso il controllo.

La **combustione** è una reazione chimica fra due sostanze con forte sviluppo di calore. Le sostanze in gioco sono il **combustibile** (solido, liquido o gassoso) ed il **comburente** (praticamente l'ossigeno dell'aria) che reagiscono in presenza di un innesco o sorgente di energia. L'unione di queste tre componenti dà luogo al **triangolo del fuoco**.

L'interruzione del triangolo del fuoco comporta lo **spegnimento** dell'incendio. Questa operazione può essere effettuata:

- ✓ allontanando la sostanza combustibile dal focolaio dell'incendio (**separazione**),
- ✓ dividendo il combustibile dal comburente o riducendo la concentrazione del comburente in aria (**soffocamento**),
- ✓ sottrazione di calore fino ad ottenere una temperatura inferiore a quella necessaria al mantenimento della combustione (**raffreddamento**).

Il CEN, Comitato Europeo Normalizzazione, ha suddiviso e classificato i fuochi a seconda dei materiali coinvolti nella combustione.

Incendi di **classe A**: materiali solidi, legnami, carta, tessuti, gomma e derivati

Incendi di **classe B**: materiali liquidi come alcoli, solventi, oli minerali, eteri, benzine

Incendi di **classe C**: gas infiammabili come metano, acetilene, propano

Incendi di **classe D**: sostanze chimiche spontaneamente combustibili; metalli come sodio e potassio; magnesio; uranio

Incendi di **classe E**: apparecchiature elettriche, trasformatori, alternatori, quadri elettrici

I mezzi di estinzione si classificano in maniera analoga, secondo l'idoneità per classe di incendio.

usare un materiale estinguente non adatto può avere come conseguenza il peggioramento della situazione, e può essere molto rischioso per l'utilizzatore

¹ con questo si intende che non necessitano dell'Ossigeno atmosferico per bruciare, in quanto già lo contengono

Occorre quindi informarsi preventivamente su:

1. specifico rischio di incendio esistente nella struttura (quali sono i materiali infiammabili e quali le procedure a rischio)
2. ubicazione degli estintori e loro uso corretto
3. effettiva rispondenza dei mezzi estinguenti al rischio di cui al punto 1.

TIPO	USO	ADATTO PER CLASSE				
acqua, vapore	dirigere il getto alla base delle fiamme	A		C		
schiuma	far cadere dall'alto la schiuma sul fuoco	A	B			
polvere	dirigere il getto alla base delle fiamme	A	B	C		
polveri speciali	dirigere il getto alla base delle fiamme				D	
anidride carbonica, azoto	dirigere il getto il più possibile vicino al fuoco, prima ai bordi, poi davanti e sopra	A		C		E
gas alogenati	dirigere il getto alla base delle fiamme	A	B	C		

In materia di prevenzione incendi si parla spesso di **resistenza al fuoco** degli elementi di una struttura. Questa dipende da:

- ✓ stabilità R, ovvero la resistenza meccanica sotto l'azione del fuoco
- ✓ tenuta E, ovvero la capacità di non lasciar passare fiamme, vapori o gas caldi
- ✓ isolamento termico I, ovvero la riduzione della trasmissione del calore

Una struttura sarà quindi classificata con la sigla R, RE, oppure REI, seguita da un numero indicante i minuti di presunta resistenza.

FONTI DI PERICOLO

L'incendio si può sviluppare:

- ✓ per intervento diretto, dalla combustione di sostanze infiammabili
- ✓ per intervento indiretto, da un guasto nell'impianto elettrico, per altre cause imprecisate e per intervento dell'uomo.

Le cause dell'**intervento diretto** possono essere

- ◆ corto circuito dell'impianto elettrico
- ◆ scintillio di apparecchiature elettriche in presenza di combustibile e ossigeno, di miscele esplosive o infiammabili
- ◆ presenza di temperatura elevata
- ◆ combustibilità spontanea di sostanze in presenza di aria, acqua od altri agenti
- ◆ reazione chimica fortemente esotermica tra due sostanze che vengano in contatto casualmente o per errata identificazione di una o di entrambe.

Le cause dell'**intervento indiretto** sono varie, e dipendono fortemente dall'imprudenza dell'uomo. Tra le più comuni:

- ◆ abitudine a fumare in luoghi con pericolo di incendio, o peggio di scoppio
- ◆ abbandonare la sigaretta ancora accesa
- ◆ eccessiva disinvoltura nelle manipolazioni di sostanze infiammabili senza adottare le necessarie precauzioni.

Il rischio di incendio in un laboratorio di ricerca è dovuto sia alle attrezzature ed impianti che si utilizzano, sia alle sostanze che vengono manipolate.

In conclusione, occorre tenere presente che, in molti casi, la causa scatenante un incendio è ben lontana dall'essere la fiamma libera o la sigaretta accesa che cade su un tappeto: spesso, infatti, chi opera in laboratorio presta molta attenzione ai fattori "attivi" (fiamme libere), dimenticando i fattori non direttamente collegabili al rischio di incendio (un esempio è l'accumulo o l'intreccio di fili spesso non in ottimo stato).

Dal punto di vista del rapporto che c'è tra pericolo di incendio e normativa vigente vi sono due gruppi fondamentali di attività: quelle che necessitano di un parere da parte dei Vigili del Fuoco circa la loro corrispondenza alle misure di prevenzione in materia di antincendio e quelle che devono rispettare le indicazioni di legge.

La normativa italiana individua un centinaio di attività soggette a particolare rischio di incendio, per le quali è necessario richiedere ai VVF un Certificato di Prevenzione Incendi (CPI); tra queste, scuole o accademie con capienza superiore alle 100 unità (l'afflusso è uno dei parametri critici per la prevenzione degli incendi !), depositi di carta di oltre 50 q, laboratori o istituti in cui si utilizzino sostanze radioattive o macchine radiogene.

Le attività svolte in INFM possono rientrare in questi gruppi. La richiesta di CPI per l'afflusso di persone all'interno dell'edificio si può ragionevolmente ritenere di competenza della struttura universitaria, mentre per l'utilizzo a scopi di ricerca di sostanze radioattive o di macchine radiogene, se effettuato all'interno di laboratori esclusivamente NFM, il CPI dovrà essere richiesto dall'INFM.

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

I metodi di prevenzione incendio rivolgono la loro attenzione ai fattori che influiscono sulle cause dell'insorgere dell'incendio. I livelli di rischio d'incendio sono fissati dall'articolo 2, comma 4 del D.M. 10/03/98 e sono:

- ✓ livello di rischio basso
- ✓ livello di rischio medio
- ✓ livello di rischio alto.

Tale suddivisione deriva dalle caratteristiche di infiammabilità del materiale esistente, dalla quantità di sostanze infiammabili, dalla possibilità di sviluppo di principi d'incendio, dalla probabilità di propagazione del principio d'incendio, dal numero di persone esistenti, ecc.

La prevenzione incendi è direttamente legata ad una corretta valutazione dei rischi d'incendio dei luoghi di lavoro. Quest'ultima consiste essenzialmente in : identificare i pericoli, identificare le persone coinvolte, finalizzare la valutazione dei rischi e stimare il livello di rischio. Per applicare correttamente le misure di prevenzione incendi occorre, quindi, procedere al controllo degli ambienti di lavoro, al controllo e manutenzione dei presidi antincendio, alla predisposizione del piano di emergenza, all'informazione e formazione dei lavoratori.

L'attività di prevenzione si attua soprattutto in loco, tramite l'uso corretto e la manutenzione appropriata di macchine e impianti, e adottando un comportamento adeguato; è quindi fondamentale informarsi preventivamente sulle corrette procedure da seguire nell'utilizzo dei macchinari. In particolare, sarà necessario il rispetto di alcuni provvedimenti:

1. contenere il carico d'incendio evitando l'accumulo, anche temporaneo, di sostanze infiammabili e combustibili in luoghi diversi da quelli predestinati;
2. prestare attenzione nel trasporto e travaso di sostanze infiammabili;
3. segnalare in modo chiaro e visibile le zone destinate a stoccaggio di materiale infiammabile;
4. utilizzare contenitori appositi e tutte le cautele necessarie in relazione alla pericolosità della sostanza;
5. non fumare e non usare fiamme libere in prossimità di luoghi definiti con pericolo di incendio o di esplosione e comunque sempre ove sia esposto il cartello specifico di divieto;
6. non depositare materiali davanti agli estintori;
7. evitare l'uso di contenitori misti per carta e cenere di sigarette;
8. non utilizzare per il riscaldamento dei locali, stufette elettriche con resistenza scoperta;
9. spegnere, finito l'utilizzo, tutte le apparecchiature elettriche così da ridurre il carico richiesto dalla linea elettrica di alimentazione: nello sviluppo di un incendio molto spesso è l'impianto elettrico che è causa di innesco per il surriscaldamento dei cavi di alimentazione delle utenze;

10. nei laboratori è determinante un lay-out adeguato di attrezzature e impianti fissi: la posizione di cappe, banchi, forni, centrifughe etc. deve garantire una agevole circolazione degli addetti nel laboratorio, evitando di ostruire le vie di passaggio. La collocazione delle cappe, poi, dovrà essere distante da porte e finestre, per evitare turbolenza e quindi fuoriuscita di vapori e gas che potrebbero formare una atmosfera infiammabile;
11. per fronteggiare situazioni di emergenza, devono essere esposti i numeri di telefono di ambulanze, guardia medica, ospedale più vicino, Vigili del Fuoco;
12. prevedere una compartimentazione dei locali per confinare un ipotetico principio di incendio;
13. garantire la possibilità di esodo immediato dalla zona a rischio, tramite porte con senso di apertura verso l'esodo; a seconda del loro numero e della capacità di deflusso garantita da ciascuna di esse si stima la quantità massima di persone che possono occupare una stanza in sicurezza.

Occorre infine ricordare che uno dei fattori da cui dipende la tendenza del fuoco a propagarsi è l'energia liberata dalla combustione delle sostanze presenti nel locale in questione. Un altro fattore molto importante è la rapidità con la quale questa energia può essere liberata (rapidità di combustione); questa dipende:

- dalle caratteristiche chimiche della sostanza
- dalla superficie esposta al fuoco
- dalla densità di distribuzione delle sostanze combustibili e/o infiammabili
- dalla posizione di queste sostanze rispetto ai confini del locale (i combustibili statisticamente contribuiscono in misura maggiore allo sviluppo dell'incendio quando sono ubicati negli angoli, nelle pareti o in prossimità del soffitto).

UTILIZZO DI MEZZI MOBILI DI ESTINZIONE

TIPOLOGIA DI INCENDIO	RISCHI ASSOCIATI ALL'INCENDIO	MISURE DI PREVENZIONE
Incendio di carta	<ul style="list-style-type: none"> • se la carta è immagazzinata in balle il fuoco attacca la superficie esterna e non presenta particolari difficoltà • se nella balla ci sono interstizi che aumentano la superficie di attacco e la ventilazione si possono sviluppare grandi fiamme che per irraggiamento possono trasmettere l'incendio 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ questi tipi di incendio possono essere spenti inzuppando d'acqua le balle, ma ciò richiede una grande quantità di acqua, per cui spesso conviene circoscrivere e isolare l'incendio bagnando ciò che non è ancora bruciato. <p>N.B.: bruciando la carta produce un fumo insopportabile.</p>
Incendi di materie plastiche	<ul style="list-style-type: none"> • per quanto riguarda l'incendio di materie plastiche compattate in balle vale lo stesso principio offerto per l'incendio di carta in balle quando queste sono ricche di interstizi 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ come agente estinguente l'acqua non è l'estinguente unico da impiegarsi, ma occorre utilizzare opportuni mezzi estinguenti <p>N.B.: le materie plastiche bruciano intensamente liberando grandi quantità di fumi neri e nocivi.</p>
Incendi di gas (es: acetilene)	<ul style="list-style-type: none"> • nel caso di un deposito di bombole le fiamme possono generare più recipienti dando origine ad un rischio di scoppio maggiore 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ per una fuga di gas prima dell'estinzione si dovrebbe tentare l'intercettazione ◆ si può raffreddare a distanza con potenti getti d'acqua <p>N.B.: lo scoppio è il rischio maggiore da temere</p>

TIPOLOGIA DI INCENDIO	RISCHI ASSOCIATI ALL'INCENDIO	MISURE DI PREVENZIONE
Incendi di prodotti chimici	<p>Questi incendi presentano diversi pericoli:</p> <ul style="list-style-type: none"> • infiammabilità particolare di alcuni prodotti, • possibilità di miscugli detonanti che si possono formare con l'acqua, • propagazione rapida del fuoco • liberazione di gas tossici e nocivi durante la combustione 	<p>◆ le modalità di attacco a questi incendio differiscono a seconda della natura del prodotto e comunque esistono dei principi generali come: utilizzare l'agente estinguente indicato nella scheda tecnica del prodotto, aerare energicamente i locali per evitare formazioni di miscele esplosive, anche quando l'acqua fosse adatta per spegnere l'incendio assicurarsi che questa inquinata non si immetta in fogna o canali</p> <p>N.B.: le schede tecniche delle sostanze sono un valido ausilio per la conoscenza del miglior estinguente</p>

Principali rif.ti legislativi:

DPR 547/55	Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro
DM 16/2/82	Modificazioni del Decreto Ministeriale 27/09/65, concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi
Lett. Circ. 20465/4101 del 10/10/86	Prevenzione incendi e sicurezza sul lavoro
D.M. 10/03/98	Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro
Circolare 4/02 del 01/03/02	Linee guida per la valutazione della sicurezza antincendio nei luoghi di lavoro ove siano presenti persone disabili

QUESTIONARIO

Per bruciare in presenza d'innesco un liquido infiammabile deve trovarsi a una temperatura superiore alla sua temperatura di infiammabilità.	VERO	FALSO
La combustione delle sostanze solide è influenzata dalla pezzatura e forma del materiale.	VERO	FALSO
Il grado di porosità del materiale non è uno dei parametri che influenza la combustione delle sostanze solide.	VERO	FALSO
Il fosgene (COCl ₂) è un gas tossico che si può sviluppare durante la combustione di materiali che contengono il cloro, come per esempio alcune materie plastiche.	VERO	FALSO
La messa a terra di impianti, serbatoi ed altre strutture impedisce che su tali apparecchiature possa verificarsi l'accumulo di cariche elettrostatiche prodottesi per motivi di svariata natura.	VERO	FALSO
La ventilazione naturale od artificiale di un ambiente dove possono accumularsi gas o vapori infiammabili facilita l'insorgere di un incendio.	VERO	FALSO
L'esplosione è il risultato di una rapida espansione di gas dovuta ad una reazione chimica di combustione.	VERO	FALSO
La temperatura di accensione o di autoaccensione è la temperatura alla quale la miscela combustibili-comburente inizia a bruciare spontaneamente in modo continuo senza ulteriore apporto di calore o di energia dall'esterno.	VERO	FALSO
Per ottenere lo spegnimento dell'incendio si deve ricorrere a uno o più dei seguenti sistemi: esaurimento del combustibile, soffocamento, raffreddamento.	VERO	FALSO
Per ciò che riguarda la sostanza comburente, un incendio, nella quasi totalità dei casi, viene alimentato dall'ossigeno naturalmente contenuto nell'aria.	VERO	FALSO
Le condizioni necessarie per avere una combustione sono: presenza del combustibile, presenza del comburente e presenza di una sorgente di calore.	VERO	FALSO
La combustione può avvenire anche senza sviluppo di fiamme superficiali.	VERO	FALSO
L'ossido di carbonio (CO) è un gas tossico.	VERO	FALSO
Il calore non è la causa principale della propagazione degli incendi.	VERO	FALSO
In caso d'incendio è utile evacuare immediatamente il fumo ed il calore dal locale.	VERO	FALSO
In caso d'incendio si può utilizzare qualsiasi tipo di estintore.	VERO	FALSO
La combustione è una reazione chimica che produce anche gas.	VERO	FALSO
Il CO è un gas inodore e incolore.	VERO	FALSO
Il soffocamento è la sottrazione di calore fino ad ottenere una temperatura inferiore a quella necessaria a mantenere la combustione.	VERO	FALSO
La dicitura REI 60 su di un elemento indica che quell'elemento conserva la stabilità, la tenuta e l'isolamento termico per almeno 60 minuti.	VERO	FALSO
Uno degli obiettivi di un piano di emergenza è consentire l'evacuazione delle persone.	VERO	FALSO
Un buon piano di emergenza è l'insieme di poche, semplici ed essenziali azioni comportamentali.	VERO	FALSO
Per estinguere un incendio con un estintore è opportuno indirizzare il getto di estinguente alla sommità della fiamma	VERO	FALSO

In un incendio di gas da una tubazione è opportuno intercettarne la perdita piuttosto che tentare lo spegnimento.	VERO	FALSO
I segnali di salvataggio sono rappresentati su cartelli aventi lo sfondo di colore verde e le figure di colore bianco.	VERO	FALSO
Una possibile causa d'incendio è lasciare le apparecchiature elettriche sotto tensione anche quando non utilizzate.	VERO	FALSO
La schiuma è un agente estinguente che agisce per soffocamento e raffreddamento.	VERO	FALSO
L'acqua quale agente estinguente è consigliato per incendi di apparecchiature elettriche.	VERO	FALSO
Qualora si intenda evitare di danneggiare il materiale sul quale viene erogata la sostanza estinguente è da preferire l'uso di estintori a polvere rispetto a quello ad anidride carbonica	VERO	FALSO
In caso di incendio in edifici civili o industriali è vietato usare i normali ascensori.	VERO	FALSO
I getti d'acqua sono efficaci quando non sono diretti contro le fiamme ma contro le sostanze combustibili da cui le fiamme si sprigionano.	VERO	FALSO
Una combustione di vapori infiammabili può propagarsi a velocità elevata causando una esplosione	VERO	FALSO
Negli estintori il gas inerte propellente può essere l'aria.	VERO	FALSO
Per individuare una perdita da una bombola di gas infiammabile si usa una miscela di acqua saponata.	VERO	FALSO
Affinchè l'uso dell'estintore sia efficace indirizzare il getto verso la base del focolaio.	VERO	FALSO
La probabilità che possa verificarsi un incendio aumenta: A. con la quantità di materiali combustibili, B. con la presenza di sorgenti di innesco, C. con la quantità di liquidi infiammabili.	A - B - C	B
Per diminuire il pericolo d'incendio in un locale adibito allo stoccaggio di liquidi infiammabili si può: A. aumentare la temperatura del locale, B. dotare il locale di apertura di ventilazione naturale, C. aumentare la pressione dell'aria nel locale	A - B - C	B

RISCHIO ELETTRICO

PRINCIPALI RIF.TI LEGISLATIVI

DPR 547/55	Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro
Legge 186/68	Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici
Legge 46/90	Norme per la sicurezza degli impianti
DPR 447/91	Regolamento di attuazione Legge 46/90

PREMESSA

Il pericolo connesso all'utilizzo di elettricità è presente ovunque, in laboratorio e negli uffici.

Il rischio che ne deriva va dall'innesco di incendi in seguito a scariche elettriche o surriscaldamento dei cavi, ai danni a persone in seguito a dispersioni o contatto con parti in tensione. D'altra parte, proprio per i molteplici livelli di utilizzo dell'impianto elettrico, questo è il classico caso in cui le responsabilità INFM ed universitarie si incontrano e sfumano l'una nell'altra: se infatti è compito della struttura ospitante fornire una alimentazione elettrica in regola con la normativa, ci si aspetta però da parte degli utilizzatori un impiego "in sicurezza" di questo impianto.

Ciò premesso, dopo alcune informazioni e definizioni generali anche di carattere legislativo, in questo capitolo sarà dato molto spazio alle regole di "buon utilizzo" di un impianto elettrico che si suppone fornito in regola con le norme vigenti¹.

CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO ELETTRICO

L'impianto elettrico è "un complesso di componenti elettrici, anche a tensioni nominali diverse, destinato a svolgere una determinata funzione".

Gli impianti elettrici devono essere costruiti, installati e mantenuti in tutte le loro parti in modo da prevenire i pericoli derivanti da contatti accidentali con elementi sotto tensione nonché i rischi di incendio e scoppio derivanti da anomalie che si possono verificare nel loro esercizio. A questo scopo, esistono prescrizioni per la progettazione e regolare manutenzione degli impianti (**Legge 46/90** e relativi decreti di attuazione), contenenti le necessarie specifiche tecniche sulle quali non è il caso di soffermarsi per gli scopi del presente documento; è sufficiente ricordare che gli impianti devono essere corredati da **dichiarazione di conformità** rilasciata da personale autorizzato ai sensi della Legge 46/90, art. 4; questo documento certifica che l'impianto è stato eseguito secondo le norme UNI (Ente Italiano Unificazione) e CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), nonché le prescrizioni della legislazione tecnica vigente.

L'impianto deve inoltre essere dotato di impianto di **messa a terra**, denunciato all'ISPESL e verificato ogni due anni a cura dell'USL.

Ai sensi della normativa vigente, un impianto elettrico è ritenuto **a bassa tensione** quando la tensione del sistema è minore o uguale a 400 Volt efficaci per corrente alternata e a 600 Volt per corrente continua; quando tali limiti sono superati, l'impianto è ritenuto **ad alta tensione**.

Le macchine e gli apparecchi elettrici devono portare l'indicazione di tensione, intensità e tipo di corrente e altre eventuali caratteristiche costruttive la cui conoscenza sia necessaria per l'uso in sicurezza.

ALIMENTAZIONE → TENSIONE ↓	CORRENTE CONTINUA	CORRENTE ALTERNATA
bassa	≤ 600 V	≤ 400 V
alta	> 600 V	> 400 V

Solo un impianto con le caratteristiche adeguate alla funzione da svolgere, al luogo di impiego ed alle persone che saranno presenti in tale luogo soddisfa i requisiti di antinfortunistica e sicurezza. In particolare:

¹ si ricorda che qualsiasi inadempienza va segnalata al responsabile locale, al Direttore di Unità, al Direttore di Dipartimento.

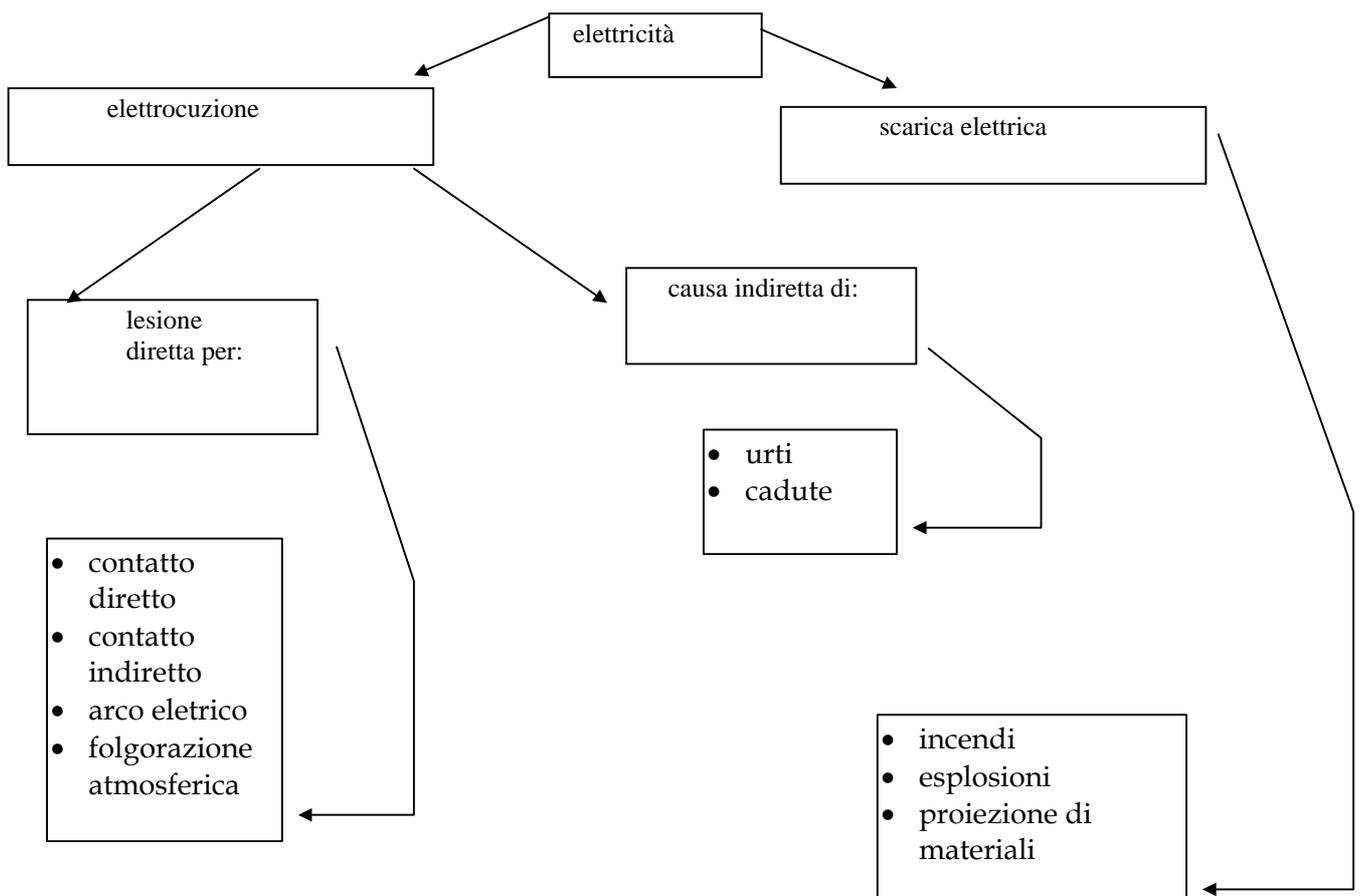
- 1) i componenti devono essere conformi alle norme specifiche, ed essere installati tenendo conto delle caratteristiche dell'ambiente; devono essere installati in modo da poter essere controllati e manovrati senza pericolo, ed essere muniti di scritte o contrassegni che ne permettano l'identificazione immediata;
- 2) deve essere predisposta la possibilità di sconnettere dall'alimentazione ogni circuito, si deve impedire che la riattivazione possa creare situazioni di pericolo, deve essere prevista l'alimentazione di emergenza per sistemi che hanno funzioni di sicurezza (stazioni di pompaggio acqua per idranti, impianto di ventilazione centralizzato, etc.);
- 3) deve essere disponibile tutta la documentazione riguardante la composizione dell'impianto elettrico con i relativi schemi elettrici;

FONTI DI PERICOLO

I principali effetti del passaggio di corrente attraverso il corpo umano sono elencati in *Tabella 1*, con i relativi valori di corrente; è bene ricordare al proposito che, a parità di tensione, la corrente che può circolare nel corpo cresce al diminuire della resistenza R; fattori che contribuiscono a diminuire R sono: pavimento bagnato, scarpe non isolanti o piedi nudi, sudore etc.

CORRENTE (in mA)	EFFETTO	NOTE
1-3	soglia di percezione	assenza di rischi per la salute
3-10	elettrificazione	formicolio e possibili movimenti riflessi
10	tetanizzazione	contrazioni muscolari; in particolare, se la mano resta in contatto con la parte in tensione la paralisi dei muscoli può rendere difficoltoso il distacco
25	difficoltà respiratorie	causate dalla contrazione dei muscoli preposti alla respirazione ed al coinvolgimento dei centri nervosi relativi
25-30	asfissia	aggravamento delle condizioni di cui al punto precedente
60-75	fibrillazione	il cuore, attraversato dalla corrente, ha contrazioni irregolari e disordinate che possono risultare letali

Schema dei principali rischi connessi con l'elettricità



Lo schema illustra i principali rischi connessi con l'elettricità e le loro conseguenze.

Si ha **contatto diretto** con una parte dell'impianto normalmente sotto tensione (un conduttore, una presa, un morsetto); si ha **contatto indiretto** con parte dell'impianto che normalmente è NON sotto tensione, ma che ha acquisito una tensione diversa da zero in seguito ad un guasto (involucro metallico di un apparecchio); questo è un pericolo molto subdolo, in quanto il rischio non è atteso in maniera direttamente conseguente, come invece nel caso dei contatti diretti. Gli effetti indesiderati della corrente elettrica possono essere contenuti se tutte le installazioni sono eseguite a regola d'arte², ed altrettanto per quel che riguarda apparecchiature elettriche e macchinari in laboratorio.

Gli **apparecchi utilizzatori** devono essere collegati correttamente alla presa della linea di alimentazione, dopo averne accertato l'idoneità per tensione e per sezione dei conduttori; si dovrà evitare per quanto possibile l'uso di prolunghe, spine triple, ciabatte e simili, in quanto non offrono garanzie circa la continuità dei contatti.

Le **masse metalliche** accessibili degli apparecchi possono entrare in tensione in caso di guasto: pertanto, dovranno essere collegate ad una presa provvista di terra.

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Le misure da adottare per le protezioni contro i contatti diretti possono essere totali o parziali.

Le protezioni parziali vengono applicate nei luoghi dove hanno accesso soltanto le persone addestrate e qualificate.

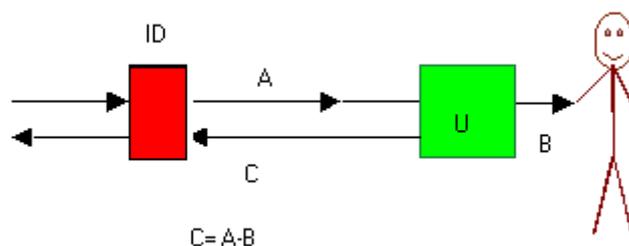
Le protezioni totali sono destinati alle protezioni delle persone non a conoscenza sui pericoli connessi all'utilizzo dell'energia elettrica.

In generale per prevenire i contatti diretti le misure da adottare possono essere l'impiego di carcasse o barriere, ostacoli, pedane, utensili etc. correttamente messi a terra. Le parti in tensione devono essere ricoperte in tutta la loro estensione con un materiale isolante o poste dietro involucri in grado di assicurare un grado di protezione sia da contatti da corpi estranei che da sostanze liquide come riportato nella norma CEI 64-8.

Oltre agli involucri e alle barriere, per prevenire i contatti diretti, l'impiego di un interruttore differenziale ad alta sensibilità può costituire una protezione supplementare (e non alternativa) in grado di intervenire all'atto del guasto per esempio quando un conduttore in tensione viene a contatto con la carcassa metallica di uno strumento collegato correttamente a terra.

L'interruttore differenziale è facilmente riconoscibile per la presenza di un pulsante contrassegnato dalla lettera T, conosciuto anche come "salvavita", che confronta continuamente la corrente elettrica entrante con quella uscente e scatta quando avverte una differenza.

I cavi che conducono la corrente elettrica sono generalmente due : la fase e il neutro; poiché la corrente entra dalla fase, percorre i circuiti ed esce dal neutro, in condizioni normali quella entrante deve essere uguale a quella uscente; se ciò non accade significa che una parte di essa sta percorrendo strade diverse ad esempio il corpo umano in caso di contatto diretto (scossa elettrica) di un apparecchiatura collegata all'impianto di terra.



Se la differenza pari a B è superiore alla soglia di sensibilità ($I = 0,03A$) interviene il differenziale.

L'interruttore differenziale non interviene nel caso in cui una persona tocca contemporaneamente due elementi in tensione ed è isolata a terra (ad es. se si trova su una scala di legno o se ha le scarpe con soles di gomma, ecc.)

Gli interruttori differenziali utilizzati hanno una corrente nominale differenziale di intervento uguale o minore a 30mA, costruiti in modo da aprire quasi istantaneamente il circuito, quando fluisce verso terra una corrente di valore pericoloso per le persone.

² quindi: o direttamente da personale competente, o fatte controllare prima dell'utilizzo da personale competente.

La protezione da tensioni di contatto indirette può essere attuata attraverso il collegamento a terra delle parti metalliche dell'impianto normalmente non in tensione (armatura, custodie, carcasse, scatole, organi di comando, macchine ed apparecchi mobili, parti metalliche in genere, ecc.).

Il collegamento elettrico a terra delle masse metalliche per essere efficiente deve rispondere a particolari requisiti:

- deve essere correttamente dimensionato, singolarmente e nel suo complesso,
- bisogna accertarne lo stato di efficienza periodicamente ai sensi di legge (DPR 547/55) e ogni volta sia necessario.

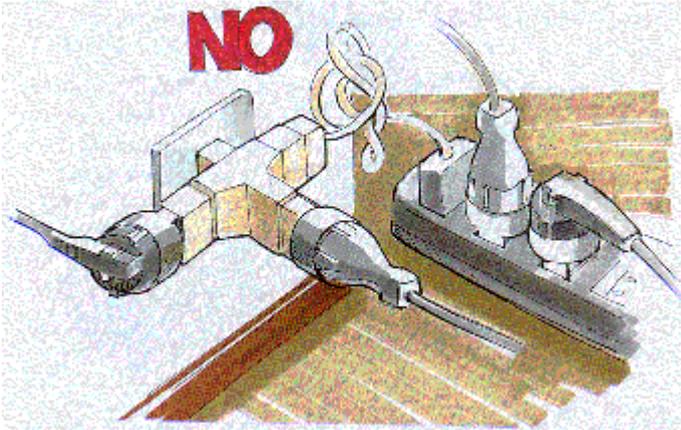
Oppure è possibile creare un sistema di protezione isolando l'operatore dalla parte pericolosa o dalla terra al fine di creare una barriera al flusso di corrente.

I sistemi più comunemente adottati per questo scopo sono i seguenti: pedane e tappeti isolanti costruiti in modo da evitare ribaltamenti, e disposti in modo da circondare tutta l'area pericolosa e costringere l'utente ad appoggiarvi entrambi i piedi (n.b. vanno verificati costantemente per accertarne lo stato di conservazione e di efficienza); barriere distanziatrici e simili (es.: interposizione di parapetti, barriere e schermi tra l'operatore e la macchina o di segregazione di macchine, attrezzature o impianti in appositi locali o in recinti provvisti di porte di ingresso con chiusura a chiave); interruttori differenziali che diminuiscono la durata della condizione di pericolo imitando il tempo di esposizione del contatto.

Gli interruttori differenziali ad alta ed a bassa sensibilità associati ad un impianto di terra di data resistenza assicurano adeguata protezione contro i contatti indiretti.

Tra le principali misure di prevenzione contro i rischi elettrici si possono citare le seguenti:

1. non manomettere i dispositivi elettrici se non si dispone di sufficiente qualificazione tecnica, e non farli manomettere da persona non qualificata, non competente e non specializzata,
2. riparare immediatamente le parti di dispositivi elettrici guaste o danneggiate, evitando, ad esempio, di lasciare cavi con la guaina corrosa,
3. utilizzare solo apparecchi elettrici impermeabili all'acqua, omologati per impieghi in luoghi umidi o bagnati,
4. utilizzare solo materiale elettrico a norma di legge e certificato per ridurre le conseguenze negative dei sovraccarichi di corrente: tutti gli impianti elettrici, in tutti i loro componenti costitutivi (cabine, quadri elettrici, fili, cavi, prese, spine, interruttori) devono essere conformi alle norme CEI e costituiti in modo tale da rendere impossibile qualsiasi contatto accidentale con elementi sotto tensione,
5. non eliminare mai o modificare valvole, interruttori di sicurezza o altri dispositivi di protezione,
6. installare nel circuito elettrico interruttori protettivi a corrente di difetto particolarmente sensibile (salvavita),
7. non modificare mai spine e prese, evitare l'uso di prese volanti (ciabatte) ed evitare i grappoli di spine nella stessa presa multipla,
8. evitare soluzioni improvvisate quali cavi volanti e l'utilizzo di isolamenti approssimativi,
9. non aprire mai apparecchi elettrici senza prima averli disinseriti dalla corrente,
10. programmare con cadenza regolare accurati interventi manutentivi di controllo e verifica degli impianti elettrici,
11. non tollerare usi impropri di impianti o attrezzature elettriche,
12. gli interruttori elettrici devono essere tali da evitare ogni rischio di contatto accidentale, avere un adeguato grado di protezione (contro polveri, liquidi, gas, vapori) in relazione all'ambiente, ai prodotti, ai materiali e alle sostanze presente sul luogo di lavoro,
13. le spine devono essere tali da rendere impossibile il contatto accidentale con le parti in tensione della presa e con la parte in tensione della spina durante le fasi di inserimento e disinserimento,
14. i cavi elettrici devono essere dotati di idonea resistenza, anche meccanica, in relazione alle condizioni di impiego e non devono costituire intralcio, non devono formare lunghi percorsi né presentare intrecci o grovigli.



Dal punto di vista del personale INFM, l'utilizzo in sicurezza delle apparecchiature elettriche non può prescindere dai seguenti accorgimenti:

- 1) evitare l'accumulo di carta o, peggio ancora, di materiale infiammabile nei pressi di cavi e spine
- 2) evitare, per quanto possibile, l'utilizzo di prese multiple: queste infatti, se non dotate di apposito interruttore di sicurezza, potrebbero essere sovraccaricate e riscaldarsi
- 3) verificare la presenza di idoneo mezzo estinguente e controllare che sia visibile e di facile accesso (non deve esserci materiale depositato davanti)
- 4) controllare lo stato di cavi e prese e sostituirli quando consumati o lesionati
- 5) in caso di bruciature di fusibili, scatti ripetuti degli interruttori "salvavita", od altre indicazioni di mal funzionamento dell'impianto, è buona norma cercare di **individuare la causa del guasto**³ piuttosto che eliminare l'effetto, il quale nella migliore delle ipotesi finirà per ripresentarsi, in quanto il problema sta a monte !

Effetti della corrente elettrica nel corpo umano.

Le conseguenze del contatto con elementi in tensione possono essere più o meno gravi secondo l'intensità della corrente che passa attraverso il corpo umano e la durata della "scossa elettrica". Infatti il corpo umano è un conduttore che offre resistenza al passaggio della corrente: minore è la sua resistenza, maggiore è l'intensità della corrente che circola nell'organismo.

La resistenza del corpo umano dipende da numerosi fattori : la natura del contatto, lo stato della pelle, gli indumenti che possono interpersi, le condizioni dell'ambiente, la resistenza interna dell'organismo (che è variabile da persona a persona); ad esempio quando nel sangue sono presenti anche piccole quantità di alcool, la resistenza del corpo umano è notevolmente ridotta.

La resistenza del corpo umano è la resistenza che limita il valore di picco della corrente al momento in cui si stabilisce la tensione di contatto ed è circa uguale all'impedenza interna del corpo umano, la quale viene definita "impedenza tra due elettrodi in contatto con due parti del corpo umano, dopo aver tolto la pelle sotto gli elettrodi".

Il valore della resistenza, varia in pratica tra 30.000 Ohm, nelle zone superficiali di contatto, e può raggiungere valori di alcuni MOhm nel caso di polpastrelli secchi, mentre può scendere a qualche decina di Ohm nel caso di mani o piedi bagnati.

La corrente, passando attraverso il corpo umano, può provocare gravi alterazioni, le quali causano dei danni temporanei o permanenti.

La corrente elettrica agisce direttamente sui vasi sanguigni e sulle cellule nervose provocando, ad esempio lo stato di shock; agisce sul sistema cardiaco provocando lesioni al miocardio, aritmie, alterazioni permanenti di conduzione; provoca danni all'attività cerebrale, al sistema nervoso centrale, e può danneggiare l'apparato visivo e uditivo.

Gli effetti più frequenti sono:

- ✓ ustioni,
- ✓ arresto della respirazione,
- ✓ tetanizzazione,
- ✓ fibrillazione.

³ richiedendo l'intervento di personale qualificato

USTIONI

Le ustioni possono essere provocate sia dal passaggio della corrente attraverso il corpo umano, sia dall'arco elettrico, sia da temperature eccessive prodotte da apparecchi elettrici; il fenomeno è accentuato nei punti di entrata e uscita.

Le ustioni si possono classificare in tre tipi:

- a. Ustioni localizzate sulla cute detti "marchi"
- b. Ustioni localizzate in particolari distretti detti "folgorazioni"
- c. Grandi necrosi distrettuali, le parti colpite sono carbonizzate e la necrosi è profonda e coinvolge cute, muscoli etc.; il rischio di morte è elevatissimo.

ARRESTO DELLA RESPIRAZIONE

Al passaggio della corrente elettrica i muscoli responsabili della respirazione si contraggono e non consentono più l'espansione della cassa toracica.

L'arresto della respirazione sopraggiunge quando l'organismo viene sottoposto ad una corrente di rilascio superiore a 10 mA e se la sottoposizione perdura, l'individuo può perdere conoscenza e morire soffocato se non si interviene prontamente sulla causa primaria e con la respirazione assistita.

La soglia di rilascio, cioè il massimo valore di corrente per cui una persona può lasciare gli elettrodi con cui è a contatto, dipende da più parametri come l'area di contatto, le caratteristiche fisiologiche dell'individuo, la forma degli elettrodi.

TETANIZZAZIONE

Quando si applica uno stimolo elettrico a una fibra nervosa, l'azione di stimolazione che esso produce si propaga dalla fibra nervosa fino al muscolo che si contrae per poi tornare nuovamente a liberarsi.

Se gli stimoli si susseguono senza dar tempo al muscolo di rilassarsi gli effetti si sommano e il muscolo è portato a contrarsi completamente e a rimanere in questa posizione sino al cessare degli stimoli. Questo processo viene chiamato tetanizzazione e si verifica quando il corpo umano è attraversato da corrente, sia alternata che continua, quando questa è di durata e valori sufficienti.

FIBRILLAZIONE

Nel cuore circolano correnti simili a quelle presenti in un comune circuito elettrico, se alle normali correnti elettriche fisiologiche viene sottoposta una corrente elettrica di intensità superiore, essa può provocare l'alterazione nel naturale equilibrio elettrico corporeo.

Se agli impulsi elettrici prodotti dai centri nervosi si sommano altri impulsi elettrici estranei, gli ordini trasmessi dai centri nervosi ai muscoli risulteranno alterati e questi ultimi non svolgeranno più adeguatamente i loro compiti.

Questo è ciò che accade alle fibrille del ventricolo.

Quando le fibrille ricevono segnali elettrici esterni eccessivi e non regolari iniziano a contrarsi in modo caotico, l'una indipendentemente dall'altra producendo il fenomeno della fibrillazione che non permette al cuore di funzionare adeguatamente sino a portare all'arresto cardiaco.

La soglia di fibrillazione ventricolare, dipende sia da parametri fisiologici (anatomia del corpo, funzione cardiaca) sia da parametri elettrici. (valore e tipo di corrente).

SOCCORSI D'URGENZA DA PRESTARE AI COLPITI DA CORRENTE ELETTRICA

AZIONE IMMEDIATA

E' indispensabile quando la folgorazione compromette l'attività della respirazione e del cuore. Se il colpito non viene soccorso entro 3 o 4 minuti, può subire conseguenze irreparabili. Accertare innanzitutto che l'infortunato sia fuori dal contatto con le parti in tensione.

NON RITARDARE IL SOCCORSO NEPPURE PER CHIAMARE IL MEDICO, salvo che i soccorritori siano almeno due o che l'unico soccorritore possa richiamare l'attenzione senza abbandonare l'infortunato.

NON TOCCARE

Non toccare il colpito se non si è ben sicuri che il medesimo non è più in contatto o immediatamente vicino alle parti in tensione. In caso contrario togliere tensione. Qualora il circuito non possa essere prontamente interrotto, isolare adeguatamente la propria persona con guanti isolanti, panni asciutti, collocandosi su tavole di legno secco, ecc. e muovere l'infortunato afferrandolo preferibilmente per i vestiti se asciutti. In alternativa allontanare dall'infortunato - con un solo movimento rapido e deciso - la parte in tensione, usando fioretti, pezzi di legno secco o altri oggetti in materiale isolante. Non toccare con la propria persona altri oggetti specialmente se metallici.

ELETTRICITÀ RISCHI E MISURE DI PREVENZIONE

RISCHI	MISURE DI SICUREZZA
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Elettrocuzione/Bruciature</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • informazione/formazione • impianto di terra • interruttori differenziali • interruttori interbloccati • procedure per zone antideflagranti • permessi di lavoro • manutenzione programmata • cartellonistica • evitare prese multiple • verifica messa in tensione • non predisporre cavi a terra ove vi è pavimento umido o bagnato - pericolo di calpestio e/o passaggio di mezzi e pericolo di inciampo • lavorare sempre con mani pulite e asciutte • non impiegare lampade portatili di fortuna • nei locali umidi e/o bagnati utilizzare tensioni di sicurezza (24 volt) • utilizzare apparecchiature portatili a doppio isolamento o con batterie ricaricabili • non manomettere gli impianti • DPI : <ul style="list-style-type: none"> - guanti e calzature isolanti - attrezzi isolati - tappetini isolanti
	<ul style="list-style-type: none"> • La ricerca dei guasti deve avvenire con gli impianti non in tensione. <p>Qualora la ricerca di cui sopra non dia risultati positivi è permesso effettuare interventi, solo se autorizzati e seguendo di volta in volta le procedure</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 	<ul style="list-style-type: none"> • Gli interventi nelle cabine elettriche devono essere eseguiti da personale professionalmente qualificato ed esperto. • il personale che accede nelle cabine elettriche deve essere appositamente autorizzato e deve seguire le apposite procedure. • Nelle cabine “a giorno” utilizzare le idonee apparecchiature (fioretto, guanti, pedana, ecc.)
<ul style="list-style-type: none"> • 	<ul style="list-style-type: none"> • Tutti i quadri elettrici, a fine lavoro e/o nelle eventuali pause, devono essere chiusi.
<ul style="list-style-type: none"> • 	<ul style="list-style-type: none"> • Nelle postazioni con pericolo d’incendio si devono utilizzare attrezzi e strumentazioni adeguate.
<ul style="list-style-type: none"> • 	<ul style="list-style-type: none"> • Osservare le disposizioni e/o cartellonistica riferita ai singoli impianti

QUESTIONARIO

<p>Una scaffalatura metallica di notevoli dimensioni appoggiata al pavimento in un magazzino deve essere messa a terra ?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sì, perché è da considerare “grande massa metallica” 2. No, perché non è né una massa 3. Sì, se la scaffalatura contiene materiali infiammabili <p>Una scaffalatura metallica non è una massa né una massa estranea quindi non deve essere collegata a terra. Solo nei luoghi con pericolo di esplosione se la scaffalatura metallica presenta verso terra una resistenza superiore a 1 mega ohm ed è presente il rischio di formazione di cariche elettrostatiche (non sembra questo il caso di una scaffalatura metallica) la scaffalatura dovrebbe essere messa a terra.</p>	2
<p>Un trasformatore d'isolamento garantisce la protezione dai contatti diretti su un punto del circuito non isolato?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sì, purchè il trasformatore sia marchiato IMQ. 2. Sì se il circuito secondario è protetto tramite relè differenziale 3. No perché non è garantito il pericolo di contatto bipolare <p>Col trasformatore d'isolamento si ottiene una misura di protezione contro i contatti indiretti per separazione elettrica. La protezione contro i contatti diretti, cioè il contatto con parti nude normalmente in tensione, non può essere ottenuto perché su circuiti non isolati è presente il pericolo di contatto bipolare e perché l'isolamento verso terra del circuito secondario è accettabile solo in presenza anche dell'isolamento principale.</p>	3
<p>Gli apparecchi alimentati da trasformatore d'isolamento devono essere collegati a terra ?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sì è sempre obbligatorio 2. Sì ma solo in ambienti normali 3. No ad eccezione di locali a rischio particolare <p>Il collegamento a terra degli apparecchi alimentati da trasformatore d'isolamento è vietato perché la sicurezza è garantita da questo particolare sistema di protezione e un collegamento a terra potrebbe diminuirne l'efficacia in quanto è più elevato il rischio di introdurre tensioni pericolose che non quello che possa venire meno la protezione a causa di un cedimento del sistema di protezione. Nei locali chirurgici, ad esempio, dove il paziente è più esposto al rischio elettrico, la sicurezza viene ottenuta creando una forte equipotenzialità riducendo al minimo i rischi che possano essere introdotte tensioni pericolose. Per questo motivo il collegamento a terra non solo non è vietato ma è addirittura obbligatorio.</p>	3
<p>Un quadro elettrico può ospitare due linee di alimentazione diverse?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sì purchè sul quadro sia indicata la necessità di sezionare entrambe le alimentazioni 2. No perché sono richiesti quadri diversi per linee di alimentazione diversa 3. Sì purchè il quadro sia accessibile solo a persone autorizzate <p>Le norme CEI raccomandano la separazione degli impianti alimentati da più linee di alimentazione ma non ne proibiscono la promiscuità: "quando un componente elettrico o un involucro (ad esempio un quadro) contengono parti attive collegate a più di un'alimentazione, una scritta od altra segnalazione deve essere posta in posizione tale per cui qualsiasi persona, che acceda alle parti attive, sia avvertita della necessità di sezionare dette parti dalle diverse alimentazioni, a meno che non sia previsto un interblocco tale da assicurare che tutti i circuiti interessati siano sezionati"</p>	1
<p>Occorre mettere a terra un tavolo metallico sul quale sono installati apparecchi elettrici?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sì se i componenti elettrici installati presentano tra le parti attive e il tavolo un solo isolamento principale 2. Sì se il tavolo non è isolato da terra 3. No perché il collegamento a terra sarebbe contro la sicurezza <p>Il tavolo metallico è una massa se porta installati componenti elettrici che presentano tra parti attive e tavolo soltanto un isolamento principale. In questo caso il tavolo va collegato a terra. Il tavolo non è da ritenere massa e non va messo a terra nei seguenti casi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - porta componenti elettrici solo saltuariamente; - i componenti elettrici sono di classe I con isolamento principale ed involucro metallico connesso a terra; - i componenti elettrici sono di classe II con isolamento doppio o rinforzato; - i componenti elettrici sono di classe II alimentati da un sistema a bassissima tensione di sicurezza (SELV); - i componenti sono alimentati tramite un trasformatore d'isolamento. <p>Naturalmente il tavolo, presentando una elevata resistenza verso terra, non è da considerare massa estranea e come tale non è da connettere a terra.</p>	1
<p>Può esistere un impianto elettrico a norma, anche se privo dell'impianto di terra?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. No, mai 	2

<p>2. Solo se realizzato prima dell'entrata in vigore della Legge 46/90 e dotato di differenziale ad alta sensibilità</p> <p>3. Solo se in abbinamento con un differenziale con $I_{dn} = 10 \text{ mA}$</p> <p>Il regolamento di attuazione della legge 46/90 (art. 5) considera adeguati gli impianti elettrici che presentino i seguenti requisiti: sezionamento e protezione contro le sovracorrenti, protezione dai contatti diretti e protezione contro i contatti indiretti con interruttore differenziale avente corrente differenziale nominale non superiore a 30 mA. Questo vale anche nel caso in cui manchi l'impianto di terra (per esempio abitazioni costruite prima del 1960).</p>	
<p>In quale posizione è più opportuno installare il differenziale?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sempre all'inizio del montante subito a valle del contatore 2. Nel quadro del laboratorio se il montante non ha masse 3. Sempre nel quadro del laboratorio <p>Se il montante, che parte dal contatore, non ha masse, non c'è possibilità di un contatto indiretto: di conseguenza il differenziale può essere posto nel quadro del laboratorio. Se, viceversa, esistono delle masse tra il contatore e il quadro, allora queste vanno protette con un differenziale subito a valle del contatore.</p>	2
<p>Quanto deve essere la sensibilità di un differenziale per offrire una protezione totale dai contatti diretti?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 10 mA 2. 30mA 3. Non esiste un tale differenziale <p>Non esiste proprio il concetto di sicurezza totale. Anche i differenziali più sensibili da 5 o 10 mA, pur ammettendone la piena funzionalità, non permettono la protezione per correnti superiori ai 250 mA che possono provocare fibrillazione ventricolare.</p>	3
<p>L'interruttore differenziale può essere usato per migliorare la sicurezza contro il pericolo d'incendio?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sì, perché un guasto d'isolamento verso terra può essere una possibile causa d'incendio 2. No perché un incendio si può innescare solo a causa di un corto circuito 3. No perché sul circuito è sufficiente che sia installato un interruttore magnetotermico <p>Se il punto di guasto verso terra è nelle vicinanze di sostanze combustibili l'innescò dell'incendio è molto probabile. Le modeste correnti che si stabiliscono verso terra a causa di un cedimento dell'isolante non sono in grado di far intervenire le protezioni di massima corrente mentre sono rilevate dall'interruttore differenziale che apre il circuito rimuovendo le cause di probabile innescò dell'incendio.</p>	1
<p>L'interruttore differenziale da 30 mA può sostituire le misure di protezione passive (isolamento, involucri e barriere.)?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. No, perché è un dispositivo meccanicamente delicato e si guasta facilmente 2. Sì ma solo in alcuni casi come è prescritto dalla Legge 46/90 3. No anche se si può ritenere che in molti casi possa costituire una buona protezione in caso di contatto diretto <p>Nel contatto diretto la persona tocca una parte attiva che è in tensione nel funzionamento ordinario (senza interposizione di masse). La corrente che fluisce nel corpo umano è la stessa che attraversa l'interruttore differenziale. Il sistema di protezione risulta efficace contro i contatti diretti se la corrente che attraversa la persona è in grado di far intervenire l'interruttore in un tempo inferiore a quello per cui la persona stessa può sopportare quella determinata corrente. Nel caso in cui venissero a mancare le misure di protezione passive, interruzione del conduttore di protezione, cedimento nell'isolamento di un cavo di alimentazione di un utilizzatore, ecc., l'unico sistema di protezione che rimane è quello fornito dall'interruttore differenziale con I_{dn} inferiore o uguale a 30 mA. L'interruttore differenziale costituisce quindi una buona protezione contro i contatti diretti anche se non sostituisce le misure di protezione passive ottenute tramite l'isolamento, gli involucri e le barriere che impediscono il contatto con le parti attive. La legge 46/90 richiede la protezione contro i contatti indiretti che può essere ottenuta con l'interruttore differenziale da 30 mA coordinato con un adeguato impianto di terra.</p>	3

VIDEOTERMINALI

PRINCIPALI RIF.TI LEGISLATIVI

D.Lgs. 626/94, Titolo VI e allegato VII	Attuazione delle direttive riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro.
D.M. 2/10/2000	Linee guida d'uso dei videoterminali
Circolare 16/01 del 25/01/01	Modifiche al decreto legislativo 19 settembre 1994, n.626, Titolo VI, "uso di attrezzature munite di videoterminali". Chiarimenti operativi in ordine alla definizione di "lavoratore esposto" e "sorveglianza sanitaria"
Circolare 5/01 del 20/04/01	Modifiche al decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, titolo VI, "uso delle attrezzature munite di videoterminali".
Norme UNI 7498-8582	

PREMESSA

La grande novità delle Direttive Comunitarie recepite con il D.Lgs. 626/94, oltre al già ricordato nuovo approccio 'filosofico' al problema della sicurezza del lavoro, è l'attenzione alla figura emergente del *videoterminalista*. Allo stato non è stato ancora provato con certezza un reale rischio derivante dall'uso del VDT ma non bisogna dimenticare due aspetti fondamentali che permettono di inquadrare al meglio la questione:

1. l'utilizzo intenso del videoterminale può **non** essere una attività sana: costringe il lavoratore a mantenere per ore una posizione spesso non corretta, affatica gli occhi, e spesso l'estrema facilità d'uso di queste apparecchiature ne favorisce l'utilizzo per molte ore consecutive, accentuando ancora di più i danni per la salute;
2. fra le attività svolte dal personale INFM, poche sono quelle in cui il tempo passato al vdt è realmente significativo rispetto al tempo totale dedicato al lavoro: si parla delle attività di calcolo computazionale, dell'utilizzo della rete, delle attività svolte dal personale amministrativo.

È chiaro quindi che vanno adottate comunque misure necessarie per ridurre al minimo le condizioni 'non ottimali' di lavoro. Ciò posto, ...

... per quanto riguarda l'uso di VDT, si intende per (cfr. D.Lgs. 626/94, art. 51):

VIDEOTERMINALE: uno schermo alfanumerico o grafico a prescindere dal tipo di procedimento di visualizzazione utilizzato.

POSTO DI LAVORO: l'insieme che comprende le attrezzature munite di videoterminale, eventualmente con tastiera ovvero altro sistema di immissione dati, ovvero 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.

LAVORATORE: 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. 54.

PERICOLI CONNESSI ALL'UTILIZZO DI VIDEOTERMINALI

È opportuno sottolineare subito che, per quanto riguarda la pericolosità delle **radiazioni** emesse dai videoterminali, queste sono rilevabili solo ad una distanza di pochi millimetri dallo schermo, e non possono pertanto interessare l'operatore.

Inoltre il lavoro al vdt, pur non essendo causa di effetti nocivi irreversibili, a breve o lungo termine, può tuttavia evidenziare¹ l'esistenza di disturbi visivi preesistenti; per questo, è importante una corretta prevenzione, soprattutto per quel che riguarda le visite mediche specifiche.

L'utilizzo del videoterminale, soprattutto se prolungato, può provocare qualche disturbo, essenzialmente per l'apparato muscolo-scheletrico e per la vista, o problemi di affaticamento mentale. Tuttavia, osservando alcune norme di buona pratica è possibile prevenirli.

APPARATO VISIVO

¹ ma **non aggravare**

Esistono una serie di disturbi agli occhi che possono insorgere negli addetti ai videoterminali: bruciore, lacrimazione, secchezza, fastidio alla luce, pesantezza, visione annebbiata, visione sdoppiata, stanchezza alla lettura.

Essi sono dovuti a una elevata sollecitazione degli organi della vista e al loro rapido affaticamento, causati da:

- Errate condizioni di illuminazione
- Ubicazione sbagliata del videoterminale rispetto alle finestre e ad altre fonti di luce, con conseguenti abbagliamenti o eccessivi contrasti di chiaro-scuro
- Condizioni ambientali sfavorevoli (ad esempio aria troppo secca, presenza di correnti d'aria fastidiose, temperatura troppo bassa o troppo alta)
- Caratteristiche inadeguate del software (ad es. rappresentazione insoddisfacente dei caratteri) e del videoterminale (ad es. sfarfallamento dei caratteri e dello sfondo)
- Insufficiente contrasto dei caratteri rispetto allo sfondo
- Postazione di lavoro non corretta
- Posizione statica e impegno visivo di tipo ravvicinato e protratto nel tempo, che comporta una forte sollecitazione dei muscoli per la messa a fuoco e la motilità oculare
- Difetti visivi non o mal corretti che aumentano lo sforzo visivo.

E' importante sottolineare che :

- tali alterazioni insorgono dopo qualche ora di impegno visivo, e scompaiono completamente dopo alcune ore dalla fine dello stesso;
- l'astenopia è più frequente, insorge prima e in maniera più grave nei portatori di vizi di rifrazione (miopia, ipermetropia, astigmatismo);
- la prevenzione, effettuata con adeguate misure di carattere ergonomico (per quanto riguarda il posto di lavoro), organizzativo (15' di riposo oculare ogni due ore di applicazione) e sanitario (visite oculistiche e cura di eventuali vizi visivi), consente di evitare l'eccessivo affaticamento degli addetti e l'insorgere o l'aggravarsi di disturbi visivi.

APPARATO LOCOMOTORE

Gli addetti ai videoterminali devono prevenire la possibile insorgenza di:

- disturbi alla colonna vertebrale dovuti ad una errata posizione del corpo e dal restare troppo tempo seduti;
- disturbi muscolari dovuti all'affaticamento ed indolenzimento dei muscoli perché poco irrorati dal sangue per la posizione contratta statica;
- disturbi alla mano e all'avambraccio (il dolore, l'impaccio ai movimenti, i formicolii alle dita), dovuti all'infiammazione dei nervi e dei tendini sovraccaricati o compressi a causa dei movimenti ripetitivi rapidi.

Tale quadro interessa particolarmente gli esposti che presentano patologie pregresse a carico della colonna vertebrale o degli arti, ed è pertanto evidente l'importanza della prevenzione per impedire la comparsa di danni all'apparato locomotore; questa si attua attraverso misure organizzative (pause), ergonomiche (adeguatezza del posto di lavoro) e sanitarie (visite preventive e periodiche per evidenziare i primi segni di artrosi o di altra patologia a carico dell'apparato osteoarticolare).

AFFATICAMENTO FISICO O MENTALE

A volte possono verificarsi problemi di affaticamento fisico o mentale, in caso di:

- cattiva organizzazione del lavoro che obbliga all'esecuzione di operazioni monotone e ripetitive per lunghi periodi;
- cattive condizioni ambientali (temperatura, umidità e velocità dell'aria);
- rumore ambientale tale da disturbare l'attenzione;
- software non adeguato.

MISURE DI PREVENZIONE

ATTREZZATURA

L'attrezzatura comprende sia l'apparecchiatura elettronica sia il mobilio d'ufficio utilizzato durante il lavoro. Gli elementi più importanti sono: il videoterminale, suddiviso in tastiera e schermo, e il piano di lavoro.

Tastiera

La tastiera deve essere inclinabile e fisicamente separata dallo schermo, per non affaticare braccia e mani. Deve avere una superficie opaca per evitare i riflessi. Nella scelta del tipo corretto occorre poi tenere conto che:

- a) il supporto di materiale deve avere bassa riflessione luminosa. I tasti devono avere una superficie concava in modo da seguire i contorni delle falangette;
- b) i simboli dei tasti devono presentare sufficiente contrasto ed essere leggibili dalla normale posizione di lavoro e non devono cancellarsi per abrasione o a causa dell'uso.

Schermo

I requisiti fondamentali dell'immagine visualizzata sullo schermo sono : stabilità e nitidezza; fra le caratteristiche degli schermi che più di frequente sono indicate quali cause di "sconforto" vi sono infatti:

- contrasto tra sfondo e caratteri;
- capacità di visualizzazione sullo schermo (dimensioni dello stesso e numero di caratteri visualizzati);
- colore e stabilità dell'immagine (sfarfallamento);
- dimensione, la forma e la nitidezza dei caratteri;
- presenza di riflessi luminosi.

Inoltre, riflessi dovute a finestre, superfici vetrate e lampade, possono aumentare l'inconveniente dell'abbagliamento.



Contrasto nella percezione dell'immagine: la brillantezza e/o il contrasto tra caratteri e sfondo dello schermo devono essere facilmente regolabili da parte dell'utilizzatore del vdt e facilmente adattabili alle condizioni ambientali. Fondamentale è il contrasto dei caratteri, cioè il rapporto di luminanza tra i caratteri e spaziature. Le immagini con caratteri brillanti su sfondo scuro (polarità negativa) sono in questo senso una efficace alternativa ai caratteri scuri su sfondo chiaro.

Mobilità sullo schermo: lo schermo deve essere orientabile ed inclinabile liberamente e facilmente, per adeguarsi alle esigenze dell'utilizzatore.

Prevenzione dei riflessi: lo schermo non deve avere riflessi e riverberi; è utile in questo senso, oltre ad una opportuna disposizione dello schermo rispetto alle fonti di luce, può essere utile utilizzare video a curvatura ridotta.

Piano di lavoro

Il piano di lavoro deve avere una superficie poco riflettente, essere di dimensioni sufficienti a permettere una disposizione flessibile dello schermo, della tastiera, dei documenti e del materiale accessorio.

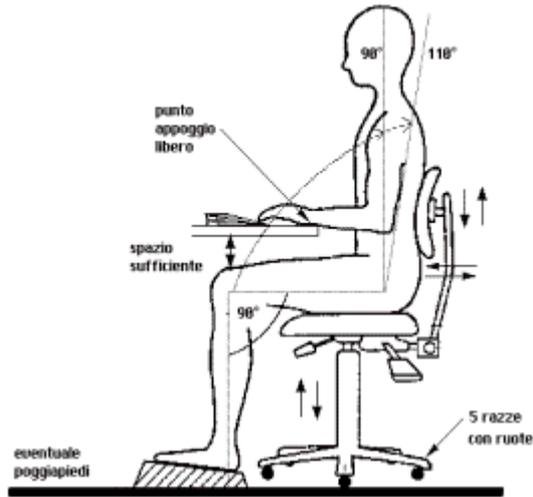
A causa delle differenze nelle caratteristiche morfologiche dell'essere umano, quali ad esempio statura e lunghezza delle gambe, è impossibile stabilire un'altezza ideale del piano di lavoro: è consigliabile la dotazione di un tavolo il cui piano di lavoro possa essere regolato in altezza.

Testo da digitare e portadocumenti: il supporto per i documenti deve essere stabile e regolabile, e collocato in modo da ridurre i movimenti fastidiosi della testa e degli occhi.

Sedile di lavoro: la sedia ergonomica è regolabile in altezza, ha schienale regolabile in inclinazione ed altezza, ha cinque razze di appoggio (meglio se a rotelle) per garantire adeguata stabilità contro rovesciamenti.

Il sedile non deve servire soltanto a mantenere una posizione seduta comoda, ma anche a sgrovare dal peso la muscolatura e le vertebre dorsali. L'altezza fisiologicamente adeguata del sedile corrisponde, per ciascun soggetto, alla distanza, tra ginocchio e pavimento, calcolata a ginocchia piegate con un angolo di 90°.

Poggiapiedi: deve essere messo a disposizione di coloro che lo desiderino.



Riassumendo:

I disturbi che possono colpire gli addetti al videoterminale sono essenzialmente dovuti all'errata progettazione del posto di lavoro e/o ai comportamenti errati degli stessi operatori. Per questo motivo si riepilogano di seguito i suggerimenti più importanti:

- regolare dapprima l'altezza del sedile in modo da avere le cosce in posizione orizzontale o leggermente inclinate verso il basso e i piedi completamente appoggiati sul pavimento;
- in seguito regolare il piano di lavoro portandolo all'altezza dei gomiti;
- se il tavolo è troppo alto e non regolabile in altezza, adattare la sedia in modo che gli avambracci poggino sul piano di lavoro e, se necessario, fare uso di un poggiatesta;
- lasciare fra il bordo della sedia e la parte posteriore del ginocchio uno spazio di circa 4 cm;
- regolare lo schienale in modo che fornisca un buon supporto della regione lombare. Preferire sedie che consentono una posizione seduta dinamica (lo schienale segue i movimenti naturali del corpo quando ci si piega in avanti o all'indietro);
- osservare la distanza visiva da 50 a 70 cm e posizionare il monitor ad una altezza corretta (bordo superiore dello schermo all'altezza degli occhi o leggermente al di sotto). Per chi è affetto da presbiopia e porta occhiali progressivi o bifocali vale in generale la regola secondo cui lo schermo va posizionato ad una distanza maggiore, adeguata alle esigenze visive dell'operatore;
- le spalle devono essere rilassate;
- i gomiti e le ginocchia devono formare un angolo di circa 90°;
- gli avambracci, i polsi e le mani devono rimanere in posizione diritta e l'inclinazione della tastiera non deve essere tale da far piegare indietro i polsi.

E' bene farsi mostrare dal responsabile del Servizio di prevenzione e protezione, dai superiori o dai colleghi il modo corretto di regolare il sedile e il piano di lavoro.

Ambiente

In sede di predisposizione degli ambienti di lavoro ove ubicare postazioni munite di videoterminale occorre prevedere:

- a) per quanto riguarda il rumore, la eliminazione di eventuali problemi di rumore determinati in fase di stampa dalle stampanti ad impatto procedendo alla loro segregazione o insonorizzazione;
- b) per quanto riguarda il microclima, il lavoro al videoterminale non richiede il rispetto di parametri diversi da quelli normalmente assunti per il comune lavoro d'ufficio. E' necessario che nella postazione di lavoro la velocità dell'aria sia molto ridotta, evitando la presenza di correnti d'aria provenienti da porte, finestre, bocchette di condizionamento, ventilatori, apparecchiature poste in vicinanza ecc. E' importante che l'aria non sia troppo secca per evitare possibili irritazioni degli occhi. Altrettanta precauzione andrà posta per evitare fonti di calore radiante

poste nelle immediate vicinanze della postazione, quali impianti di riscaldamento ma anche finestre che possano essere colpite da irraggiamento solare diretto ecc.;

- c) per quanto riguarda l'illuminazione, al fine di evitare riflessi sullo schermo, abbagliamenti 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 a soffitto non schermate, la linea tra l'occhio e la 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.

ATTIVITA D'UFFICIO

FASI DI LAVORO	RISCHI ASSOCIATI PER L'OPERATORE	D.P.I. E MISURE DI PREVENZIONE
a) lavoro d'ufficio b) utilizzo del videoterminale c) attività di archiviazione	<ul style="list-style-type: none"> • MICROCLIMA • QUALITA' DELL'ARIA • STRUTTURA • IMPIANTI ELETTRICI • ILLUMINAZIONE • VIDEOTERMINALI • RUMORE 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ VENTILAZIONE ◆ IDONEO NUMERO DI RICAMBI D'ARIA ◆ ALTEZZA E CUBATURA ◆ PRESENZA DI USCITE ADEGUATE ◆ PRESENZA DI ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA ◆ IMPIANTI ELETTRICI A NORMA CEI ◆ PRESENZA DI IMPIANTI DI MESSA A TERRA ◆ ASSENZA DI PRESE VOLANTI ◆ ERGONOMIA DELLA POSTAZIONE AL VIDEOTERMINALE ◆ ILLUMINOTECNICA

LISTA DI CONTROLLO

La seguente lista di controllo vi consente di valutare personalmente il vostro posto di lavoro al videoterminale.

DOMANDA / REQUISITO	Requisito soddisfatto SI	Requisito soddisfatto NO
<u>Ubicazione del Videoterminale</u>		
Le finestre sono disposte lateralmente rispetto allo schermo?		
Le finestre sono dotate di veneziane o altro sistema di tende?		
Avete eliminato i riflessi di luce (finestre, lampade) sul vostro schermo? Fate un controllo a schermo spento!		
Il testo e le immagini sul monitor sono nitidi e facilmente leggibili stando comodamente seduti?		
Sul piano di lavoro avete lo spazio necessario per disporre il monitor, la tastiera e il mouse nonché per poggiare gli avambracci davanti alla tastiera?		
C'è sufficiente spazio sotto la superficie di lavoro per muovere e distendere le gambe?		
<u>Tastiera e mouse</u>		
La tastiera si trova direttamente di fronte a voi?		
L'altezza e l'inclinazione della tastiera sono regolate in modo tale che i vostri polsi sono diritti e le spalle rilassate?		
Tenete gli avambracci appoggiati sul piano di lavoro durante la digitazione?		
Se state usando il mouse lo tenete con la mano rilassata, senza angolare il polso e lo usate con tocco leggero?		
<u>Adattamento dei singoli elementi alle dimensioni del corpo e all'attività lavorativa</u>		
L'altezza del sedile è stata adattata alla vostra statura?		
I vostri piedi poggiano bene?		
Il sedile sostiene la regione lombare?		
Il piano del sedile è arrotondato per consentire una buona circolazione del sangue in corrispondenza delle cosce?		
L'altezza del piano di lavoro è idonea alla vostra statura?		
Avete regolato l'inclinazione e l'orientamento dello schermo?		
<u>Regolazione dello schermo e manutenzione</u>		
La luminanza e il contrasto tra i caratteri e lo sfondo dello schermo sono regolati in modo ottimale?		
Pulite la tastiera e il mouse regolarmente?		
Pulite lo schermo e l'eventuale filtro regolarmente?		
<u>Organizzazione e igiene del lavoro</u>		
L'organizzazione del lavoro è concepita in modo da prevedere una sana attività mista?		
Evitate di mantenere posizioni fisse per tempi prolungati ed osservate le pause?		
Se prescritti, utilizzate gli occhiali?		

RUMORE

PRINCIPALI RIF.TI LEGISLATIVI

DPR 303/56	Norme generali per l'igiene del lavoro
D.Lgs 277/91	Attuazione delle direttive 82/605/CEE, 83/477/CEE, 86/188/CEE, 88/642/CEE in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7 della Legge 30/07/1990 n° 212

Il rischio derivante dall'esposizione a sorgenti di rumore elevate non va trascurato, soprattutto perché gli effetti dannosi non sono acuti ma cumulativi, mentre la naturale assuefazione alla fonte di rumore inizialmente giudicata fastidiosa porta ad accantonare il problema.

Generalmente le attività di ricerca in fisica non comportano l'uso di strumentazione eccessivamente rumorosa, tuttavia per poter verificare in maniera qualitativa ("a orecchio" !) e quantitativa l'effettiva assenza di pericolo, è opportuno richiamare qui alcune informazioni generali sui fenomeni acustici, informazioni che consentiranno di interpretare la normativa vigente e i limiti in essa indicati.

CENNI GENERALI SUI FENOMENI ACUSTICI

Il suono consiste in onde longitudinali associate a compressioni e decompressioni successive in un fluido, che sono percepibili dal sistema uditivo umano. I fenomeni acustici sono dunque matematicamente descrivibili in termini di onde di pressione.

Relazioni fra pressione, intensità e potenza

La **potenza** (W) di una sorgente sonora è l'energia (acustica) emessa nell'unità di tempo; nel Sistema Internazionale è misurata in Watt.

L'**intensità** (I) è definita come l'energia (sonora) incidente su una superficie S perpendicolare alla direzione di propagazione per unità di tempo; nel Sistema Internazionale si misura in W/m^2 .

Ai fini degli studi sul rumore, è più utile considerare non la pressione istantanea, bensì la radice quadrata della pressione quadratica media, quantità indipendente dal tempo e collegabile all'intensità ed alla potenza dell'onda acustica.

Infatti per onde piane si ha:

$$I = \frac{p^2}{\rho v}$$

p è la pressione, ρ è la densità del mezzo (kg/m^3) e v è la velocità del suono nel mezzo¹ (m/s).

Mezzo omogeneo ed isotropo

Secondo la legge di Fechner-Weber, la sensazione sonora non cresce come l'intensità bensì come il logaritmo dell'intensità. Questo significa che, se il valore della pressione sonora raddoppia o triplica, l'orecchio percepisce il suono più forte del doppio o del triplo.

¹ La velocità del suono nell'aria vale circa 343 m/s

Quindi, due sorgenti sonore di potenza W_1 e W_2 vanno confrontate attraverso il logaritmo del rapporto, a cui si dà il nome di **numero di bel**:

$$\text{Log}_{10} W_1/W_2$$

In pratica, questa unità è troppo piccola per cui si utilizza correntemente il suo multiplo **numero di Decibel** definito come

$$10 \text{ Log}_{10} W_1/W_2$$

Nel caso di sorgente di intensità I , il livello di intensità misurato in Decibel si ottiene rapportando l'intensità della sorgente che si misura con l'intensità di riferimento I_0 :

$$10 \text{ Log}_{10} I/I_0$$

Fissato il livello di riferimento dell'intensità acustica $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$, si definiscono i livelli di potenza acustica L_w ed il livello di intensità acustica L_I :

$$L_w = 10 \text{ Log} \frac{W}{W_0}$$

$$L_I = 10 \text{ Log} \frac{I}{I_0}$$

Sfruttando inoltre le relazioni fra pressione, intensità e potenza, si definisce il livello di pressione sonora (SPL, *Sound Pressure Level*) come:

$$L_p = 20 \text{ Log} \frac{p}{p_0}$$

con $p_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$.

A titolo di esempio, in *Tabella 4* sono riportati i valori in dB dei tipi di rumore più comuni.

Tabella 4

FENOMENO	dB
soglia di udibilità	0
conversazione normale	30-40
macchina da scrivere	50-70
automobile	80-90
gru	100-110
aereo a reazione	120-130
soglia del dolore	140

Si noti per inciso che la scala in dB copre due ordini di grandezza, mentre l'intervallo di pressione corrispondente va da 10^2 a 10^8 ovvero 6 ordini di grandezza.

L'orecchio umano, oltre ad essere sensibile in maniera non lineare alle variazioni di pressione, è altresì sensibile in modo diverso alle diverse frequenze: è più sensibile alle frequenze tra 2000 e 5000 Hz, mentre lo è molto meno alle frequenze dell'intervallo esterno; in pratica, un suono di 20 dB a 100 Hz verrà percepito come un suono di 0 dB a 1000 Hz (soglia di udibilità).

Di questo fatto occorre naturalmente tenere conto nell'effettuare le rilevazioni; all'interno degli strumenti di misura è stata quindi introdotta una correzione, detta "curva di ponderazione A", e i rilievi effettuati vengono allora indicati col simbolo dB(A).

Il livello di pressione sonora "ponderato" è definito come:

$$L_{eqA} = 10 \text{Log} \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p^2(t)}{p_o^2} dt$$

dove $p(t)$ è il livello istantaneo di pressione e T è l'intervallo di tempo considerato. La correzione si applica alla pressione.

NORMATIVA SULL'INQUINAMENTO ACUSTICO

In materia di inquinamento acustico si fa riferimento al Decreto Legislativo n° 277/91.

Il parametro acustico fondamentale è l'esposizione al rumore del lavoratore, che si distingue in quotidiana ($L_{EP,d}$) e settimanale ($L_{EP,w}$), definite come segue:

$$L_{EP,d} = L_{eqA,Te} + 10 \text{Log} \frac{T_e}{T_o}$$
$$L_{EP,w} = 10 \text{Log} \left[\frac{1}{5} \sum_{k=1}^m 10^{0.1(L_{ep,d})_k} \right]$$

T_e durata quotidiana dell'esposizione personale di un lavoratore al rumore (compresa la quota giornaliera di lavoro straordinario)

T_o a 8 ore (28800 secondi)

$L_{eqA,Te}$ livello equivalente continuo ponderato A sul tempo T_e

m numero di giorni di lavoro della settimana considerata.

*L'uso dei mezzi di protezione dell'udito è **strettamente necessario** nel caso di esposizione quotidiana superiore ad **85 dB(A)**, e **obbligatorio** nel caso di esposizione superiore a **90 dB(A)**.*

Art. 41 D.Lgs. 277/91

*Nei luoghi di lavoro che possono comportare, per l'intera giornata lavorativa, un'esposizione quotidiana personale **superiore a 90 dB(A)** oppure un valore della pressione acustica istantanea non ponderata superiore a 140 dB (200 Pa), deve essere esposta **segnaletica appropriata**.*

Art. 42 D.Lgs. 277/91:

se l'esposizione quotidiana personale può superare **85 dB(A)**, il datore di lavoro fornisce a tutti i lavoratori coinvolti i mezzi individuali di protezione dell'udito.

In questo caso, il datore di lavoro deve altresì fornire a **tutti i lavoratori esposti** adeguata formazione su:

- i rischi derivanti all'udito dall'esposizione al rumore;
- l'uso corretto dei mezzi individuali di protezione dell'udito.

Art. 44 D.Lgs. 277/91

*la **sorveglianza sanitaria** è obbligatoria per i lavoratori sottoposti ad esposizione quotidiana personale superiore a **85 dBA** (frequenza non inferiore a due anni, e almeno annuale nel caso di livello superiore a 90 dBA); nel caso in cui il livello sia compreso fra 80 e 85 dB(A) il controllo sanitario è facoltativo (sentito il parere del medico competente).*

PERICOLI CONNESSI ALL'ESPOSIZIONE AL RUMORE

L'esposizione continuata a rumori oltre una certa intensità provoca nell'organismo umano danni sia fisici, sia psichici. Questi danni possono essere:

- ✓ temporanei, ossia di durata limitata nel tempo;
- ✓ irreversibili, ossia che non spariscono più, rimarranno per la durata della vita.

È noto che l'esposizione ad un rumore intenso, al limite della sopportazione, anche per un breve periodo di tempo, può provocare una perdita di udito irreversibile, ma è ormai cognizione diffusa che lo stesso tipo di danno può essere causato dall'esposizione molto prolungata in ambienti considerati moderatamente rumorosi.

Gli effetti nocivi del rumore sull'uomo si dividono in uditivi (specifici) diretti sull'organo dell'udito, extra uditivi (non specifici) che possono interessare vari organi ed apparati psico-sociali.

Gli effetti uditivi possono sintetizzarsi in modificazioni irreversibili per esposizione protratta al rumore (sordità da rumore) e in modificazioni reversibili o irreversibili per trauma acustico acuto.

Un'esposizione ad un rumore estremamente intenso può anche lacerare il timpano producendo una perdita uditiva molto accentuata; un rumore meno elevato, ma pur sempre intenso, determinerà una lesione alle strutture dell'orecchio interno che non riusciranno più a trasmettere in modo completo gli impulsi al cervello.

Parimenti un'esposizione cronica a rumori elevati provocherà una sordità professionale.

CARATTERISTICHE DELL'IPOACUSIA DA RUMORE

Il rischio è legato a tre parametri:

1. intensità del rumore: maggiore è l'intensità maggiore è il pericolo di un danno,
2. frequenza del rumore: le frequenze medio alte sono le più pericolose,
3. durata dell'esposizione: il danno è proporzionale al tempo di esposizione.

Il danno che si può produrre per esposizione continuata a livelli elevati di rumore è l'ipoacusia da rumore che presenta le seguenti caratteristiche:

- ✓ la sordità è di tipo percettivo interessa, cioè le terminazioni nervose e non le vie di trasmissione meccanica del suono,
- ✓ la perdita dell'udito inizia in modo caratteristico alla frequenza di 4000 Hz.

La caratteristica di irreversibilità della sordità da rumore deve stimolare nel lavoratore una particolare attenzione per la propria salute, soprattutto evitando esposizioni indebite ed utilizzando in modo corretto gli otoprotettori che, quando necessario, gli sono stati forniti dal datore di lavoro.

Tra gli effetti extra uditivi (no specifici) avremo:

Malattie psicologiche

Reazioni psicologiche o comportamentali di vario grado che vanno dalla noia, al fastidio, all'irritazione dipendono dal tipo di rumore e dalle caratteristiche psicofisiche dell'individuo. Le turbative del sonno possono a lungo andare determinare disturbi psicofisici.

Interferenza nella conversazione

Il livello sonoro ambientale può essere tale da disturbare una normale conversazione; in tal caso chi parla tende spontaneamente ad alzare il tono di voce compiendo così uno sforzo fisico proporzionato all'entità del rumore del disturbo da vincere.

CRITERI DI DIMINUZIONE DEI RISCHI

Punto di azione	Azione richiesta	Modalità di azione
Fonti di rumore	Riduzione della formazione del rumore	<ul style="list-style-type: none"> - impiegando macchine silenziose - ricorrendo a procedimenti silenziosi - migliorando la parte tecnica, per es. i cuscinetti, gli ingranaggi, i telai, gli utensili - evitando esposizioni estreme, come quelle indotte da colpi eccessivi e da impatti da grandi altezze o causate da ostacoli nel flusso di fluidi - adottando mezzi ben dimensionati e sistemi di lavorazione appropriati, scegliendo il materiale da lavorare adatto - provvedendo a manutenzione regolare
	Riduzione della trasmissione del suono mediante	<ul style="list-style-type: none"> - smorzamento del suono strutturale, per es. con irrigidimenti, con lamiere sandwich - disaccoppiamento degli elementi riflettenti il suono dai generatori acustici, per es. ricorrendo a giunti elastici per tubi o superfici d'impatto silenziose - insolazioni antivibranti - silenziatori per scarichi di aria compressa e dei gas di scappamento
	Riduzione delle riflessioni sonore	<ul style="list-style-type: none"> - diminuendo il grado di riflessione, per es. con irrigidimenti o rivestimento fono-assorbenti - incapsulando le macchine
Locali di lavoro	Separazione dei locali	<ul style="list-style-type: none"> - limitando la propagazione del suono, per es. con la creazione di locali separati, la posa di pareti divisorie o cabine - centralizzando le sorgenti rumorose
	Misure di acustica ambientale e architettonica	<ul style="list-style-type: none"> - aumentando la distanza fra la sorgente rumorosa e il posto di lavoro - posando soffitti, pareti, porte, finestre o pavimenti smorzanti il suono o fono-isolanti - posando elementi fono-assorbenti - migliorando la diffusione acustica ambientale (aumentare la distanza tra le superfici riflettenti e il posto di lavoro)
Uomo	Protezione personale dell'udito	<ul style="list-style-type: none"> - informando il personale - segnalando le zone rumorose - usando cuffie antirumore, tappi, ec. - Introducendo la sorveglianza sanitaria
	Formazione uso corretto dei dispositivi di protezione individuale ed uso corretto	<ul style="list-style-type: none"> - informazione sui rischi provocati all'udito dall'esposizione al rumore - misure ed interventi adottati

delle macchine, utensili e attrezzature	<ul style="list-style-type: none"> - funzioni dei DPI - significato e ruolo del controllo sanitario - risultati della valutazione dei rischi
Organizzazione del lavoro	<ul style="list-style-type: none"> - riducendo la durata dei lavori rumorosi - introducendo il lavoro a turni - eseguendo lavori rumorosi fuori delle ore fisse di lavoro

Ove non sia possibile intervenire come indicato, se la situazione di disagio persiste è opportuno dotare comunque gli operatori di DPI (tappi auricolari , cuffie e caschi)².

QUESTIONARIO

Quale frequenza deve possedere un suono per essere percepito dall'orecchio umano? A. Tra i 20e i 16000 Hertz B. Meno di 20 Hertz C. Più di 16000 Hertz	A - B - C	A
L'intensità del suono si misura in: A. Hertz B. Decibel C. mmHg	A - B - C	B
L'esposizione continua a forte rumore è causa di: A. caduta di capelli di colore scuro B. riduzione dell'udito C. perdita della sensibilità tattile in individui di altezza inferiore a m 1,50	A - B - C	B
Le norme dirette alla prevenzione dei rischi per l'udito e alla protezione dei lavoratori esposti a rumore durante il lavoro sono contenute nel: A. D.L.gs 626/94 B. D.L.gs 277/91 C. Codice Rocco	A - B - C	B
Qual è il valore di esposizione quotidiana personale al rumore di un lavoratore per il quale è d'obbligo l'uso dei dispositivi di protezione individuale? A. Più di 90 dBA B. Più di 40 dBA C. Più di 75 dBA	A - B - C	A
Il medico competente è obbligato ad effettuare i controlli sanitari sul personale esposto al rumore? A. Sì, sempre B. No, mai C. Solo se l'esposizione quotidiana personale al rumore supera gli 85 dBA	A - B - C	C
Quando il datore di lavoro ha l'obbligo di mettere a disposizione dei lavoratori i mezzi individuali di protezione dell'udito? A. Se l'esposizione quotidiana personale al rumore supera gli 85 dBA B. Se l'esposizione quotidiana personale al rumore supera i 120 dBA C. mai	A - B - C	A

² sempre che ciò non sia già obbligatorio per legge !

<p>Gli ambienti di lavoro nei quali l'esposizione quotidiana personale risulta superiore a 90 dBA richiedono l'utilizzo obbligatorio di una segnaletica appropriata?</p> <p>A. Si B. Si, ma solo se sono presenti lavoratori sordo muti C. no</p>	A - B - C	A
<p>Che cosa si intende per fono-isolamento?</p> <p>A. Installazione di idonee apparecchiature di trasmissione della voce B. Isolamento della sorgente di rumore in un ambiente completamente chiuso e rivestito con opportuni materiali fono-isolanti C. Installazione di pannelli per il mantenimento di una temperatura non inferiore ai 20°C</p>	A - B - C	B

AMBIENTE DI LAVORO

PRINCIPALI RIF.TI LEGISLATIVI

DPR 303/56	Norme generali per l'igiene del lavoro
DPR 412/93	Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10.
DLgs 626/94	Attuazione delle direttive riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro.

MICROCLIMA

Questo capitolo è dedicato a chi trascorre la maggior parte delle ore lavorative in un unico ambiente. Sono illustrati infatti i principali rischi connessi ad un **microclima**¹ inadeguato, con impianto di condizionamento per il ricambio dell'aria.

Lo scopo di queste informazioni non è ovviamente quello di suscitare allarmismi, ma soltanto portare l'attenzione su aspetti magari marginali rispetto agli altri pericoli che si possono incontrare, ma che comunque, nell'ottica di un continuo miglioramento delle condizioni di lavoro non possono essere trascurati.

PREMESSA

Negli ultimi anni si fa sempre più attenzione alla qualità dell'aria negli ambienti non industriali, dal momento che ciascun individuo trascorre la maggior parte del suo tempo all'interno di edifici pubblici quali uffici, scuole, etc.

Le "malattie correlate con gli edifici", in particolare con edifici moderni, di grandi dimensioni, dotati di ventilazione artificiale e di condizionamento dell'aria, sono dovute all'inquinamento *indoor* legato alla presenza di inquinanti di varia natura (fisica, chimica e biologica) all'interno degli edifici stessi e/o all'alterazione dei parametri microclimatici. La composizione dell'aria all'interno di questi ambienti deve rientrare entro limiti ben precisi (requisiti standard di qualità) in quanto l'aria ha due funzioni fondamentali: permettere lo scambio di gas necessario per la respirazione, e di favorire lo scambio termico tra l'uomo e l'ambiente circostante.

Temperatura:

I disturbi collegati ad una temperatura ambientale eccessiva sono essenzialmente correlati ad un maggiore affaticamento sia fisico che mentale e ad una eccessiva perdita di liquidi con conseguente comparsa di sintomi specifici (cefalea, scarsa capacità di concentrazione, ecc.).

Le soluzioni da adottare per garantire una temperatura ambientale – che, si ricorda, deve essere di 19° - 23°C in estate e di 17° - 21°C in inverno – sono:

- ✓ garantire un buon isolamento termico dell'ambiente,
- ✓ predisporre un adeguato impianto di riscaldamento/condizionamento dell'ambiente,
- ✓ evitare gli eccessi di superfici vetrate che, in estate, aumentano notevolmente il calore da irraggiamento solare, e in inverno aumentano la dispersione del calore.

Umidità relativa:

Un'umidità eccessiva influisce negativamente sulla temperatura effettiva, esasperando i disagi sia del caldo che del freddo; al contrario in un ambiente eccessivamente secco, si osservano disturbi a carico delle prime vie aeree (secchezza delle mucose) e, soprattutto, degli occhi: bruciore, prurito, irritazione, senso di corpo estraneo. Occorre pertanto prevedere un adeguato impianto di climatizzazione ambientale in modo che venga garantito un valore di umidità relativa compreso tra il 30% e il 70%, con valori ottimali tra il 50% e il 60%.

Ventilazione:

Una ventilazione eccessiva influisce negativamente sulle condizioni microclimatiche, aumentando eccessivamente la dispersione di calore dell'organismo, invece una ventilazione scarsa, oltre a favorire l'inquinamento *indoor*, riduce la dispersione di calore dell'organismo. L'impianto di ventilazione ambientale deve essere pertanto strutturato in modo

¹ per microclima si intende la combinazione di diversi fattori come umidità, temperatura dell'aria, ventilazione, etc.

che vengano garantiti 3-4 ricambi d'aria all'ora con velocità dell'aria inferiore a 0,3 m/s nell'ambiente e 0,1 – 0,2 m/s sul posto di lavoro.

Qualità dell'aria:

La qualità dell'aria in ambienti chiusi dipende dalla presenza di eventuali sorgenti inquinanti o di odori, dal sistema di condizionamento, dalla presenza di persone e dalla percezione e suscettibilità delle stesse.

Il controllo della qualità dell'aria comporta l'integrazione di tre principali aspetti:

1. rimozione o isolamento delle fonti di inquinamento attraverso barriere fisiche,
2. diluizione degli inquinanti e rimozione dall'edificio mediante un appropriato sistema di ventilazione,
3. utilizzo di idoneo sistema di filtrazione per la rimozione degli inquinanti dell'aria.

Per garantire un buon livello di qualità dell'aria ambiente è necessario disporre di un efficiente sistema di condizionamento che include tutte le apparecchiature necessarie a ventilare, riscaldare, raffreddare l'aria di un edificio, rimuovere l'aria e filtrare e pulire l'aria. È importante assicurare una corretta ed efficiente manutenzione del sistema di condizionamento controllando la corretta sostituzione dei filtri, la pulizia con apposite sostanze, evitando perdite nel circuito.

Il comportamento di ciascun occupante un edificio influenza la qualità dell'ambiente a tal proposito è opportuno ricordare di:

- ✓ non coprite le griglie di ventilazione,
- ✓ evitare di fumare,
- ✓ evitare formazione di acqua stagnante
- ✓ rimuovere immediatamente i rifiuti
- ✓ conservare gli alimenti in maniera appropriata.

PERICOLI CORRELATI A UN MICROCLIMA INADEGUATO

Le malattie correlate con la non buona ventilazione degli edifici possono essere suddivise in due gruppi, in base a considerazioni di ordine epidemiologico, eziopatogenetico², clinico, diagnostico e prognostico.

Al primo gruppo appartiene la cosiddetta Sindrome dell'Edificio Malsano o *Sick Building Syndrome*, caratterizzata da una sintomatologia di modesta entità, aspecifica e polimorfa (cefalea, sonnolenza, bruciore degli occhi, senso di irritazione della gola, tosse, irritazione cutanea, etc), strettamente correlata con la permanenza nell'edificio: si manifesta durante il lavoro in un particolare ambiente, e si risolve o si attenua rapidamente con l'allontanamento dallo stesso.

Al secondo gruppo appartengono malattie con un quadro clinico ben definito, che non si risolvono rapidamente abbandonando il luogo di lavoro, la cui patogenesi (modalità di insorgenza) è di tipo allergico o tossico-infettivo, talora caratterizzate da notevole gravità. Appartengono a questo gruppo malattie quali l'**asma bronchiale**, le **alveoliti allergiche estrinseche**, la **febbre da umidificatori**, le infezioni da *Legionella Pneumophila* (**malattia dei Legionari** e **febbre di Pontiac**) da *Rickettsie* (*febbre Q*), da *virus* e da *funghi*.

I principali inquinanti che si possono rinvenire negli edifici sono di natura chimica (composti organici volatili, *formaldeide*, *monossido di carbonio*, *ossidi di azoto*, *anidride carbonica*, *ozono*, etc.), fisica (*fibre di asbesto*, *fibre di vetro*, *polveri*, *radon*, etc.) e biologica (*virus*, *batteri*, *actinomiceti*, *spore fungine*, *acari*, *alghe*, *amebe*, *pei* e *forfora umani*, *frammenti di insetti*).

I sistemi di condizionamento dell'aria, gli umidificatori e le superfici umide costituiscono un ambiente favorevole per lo sviluppo e la diffusione di microrganismi: l'umidità e le temperature elevate facilitano la crescita di muffe e funghi.

Negli ambienti confinati non industriali la carica microbica dell'aria è influenzata da diversi fattori:

- numero ed attività delle persone e flora microbica delle loro vie respiratorie e della loro cute;
- tipo e cubatura dei locali;
- tipo di pavimentazione ed eventuale rivestimento;
- procedure di pulizia meccanica;
- sistemi di ventilazione, riscaldamento e/o condizionamento;
- stagione.

² Eziopatogenesi: studio delle cause e dei meccanismi di insorgenza di una malattia.

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

In natura esistono difese naturali dall'inquinamento microbiologico: la luce, la temperatura, la ventilazione, il condizionamento e le misure antipolvere. Le prime misure di prevenzione consistono, quindi, nel valorizzare questi sistemi di difesa naturali:

- migliorando la ventilazione e il ricambio d'aria;
- operando una “diluizione” delle persone che occupano una stessa stanza e, quando questo non è attuabile, semplicemente facendo ricorso a climatizzazione forzata.

Da quanto detto precedentemente, l'**impianto di condizionamento** riveste una particolare importanza quale potenziale fonte di rischio da ambiente indoor, pertanto una corretta progettazione dello stesso, per migliorare e adeguare agli ambienti il ricambio d'aria, è alla base di una prevenzione e protezione da tale rischio. Un altro fattore determinante di protezione è rappresentato da una corretta manutenzione dell'impianto stesso: i filtri devono essere periodicamente puliti; spesso questo si può fare semplicemente lavandoli con acqua e sapone ed asciugandoli (l'umidità è un fattore di crescita positivo per i microrganismi !); manutenzione e pulizia devono naturalmente essere fatte sempre quando l'impianto è rimesso in funzione dopo una sosta.

ILLUMINAZIONE

La luce non solo trasmette attraverso l'occhio le informazioni ai centri della vista che si trovano nel cervello, ma, attraverso una particolare ramificazione di nervi, influisce altresì sugli organi di regolazione del sistema neurovegetativo, che comanda l'intero ricambio e le funzioni dell'organismo.

La luce naturale, la più adatta per l'occhio umano, è quella che proviene direttamente dalla radiazione solare o che viene riflessa dalla volta celeste. La luce solare diretta è sconsigliabile negli ambienti di lavoro in quanto, per l'eccessiva brillantezza, determina abbagliamento o fastidiosi riflessi.

Poiché l'illuminazione naturale è direttamente proporzionale alla porzione di volta celeste visibile, è di fondamentale importanza l'ampiezza delle superfici vetrate che deve essere correlata alla superficie del pavimento con un rapporto che può variare da 1:4 fino a 1:10 in caso di assenza di edifici dirimpetto o per piani alti; le finestre non dovrebbero avere dimensioni inferiori a 1,5 – 2 m² (sono praticamente inutili quelle situate in posizioni basse).

Quando la luce naturale non è sufficiente, occorre integrare l'illuminazione con la luce artificiale che deve rispondere ad alcuni requisiti essenziali: deve essere sufficiente, deve avere una composizione spettrale il più possibile simile alla luce naturale, non deve provocare abbagliamento, deve essere uniforme rispettando nel tempo una giusta proporzione di contrasti tra luce e ombra, deve essere priva di oscillazioni.

L'illuminazione degli ambienti di lavoro deve essere valutata sulla base delle varie attività previste; le disposizioni del DPR 303/56 modificate dal DLgs 626/94 non introducono limiti minimi ma fanno riferimento a standard internazionali: quelli maggiormente utilizzati sono riportati nella norma UNI 10380 maggio '94.

Le modalità di distribuzione della luce possono essere sostanzialmente di tre tipi:

1. illuminazione diretta: presenta il massimo rendimento con lo svantaggio di essere facilmente abbagliante; tale difetto può essere parzialmente risolto con lampade lattescenti, utilizzando schermi o ponendo la sorgente molto in alto,
2. illuminazione indiretta: l'ambiente di lavoro è illuminato esclusivamente con luce riflessa (da soffitti o pareti); evita l'abbagliamento, ma ha un basso rendimento e tende ad abolire tutte le ombre e quindi i contrasti riducendo la percezione degli oggetti e il senso del rilievo,
3. illuminazione mista: è una combinazione delle precedenti e tende ad evitare i difetti accennati; è il sistema più diffuso e può essere adattato caso per caso.

Nel valutare la distribuzione della luce, particolare attenzione deve essere rivolta ad evitare ogni abbagliamento.

EFFETTI SULL'UOMO DELL'ILLUMINAZIONE NON IDONEA

I principali effetti negativi sulla salute, correlati al lavoro in condizioni non idonee di illuminazione riguardano ovviamente l'organo della vista. In pratica si realizza un quadro noto come astenopia (sindrome da fatica visiva), i cui principali sintomi sono: bruciore, lacrimazione, secchezza, senso di corpo estraneo, ammiccamento frequente, fastidio alla luce, pesantezza, visione annebbiata, visione sdoppiata, stanchezza alla lettura.

Le cause più frequenti sono dovute all'abbagliamento causato dall'illuminazione ambientale o locale eccessiva, o per presenza di riflessi, con conseguente affaticamento visivo per costrizione della pupilla in miosi, contemporaneo affaticamento dei muscoli palpebrali in stato di contrattura per difendere l'occhio stesso dall'eccesso di luce.

Anche le condizioni di scarsa illuminazione sono causa di astenopia per lo sforzo fisico e mentale impiegato per osservare e seguire il lavoro; i lavoratori con difetti visivi, particolarmente i presbiti, sono costretti ad un maggiore sforzo accomodativo.

Una illuminazione inadeguata costringe spesso ad assumere posizioni viziate per migliorare la visione, è possibile quindi, come conseguenza, la comparsa di disturbi muscolo-scheletrici notevolmente fastidiosi.

ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA

L'illuminazione di sicurezza è necessaria per le vie d'evacuazione e le uscite di emergenza dai locali di lavoro. Impianti di illuminazione d'emergenza devono inserirsi automaticamente nel momento in cui viene a mancare la tensione di rete; le luci di emergenza devono essere contrassegnate come tali. L'illuminazione di emergenza non deve abbagliare e deve permettere di riconoscere i colori di sicurezza. Il funzionamento dell'illuminazione di emergenza deve essere verificato periodicamente mediante prove manuali o automatiche.

MOVIMENTAZIONE MANUALE DEI CARICHI

PRINCIPALI RIF.TI LEGISLATIVI

DLgs 626/94	Attuazione delle direttive riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro – Titolo V allegato VI
Circolare 73 del 30/05/97	Ulteriori chiarimenti interpretativi del Decreto Legislativo N. 494/1996 e del Decreto Legislativo N. 626/1994.

PREMESSA

Ai sensi di legge si intende per:

- a) *movimentazione manuale dei carichi: le operazioni di trasporto o di sostegno di un carico ad opera di uno o più lavoratori, comprese le azioni del sollevare, deporre, spingere, tirare, portare o spostare un carico che, per le loro caratteristiche o in conseguenza di condizioni ergonomiche sfavorevoli, comportano tra l'altro rischi di lesioni dorso-lombari;*
- b) *lesioni dorso-lombari: lesioni a carico delle strutture osteomiotendinee e nerveovascolari a livello dorso-lombare.*

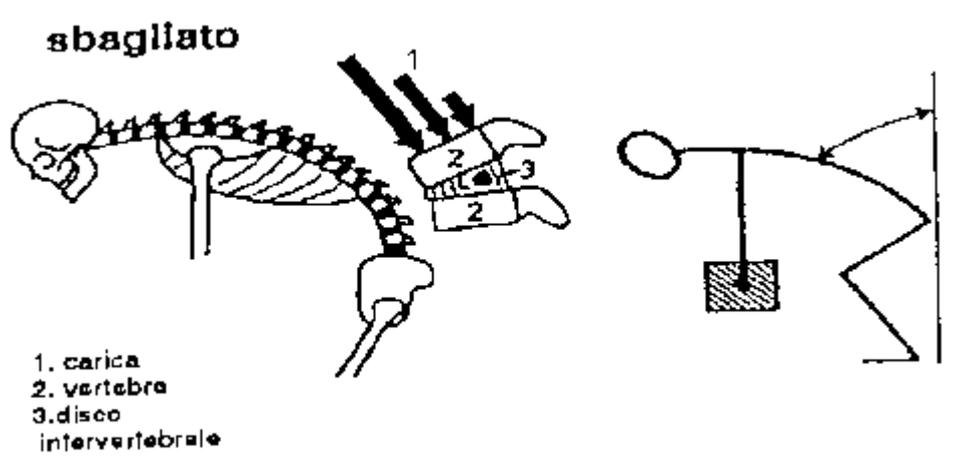
Ora, fra le attività "istituzionali" di un ente di ricerca è difficile trovarsi di fronte a rischi per la salute conseguenti alla movimentazione di carichi eccessivi.

Tuttavia, non si può escludere questa eventualità, sia pure ammettendone il carattere di eccezionalità. In questo senso, e nell'ottica più generale di un'attenzione diffusa a tutti gli aspetti dell'attività lavorativa del "tecnico", vanno intese le considerazioni ed indicazioni che seguono.

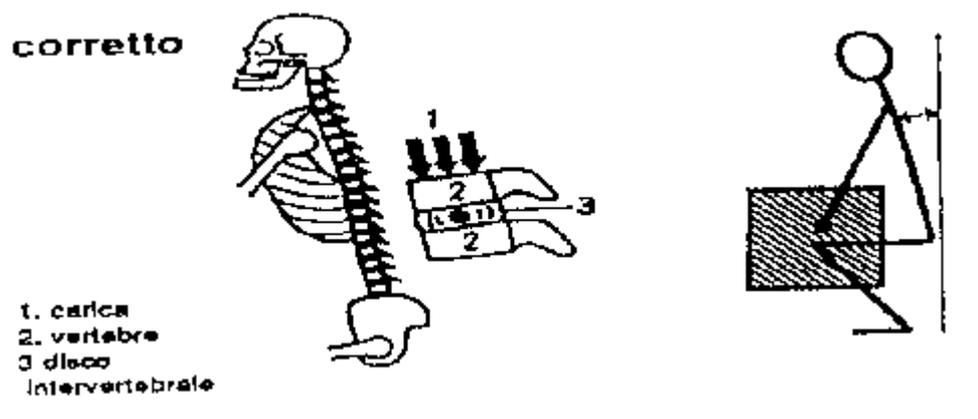
MOVIMENTAZIONE MANUALE DEI CARICHI

Se dovete sollevare un carico ricordate che sollevandolo con la schiena incurvata, i dischi intervertebrali cartilaginei vengono deformati e compressi sull'orlo, ciò può causare affezioni alla schiena.

Quanto più forte è l'inclinazione del tronco tanto maggiore risulta il carico dei muscoli dorsali e dei dischi intervertebrali. Pesi anche leggeri possono pure risultare pericolosi se sollevati con il tronco inclinato in avanti.



Sollevando invece con la schiena ritta il tronco s'incurva all'altezza delle anche: i dischi non si deformano; essi vengono sottoposti ad uno sforzo regolare minimo. Se il tronco è eretto si possono sollevare pesi senza correre nessun rischio.



Devono essere adottate le misure organizzative necessarie, o ricorrere ai mezzi appropriati (in particolare attrezzature meccaniche) per evitare la necessità di movimentazione manuale dei carichi da parte degli addetti.

Nel caso in cui questa non possa essere evitata, i posti di lavoro devono essere organizzati in modo che l'operazione di movimentazione sia quanto più possibile sicura e sana.

Le donne in gravidanza **non** devono portare pesi; per gli altri lavoratori, la legge prevede un limite massimo di carico trasportabile, indicato di seguito:

ETÀ	MASCHI	FEMMINE
meno di 15 anni	10 Kg	5 Kg
tra 15 e 18 anni	20 Kg	15 Kg
più di 18 anni	30 Kg	20 Kg

Occorre quindi che:

- tutti i lavoratori addetti siano informati sulle corrette procedure da seguire;
- tutti i lavoratori addetti siano oggetto di monitoraggio sanitario quando l'operazione perde il carattere di eccezionalità (questa condizione, che pare improbabile in INFM, va valutata a cura del medico competente);
- i locali e l'intero percorso ove avviene la movimentazione devono tassativamente essere mantenuti sgombri, e le eventuali irregolarità del pavimento adeguatamente segnalate, al fine di evitare pericolose cadute.

Possono inoltre costituire un possibile rischio nella movimentazione manuale di un carico i seguenti fattori:

- il peso: la normativa considera "a rischio" un peso **superiore a 30 Kg**,
- l'ingombro e la stabilità del carico, il centro di gravità o il lato più pesante nel caso in cui il contenuto di un imballaggio abbia una collocazione eccentrica.

LE CORRETTE PROCEDURE PER IL SOLLEVAMENTO

FASI DI LAVORO	PERICOLI	D.P.I.
MOVIMENTAZIONE MANUALE DEI CARICHI	<p>LESIONI DORSO-LOMBARI: LESIONI A CARICO DELLE STRUTTURE OSTEOMIOTENDINEE E NERVOVASCOLARI A LIVELLO DORSO LOMBARE</p> <p>CARICO TROPPO PESANTE (>30 kg)</p> <p>CARICO IN EQUILIBRIO INSTABILE</p> <p>COLLOCAZIONE DEL CARICO DIFFICOLTOSA PER CUI DEVE ESSERE TENUTO, MANEGGIATO AD UNA CERTA DISTANZA DAL TRONCO O CON UNA TORSIONE O INCLINAZIONE DEL TRONCO</p> <p>CARICO SPIGOLOSO, TAGLIENTE O CHE PUO' PRODURRE LESIONI IN CASO DI MANIPOLAZIONE OD URTO</p> <p>CADUTA DEL CARICO</p> <p>CONTUSIONI, URTI CONTRO SPORGENZE</p> <p>SCHIACCIAMENTO DELLE MANI</p>	<p>SCARPE ANTINFORTUNISTICHE</p> <p>GUANTI</p>

ISTRUZIONI OPERATIVE CORRETTE PER LA MOVIMENTAZIONE MANUALE DEI CARICHI

- utilizzare DPI per le mani (guanti di adeguata resistenza) se l'imballaggio non è in cartone (il legno può essere scheggiato!) e controllare i punti di presa per verificare che non vi siano chiodi sporgenti od altro;
- verificare che il centro di gravità e/o che il carico non abbia una posizione eccentrica
- verificare che il carico non sia troppo ingombrante
- verificare l'equilibrio del carico e/o che il contenuto non rischi di spostarsi durante la movimentazione
- evitare di effettuare movimenti bruschi del corpo
- evitare di effettuare movimentazioni con il corpo in posizione instabile
- verificare che lo spazio libero, in particolare verticale, sia sufficiente per lo svolgimento dell'attività richiesta
- verificare che il pavimento non sia ineguale, e quindi presenti rischi di inciampo o scivolamento in base anche alle calzature utilizzate
- verificare che il posto e l'ambiente di lavoro consentano la movimentazione ad una altezza di sicurezza o in buona posizione
- verificare che l'eventuale caduta del carico, oltre ai rischi del movimentatore, non possa cadere dall'alto danneggiando altro personale e/o cose
- afferrare il carico con il palmo delle mani, mantenendo i piedi ad una distanza tra loro pari a 20-30 cm, per assicurare l'equilibrio del corpo
- non afferrare i carichi con la punta delle dita
- afferrare i carichi con le braccia tese onde evitare lo sforzo muscolare solo dell'avambraccio

- afferrare completamente il carico con ambo le mani e sollevarlo gradatamente dal pavimento alle ginocchia e da queste alla posizione di trasporto
- durante il sollevamento mantenere la schiena eretta e le braccia rigide; lo sforzo deve essere sopportato principalmente dai muscoli degli arti inferiori
- durante il trasporto a mano è opportuno mantenere il carico appoggiato al corpo, col peso ripartito sulle due braccia evitando di dondolarsi
- evitare il trasporto a mano di materiale per rilevanti lunghezze
- se il carico è di dimensioni rilevanti verificare che non sia impedita la visuale a chi trasporta
- appoggiare il carico su superfici piane ed in modo stabile
- verificare che gli eventuali impilaggi di materiali siano stabili
- per carichi pesanti, ingombranti, etc farsi aiutare da una o più persone
- nel caso di trasporti effettuati da due o più persone, una sola di esse deve dirigere le operazioni.
- **FATTORI INDIVIDUALI DI RISCHIO**

- Idoneità fisica a svolgere il compito in questione
- indumenti, calzature o altri effetti personali inadeguati
- insufficienza o inadeguatezza delle conoscenze o della formazione.

- Oltre al peso del carico si dovrà tener conto di vari fattori, tra cui:

- volume del carico
- manovrabilità del carico
- altezza di sollevamento
- distanza da percorrere
- possibilità o meno di ripartire il carico
- tipologia della mansione del lavoratore:
- temporanea
- continuativa
- ripetitiva
- tempi di pausa e/o cambio di mansione.

- **MEZZI AUSILIARI DI TRASPORTO A MANO**

- I mezzi ausiliari per il trasporto a mano dei materiali (carrelli, carriole, ecc.) devono essere adeguati al tipo ed al peso del carico da spostare.
- devono essere mantenuti in efficienza e frequentemente controllati
- durante il trasporto, il lavoratore, deve prestare la massima attenzione per non compromettere sia l'equilibrio del carico, la sua sicurezza e la sicurezza del personale presente
- sistemare opportunamente i particolari da trasportare onde evitarne la caduta durante il moto
- evitare scosse eccessive e bruschi sbalzi
- controllare che il tragitto da effettuare sia sgombro e privo di avvallamenti
- è vietato trasportare altre persone sui mezzi ausiliari
- a fine lavoro i mezzi devono essere disposti nelle loro zone riservate
- evitare che i mezzi ausiliari non diano luogo ad intralci
- per trasporti di sostanze pericolose utilizzare mezzi ausiliari all'uopo progettati e destinati (vedi per esempio carrelli per bombole, ecc)
- evitare che durante il trasporto di sostanze liquide o polverose si evidenzino sversamenti o diffusioni nell'ambiente di lavoro.

– IMMAGAZZINAMENTO A MANO DEI MATERIALI

- i materiali devono essere disposti in modo da non provocare intralcio al passaggio
- i materiali non devono presentare sporgenze acuminatae, taglienti e comunque pericolose
- i materiali devono essere disposti in modo da garantirne la stabilità anche in caso di urto accidentale
- i piani degli scaffali non devono essere caricati oltre misura (verificare la portata delle scaffalature)
- è vietato arrampicarsi sugli scaffali
- è vietato depositare materiali nelle immediate vicinanze di macchine operatrici, scale, accessi vari, apparecchiature elettriche , apparecchiature antincendio e di pronto soccorso, vie di passaggio e uscite di emergenza.

QUESTIONARIO

<p>1) Quando un carico è considerato comunque troppo pesante?</p> <p>a. 40 kg per i maschi, 50 kg per le femmine b. 30 kg per i maschi, 20 kg per le femmine c. 20 kg per i maschi, 10 kg per le femmine</p>	A
<p>2) Quando un carico è considerato troppo ingombrante?</p> <p>a. quando la larghezza del carico è superiore alla larghezza delle spalle dell'operatore b. quando la larghezza del carico è uguale alla larghezza delle spalle dell'operatore c. quando la larghezza del carico è inferiore alla larghezza delle spalle dell'operatore</p>	A
<p>3) Quando un carico può costituire un rischio dorso lombare?</p> <p>a. quando è poggiato su un ripiano b. quando è poggiato in alto c. quando il suo contenuto rischia di spostarsi</p>	C
<p>4) Quando un carico può presentare un rischio per la schiena?</p> <p>a. quando dovendo sollevare un carico da terra ci si piega con le ginocchia b. quando è collocato in una posizione tale per cui deve essere tenuto o maneggiato ad una certa distanza dal tronco c. quando il peso del carico è uguale a quello limite per età e sesso</p>	B
<p>5) Movimentare un carico con un movimento di torsione del tronco può presentare un rischio per la schiena?</p> <p>a. no, mai b. sì, ma solo se il carico è eccessivo c. sì, sempre</p>	C
<p>6) Sforzi fisici legati al sollevamento, troppo frequenti o troppo prolungati possono creare un rischio di patologia alla schiena?</p> <p>a. no, mai b. sì, ma solo raramente c. sì, sempre</p>	C
<p>7) Percorrere distanze grandi con un carico sollevato può essere dannoso?</p> <p>a. sì, sempre b. no, mai c. sì, ma solo raramente</p>	A
<p>8) Il lavoratore deve essere adeguatamente informato e formato sui rischi della movimentazione dei carichi?</p> <p>a. sì, deve esserlo per legge b. sì, ma solo se il lavoratore lo richiede c. no, non è necessario</p>	A

MACCHINE E ATTREZZATURE DI LAVORO

PRINCIPALI RIF.TI LEGISLATIVI

D.P.R. 547/55	Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro
D.P.R. 459/96	Regolamento per l'attuazione di direttive CEE relative alle macchine – Direttiva Macchine
D.Lgs. 626/94, Titolo III e allegati XIV e XV	Attuazione delle direttive riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro.
Norme UNI EN 292/1	Sicurezza del macchinario. Concetti fondamentali, principi generali di progettazione. Terminologia, metodologia di base.
Norme UNI EN 292/2	Sicurezza del macchinario. Concetti fondamentali, principi generali di progettazione. Specifiche e principi tecnici.

PREMESSA

Per macchina, nel D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547, si intende un insieme di pezzi o di organi, di cui almeno uno mobile, collegati tra di loro, connessi solidamente per una applicazione ben determinata.

Incombe sul datore di lavoro il principio per il quale egli ha l'obbligo di vigilare sulla manomissione dei dispositivi di sicurezza destinati a proteggere le macchine e di adottare macchine munite di idonei congegni di protezione (precetto, questo, che può ritenersi adempiuto con l'impiego di mezzi protettivi non rimuovibili se non mediante l'uso di, sia pur semplici, attrezzature), di emanare e pubblicizzare divieti di manomissione dei macchinari, ma anche quello di porre in essere una prestazione positiva e costante di vigilanza volta a prevenire, e, in ogni caso, a far tempestivamente cessare, eventuali manomissioni pericolose da parte dei dipendenti.

Difatti l'articolo 35 del D. Lgs. 19 settembre 1994 n. 626 (così come modificato e integrato dal D. Lgs. n. 359/1999) prevede i seguenti obblighi a carico del datore di lavoro:

- mettere a disposizione dei lavoratori attrezzature adeguate o adattate al lavoro da svolgere ed idonee ai fini della sicurezza e della salute
- attuare misure tecnico-organizzative adeguate per minimizzare i rischi connessi all'uso delle attrezzature di lavoro
- impedire che dette attrezzature siano utilizzate per operazioni e secondo condizioni per le quali non sono adatte.

Il 21 settembre 1996 è entrato in vigore il DPR 459/96, recante il Regolamento per l'attuazione della **Direttiva Macchine** dell'Unione Europea.

Dal momento dell'entrata in vigore del D.P.R. n. 459/96, i fabbricanti ed i costruttori di macchine e di componenti di sicurezza dovranno introdurre nella fase progettuale gli obblighi di sicurezza descritti negli allegati del decreto e attestarli attraverso la certificazione e la marcatura CE.

Poiché l'INFM non solo acquisisce strumentazione propria, ma costruisce ed assembla macchine che spesso sono dedicate ad una specifica linea di ricerca, risulta soggetto obbligato sia ai sensi delle norme relative alla protezione dei lavoratori durante l'uso delle macchine, sia ai sensi della Direttiva Macchine in qualità di *costruttore, installatore o assemblatore*.

Ed è sulla base di questa duplice veste che il capitolo relativo alle macchine ed attrezzature di lavoro sarà diviso:

- 1) acquisto, installazione, esercizio e manutenzione delle macchine,
- 2) progettazione, costruzione, utilizzo.

ACQUISTO INSTALLAZIONE ESERCIZIO E MANUTENZIONE

L'acquisto di attrezzature, macchine, apparecchiature, utensili, arredi, deve essere fatto tenendo conto delle misure generali di tutela richiedendo al costruttore/fornitore esplicitamente la marcatura CE e la dichiarazione di conformità alle norme vigenti in materia di sicurezza e prevenzione e compatibilità elettromagnetica, schede di sicurezza e procedure nell'utilizzo

Le macchine nuove devono essere sempre accompagnate da una **dichiarazione di conformità**. Il fabbricante o il fornitore, ossia chi mette in circolazione installazioni e impianti tecnici, dichiara in tal modo che la macchina venduta rispetta i requisiti essenziali di sicurezza e salute ed è stata costruita secondo le regole di buona tecnica.

Ogni macchina deve essere accompagnata da un'**istruzione per l'uso** (con indicazioni riguardanti l'installazione, l'esercizio, la riparazione e la manutenzione).

Il fornitore è responsabile della dichiarazione di conformità e dell'istruzione per l'uso.

Come acquirenti DOVETE assolutamente pretendere che vengano fornite la dichiarazione di conformità e l'istruzione per l'uso. Ciò è estremamente importante per il fatto che in qualità di acquirente e datore di lavoro (e/o responsabile della commessa) siete responsabili della messa in dotazione di macchinari conformi alle vigenti disposizioni della sicurezza.

La sicurezza non deve però sussistere solo al momento delle scelte preliminari e dell'acquisto, ma deve perseguirsi attraverso decisioni da attivarsi al momento dell'installazione per riguardare poi anche le fasi dell'utilizzazione e della manutenzione.

Circa l'installazione è importante fare una specifica analisi della lavorazione a cui è chiamata come concretamente viene svolta e dei rischi connessi. La norma in generale, prevede che tutti gli elementi delle macchine che possono costituire un pericolo devono essere protetti o segregati o provvisti di dispositivi di sicurezza.

Per quanto riguarda la manutenzione l'idoneità della stessa deve essere valutata rispetto a:

- quanto stabilito dal costruttore per le macchine già marcate CE,
- le indicazioni contenute nei libretti di manutenzione, se esistenti, per le macchine non marcate CE

La manutenzione è sicuramente la prima misura di prevenzione relativamente all'utilizzo delle macchine. Si ricorda che la norma prevede l'obbligo di predisporre un programma di manutenzione preventiva e periodica curando anche le operazioni di manutenzione significative ai fini della sicurezza.

PERICOLI DERIVANTI DALL'USO DELLE MACCHINE

I principali pericoli derivanti dall'uso di macchine e attrezzature in genere possono classificarsi in: cesoiamento, schiacciamento, afferramento, trascinamento, taglio, rottura, altri tipi.

CESOIAMENTO: si verifica quando un elemento in moto chiude un'apertura contro cui è possibile venga a trovarsi una parte del corpo dell'operatore. Possono costituire punti di cesoiamento i gruppi biella-monovella, i volani a razze, le lame delle cesoie.

SCHIACCIAMENTO: è possibile quando si hanno in zone accessibili, parti in movimento che si avvicinano a parti fisse dotate di moto opposto (presse, nastri trasportatori, ingranaggi, ecc.)

AFFERRAMENTO: può aversi, per esempio, quando parti rotanti presentano una superficie con sporgenze, o a causa di tratti di alberi che sporgono dalle macchine o dai supporti. Esempi tipici sono costituiti da un albero apparentemente liscio che può trascinare in rotazione una parte dell'indumento.

TRASCINAMENTO: può insorgere da parti rotanti in senso opposto o da una parte in moto rotatorio e l'altra in moto traslatorio. Esempio la zona d'imbocco delle cinghie sulle pulegge.

TAGLIO: è presente particolarmente sulle macchine che funzionano con utensili taglienti come le seghe a nastro e circolari, le piallatrici, le frese, i torni.

ROTTURA: di utensili o parti di macchine. Esempio la rottura di una mola abrasiva, di una punta del trapano, ecc.

ALTRI TIPI: possono essere causati anche da:

- espulsione di materiale in lavorazione: es. trucioli, getti di metallo liquidi, ecc.,
- contatto con parti di macchina a temperatura elevata,
- scuotimenti e vibrazioni di macchine,
- erronea collocazione dei dispositivi di comando e di arresto oppure dal loro azionamento accidentale.

MISURE DI PREVENZIONE DERIVANTI DALL'USO DELLE MACCHINE

Poiché l'utilizzo di macchine e impianti comporta molteplici rischi per l'operatore deve essere consentito solo a personale addestrato ed istruito.

Di seguito si illustrano le norme di carattere generale, per ogni tipo di macchina, da applicare quando non vi siano disposizioni di legge specifiche per singole macchine o per dispositivi di sicurezza particolari:

- è obbligatorio proteggere e segregare gli elementi pericolosi delle macchine, per evitare ogni pericolo di cesoiamento, schiacciamento, trascinamento e munire di idonei schermi protettivi le macchine che, nell'utilizzo, possano rompersi con conseguente proiezione di materiali e rendere impossibile la rimozione delle protezioni quando la macchina è in moto, con arresto della macchina all'atto della rimozione della protezione e l'impossibilità della rimessa in funzione se non dopo il suo ripristino,
- è vietato rimuovere anche temporaneamente dispositivi di sicurezza e pulire, oliare, ingrassare e svolgere operazioni di registrazione e/o riparazione su organi in moto. Qualora sia indispensabile procedere a tali operazioni è indispensabile adottare adeguate cautele per l'incolumità degli operatori,
- occorre mantenere in efficienza le macchine, impianti ed attrezzature con manutenzione preventiva e periodica.

COMANDI: i comandi per la messa in moto degli organi lavoratori delle macchine devono essere chiaramente individuabili, conformati e disposti in modo da garantirne un sicuro azionamento ed essere protetti contro azionamenti accidentali.

ORGANI DI TRASMISSIONE: gli ingranaggi e gli altri organi o elementi di trasmissione vanno segregati o protetti qualora costituiscano pericolo. Le protezioni devono essere appropriate e conformi all'organo da proteggere; si devono adottare barriere distanziatrici idonee ed opportunamente collocate.

I passaggi e i posti di lavoro vanno protetti contro la rottura degli organi di trasmissione e devono essere installate protezioni in prossimità di ingranaggi, catene di trasmissione, cinghie e simili congegni che comportano il pericolo di trascinarsi, strappamento e schiacciamento.

ORGANI LAVORATORI: gli organi lavoratori delle macchine e le relative zone di operazione che presentino pericoli per l'incolumità degli operatori devono essere protetti o segregati o muniti di dispositivo di sicurezza. Se ciò è impedito per motivi tecnici o di lavorazione vanno adottati accorgimenti quali dispositivi automatici d'arresto, delimitazione degli organi lavoratori e delle zone di operazione pericolose, sistemi di arresto e blocco automatico.

Le protezioni devono essere fisse e di opportuna robustezza anche in relazione alle sollecitazioni cui sono sottoposte. Le protezioni amovibili devono essere dotate di un sistema di blocco in grado di fermare la macchina se rimosse e di impedire l'avviamento finché non siano di nuovo installate.

EQUIPAGGIAMENTI ELETTRICI: l'equipaggiamento e l'impiantistica elettrica relativi alle macchine ed impianti devono rispondere alle norme CEI ed avere adeguate protezioni. Le macchine elettriche devono avere l'interruttore di comando e il collegamento all'impianto di terra.

PROTEZIONI: le principali protezioni fisse sono costituite da:

- barriere e parapetti,
- schermi, reti, griglie,
- custodie, carter, involucri,
- sbarre di protezione,
- rivestimenti termicamente isolanti.

PROGETTAZIONE, COSTRUZIONE, UTILIZZO

L'articolo 6 del DLgs 626/94 definisce gli obblighi dei progettisti, dei fabbricanti, dei fornitori e degli installatori che sono vincolati al rigoroso rispetto delle disposizioni legislative e regolamentari vigenti in materia di sicurezza. In particolare:

- impone ai progettisti il rispetto dei principi generali della prevenzione nella scelta progettuale e dei requisiti di sicurezza nella scelta delle macchine e dei dispositivi di protezione,
- vieta la fabbricazione, la vendita, il noleggio e la concessione in uso di macchine, di attrezzature di lavoro e di impianti non rispondenti alle disposizioni legislative e regolamentari vigenti in materia di sicurezza.

Ai sensi del DPR 459/96:

- le macchine immesse sul mercato dopo il 21/9/96, o quelle già esistenti ma modificate in modo sostanziale, devono essere corredate dalla **dichiarazione CE** di conformità e dalla **marcatura CE**¹ (obbligo a carico del costruttore);
- ogni macchina deve possedere il **manuale di istruzioni**, obbligatoriamente redatto anche nella lingua del paese in cui la macchina è venduta (cfr. Allegato 1 DPR 459/96, punto 1.7.4). Il manuale stabilisce fra l'altro come e con quale frequenza deve avvenire la **manutenzione** della macchina, oltre ad indicare le istruzioni per montaggio, smontaggio, messa in funzione, etc.

Si precisa che per:

immissione sul mercato: si intende la prima messa a disposizione sul mercato dell'Unione europea, a titolo oneroso o gratuito, di una macchina o di un componente di sicurezza per la sua distribuzione o impiego;

si considerano altresì immessi sul mercato la macchina o il componente di sicurezza messi a disposizione dopo aver subito modifiche costruttive non rientranti nella ordinaria o straordinaria manutenzione e che per

messa in servizio: si intende la prima utilizzazione della macchina o del componente di sicurezza sul territorio dell'Unione europea; utilizzazione della macchina o del componente di sicurezza costruiti sulla base della legislazione precedente e già in servizio alla data di entrata in vigore del presente regolamento, qualora siano stati assoggettati a variazioni delle modalità di utilizzo non previste direttamente dal costruttore.

Anche le **macchine progettate ed assemblate in laboratorio** per un particolare esperimento sono **soggette** ai principi e norme di sicurezza del **DPR 459/96**.

¹ La dichiarazione di conformità autorizza il costruttore ad apporre sulla macchina la marcatura CE

La strategia di approccio individuata nel DPR 459/96 va applicata seguendo l'ordine indicato:

1. identificazione di tutti i pericoli esistenti nella macchina,
2. valutazione dei rischi corrispondenti ai pericoli individuati,
3. eliminazione o riduzione dei rischi, sulla base della valutazione fatta e dei requisiti di sicurezza prescritti, tramite soluzione progettuale e costruttiva,
4. adozione di misure di protezione nei confronti dei rischi che non possono essere eliminati,
5. informazione agli utilizzatori sui rischi residui dovuti alla non completa efficacia delle misure di sicurezza adottate, tramite adeguate avvertenze sulla macchina e indicazioni nel manuale d'istruzioni.

MARCATURA CE

Nella marcatura CE di una macchina, non appartenente ad una di quelle elencate nell'allegato 4 del DPR 459/96, vi sono degli obblighi vincolanti alla corretta applicazione della "targhetta" finale. Essendo in regime di autocertificazione spesso coloro che si autocostruiscono delle macchine omettono di adempiere a parte o in toto a tali obblighi.

Di seguito si illustra la documentazione che deve essere redatta per ottenere la marcatura CE e che è composta dalle seguenti parti:

- Il fascicolo tecnico della costruzione
- La dichiarazione di conformità
- La marcatura CE

Il fascicolo tecnico della costruzione dimostra che la macchina è stata progettata e costruita in modo da essere conforme ai requisiti minimi richiesti dalle direttive.

La dichiarazione di conformità è il "certificato" che garantisce la conformità della macchina.

La marcatura CE identifica la conformità dandone evidenza sulla macchina.

Come si intuisce, con l'applicazione delle direttive citate la responsabilità cade fortemente sul costruttore della macchina.

Accenniamo adesso al fatto che la marcatura CE di una macchina implica anche la sua rispondenza ad altre direttive, che attualmente sono la 73/23/CEE sulla bassa tensione e la 89/336/CEE sulla compatibilità elettromagnetica.

Le macchine vengono classificate dalle Direttive in macchine a basso o medio rischio o macchine ad alto rischio.

Per quanto riguarda le macchine a basso o medio potenziale di rischio il costruttore può apporre la marcatura CE in modo, assumendosi così tutte le responsabilità.

In questo caso dovrà quindi procedere con :

1. L'**Analisi dei rischi** per quantificare i pericoli della macchina e per descrivere i rimedi presi per limitare i pericoli che ne derivano;
2. Il **Manuale di uso e manutenzione** che descrive la macchina, le modalità di uso e manutenzione e tratta i rischi residui che rimangono nonostante gli accorgimenti progettuali che sono stati presi;
3. Il **Fascicolo tecnico della costruzione** che oltre all'analisi dei rischi ed al manuale di uso e manutenzione contiene i progetti meccanici, gli schemi elettrici e idraulici ecc.;
4. La **Dichiarazione di Conformità**
5. La **Marcatura CE**

Per quanto riguarda le macchine ad alto potenziale di rischio (allegato 4 del DPR 459/96) il costruttore, per garantire la conformità deve rivolgersi, come descritto nelle direttive, ad un Organismo Notificato oltre che seguire la procedura secondo i punti descritti precedentemente.

IL FASCICOLO TECNICO DELLA COSTRUZIONE (o file tecnico)

Il Fascicolo tecnico della costruzione ha lo scopo di provare che il progettista ed il costruttore abbiano soddisfatto i requisiti essenziali di sicurezza e di salute applicabili a quella macchina. In linea generale deve comprendere :

- Descrizione ed identificazione della macchina
- Disegno complessivo della macchina
- Elenco dei requisiti essenziali applicabili alla macchina e delle soluzioni adottate per soddisfarli (questo punto è sviluppato nell'analisi dei rischi)
- Elenco delle norme applicate per la progettazione della macchina
- Tutte le eventuali specifiche della macchina
- Una copia del manuale di uso e manutenzione

Il Fascicolo tecnico rimane al costruttore che lo tiene a disposizione dell'Autorità Nazionale di Controllo qualora questa lo richieda.

Tale documentazione deve essere redatta in una lingua ufficiale dei paesi dell'Unione Europea. Nel nostro caso è comunque opportuno che sia redatta innanzitutto in lingua italiana in modo da poter essere consultata agevolmente.

Le direttive macchine prescrivono infine che la relativa documentazione sia mantenuta a disposizione dell'Autorità Nazionale di Controllo per un periodo di almeno dieci anni dalla data di fabbricazione della macchina o da quella del suo ultimo esemplare, nel caso di fabbricazione di serie.

IL MANUALE DI USO E MANUTENZIONE

Le istruzioni per l'uso devono essere fornite all'utilizzatore e costituiscono il riferimento per la comprensione delle caratteristiche della macchina.

Il manuale di uso e manutenzione deve obbligatoriamente essere parte integrante della fornitura della macchina e deve descriverne tutto il ciclo di vita, dall' imballaggio alla demolizione, passando attraverso le varie fasi di utilizzo, descrivendo i rischi residui presenti ed i rimedi che l'utilizzatore deve adottare.

Il contenuto del manuale deve comprendere il nome del costruttore, il suo indirizzo o quello del suo mandatario ed i riferimenti specifici della macchina (denominazione, modello, matricola e anno di costruzione).

LA DICHIARAZIONE DI CONFORMITA'

Il fabbricante deve redigere per ogni macchina o componente di sicurezza immesso nel mercato un documento, chiamato Dichiarazione di Conformità. Questo documento caratterizza proprio la conformità' di quella macchina ai requisiti essenziali delle Direttive ad essa applicabili.

Tale dichiarazione deve essere redatta soltanto dopo aver costituito il Fascicolo Tecnico della Costruzione.

La dichiarazione di conformità , a seconda dei casi, può essere di tipo:

A) Per macchine che funzionano in modo indipendente, per attrezzature intercambiabili e per impianti

B) Per macchine che dovranno incorporarsi in altre macchine o impianti e non possono funzionare in modo indipendente

C) Per i componenti di sicurezza immessi sul mercato e destinati ad essere incorporati in una macchina o in impianti
Solamente il tipo A prevede l'apposizione della marcatura CE sul prodotto e una copia di essa deve accompagnare la macchina insieme al manuale di uso e manutenzione.

La Dichiarazione di Conformità (tipo A), quella che più interessa i costruttori di macchine, deve comprendere almeno:

- L' intestazione del Costruttore
- Dati identificativi e tecnici della macchina (uso, modello, numero di serie, marchio commerciale ecc.)
- Dichiarazione del costruttore (forma descrittiva con riferimenti alle Direttive)
- Data e firma

LE MACCHINE USATE: ADEGUAMENTO / MARCATURA CE

Il problema dell'adeguamento di una macchina usata è di notevole discussione.

partiamo dal presupposto reale di una ditta che deve adeguare il proprio parco macchine: la prima fase è quella di stendere un'analisi preventiva dei rischi presenti su ogni singola macchina e gli interventi da attuare per limitare al minimo i rischi residui.

Gli interventi potranno essere di due tipi: uno tecnico ed uno organizzativo.

L'intervento tecnico consiste generalmente nel predisporre ripari fissi e mobili, barriere materiali o a fotocellula, interblocchi con o senza bloccaggio del riparo, tappeti sensibili, bumper, pulsanti a fungo rosso, dispositivi di marcia-arresto, e quanto altro venga identificato come necessario.

Quello organizzativo entra in gioco quando vi siano dei dispositivi di sicurezza che possono essere temporaneamente rimossi o adattati alle varie esigenze produttive, oppure quando esigenze tecniche lasciano dei rischi residui ancora troppo alti per essere accettabili.

Vi dovranno essere procedure scritte precise che individuino le persone responsabili e le azioni che devono essere messe in atto per non ridurre il livello di sicurezza nelle varie fasi lavorative.

Se una macchina è già a norma, ma possiede dei dispositivi di sicurezza tecnologicamente superati (si pensi alle vecchie barriere ottiche monoraggio senza centralina di controllo sulle presse e trince), questi dovranno essere sostituiti poiché la giurisprudenza ha ormai stabilito come l'adeguamento debba essere fatto in base alla miglior tecnica attuale.

Se una macchina non ha più schemi tecnici, elettrico, pneumatico, idraulico o manuali di istruzioni per l'uso e la manutenzione, dovranno essere messe in atto delle misure per cercare di recuperare o realizzare il maggior materiale mancante possibile.

In Italia l'obbligo della marcatura CE di una macchina è entrato in vigore il 21.09.1996.

Nel commercio di macchine usate, attualmente la situazione in Italia può essere così configurata:

A) Macchine provenienti da paesi CEE con marcatura CE

B) Macchine provenienti da paesi extra CEE

C) Macchine provenienti da paesi CEE senza marcatura CE

CASO A)

A1) Se non vi sono condizioni che obblighino a dover rimarcare la macchina, si hanno le seguenti situazioni:

Il venditore finale deve assicurare che la macchina rispetti i Requisiti Essenziali di Sicurezza, e ciò può essere un semplice "passaggio" di documentazione poiché la configurazione della macchina non ha subito variazioni nel corso della sua vita.

La dichiarazione di conformità originaria sarà quella a valore legale, con eventuale integrazione del nome del nuovo utilizzatore. Il venditore finale dovrà dichiarare che sulla macchina non sono state effettuate modifiche tali da dover procedere ad una nuova procedura di marcatura.

Talvolta ci può essere la situazione di dover modificare le protezioni perimetrali per adeguamenti tecnici o di layout (barriere fotoelettriche, reti, micro, ecc.), ma questa operazione rientra nella straordinaria manutenzione di adeguamento del sistema delle sicurezze che non comporta l'obbligo di rimarcatura ma solo di eventuale integrazione degli schemi e del manuale.

A2) Se vi sono condizioni che obblighino a dover rimarcare la macchina (modifiche nella modalità d'uso o nella configurazione, ad esempio nuova connessione di carico/scarico con utilizzo differente dall'originario), il venditore finale ha l'obbligo di marcatura CE della nuova configurazione, con costituzione del nuovo manuale, fascicolo tecnico, dichiarazione di conformità ed apposizione della marcatura.

CASO B)

B1) Il venditore finale ha l'obbligo di marcatura CE della nuova immissione sul mercato comune europeo, con costituzione del manuale nella lingua dell'acquirente, fascicolo tecnico, dichiarazione di conformità ed apposizione della marcatura.

CASO C)

In questo caso la macchina può essere venduta come: rottame oppure come macchina usata.

C1) Nel primo caso (rottame) il prezzo di acquisto della stessa deve essere tale da giustificare la vendita "a peso" con eventuale attestazione del venditore delle motivazioni per le quali la macchina viene venduta come "non più utilizzabile".

Difficile giustificare ciò se la macchina viene venduta direttamente ad un utilizzatore finale.

Credibile solo se la macchina transita dal costruttore, viene riconvertita e poi rivenduta a prezzo adeguato.

Questa è una situazione che viene a volte utilizzata ma che comporta parecchi rischi in caso di ispezione fiscale e comunque non dovrebbe essere accettata dalle società di leasing.

C2) Se non vi sono condizioni che obblighino a dover marcare la macchina si ha che il venditore ultimo deve garantire che la macchina rispetta le norme antinfortunistiche così come previsto dal D.Lgs. 626/94, tenuto conto della tecnica attuale.

Difatti all'articolo 11 del DPR 459/96 si dice che in caso di modifiche costruttive, chiunque venda, noleggi o conceda in uso o in locazione finanziaria macchine o componenti di sicurezza già immessi sul mercato o già in servizio alla data di entrata in vigore del presente regolamento e privi di marcatura CE, deve attestare, sotto la propria responsabilità, che gli stessi sono conformi, al momento della consegna a chi acquisti, riceva in uso, noleggi o locazione finanziaria, alla legislazione previgente alla data di entrata in vigore del presente regolamento.

SOSTANZE NOCIVE

PRINCIPALI RIF.TI LEGISLATIVI

DPR 303/56	Norme generali per l'igiene del lavoro
D.L.gs 626/94 titolo VII-bis	Attuazione delle direttive riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro
D.L.gs 52/97	Attuazione direttiva 92/32/CE concernente classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose
D.L.gs 285/98	Classificazione, imballaggio ed etichettatura dei preparati pericolosi
D.L.gs 25/02	Attuazione direttiva 98/24/CE sulla protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori contro i rischi derivanti da agenti chimici durante il lavoro

GLI AGENTI CHIMICI

AGENTI CHIMICI: 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

AGENTI CHIMICI PERICOLOSI: agenti chimici classificati come sostanze pericolose ai sensi del decreto legislativo 3 febbraio 1997, n. 52 (articolo 2), e successive modifiche, nonché gli agenti che corrispondono ai criteri di classificazione come sostanze pericolose di cui al predetto decreto. Sono escluse le sostanze pericolose solo per l'ambiente

ATTIVITÀ CHE COMPORTA LA PRESENZA DI AGENTI CHIMICI: ogni attività lavorativa in cui sono utilizzati agenti chimici, o se ne prevede l'utilizzo, in ogni tipo di procedimento, compresi la produzione, la manipolazione, l'immagazzinamento, il trasporto o l'eliminazione e il trattamento dei rifiuti, o che risultino da tale attività lavorativa

VALORE LIMITE DI ESPOSIZIONE PROFESSIONALE: se non diversamente specificato, il limite della concentrazione media ponderata nel tempo di un agente chimico nell'aria all'interno della zona di respirazione di un lavoratore in relazione ad un determinato periodo di riferimento

VALORE LIMITE BIOLOGICO: il limite della concentrazione del relativo agente, di un suo metabolita, o di un indicatore di effetto, nell'appropriato mezzo biologico

SORVEGLIANZA SANITARIA: la valutazione dello stato di salute del singolo lavoratore in funzione dell'esposizione ad agenti chimici sul luogo di lavoro

PERICOLO: la proprietà intrinseca di un agente chimico di poter produrre effetti nocivi

RISCHIO: la probabilità che si raggiunga il potenziale nocivo nelle condizioni di utilizzazione o esposizione

ASSORBIMENTO DEGLI AGENTI CHIMICI

Le sostanze pericolose sono state suddivise in varie categorie e ne è stata definita l'etichettatura con simboli indicanti il tipo di pericolo (esplosivo, infiammabile, corrosivo, etc), e appositi simboli da riportare sugli imballaggi, a tutela dell'utilizzatore.

Le vie di assorbimento possibili per una sostanza tossica sono tre:

1. **assorbimento polmonare:** rappresenta la principale via di penetrazione, sia per l'estensione della superficie di assorbimento, sia per la quantità di aria che si respira, nonché per l'immediata diffusione delle sostanze inalate, tramite la rete arteriosa, ad organi che non possiedono una efficace barriera di difesa.
2. **assorbimento orale:** non è la via più significativa (un incidente da ingestione di sostanze tossiche ha un carattere puramente casuale, a meno che non si tratti di bambini !)
3. **assorbimento cutaneo:** può essere significativo, soprattutto se si pensa che la superficie cutanea in una persona adulta è di circa 1,8 m² ed esiste una vasta gamma di sostanze (**anilina, benzidina, insetticidi fosforati, nitrobenzolo, piombo tetraetile**, etc) sufficientemente solubili in acqua e nei grassi da poter oltrepassare la barriera naturale della pelle; un assorbimento per via cutanea raramente dà origine ad intossicazione acuta, ma agisce con un meccanismo lento di accumulo.

La via di assorbimento più importante per una sostanza nociva è quindi quella polmonare

A causa delle diverse forme di interazione causa/effetto e della differente tossicità potenziale, non esiste una definizione delle concentrazioni alle quali si può essere esposti quotidianamente senza effetti dannosi (**TLV, valore limite di soglia**) che sia valida per tutte le sostanze: in alcuni casi si definisce una concentrazione da non superare mai, in altri può essere sufficiente stabilire il valore di concentrazione media in un dato intervallo di tempo, infine vi sono sostanze

per le quali anziché la concentrazione massima si definisce un “rischio massimo”, legato all’esposizione ad una determinata concentrazione.

In base a queste considerazioni, le sostanze possono essere suddivise in tre gruppi:

- 1) sostanze i cui effetti principali sono fenomeni di irritazione, avvelenamento acuto o effetti che si manifestano subito dopo l’esposizione. Le concentrazioni massime ammissibili non vanno superate neppure per pochi minuti. Si valuta il valore di TLV-STEL (Threshold Limit Values - Short Term Exposure Limit), valore limite di soglia - limite per breve tempo di esposizione: *concentrazione massima a cui i lavoratori possono essere esposti, per un periodo di 15 minuti, senza che insorgano problemi di irritazione o alterazione cronica, né che venga accresciuta la probabilità di infortunio, o limitata la possibilità di mettersi in salvo in caso di incidente o di ridotta l’efficienza lavorativa.*
- 2) sostanze i cui effetti principali sono cumulativi e causati dal ripetersi dell’esposizione a concentrazioni di per sé non dannose: gli effetti si manifestano in ritardo, senza chiara correlazione tra causa, effetto ed esposizione. Per queste sostanze la concentrazione massima ammissibile deve essere “pesata” in relazione al tempo di esposizione, direttamente proporzionale alla dose di accumulo nell’organismo; per ottenere un dato significativo, pertanto, si prende un valore medio di concentrazione molto più basso. In questo caso si fa riferimento al valore di TLV-TWA (Threshold Limit Values - Time Weighted Average), valore limite di soglia - media ponderata nel tempo: *concentrazione media, ponderata nel tempo, per 8 ore giornaliere o 40 ore settimanali a cui si può essere esposti ripetutamente senza effetti negativi.*
- 3) sostanze i cui effetti principali dannosi sono di tipo cancerogeno e/o mutageno, per cui non è applicabile il valore di concentrazione massima ammissibile: si deve applicare, in questi casi, il concetto di rischio massimo accettabile: si tratta infatti di sostanze pericolose a prescindere dalla concentrazione. Si valuta il TLV-C (Threshold Limit Values - Ceiling), valore limite di soglia: *valore di concentrazione che non deve essere mai superato.*

FONTI DI PERICOLO

In un laboratorio chimico-fisico molte le operazioni possono dare origine, per l’instabilità delle soluzioni e a causa di azioni incaute o negligenti, a rilasci di vapori o gas tossici. Tali operazioni sono ad esempio:

- prelievo e travaso di liquidi
- riscaldamento di sostanze infiammabili
- reazioni chimiche che possono emettere vapori
- collegamenti mediante raccordi per refrigeranti
- refrigerazione con liquidi criogenici
- distillazione sottovuoto
- reazioni chimiche

Per quanto riguarda la cinetica delle reazioni, l’aumento della concentrazione dei reagenti, per cause accidentali od intenzionali, può trasformare reazioni chimiche sicure in reazioni che generano situazioni di pericolo.

Allo stesso modo la temperatura di reazione va tenuta sotto controllo, in quanto strettamente legata alla velocità di reazione.

Le stesse attrezzature utilizzate, a partire dalla vetreria, possono generare situazioni di pericolo (un esempio è dato dalla distillazione, ove il vetro utilizzato è sottoposto a stress meccanici che possono dar origine a fessurazioni con conseguente ingresso di aria e/o versamenti o perdite di materiali molto caldi, il tutto senza controllo da parte di chi lavora, per la scala ridotta di tali danneggiamenti).

Lo stoccaggio delle sostanze all’interno dei laboratori può dar luogo a fenomeni indesiderati.

Nella maggior parte dei laboratori varie sostanze, tra cui infiammabili e combustibili, sono normalmente poste su scaffalature facilmente accessibili da parte di personale esterno non autorizzato. Spesso sono utilizzati frigoriferi di tipo domestico, per la conservazione di sostanze pericolose, senza che questi possiedano i requisiti di sicurezza del caso; tali elettrodomestici, infatti, non sono idonei allo stoccaggio di sostanze infiammabili (che potrebbero volatilizzare e formare con l’aria miscele esplosive o infiammabili), in quanto i gruppi refrigeranti non possiedono le caratteristiche di sicurezza idonee; a questo scopo esistono in commercio armadi termostatici e ventilati per disperdere gli eventuali vapori formati.

La norma vigente richiede che il responsabile della ricerca e il datore di lavoro che utilizzano una sostanza, un preparato o un prodotto pericoloso o nocivo devono accertarsi se si tratta di una sostanza pericolosa in relazione all’uso che si intende fare.

Prima di destinare gli addetti all’impiego di sostanze pericolose, il datore di lavoro deve rilevare e valutare i rischi collegati all’uso di queste sostanze, al fine di stabilire gli eventuali e necessari provvedimenti di tutela dai rischi e dai pericoli.

L’obbligo di tale valutazione prescinde dal superamento di determinate soglie di rischi e presuppone soltanto che risulti comunque la presenza del rischio di esposizione ad agenti chimici quale conseguenza della loro presenza.

La valutazione deve accertare in primo luogo la presenza di agenti chimici pericolosi, valutandone le qualità nocive considerando innanzitutto:

- le loro proprietà pericolose,
- le informazioni sulla salute e sicurezza comunicate dal produttore o dal fornitore tramite la relativa scheda di sicurezza,
- il livello, il tipo e la durata dell'esposizione,
- le circostanze in cui viene svolto il lavoro in presenza di tali agenti compresa la quantità degli stessi,
- i valori limite di esposizione professionale o i valori limite biologici,
- gli effetti delle misure preventive e protettive adottate o da adottare,
- se disponibili, le conclusioni tratte da eventuali azioni di sorveglianza sanitaria già intraprese.

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Devono essere eliminati i rischi derivanti da agenti chimici pericolosi o ridotti al minimo mediante le seguenti misure:

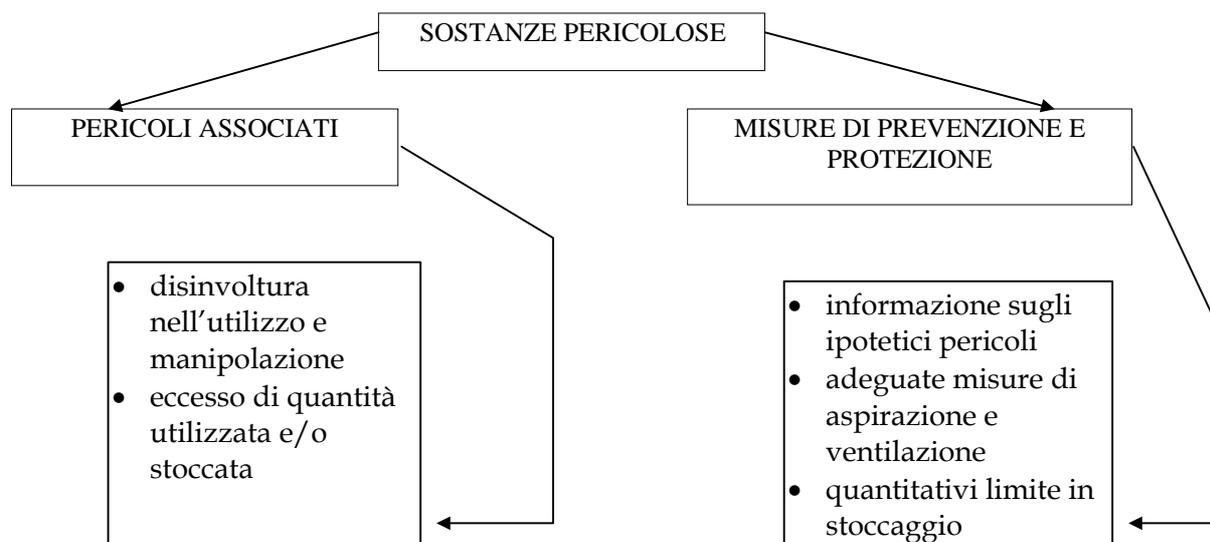
- progettazione e organizzazione dei sistemi di lavorazione sul luogo di lavoro
- fornitura di attrezzature idonee per il lavoro specifico e relative procedure di manutenzione adeguate
- riduzione al minimo del numero di lavoratori che sono o potrebbero essere esposti
- riduzione al minimo della durata e dell'intensità dell'esposizione
- misure igieniche adeguate
- riduzione al minimo della quantità di agenti presenti sul luogo di lavoro in funzione delle necessità della lavorazione
- metodi di lavoro appropriati comprese le disposizioni che garantiscono la sicurezza nella manipolazione e nell'immagazzinamento sul luogo di lavoro di agenti chimici pericolosi nonché dei rifiuti che contengono detti agenti chimici.

I rischi derivanti dall'utilizzo di agenti chimici possono consistere in intossicazioni, asfissia, ustioni e pertanto è necessario accertarsi che i prodotti siano adeguatamente stoccati in contenitori muniti di chiusura a tenuta e provvisti dalle idonea etichettatura con indicazione della tipologia di rischio, delle frasi di rischio e dei consigli di prudenza. Sul luogo di lavoro devono essere disponibili le schede tecniche di sicurezza e devono essere esposte, ben visibili, le informazioni generali sul comportamento da tenere in caso di eventi accidentali.

Qualora il tipo di sostanza lo richieda dovranno essere forniti ai lavoratori idonei D.P.I. (delle mani, della vie respiratorie, del viso, ecc.) per la manipolazione ordinaria e/o in caso di emergenza.

I recipienti dei prodotti pericolosi devono essere posizionati lontano da corridoi, da aree di lavoro, da uscite di sicurezza, da fiamme libere (bunsen, stufe, ecc.) e non dovrebbero ostacolare il raggiungimento dei dispositivi di emergenza (estintori, cassetta di pronto soccorso, ecc.). Nei laboratori, gli armadi aspirati, devono essere posizionati in modo tale che sia possibile il convogliamento del flusso d'aria in espulsione verso l'esterno (possono essere collegati per esempio al sistema di aspirazione delle cappe chimiche del laboratorio).

Figura: Schema dei pericoli e degli interventi



La normativa impone che ogni sostanza pericolosa sia etichettata; esiste al proposito una normativa sulla classificazione delle sostanze pericolose, approntata dalla CEE e recepita dall'Italia attraverso vari decreti (tra cui **DM 28/1/92**), che fornisce una guida all'identificazione dei composti pericolosi.

Le caratteristiche a rischio di ogni sostanza e preparato in commercio devono essere valutate ed indicate in una **scheda di sicurezza** fornita insieme al prodotto. La manipolazione di questi prodotti deve avvenire seguendo scrupolosamente le indicazioni riportate sulle schede di sicurezza fornite insieme al prodotto.

L'etichetta permette inoltre di identificarne immediatamente i principali rischi chimico-fisici e tossicologici.

La **scheda di sicurezza** è composta di 16 voci: identificazione del preparato e della società produttrice, composizione/informazione sugli ingredienti, identificazione dei pericoli, misure di primo soccorso, misure antincendio, misure in caso di fuoriuscita accidentale, manipolazione e stoccaggio, controllo dell'esposizione/protezione individuale, proprietà chimico-fisiche, stabilità e reattività, informazioni tossicologiche, informazioni ecologiche, considerazioni sullo smaltimento, informazioni sul trasporto, informazioni sulla regolamentazione ed infine altre informazioni aggiuntive sulla sicurezza.

L'etichetta e la scheda di sicurezza devono essere redatte in lingua italiana.

Le schede devono essere conservate ed essere disponibili per la consultazione durante il tempo di manipolazione della sostanza.

Link a due siti di interesse per la ricerca delle informazioni contenute nelle schede di sicurezza:

<http://www.spp.iss.it>

Archivio preparati pericolosi da Istituto Superiore della Sanità

<http://www.cdc.gov/niosh/database.html>

<http://www.cdc.gov/niosh/ipcs/italian.html>

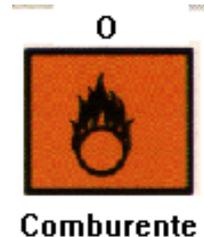
Archivio preparati pericolosi National Institute for Occupational Safety and Health, in inglese e in italiano.

Di seguito sono presentati i simboli dell'etichettatura



ESPLOSIVO

PRECAUZIONI: Evitare calore, colpi, frizioni, fuoco, scintille, urti.



COMBURENTE

PRECAUZIONI: Evitare il contatto con sostanze infiammabili. Grave pericolo di combustione, possibili scoppi di incendio, peraltro difficili da estinguere.



ALTAMENTE INFIAMMABILE

PRECAUZIONI: Tenere lontano da fonti di calore, in particolare scintille e fiamme.



FACILMENTE INFIAMMABILE

PRECAUZIONI: Tenere lontano da fonti di calore, in particolare scintille e fiamme.

<p>T+</p>  <p>Altamente tossico</p>	<p>ALTAMENTE TOSSICO</p> <p>PRECAUZIONI: Evitare inalazione e contatti con il corpo, che possono provocare azione cancerogena e/o alterazione genetica. Pericolo di sensibilizzazione.</p>
<p>T</p>  <p>Tossico</p>	<p>TOSSICO</p> <p>PRECAUZIONI: Evitare inalazione e contatti con il corpo. Pericolo di sensibilizzazione.</p>
<p>C</p>  <p>Corrosivo</p>	<p>CORROSIVO</p> <p>PRECAUZIONI: Evitare il contatto con pelle, occhi e indumenti. Non inalare vapori.</p>
<p>Xn</p>  <p>Nocivo</p>	<p>NOCIVO</p> <p>PRECAUZIONI Evitare il contatto con occhi e pelle; non inalare vapori.</p>
<p>Xi</p>  <p>Irritante</p>	<p>IRRITANTE</p> <p>PRECAUZIONI: Evitare il contatto con occhi e pelle; non inalare vapori.</p>
<p>N</p>  <p>Pericoloso per l'ambiente</p>	<p>PERICOLOSO PER L' AMBIENTE</p> <p>PRECAUZIONI: Evitare nell' utilizzo il rilascio in ambiente.</p>

Dalla panoramica completa del contenuto delle schede di sicurezza appare evidente la quantità di informazioni sulla manipolazione in sicurezza della sostanza in oggetto: per questo è importante conservare tali schede e farne strumento informativo, sia per il normale utilizzo sia per le situazioni di emergenza che potrebbero crearsi.

Un discorso a parte meritano le cappe chimiche che sono da considerarsi zone di potenziale pericolo. All'interno di esse possono svilupparsi atmosfere anche estremamente infiammabili, esplosive o tossiche. Per tale motivo la cappa deve essere utilizzata correttamente e mantenuta sempre in perfetta efficienza.

Per maggiori dettagli si rimanda alla procedura relativa alle indicazioni per l'uso in sicurezza delle cappe chimiche.

Si sottolinea il ruolo attivo di ciascuno, con l'obbligo di controllare che quanto qui indicato venga effettivamente messo in opera, e nel segnalare inadempienze, mancanze, situazioni di pericolo.

Oltre agli interventi generali sulle strutture, rivestono importanza le misure di prevenzione e protezione applicate agli utilizzatori. I **dispositivi di protezione individuale** (DPI) necessari in situazioni di contatto con sostanze pericolose sono ad esempio occhiali, maschera, guanti.

- **occhiali**, da utilizzarsi quando vi sia rischio di schizzi di materiali pericolosi, possono essere ad esempio a stanghetta o a maschera, per proteggere completamente l'occhio
- **maschere**, da utilizzarsi nei casi di rischio di inalazione di sostanze tossiche; le maschere sono diverse, specifiche per il tipo di sostanza dalla quale ci si vuole proteggere: in caso di manipolazione di campioni di amianto, ad esempio, sono necessarie maschere antipolvere che impediscano l'inalazione di fibre.
- **guanti**: possono essere di diversi tipi, e la scelta deve essere fatta in base a ciò che potrebbe aggredire le mani: esistono guanti specifici contro le aggressioni chimiche da acidi o alcali, e guanti fatti apposta per l'utilizzo di forni o comunque per possibili contatti con sostanze calde.

Maschere protettive SPECIFICHE:

- mascherine igieniche per polveri innocue o irritanti per filtrazione di materiale con diametro ≥ 5 micron
- FFP1 per la protezione da polveri nocive, aerosol a base acquosa di materiale particellare ($\geq 0,02$ micron) quando la concentrazione di contaminante è al massimo 4,5 volte il corrispondente TLV (valore limite di soglia)
- FFP1 per la protezione da vapori organici e vapori acidi per concentrazione di contaminante inferiore al rispettivo TLV
- FFP2 per la protezione da polveri a media tossicità, fibre e aerosol a base acquosa di materiale particellare ($\geq 0,02$ micron), fumi metallici per concentrazioni di contaminante fino a 10 volte il valore limite (buona efficienza di filtrazione)
- FFP3 per la protezione da polveri tossiche, fumi aerosol a base acquosa di materiale particellare tossico con granulometria $\geq 0,02$ micron per concentrazioni di contaminante fino a 50 volte il TLV (ottima efficienza di filtrazione)
- maschere con filtri antigas di classe 1, 2, 3, rispettivamente con piccola, media e grande capacità di assorbimento e con colorazioni distinte dei filtri:
 - marrone per gas e vapori organici
 - grigio per gas e vapori inorganici
 - giallo per anidride solforosa, altri gas e vapori acidi
 - verde per ammoniaca e suoi derivati organici
 - blu/bianco per ossidi di azoto
 - rosso/bianco per mercurio
- maschere combinate con filtri in grado di trattenere sia particelle in sospensione solide e/o liquide che gas e vapori
- respiratori isolanti.

In caso di **incidente/emergenza** è importante avere ben chiaro quali sono le principali misure di prevenzione e protezione da mettere in atto.

In sintesi:

- predisporre vie d'esodo sicure, chiaramente segnalate e libere da ogni ostacolo,
- prevedere un'adeguata compartimentazione degli ambienti di lavoro in relazione ai fattori di rischio,
- limitare la presenza o l'uso di sostanze altamente infiammabili,
- realizzare a regola d'arte gli impianti tecnici, curandone la periodica manutenzione,
- installare ed assicurare la funzionalità di adeguanti sistemi di rilevazione e allarme in caso d'incendio,
- affiggere negli ambienti di lavoro le istruzioni e la segnaletica di sicurezza ai fini antincendio,
- assicurare una adeguata informazione e formazione del personale sui rischi d'incendio, sulle misure predisposte per prevenirli e sulle procedure da attuare in caso di insorgenza d'incendi.

In ogni luogo di lavoro ove si utilizzino sostanze pericolose, al fine di poter fronteggiare situazioni di emergenza, devono essere esposti i numeri di telefono di ambulanze, guardia medica, ospedale più vicino, Vigili del Fuoco, centro antiveleni più vicino.

È buona norma installare lavaocchi.

Comportamenti in caso di incidente o contaminazione

1. prodigare le prime cure, se necessario, nell'ambito delle proprie competenze e capacità
2. sostituire i mezzi di protezione contaminati
3. decontaminare la cute eventualmente esposta con acqua corrente, docce, lavaggi oculari, antidoti, neutralizzanti, ecc. a seconda della sostanza, affidando l'operazione ad un esperto
4. non disperdere le sostanze contaminanti nell'ambiente
5. allontanare le persone non indispensabili
6. rimuovere la contaminazione della superfici con appositi materiali assorbenti indossando guanti compatibili con la sostanza chimica in questione
7. avvisare immediatamente il responsabile del laboratorio e l'addetto alla sicurezza per qualunque situazione anomala rilevante per la sicurezza.

NORME DI MANIPOLAZIONE DI SOSTANZE CHIMICHE PERICOLOSE

Prelievo di liquidi: per il prelievo di soluzioni mediante pipette tarate usare l'apposito aspiratore in gomma. I prelievi di liquidi o gas tossici devono sempre essere effettuati sotto cappa con aspirazione in funzione. Particolare attenzione deve essere accordata all'apertura di contenitori con liquidi volatili, che andrebbero raffreddati prima di aprirli così da limitare emissioni pericolose.

Riscaldamento: il riscaldamento preferibile è quello indiretto (tramite bagni di riscaldamento), soprattutto se si manipolano sostanze infiammabili.

Refrigerazione: i criogeni, come anidride carbonica, azoto liquido, elio liquido, possono provocare ustioni in caso di manipolazione incauta: nelle operazioni di travaso sono consigliati guanti e occhiali e, per il travaso, raccordi isolanti che limitino la conduzione del freddo.

Stoccaggio di sostanze: conservare le sostanze separate per classe di reazione al fuoco: infiammabili e combustibili, comburenti, esplosivi. e naturalmente osservare le misure di cui sopra in maniera particolarmente scrupolosa durante la manipolazione di sostanze appartenenti a classi diverse.

Per maggiori dettagli si rimanda alla procedura relativa alle norme di comportamento nei laboratori chimici.

SOSTANZE CHIMICHE INCOMPATIBILI

Molte sostanze chimiche comunemente usate in laboratorio reagiscono in modo pericoloso quando vengono a contatto con altre. Alcune di queste sostanze incompatibili sono qui di seguito elencate, a titolo esemplificativo e NON esaustivo.

SOSTANZA	INCOMPATIBILITÀ
Acetilene	con rame (tubazioni), alogeni, argento, fluoro, mercurio e loro composti
Acetone	con miscele concentrate di acido solforico e nitrico e perossidi
Acido acetico	con acido cromico, acido nitrico, composti contenenti idrossili, glicole etilenico, acido perclorico, perossidi e permanganati
Acido cianidrico	con acido nitrico, alcali (caustici)
Acido cromico e triossido di cromo	con acido acetico, naftalene, canfora, alcool, canfora, glicerolo, benzene, trementina e altri liquidi infiammabili
Acido nitrico (concentrato)	con acido acetico, cromico e cianogeno, anilina, carbonio, acetone, solfuro di idrogeno. Idrogeno solforato, fluidi, gas e sostanze che vengono prontamente nitrati. Alcool, liquidi e gas infiammabili
Acido ossalico	con argento, mercurio e i loro sali
Acido perclorico	con acido acetico, anidride acetica, bismuto e le sue leghe, alcool, carta, legno, grassi e altre sostanze organiche
Acido solfidrico	con acido nitrico, altri acidi e ossidanti
Acido solforico	con clorati, perclorati, permanganati, perossidi e acqua
Alcoli e Polialcoli	con acido nitrico, perclorico, cromico
Ammoniaca anidra	con mercurio, alogeni, ipoclorito di calcio, iodio, bromo e fluoruro di idrogeno
Ammonio nitrato	con acidi, polveri metalliche, zolfo, clorati, nitrati, composti organici finemente polverizzati, combustibili, liquidi infiammabili
Anidride acetica	con alcoli (etanolo fenolo etc.), acido perclorico e glicole etilenico
Anilina	con acido nitrico e perossido di idrogeno
Argento e sali	con acetilene, acido ossalico, acido tartarico, acido fulminico (prodotto nelle miscele acido nitrico-etanolo) e composti ammoniacali

Arsenico (materiali che lo contengono)	con qualsiasi agente riducente
Azidi	con acqua e acidi
Biossido di cloro	con ammoniaca, metano, fosfina, idrogeno solforato
Bromo	con ammoniaca, acetilene, butadiene, butano, altri derivati del petrolio (metano, propano, etano), benzene, idrogeno, carburo di sodio, trementina e metalli finemente polverizzati
Carbone attivo	con tutti gli agenti ossidanti, ipoclorito di calcio
Cianuri	con acidi e alcali
Clorati	con sali di ammonio, acidi, polveri metalliche, zolfo, composti organici finemente polverizzati, sostanze infiammabili e carbonio
Cloro	con ammoniaca, acetilene, butadiene, butano, benzene, benzina e altri derivati del petrolio (metano, propano, etano), idrogeno, carburo di sodio, trementina e metalli finemente polverizzati
Cloroformio	con sodio e potassio
Cloruro di potassio	con sali di ammonio, acidi, polveri metalliche, zolfo, sostanze organiche finemente polverizzate, combustibili
Cloruro di sodio	zolfo in grande quantità
Cloruri	con acido solforico
Diclorometano (Cloruro di metile)	con sodio e potassio
Diossido di cloro	con ammoniaca, metano, fosfina idrogeno solforato
Fluoro	con tutte le altre sostanze chimiche
Fluoruro di idrogeno	ammoniaca (anidra o in soluzione acquosa)
Fosforo (bianco)	con aria, ossigeno, alcali, agenti riducenti
Idrazina	con perossido di idrogeno, acido nitrico e idrogeno solforato
Idrocarburi	con fluoro, cloro, bromo, acido formico, acido cromico, perossido di sodio, perossidi, benzene, butano, propano, benzina, trementina
Idrogeno solforato	con vapori di acido nitrico e gas ossidanti
Iodio	con acetilene e ammoniaca (anidra o in soluzione acquosa), altre basi forti
Ipocloriti	con acidi, carbone attivo
Liquidi infiammabili	con nitrato di ammonio, acido cromico, perossido di idrogeno, acido nitrico, perossido di sodio e alogeni
Mercurio	con acetilene, acido fulminico (prodotto nelle miscele acido nitrico-etanolo), idrogeno, ammoniaca e altre basi forti
Metalli alcalini (calcio, potassio e sodio)	con acqua, anidride carbonica, tetracloruro di carbonio e altri idrocarburi clorurati (inclusi tricloroetilene, tetracloroetano, cloruro di metile), diossido di carbonio
Nitrato di ammonio	con acidi, polveri metalliche, liquidi infiammabili, clorati, nitrati, zolfo e sostanze organiche finemente polverizzate o composti infiammabili
Nitriti e Nitrati	con acidi
Nitrocellulosa	con fosforo e metalli
Nitroparaffina	con basi inorganiche, amine, metalli
Ossido di calcio	con acqua
Ossigeno	con oli, grassi, idrogeno, propano e altri liquidi infiammabili, solidi e gas infiammabili
Pentossido di fosforo	con acqua, alcoli, basi forti
Perclorato di potassio	con acido solforico e altri acidi, anidride acetica, bismuto e suoi derivati, alcool, carta, legno, grassi e oli organici
Permanganato di potassio	con glicerolo, glicole etilenico, benzaldeide, e acido solforico
Perossidi organici	con acidi (organici o minerali), la maggior parte dei metalli e i combustibili (da evitare gli sfregamenti e le alte temperature)
Perossido di idrogeno	con cromo, rame, ferro, la maggior parte degli altri metalli e i loro sali, liquidi infiammabili e altri prodotti combustibili, anilina, nitrometano, aluni acidi forti come l'acido solforico
Perossido di sodio	con qualsiasi sostanza ossidabile come etanolo, metanolo, acido acetico glaciale, anidride acetica, benzaldeide, disolfuro di carbonio, glicerolo, glicole etilenico, acetato di etile acetato di metile, furfurale
Potassio	con tetracloruro di carbonio, diossido di carbonio, acqua, cloroformio, diclorometano
Rame	con acetilene, azide e perossido di idrogeno

Sodio	con idrocarburi clorati (inclusi tetracloruro di carbonio, cloroformio, tricloroetilene, tetracloroetano, diclorometano, cloruro di metile), diossido di carbonio, acqua e soluzioni acquose
Sodio azide	con piombo, rame e altri metalli. Questo composto è comunemente usato come conservante, ma forma composti instabili ed esplosivi con i metalli. Se eliminato attraverso gli scarichi dei lavandini, i sifoni e i tubi potrebbero esplodere quando ci stia lavorando un idraulico
Sodio nitrito	con ammonio nitrito e altri sali di ammonio
Selenio e fluoruri di selenio	con agenti riducenti
Solfuri	con acidi
Tellurio e fluoruri di tellurio	con agenti riducenti
Tetracloruro di carbonio	con sodio e potassio

ESPOSIZIONE AD AGENTI CANCEROGENI E MUTAGENI

PRINCIPALI RIF.TI LEGISLATIVI

DPR 303/56	Norme generali per l'igiene del lavoro
D.L.gs 626/94 titolo VII	Attuazione delle direttive riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro
D.L.gs 66/2000	Attuazione delle direttive 97/42/CE e 1999/38/CE, che modificano la direttiva 90/394/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti cancerogeni o mutageni durante il lavoro.
D.L.gs25/02	Attuazione direttiva 98/24/CE sulla protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori contro i rischi derivanti da agenti chimici durante il lavoro

PREMESSA - DEFINIZIONI

Il campo di applicazione della normativa si estende a tutti i luoghi di lavoro dove siano presenti agenti cancerogeni e/o mutageni, senza limitazione alcuna.

Gli agenti cancerogeni e/o mutageni si possono presentare in almeno tre condizioni diverse nei luoghi di lavoro: materie prime, sostanze emesse durante i processi lavorativi, sostanze preparati e processi di cui all'allegato VIII del D.L.gs 626/94.

Definizione di agente cancerogeno e mutageno

Si deve intendere per **agente cancerogeno**

- una sostanza che risponde ai criteri relativi alla classificazione quali categorie cancerogene 1 o 2, stabiliti ai sensi del D.L. gs 52/97, e successive modifiche ed integrazioni, in attuazione di corrispondenti Direttive Comunitarie,
- un preparato contenente una o più sostanze di cui al punto 1., quando la concentrazione di una o più delle singole sostanze risponde ai requisiti relativi ai limiti di concentrazione per la classificazione di un preparato nelle categorie cancerogene 1 o 2, stabiliti ai sensi del D.L.gs 52/97 e D.L.gs 285/98, (concentrazione $\geq 0,1\%$),
- una sostanza, un preparato o un processo di cui all'allegato VIII del D.L.gs 626/94, nonché una sostanza od un preparato emessi durante un processo previsto all'allegato VIII del D.L.gs 626/94

Si deve intendere per **agente mutageno**

- una sostanza che risponde ai criteri relativi alla classificazione quali categorie mutagene 1 o 2, ai sensi del D.L.gs 52/97, e successive modifiche ed integrazioni, in attuazione di corrispondenti Direttive Comunitarie,
- un preparato contenente una o più sostanze di cui al punto 1, quando la concentrazione di una o più delle singole sostanze risponde ai requisiti relativi ai limiti di concentrazione per la classificazione di un preparato nelle categorie mutagene 1 o 2, stabiliti ai sensi del D.L.gs 52/97 e D.L.gs 285/98, (concentrazione $\geq 0,1\%$).

Categorie di sostanze cancerogene e relative frasi di rischio

Categoria 1

Sostanze note per gli effetti cancerogeni sull'uomo.

Esistono prove sufficienti per stabilire un nesso causale tra l'esposizione dell'uomo ad una sostanza e lo sviluppo di tumori.

Categoria 2

Sostanze che dovrebbero considerarsi cancerogene per l'uomo.

Esistono elementi sufficienti per ritenere verosimile che l'esposizione dell'uomo ad una sostanza possa, provocare lo sviluppo di tumori, in generale sulla base di:

- adeguati studi a lungo termine effettuati sugli animali,
- alter informazioni specifiche.

Per le categorie 1 e 2 sono utilizzati i seguenti simboli e le seguenti specifiche frasi di rischio:

T; R45 Può provocare il cancro

Per le sostanze ed i preparati che presentano un rischio cancerogeno soltanto per inalazione (ad esempio sotto forma di polveri, vapori o fumi) devono essere utilizzati il seguente simbolo e specifica frase di rischio:

T; R49 Può provocare il cancro per inalazione.

Categorie di sostanze mutagene e relative frasi di rischio

I mutageni sono agenti che aumentano la frequenza delle mutazioni.

Categoria 1

Sostanze note per effetti mutageni sugli essere umani.

Esistono prove sufficienti per stabilire un nesso causale tra l'esposizione degli essere umani ad una sostanza e alterazioni genetiche.

Categoria 2

Sostanze che dovrebbero considerarsi mutagene per gli esseri umani.

Esistono elementi sufficienti per ritenere verosimile che l'esposizione dell'uomo ad una sostanza possa provocare lo sviluppo di alterazioni genetiche ed ereditarie, in generale sulla base di:

- adeguati studi a lungo termine sugli animali,
- altre informazioni specifiche.

Per le categorie 1 e 2 sono utilizzati i seguenti simboli e le seguenti frasi di rischio:

T; R46 Può provocare alterazioni genetiche ereditarie.

Dalle definizioni appare chiaro che non è possibile stilare una lista chiusa e definita di agenti cancerogeni e/o mutageni.

È importante tenersi aggiornati attraverso la scheda tecnica di sicurezza del prodotto o attraverso gli elenchi che periodicamente il ministero della salute redige (<http://www.dbsp.iss.it/4daction/WebEntra>)

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

La valutazione e le corrispondenti misure di protezione devono essere predisposte preventivamente; è indispensabile sapere preliminarmente se un agente possa essere cancerogeno e/o mutageno. L'attenzione deve essere rivolta prima di tutto alle materie prime impiegate, utilizzando principalmente la scheda tecnica di sicurezza nella quale verificare l'etichettatura del prodotto e le rispettive frasi di rischio; successivamente è importante valutare se, durante i processi e le reazioni che l'attività di ricerca prevede vi sia la possibilità di sviluppo di derivati, sottoprodotti e/o scarti che possono essere potenzialmente cancerogeni.

Appurata la presenza e l'utilizzo di sostanze cancerogene il datore di lavoro deve giudicare sulla concentrazione di cancerogeni e/o mutageni nell'ambiente di lavoro, corrisponda al minimo tecnicamente raggiungibile identificando gli esposti che dovranno essere iscritti in un registro apposito (D.Lgs 626/94 art. 70).

La valutazione del rischio per gli agenti cancerogeni e/o mutageni deve essere intesa come una valutazione del rischio residuo e deve essere eseguita solo dopo aver applicato le misure più efficaci quali:

- eliminazione o sostituzione dell'agente cancerogeno e/o mutageno,
- lavorazione a sistema chiuso,
- riduzione dell'esposizione al più basso valore possibile.

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

La prima misura da mettere in atto consiste nell'evitare o ridurre l'utilizzazione di un agente cancerogeno, ad esempio sostituendolo con una sostanza, un preparato o un procedimento meno nocivo per la salute. Ovviamente, in considerazione del fatto che in ambito INFM l'utilizzazione di un agente cancerogeno potrebbe essere legata allo studio sulla sostanza o comunque essere parte integrante di un esperimento, è facile immaginare che spesso la sua eliminazione non sarà possibile; pertanto, si dovrà provvedere affinché la produzione e/o l'utilizzo avvengano in un sistema chiuso, e si dovrà comunque procedere in modo che il livello di esposizione degli addetti sia ridotto al più basso valore tecnicamente possibile (utilizzando gli appropriati DPI, limitando i contatti con l'agente cancerogeno, controllando l'accesso ai locali in cui avvengono le lavorazioni).

Come prima misura di prevenzione la norma obbliga il datore di lavoro alla valutazione del rischio da esposizione ad agenti cancerogeni e pertanto occorre tenere presente:

- le caratteristiche dell'impiego
- la loro durata e frequenza
- i quantitativi utilizzati
- la concentrazione
- la capacità di penetrazione nell'organismo per le diverse vie di assorbimento, anche in relazione allo stato di aggregazione dell'agente cancerogeno stesso
- le attività che comportano l'utilizzo di sostanze o preparati cancerogeni,
- i motivi per i quali questi sono impiegati
- i quantitativi utilizzati, o presenti come impurità o sottoprodotti
- il numero e l'esposizione degli addetti
- le misure preventive e protettive da applicare
- i DPI utilizzati

Tendo presente quanto previsto dalla norma l'obiettivo principale è quello di attuare misure di prevenzione che escludano quanto più possibile che ci siano dei lavoratori esposti e che nel contempo portino la durata e l'intensità dell'esposizione dei lavoratori ai livelli più bassi possibile.

Per accertare e documentare la situazione di esposizione lavorativa a cancerogeni e/o mutageni le norme prevedono il ricorso a misurazioni degli agenti mediante campionamenti ambientali allo scopo di determinare il livello di esposizione per via inalatoria e studiare l'efficacia delle misure di prevenzione adottate.

Molto spesso per gli agenti cancerogeni e/o mutageni **non è possibile evidenziare una soglia di esposizione sicura**, anche se bassa o molto bassa, ,anche se a livello comunitario è stato introdotto il **valore limite** definito come: *il limite della concentrazione media, ponderata in funzione del tempo, di un agente cancerogeno o mutageno nell'aria, rilevabile dentro la zona di respirazione di un lavoratore, in relazione ad un periodo di riferimento determinato.*

Dalla misurazione del valore limite è possibile arrivare alla stima dell'esposizione dei lavoratori suddividendoli in:

- potenzialmente esposti,
- esposti.

Lavoratori potenzialmente esposti: il valore di esposizione ad agenti cancerogeni e/o mutageni risulta superiore a quello della popolazione generale, solo per eventi imprevedibili e non sistematici.

Lavoratori esposti: il valore di esposizione ad agenti cancerogeni e/o mutageni potrebbe risultare superiore a quello della popolazione generale.

CONTROLLO SANITARIO

Gli addetti ad attività con esposizione ad agenti cancerogeni e/o mutageni devono essere sottoposti a sorveglianza sanitaria. Sentito il parere del medico competente, devono essere adottate misure preventive e protettive, e programmate le visite mediche periodiche. Il medico fornisce agli addetti adeguate informazioni sulla sorveglianza sanitaria cui sono sottoposti, con particolare riguardo all'opportunità di sottoporsi ad accertamenti sanitari anche dopo la cessazione dell'attività lavorativa.

In considerazione anche della possibilità di effetti a lungo termine, gli esposti ad agenti cancerogeni e/o mutageno devono essere iscritti in un **registro** nel quale è riportata l'attività svolta, l'agente utilizzato e, ove noto, il valore dell'esposizione a tale agente. Detto registro è istituito ed aggiornato dal datore di lavoro che ne cura la tenuta insieme al medico competente. Copia del registro va consegnata all'ISPESL e all'organo di vigilanza competente per territorio (ASL), comunicando, almeno ogni 3 anni, le variazioni intervenute, e a richiesta va consegnata all'Istituto Superiore di Sanità.

Per ciascuno degli addetti esposti è istituita una **cartella sanitaria e di rischio**, a tutela del lavoratore per il controllo dell'esposizione anche dopo la cessazione dell'attività a rischio. La cessazione del rapporto di lavoro va comunicata all'ISPESL e all'organo di vigilanza competente per territorio (ASL), e all'ISPESL vanno consegnate le relative cartelle sanitarie e di rischio.

AGENTI BIOLOGICI

PRINCIPALI RIF.TI LEGISLATIVI

DPR 303/56	Norme generali per l'igiene del lavoro
D.L.gs 626/94 titolo VIII	Attuazione delle direttive riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro

PREMESSA

Ai sensi di legge si intende per:

- a) *agente biologico: qualsiasi microrganismo, anche geneticamente modificato, coltura cellulare ed endoparassita umano che potrebbe provocare infezioni, allergie o intossicazioni;*
- b) *microrganismo: qualsiasi entità microbiologica, cellulare o meno, in grado di riprodursi o trasferire materiale genetico;*
- c) *coltura cellulare: il risultato della crescita in vitro di cellule derivate da organismi pluricellulari.*

Gli agenti biologici vengono classificati in quattro gruppi, per rischio crescente di infezione:

1. poche probabilità di causare malattie in soggetti umani, e si può contrastare con efficaci misure di prevenzione e/o cura
2. può causare malattie in soggetti umani; è alquanto improbabile che si propaghi nelle comunità, ma si può contrastare con efficaci misure di prevenzione e/o cura (un esempio è il virus del morbillo)
3. può causare gravi malattie in soggetti umani; può propagarsi nelle comunità ma si può contrastare con efficaci misure di prevenzione e/o cura (un esempio è il virus dell'epatite C)
4. può di norma causare gravi malattie in soggetti umani; può presentare un elevato rischio di propagazione e di norma non sono disponibili efficaci misure di prevenzione e/o cura (ad esempio il virus di Ebola).

Gli obblighi del datore di lavoro e le misure di prevenzione e protezione dei lavoratori sono condizionati dalla differente patogenicità dei microrganismi.

Gli adempimenti sono diversi a seconda che si utilizzino agenti biologici rispettivamente dei gruppi 2 e 3 da un lato e 4 dall'altro. Nel primo caso il datore di lavoro dovrà limitarsi a darne comunicazione alla Unità Sanitaria Locale almeno 30 giorni prima dell'inizio dell'attività; invece nel caso di microrganismi del gruppo 4 è necessaria una specifica autorizzazione da parte del Ministero della Sanità.

L'utilizzo di microrganismi geneticamente modificati è regolamentato con il **Decreto Legislativo 206/01**.

Una efficace valutazione del rischio non può prescindere da:

- a) informazione sulle malattie che possono essere contratte;
- b) potenziali effetti allergici e tossici;
- c) conoscenza di patologie dalle quali è affetto un lavoratore, che possono essere in correlazione diretta con l'attività lavorativa svolta;
- d) possibili interazioni dei diversi gruppi di agenti biologici utilizzati;
- e) fasi del procedimento lavorativo che comportano il rischio di esposizione ad agenti biologici;
- f) numero di addetti potenzialmente esposti.

FONTI DI PERICOLO

Le malattie infettive risultano dall'**interazione** tra un **agente infettivo** ed un **ospite** suscettibile.

L'insorgenza di infezione è determinata da una complessa **interazione tra i diversi fattori** che caratterizzano l'agente infettivo, la suscettibilità dell'ospite e, per le infezioni esogene, le modalità di trasmissione.

In sintesi questi fattori sono:

per l'agente infettivo: patogenicità, virulenza, invasività, dose, fonte, serbatoio, etc

per l'ospite: meccanismi di difesa aspecifici, immunità naturale, immunità acquisita.

Caratteristiche dell'agente infettivo:

- 1) - **patogenicità**: capacità da parte dei microrganismi di provocare una malattia o di produrre lesioni a carattere progressivo;
- 2) - **virulenza**: misura della capacità del microrganismo di dar luogo a quadri clinici severi; può essere stimata in relazione alla morbosità, alla mortalità ed alla capacità di diffusione nella popolazione;

- 3) - **invasività**: la proprietà dell'agente infettivo di invadere l'organismo per esempio a superare mucose e cute integra;
- 4) - **dose minima efficace**: quantità minima di microrganismi in grado di produrre la malattia, che può variare a seconda delle vie di introduzione;
- 5) - **serbatoio**: il luogo in cui usualmente il microrganismo sopravvive e si moltiplica;
- 6) - **fonte**: il luogo dal quale il microrganismo viene di fatto trasmesso all'ospite;

Caratteristiche dell'ospite:

- 1) - meccanismi aspecifici:
- a) **flora endogena**,
- b) **barriere naturali** (cute, mucose, sfinteri)
- c) reazione flogistica
- 2) - **immunizzazione**: attivazione di quei processi che provocano una risposta contro i microrganismi patogeni in modo da essere protetti dai loro effetti dannosi. Può essere:
- a) immunità naturale: può essere attiva(infezioni) o passiva(anticorpi materni)
- b) immunità acquisita: viene indotta in maniera artificiale attraverso le vaccinazioni (attiva) oppure attraverso il trattamento con immunoglobuline (passiva).

I rischi biologici ai quali può essere esposto un lavoratore sono quindi:

- infezione
- effetti allergici
- effetti tossici

L'esposizione ad un agente biologico per contatto diretto può avvenire nei seguenti modi:

- ingestione/aspirazione di gas
- rovesciamento di liquidi contenenti l'agente biologico
- introduzione nell'organismo attraverso ferite.

TRASMISSIONE PER CONTATTO (infezioni gastrointestinali, respiratorie, cutanee o di ferite comprendenti: clostridium difficile, escherichia coli, shigella, virus epatite A, rotavirus, virus respiratorio parainfluenzale, Herpes simplex, scabbia, Herpes zoster, infezioni virali emorragiche come l'ebola).

La trasmissione per contatto diretto comporta un contatto diretto da superficie corporea a superficie corporea e un trasferimento fisico di microrganismi fra una persona infetta o colonizzata ed un ospite suscettibile; la trasmissione per contatto indiretto comporta un contatto di un ospite suscettibile con un oggetto contaminato che fa da intermediario, di solito inanimato, come strumenti, aghi, indumenti e guanti che non sono stati cambiati.

TRASMISSIONE TRAMITE GOCCIOLINE di grandi dimensioni ("droplet") (meningite, polmonite, gravi infezioni batteriche respiratorie come difterite, pertosse, peste polmonare, scarlattina, rosolia).

Le goccioline sono generate dal soggetto fonte principalmente durante la tosse, gli starnuti, parlando. La trasmissione si verifica quando le goccioline contenenti microrganismi generate dalla persona infetta vengono espulse a breve distanza nell'aria e depositate sulla congiuntiva dell'ospite, sulle mucose nasali o nella bocca. Poichè le goccioline non rimangono sospese nell'aria, non sono richiesti speciali trattamenti dell'aria o una particolare ventilazione per prevenire la trasmissione delle stesse; infatti la trasmissione per goccioline non deve essere confusa con la trasmissione per via aerea.

TRASMISSIONE PER VIA AEREA, si verifica

- sia per disseminazione di nuclei di goccioline ("droplet nuclei") (residui di piccole particelle (diametro di 5 um o meno) di goccioline evaporate contenenti microrganismi che rimangono sospese nell'aria per un lungo periodo)
- sia di particelle di polveri contenenti l'agente infettivo.

I microrganismi trasmessi per via aerea comprendono il micobatterio della tubercolosi, il virus del morbillo e il virus della varicella.

I microrganismi trasportati in questo modo possono essere largamente dispersi da correnti d'aria e possono venire inalate dall'ospite suscettibile dentro la stessa stanza oppure lontano dalla fonte, a seconda dei fattori ambientali; perciò è richiesto uno speciale trattamento e una ventilazione dell'aria per prevenire la trasmissione per via aerea.

TRASMISSIONE ATTRAVERSO VEICOLI COMUNI riguarda microrganismi trasmessi da oggetti o altri materiali contaminati come alimenti, acqua, farmaci.

TRASMISSIONE ATTRAVERSO VETTORI avviene quando vettori come zanzare, mosche, topi ed altri insetti nocivi trasmettono microrganismi.

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE



RISCHIO BIOLOGICO

Per le attività che contemplano l'uso di agenti biologici devono essere attuate misure tecniche, organizzative, e procedurali per evitare o ridurre al minimo l'esposizione. In particolare:

- a) evitare l'utilizzo di agenti biologici nocivi, se il tipo di attività lo consente;
- b) limitare al minimo gli addetti esposti, o potenzialmente esposti, al rischio di contatto con agenti biologici;
- c) adottare misure per prevenire e ridurre al minimo la propagazione accidentale di un agente biologico fuori dal luogo di utilizzo;
- d) esporre in modo chiaro e visibile il segnale di rischio biologico (cfr. all. X D.Lgs. 626/94);
- e) mettere in atto procedure idonee per prelevare, manipolare e trattare campioni di origine umana e animale;
- f) tenere aperti i recipienti contenenti agenti biologici solo per il tempo strettamente necessario;
- g) definire procedure di emergenza per affrontare incidenti;
- h) mettere in atto idonee misure igieniche: servizi sanitari adeguati provvisti di docce con acqua calda e fredda, nonché, se il caso, lavaggi oculari e antisettici per la pelle;
- i) evitare il travaso dei prodotti pericolosi in contenitori non idonei o sprovvisti di indicazione sul contenuto;
- j) i DPI devono essere controllati, disinfettati e puliti dopo ogni utilizzazione, provvedendo altresì a far riparare o sostituire quelli difettosi prima dell'utilizzazione successiva;
- k) deve essere tassativamente vietato assumere cibi o bevande e fumare nelle aree di lavoro a rischio da esposizione.

Precauzioni in caso di contatto

- indossare guanti, camice, mascherine e altri indumenti protettivi;
- utilizzare con attenzione la strumentazione in vetro e gli oggetti acuminati, prevenendo qualsiasi minima escoriazione;
- mantenere la zona di lavoro (es. laboratorio) pulita ed ordinata;
- eseguire la manipolazione dei microrganismi e del materiale biologico sotto cappa;
- in caso di dispersione accidentale di materiale biologico (ad es. su banchi di lavoro o sul pavimento), cospargere con disinfettante (vedi interventi di emergenza).

Precauzioni in caso di contaminazione per via aerea

- pipettare con precauzione e non soffiare aria nelle sospensioni infette;
- dopo centrifugazione aprire le provette sotto cappa;
- aprire le ampolle contenenti microrganismi liofilizzati in modo tale che l'aria entri lentamente (se l'aria penetra rapidamente in un contenitore sottovuoto si crea una turbolenza che può far fuoriuscire polvere infettante);
- utilizzare cappe biologiche e mascherine protettive.

Precauzioni in caso di contaminazione per ingestione

- usare guanti e lavarsi sempre le mani dopo un lavoro rischioso e/o prima di lasciare il laboratorio;
- non pipettare con la bocca, non fumare, mangiare, bere, non tenere cibi e bevande nei laboratori.

Il **contenimento** è l'insieme delle misure tecniche organizzative, procedurali e delle cautele da adottare per ridurre al minimo le possibilità di contagio.

In tutte le attività che comportano manipolazione di agenti biologici, occorre operare un adeguato contenimento per prevenire il contatto dell'agente biologico con l'ambiente e le persone.

Il contenimento evita il contatto dell'agente con l'operatore, l'interruzione del contenimento può portare al contagio.

Il contenimento può essere ottenuto con barriere fisiche (isolamento, cappe biologiche, guanti, maschere, occhiali, sterilizzazione) barriere chimiche (detersivi, disinfettanti) barriere biologiche (vaccinazione delle persone esposte, solo quando possibile ed opportuna)

I livelli di contenimento dipendono dalla classe dell'agente biologico e dal tipo di contatto prevedibile.

Misure generali di contenimento:

- disinfezione e sterilizzazione;

- uso di dispositivi di protezione personale;
- isolamento delle zone dei laboratori dalle zone di accesso al pubblico;
- isolamento dei laboratori a maggior rischio;
- uso di cappe biologiche;
- raccolta, trattamento e smaltimento dei rifiuti contaminati.

PROCEDURE GENERALI

1. Proibito fumare, mangiare, bere e tenere cibo o tabacco in tutte le zone dove sono tenuti o maneggiati materiali biologici pericolosi.
2. Ogni volta che si maneggiano sangue, liquidi biologici e qualsiasi altro materiale proveniente dall'uomo o dagli animali indossare guanti monouso in lattice o in vinile (questi ultimi da preferire perchè non provocano allergie), indumenti protettivi quali camice con maniche lunghe e eventuale sovracamice idrorepellente in TNT (tessuto non tessuto), occhiali e visiera.
3. Togliersi gli indumenti protettivi e i guanti quando si lascia il laboratorio.
4. Non toccare le maniglie delle porte e altri oggetti del laboratorio con i guanti con cui si è maneggiato materiale potenzialmente infetto.
5. Rispettare le norme igieniche, lavarsi le mani frequentemente e ogni qualvolta ci si contamina o immediatamente dopo aver rimosso i guanti.
6. Non pipettare con la bocca, usare solo pipettrici meccaniche.
7. Prendere precauzioni per prevenire danni dovuti all'utilizzo di oggetti taglienti.
8. E' vietato reincappucciare gli aghi: è necessario riporli direttamente negli appositi contenitori.
9. Eliminare le punte delle micropipette in contenitori di plastica rigida.
10. Usare solo pipettrici meccaniche.
11. Usare cappe adeguate per il livello di contenimento, in relazione al grado di pericolosità dei microrganismi e per tutte quelle procedure che possono provocare aerosol.
12. Decontaminare le superfici di lavoro e gli strumenti ogni giorno o dopo uno spandimento. Si possono utilizzare diluizioni di ipoclorito di sodio (conc.1:5) (varechina comune) o altri disinfettanti in alternativa.
13. Nel caso si maneggi materiali di provenienza umana si consiglia la vaccinazione antiepatite B.
14. Nelle aree dove sono utilizzati materiali biologici pericolosi, devono essere posti segnali di avvertimento per rischio biologico.

INDUMENTI PER LA PROTEZIONE DA AGENTI BIOLOGICI

Gli indumenti di protezione da agenti biologici (camici con maniche lunghe, completo giacca con maniche lunghe e pantaloni, tuta intera con maniche lunghe) devono essere sempre scelti tenendo conto dell'attività svolta, tuttavia ci sono alcune regole generali a cui attenersi:

- protezione delle parti anatomiche esposte che possono comprendere la base del collo, il busto, le braccia e le gambe;
- i camici devono avere lunghezza almeno al di sotto del ginocchio;
- l'indumento deve essere realizzato con maniche lunghe le cui estremità devono essere provviste di elastici e aderire ai polsi per impedire l'esposizione della parte interna delle braccia;
- gli indumenti costituiti da più parti devono essere progettati in modo tale da garantire la protezione di tutte le prevedibili posture di lavoro;
- deve sempre essere assicurata una adeguata protezione lungo le parti di chiusura;
- gli indumenti devono essere indossati per tutto il tempo in cui permane il rischio di esposizione agli agenti biologici;
- gli indumenti devono sempre adattarsi alle esigenze lavorative e devono garantire il comfort durante tutto il periodo del loro impiego.

CONTROLLO SANITARIO

Gli addetti alle attività per le quali vi sia un rischio per la salute dovuto ad esposizione ad agenti biologici devono essere sottoposti alla sorveglianza sanitaria. Possono essere richieste misure speciali di protezione, come la messa a disposizione di vaccini efficaci per chi non è già immune all'agente biologico, da somministrare a cura del medico competente.

Gli addetti ad attività comportanti uso di agenti del gruppo 3 o 4 devono essere iscritti in un **registro** in cui sono riportati l'attività svolta, l'agente utilizzato e gli eventuali casi di esposizione individuale. Per ciascuno degli addetti esposti è istituita una cartella sanitaria e di rischio, custodita, a cura del medico competente, presso l'unità, sotto la responsabilità del datore di lavoro.

RADIAZIONI IONIZZANTI

PRINCIPALI RIF.TI LEGISLATIVI

DPR 547/55	Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro
D.Lgs. 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.

PREMESSA

Le radiazioni si dicono ionizzanti quando la loro energia è in grado di provocare la ionizzazione degli atomi del mezzo che attraversano. Le radiazioni sono direttamente ionizzanti quando la ionizzazione dell'atomo avviene tramite interazione diretta e continua della particella incidente con gli elettroni dell'atomo (come avviene nel caso delle particelle cariche), o indirettamente ionizzanti quando la ionizzazione avviene tramite l'interazione con gli atomi del mezzo delle particelle cariche secondarie prodotte dal passaggio della radiazione primaria (come avviene nel caso dei fotoni di alta energia e delle particelle neutre).

In un laboratorio di ricerca e didattica le radiazioni più frequentemente utilizzate, emesse da sorgenti radioattive, sono le **particelle alfa**, le **particelle beta**, i **raggi gamma** ed **X** e i **neutroni**.

Descriviamo brevemente le caratteristiche principali dei singoli tipi di radiazioni, ricordando anzitutto che una sorgente radioattiva è costituita da un certo numero di atomi di un isotopo radioattivo (o di più isotopi radioattivi) naturale o artificiale. La sorgente è caratterizzata dalla sua attività, che decade esponenzialmente con tempo di dimezzamento caratteristico per ogni singolo isotopo, e che si misura in **Bécquerel** (1 Bq = 1 disintegrazione al secondo) nel SI; è ancora abbastanza usata l'unità **Curie** (1 Ci = $3.7 \cdot 10^{10}$ disintegrazioni al secondo).

Particelle alfa

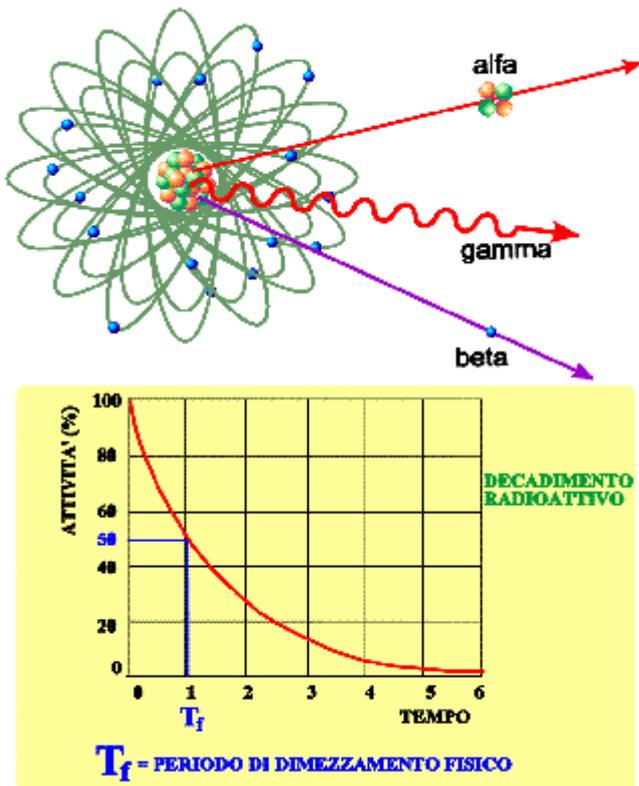
Sono nuclei di He (quindi $Z=+2$), con spettro di energia discreto, emessi da isotopi ad alto Z; un emettitore abbastanza usato è Am^{241} , la cui riga più abbondante ha energia $E=5.48$ Mev. Queste α hanno un range in aria NTP di circa 4 cm, e comunque le α più energetiche emesse da isotopi radioattivi non percorrono più di 7-8 cm in aria NTP. Lo schermaggio dalle particelle α è quindi molto semplice (basta un foglio di carta), ma bisogna ricordare che tutti gli isotopi α -emettitori emettono anche fotoni γ , ed è su questi che va commisurato lo schermaggio della sorgente. A causa della carica relativamente elevata e della velocità relativamente bassa, le particelle α hanno una perdita di energia per unità di percorso, indicata di solito come $\Delta E/\Delta x$ o anche come L.E.T. (cioè Linear Energy Transfer), piuttosto elevata. L'esposizione a sorgenti α esterne al corpo non è particolarmente pericolosa: eventuali particelle che riescano a colpire l'operatore, si fermano comunque nello strato morto della pelle. Diventa invece molto pericolosa se la sorgente è interna, perchè l'operatore ha inalato o ingerito atomi radioattivi, oppure questi sono entrati attraverso una ferita.

Particelle beta

Le particelle beta sono elettroni (β^-) o positroni (β^+) emessi da atomi radioattivi, con spettro di energia continuo che va da 0 fino ad un certo valore massimo. Questo varia molto da un isotopo all'altro, andando da poche decine di keV fino a oltre 10 MeV. A parità di energia il L.E.T. dei β è molto minore di quello delle α . Anche le particelle β si fermano abbastanza facilmente: come ordine di grandezza si può ricordare che il range di elettroni da 1 MeV in Al è poco superiore a un mm. Occorre tuttavia ricordare che quasi sempre all'emissione β è associata un'emissione γ (anche se esistono isotopi come P^{32} e pochi altri che sono "beta puri").

Inoltre in materiali ad alto Z come il Pb gli elettroni producono fotoni di Bremstrahlung (radiazione di frenamento) la cui energia può arrivare fino all'energia degli elettroni incidenti. Ciò significa che elettroni da 1Mev possono produrre fotoni da 1 Mev, molto più difficili da schermare degli elettroni iniziali. È bene quindi che il primo schermaggio di una sorgente beta sia fatto con materiale a basso Z (plastica o Al) che arresti gli elettroni senza produrre Bremstrahlung; in seguito si può aggiungere uno schermaggio esterno (per esempio di Pb) per attenuare i γ emessi direttamente dalla sorgente.

Nel caso di sorgenti di positroni bisogna ricordare che questi producono per annichilazione l'emissione di γ da 0.51 Mev. L'esposizione a particelle beta provenienti da sorgenti esterne al corpo può provocare danni alla pelle, perchè la maggior parte delle particelle riesce a penetrare oltre lo strato morto, e a agli occhi.



Fotoni di alta energia

Raggi X : fotoni emessi nelle transizioni fra livelli atomici; hanno spettro discreto e coprono l'intervallo di energia fra circa 1 keV e circa 150 keV.

Raggi γ : fotoni emessi nelle transizioni fra livelli nucleari; hanno spettro discreto ed energie che vanno dalla decina di keV fino ad alcuni MeV.

Fotoni di Bremstrahlung : fotoni ottenuti per frenamento di elettroni; hanno spettro di energia continuo. Il limite superiore alla loro energia è pari all'energia degli elettroni che li producono.

Per i fotoni, qualunque sia la loro origine, non si può definire una perdita specifica di energia né un range, come nel caso delle particelle cariche. Si ha invece l'attenuazione di un fascio di fotoni che attraversa la materia. Nel caso di fotoni monoenergetici che attraversino un elemento puro si ha una legge particolarmente semplice :

$$I(x) = I_0 \exp(-\mu x)$$

dove I_0 è l'intensità iniziale del fascio e $I(x)$ è l'intensità residua dopo l'attraversamento dello spessore x dell'elemento caratterizzato dal coefficiente di attenuazione lineare μ . La quantità $1/\mu$ rappresenta lo spessore necessario per ridurre l'intensità iniziale di un fattore e (≈ 2.7). Il coefficiente di attenuazione è particolarmente elevato per i materiali ad alto Z: è per questo che le schermature per i fotoni sono molto spesso realizzate in piombo.

I fotoni di alta energia possono penetrare e danneggiare gli organi interni anche quando provengono da sorgenti esterne.

Neutroni

Il neutrone ha massa circa uguale a quella del protone e carica nulla. Ionizza indirettamente, o tramite i nuclei del materiale che attraversa, a cui comunica energia cinetica per urto elastico, o tramite le particelle cariche e i fotoni che produce attraverso reazioni nucleari.

Tra le reazioni nucleari che può provocare ci sono anche quelle di attivazione, che rendono radioattivi gli atomi colpiti: questa caratteristica distingue i neutroni rispetto alle radiazioni ionizzanti viste in precedenza. Neanche per i neutroni si può definire un range. Le sorgenti di neutroni sono realizzate con l'isotopo Cf^{252} (che emette neutroni per fissione spontanea), o bombardando atomi di Berillio con particelle alfa (ad es. sorgenti $Am^{241} + Be$) o con raggi gamma (ad es. sorgenti $Sb^{124} + Be$); in tutti i casi la schermatura va fatta anche per i gamma oltre che per i neutroni. Questi ultimi vengono rallentati (termalizzati) con materiali ad alto contenuto di idrogeno, come il polietilene.

Infine è bene ricordare che i neutroni possono essere prodotti in modo non intenzionale, da fotoni di alta energia che provocano fotofissione di nuclei: questo può succedere per esempio in vicinanza di piccoli acceleratori di elettroni (betatroni o linac) usati per generare fotoni di Bremsstrahlung di energia molto alta.

UNITA' DI MISURA DELLA RADIAZIONE

In base alle disposizioni dell'ICRU e anche alle norme italiane, le unità di misura da usare sarebbero soltanto quelle del SI. Nella pratica tuttavia si usano ancora, abbastanza spesso, le vecchie unità.

Esposizione

Questa grandezza si misura in base alla ionizzazione che le radiazioni X e γ producono in aria: l'unità coerente quindi è il **Coulomb/kg** di aria. La vecchia unità è il **Roentgen**, che era stata introdotta per la prima volta nel 1928 come unità di dose per valutare i fasci forniti dai tubi per raggi X e che nel 1937 era stata definita come quella quantità di radiazione X o γ capace di produrre in aria $1.61 \cdot 10^{12}$ coppie di ioni per grammo. Ciò corrispondeva al rilascio di circa 84 erg/grammo. Il roentgen e la corrispondente unità incoerente per il rateo di esposizione, cioè il **Roentgen/ora**, sono ancora abbastanza usati nei monitor portatili.

Dose assorbita

La grandezza da misurare è l'ammontare di energia depositata dalla radiazione in un materiale per unità di massa del materiale stesso, qualunque sia il tipo di radiazione ionizzante che cede l'energia.

Nel SI l'unità di misura è il **Gray** (Gy); $1 \text{ Gy} = 1 \text{ Joule}/1 \text{ kg}$; si usa ancora l'unità **rad** ($=100 \text{ erg/g}$) e vale l'equivalenza $1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$.

Dose equivalente

Uguali dosi assorbite non determinano necessariamente lo stesso effetto biologico; questo è dovuto in parte al fatto che tipi diversi di radiazione, a parità di energia rilasciata per unità di massa, provocano differenti danni alle cellule in dipendenza dal valore diverso del LET.

Poiché per la protezione e controllo della radiazione ci si occupa del danno biologico e del rischio per le persone, si utilizza la dose equivalente per valutare il rischio biologico su una scala comune a tutti i tipi di radiazione ionizzante. Essa è definita come prodotto della dose assorbita per una costante chiamata fattore di qualità (F.Q.) che dipende dal tipo di radiazione. L'unità di misura nel SI è il **Sievert** (Sv): una dose equivalente (o dose biologica effettiva) di 1 Sievert è prodotta da una dose assorbita di 1 Gy di radiazione con $F.Q.=1$

La vecchia unità era il **rem**, dose equivalente prodotta da un rad di radiazione con $F.Q.=1$. Vale l'equivalenza $1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$.

Riassumendo:

$$\begin{aligned} \text{Equivalente di dose (Sv)} &= \text{dose assorbita (Gy)} \cdot \text{Fattore di Qualità} \\ \text{Equivalente di dose (rem)} &= \text{dose assorbita (rad)} \cdot \text{Fattore di Qualità} \end{aligned}$$

I valori per i fattori di qualità sono:

Raggi X e gamma	1
beta	1
Neutroni	2 ÷ 10 (varia perché il danno dipende dall'energia)
Alfa	20

Equivalente di dose efficace

L'equivalente di dose efficace esprime il rischio derivato da una dose assorbita da un singolo organo o da parte del corpo, che avrebbe lo stesso effetto di una dose al corpo intero. L'unità di misura è il **rem** o il **Sievert**.

CONSIDERAZIONI OPERATIVE

SORGENTI DI RADIAZIONE UTILIZZATE IN LABORATORIO

Nelle applicazioni in un laboratorio di ricerca le sorgenti di radiazioni ionizzanti possono essere distinte in :

- sostanze radioattive
- macchine radiogene

MACCHINE RADIOGENE

TUBI A RAGGI X
PER
DIAGNOSTICA

MICROSCOPI
ELETTRONICI

DIFFRATTOMETRI E
SPETTROMETRIA
FLUORESCENZA X

TUBI RX PER
APPLICAZIONI
PARTICOLARI
DI RICERCA

RADIOISOTOPI

SOLUZIONI NON
SIGILLATE DI
 H^3 , C^{14} , P^{32} , P^{33} , S^{35} , Ca^{45} ,
 Cr^{51} , Tc^{99} , Tc^{99m} , In^{111} , I^{125} ,
 I^{131}

SALI DI URANIO
NATURALE E TORIO
NATURALE

SORGENTI DI
CALIBRAZIONE
SIGILLATE E NON
 Cs^{137} , Am^{241} , Co^{60} , Fe^{59} ,
 Eu^{152} , Sr^{90} , Na^{22} , Ra^{226}

SORGENTI PER
APPLICAZIONI
PARTICOLARI DI
RICERCA
 Cs^{137} , Am^{241} , Co^{57} ,
 Sn^{119m}

1. Sostanze radioattive

Si è già detto qualcosa dal punto di vista fisico a proposito degli isotopi radioattivi e delle radiazioni che essi emettono. Esistono poi norme di legge che distinguono fra vari tipi di sorgenti.

Le sorgenti possono essere **sigillate** e **non sigillate**.

Sorgente sigillata: "Sorgente formata da materie radioattive solidamente incorporate in materie solide e di fatto inattive, o sigillate in involucro inattivo che presenti una resistenza sufficiente ad evitare, in condizioni normali di impiego, dispersione di materie radioattive superiore ai valori stabiliti dalle norme di buona tecnica applicabili" (D.Lgs.230/95, art.4)

Sorgente non sigillata: "Qualsiasi sorgente che non corrisponde alle caratteristiche o ai requisiti della sorgente sigillata. " (D.Lgs.230/95, art.4)

Sono ovviamente del tipo sigillato le sorgenti γ ad alta attività (spesso di Co^{60}) usate per scopi industriali (misure di livello o di spessore, controllo di saldature con gammagrafia, sterilizzazione,...). Sono sigillate anche le sorgenti $\beta+\gamma$ di bassa attività usate per ricerca e didattica, quando interessa solo la radiazione γ .

Le sorgenti non sigillate (spesso come soluzione o sospensione liquida) vengono impiegate in genere come traccianti radioattivi, o per analisi radiochimiche e di laboratorio.

Quando la sigillatura in forma di strato ricoprente assorbirebbe le radiazioni che interessano (questo vale in particolare per le sostanze alfa emittenti) si ricorre di solito a sorgenti in cui l'isotopo radioattivo è elettrodepositato su un supporto metallico. In questo caso la sorgente è praticamente sigillata, ma va maneggiata con molta attenzione per non provocare graffi che rilascerebbero atomi radioattivi.

2. Macchine Radiogene

Secondo la legge le macchine radiogene sono apparecchi generatori di radiazioni ionizzanti con le seguenti caratteristiche:

- 1) Tubi, valvole e apparecchiature che accelerino particelle elementari cariche con energie:
 - a) superiori a 20 KeV

b) superiori a 5 KeV ed inferiori a 20 KeV quando l'intensità dell'equivalente di dose, in condizioni normali di funzionamento, sia uguale o superiore a 1 mSv/h a una distanza di 0,1 m da qualsiasi punto della superficie esterna dell'apparecchiatura

2) tubi catodici in apparecchiature che forniscono immagini visive, quando l'intensità dell'equivalente di dose, in condizioni normali di funzionamento, sia uguale o superiore a 5 mSv/h a una distanza di 0,05 m da qualsiasi punto della superficie esterna dell'apparecchiatura."

(D.Lgs.230/95, art.7 All. I)

Le macchine radiogene vengono utilizzate in laboratorio per radiografie o per indagini strutturali (microscopi elettronici, diffrattometri, spettrometri).

I PERICOLI DA RADIAZIONI IONIZZANTI

Il pericolo delle radiazioni ionizzanti deriva dal fatto che gli atomi ionizzati dalle radiazioni sono soggetti a reazioni chimiche che possono causare danni alle cellule, con conseguente insorgenza di tumori, o di danni ereditari dovuti ad effetti sul codice genetico (DNA).

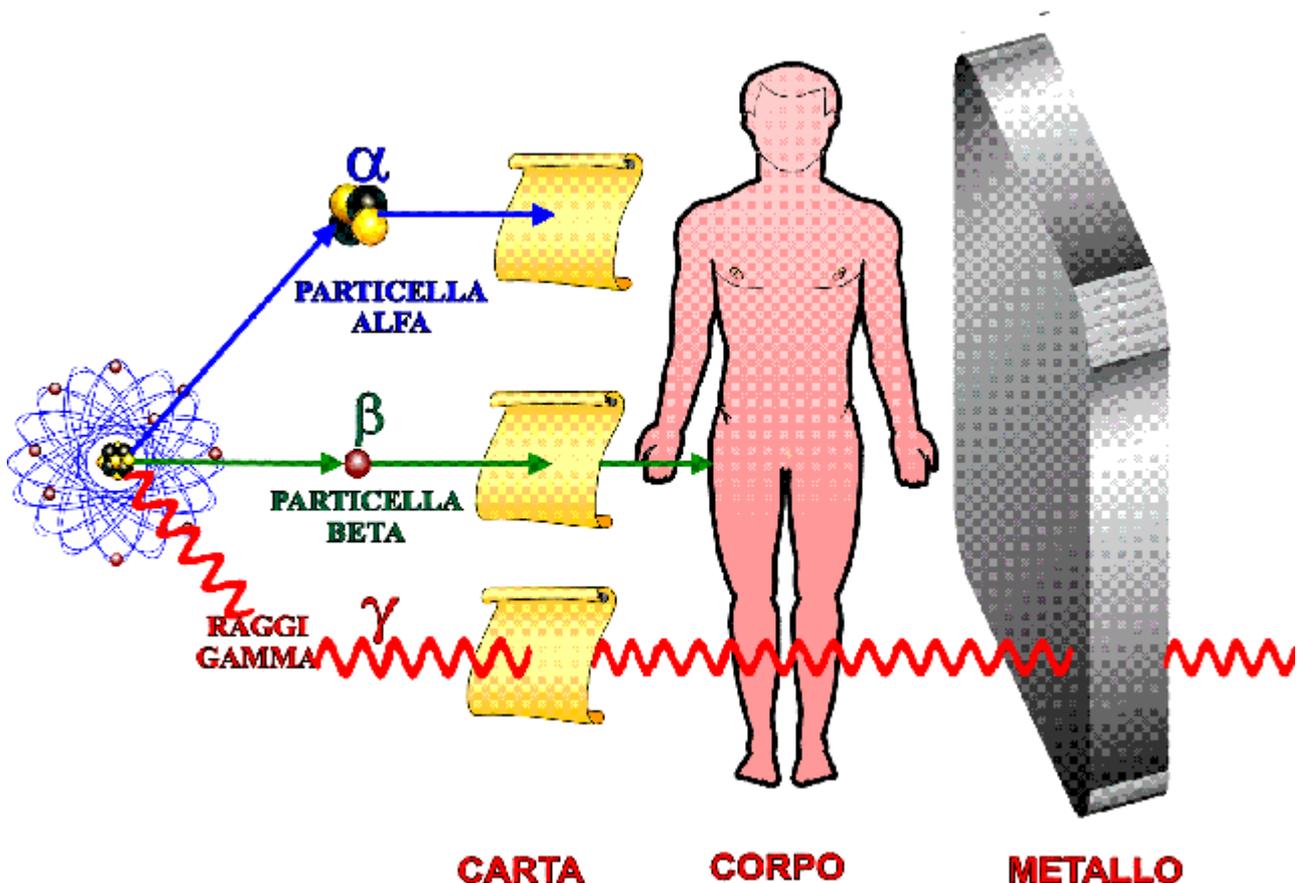
Ai fini operativi, i pericoli da radiazioni ionizzanti possono essere distinti in :

- esposizione
- contaminazione radioattiva

Esposizione

L'esposizione si distingue in **interna**, prodotta da sorgenti introdotte nell'organismo (ingestione o inalazione), ed **esterna**, prodotta da sorgenti situate all'esterno dell'organismo.

RADIAZIONI E LORO POTERE DI PENETRAZIONE



Ogni sorgente dà poi luogo ad un tipo di esposizione diversa:

Radiazione alfa.

Per il loro scarso potere di penetrazione, le sorgenti alfa esse non riescono ad attraversare lo strato corneo della pelle e non raggiungono i tessuti sottostanti. Non sussiste pertanto il rischio di irradiazione esterna per gli organi interni del corpo, ma è elevato il rischio in caso di esposizione a contatto o in prossimità degli **occhi**.

Radiazione beta

Le radiazioni beta hanno più potere penetrante e possono quindi superare lo strato corneo della pelle ($E > 70 \text{ KeV}$). Il rischio da esposizione a radiazione beta è quindi elevato per **contatto diretto** o a distanza ridotta dall'organismo; il rischio interessa in particolare le esposizioni parziali.

Radiazione X e gamma

Le radiazioni X e gamma sono le più penetranti, e il rischio è presente anche a distanza dalla sorgente; in questo caso sono soggetti a rischio anche gli **organi interni** del corpo, in particolare le gonadi e gli organi ematopoietici (midollo osseo).

Contaminazione radioattiva

"Contaminazione di una matrice, di una superficie, di un ambiente di vita o di lavoro o di un individuo, prodotta da sostanze radioattive. Nel caso particolare del corpo umano, la contaminazione radioattiva include tanto la contaminazione esterna quanto la contaminazione interna, per qualsiasi via si sia prodotta." (D.Lgs.230/95, art.5)

Si ha rischio di contaminazione radioattiva quando si utilizzano sorgenti non sigillate. Per la contaminazione interna le sorgenti alfa sono quelle maggiormente dannose: per il loro basso potere di penetrazione, associato alla notevole capacità di ionizzazione, l'energia rilasciata viene assorbita in elementi di volume estremamente piccoli, per cui l'organo interessato subisce un danno elevato.

Per le radiazioni beta, gamma e X, invece, l'energia viene rilasciata in un volume maggiore.

CRITERI DI DIMINUZIONE DEL RISCHIO

Per la diminuzione del rischio di esposizione da radiazioni ionizzanti è necessario tener presente che:

- 1) l'esposizione è **proporzionale** al tempo di esposizione alla sorgente;
- 2) l'esposizione è **inversamente proporzionale** al quadrato della distanza dalla sorgente;
- 3) l'interposizione di opportuni materiali (schermi) tra la sorgente e gli operatori **attenua** il fascio di radiazioni; se si tratta di particelle cariche è sempre possibile arrestare completamente il fascio con uno spessore maggiore del range delle particelle più penetranti; se si tratta di fotoni il fascio non può essere estinto ma attenuato fino ad intensità accettabili.

Inoltre è opportuno predisporre adeguate procedure operative:

- programmazione delle operazioni da effettuare;
- esecuzione preliminare di prove in bianco (cioè senza sorgenti);
- predisposizione di norme operative e di radioprotezione;
- accertamento preventivo del corretto funzionamento di attrezzature e dispositivi di sicurezza e protezione.

Per la diminuzione del rischio di contaminazione radioattiva è necessario :

- effettuare un controllo ambientale per prevenire i rischi da dispersione della contaminazione;
- nei casi di utilizzo sistematico di sorgenti non sigillate, predisporre locali ad uso "spogliatoio" o "anticamera", e locali per un'opportuna sistemazione delle attrezzature;
- utilizzare DPI;
- predisporre opportune procedure operative;
- programmare le operazioni da effettuare;
- eseguire preliminarmente prove in bianco (cioè senza sorgenti);
- predisporre di norme operative e di radioprotezione;
- accertamento preventivo del corretto funzionamento di attrezzature e dispositivi di sicurezza e protezione.

ed inoltre osservare le seguenti norme di carattere generale:

- nei luoghi di lavoro non mangiare, non bere, non fumare;
- mantenere le attrezzature in ordine e pulite;
- osservare un'accurata igiene personale;
- indossare gli indumenti protettivi necessari prima di accedere alle zone di lavoro;

- depositare gli indumenti protettivi utilizzati negli appositi stipetti a fine lavoro.

Le zone in cui si utilizzano radiazioni ionizzanti si dicono “zone classificate” (D.Lgs. 230/95. art. 6), e si distinguono in zone controllate e zone sorvegliate:

- *zona controllata: ambiente di lavoro in cui l'accesso è segnalato e regolamentato.*
- *zona sorvegliata: ambiente di lavoro in cui non possono essere superati, nell'arco di un anno solare, limiti fissati per le persone del pubblico, e che non sia zona controllata.*

Il personale esposto a radiazioni ionizzanti è classificato come professionalmente od occasionalmente esposto a seconda che siano superati o meno i limiti sotto indicati:

esposti di categoria A o professionalmente esposti: esposizione annuale superiore a:

- 1) 6 mSv per tutto il corpo, oppure
- 2) 150 mSv per il cristallino, 500 mSv per la pelle
- 3) 500 mSv per mano, avambraccio, piede, caviglia

Inoltre:

- *professionalmente esposti o esposti di categoria A: esercitano la loro attività lavorativa abitualmente in zona controllata*
- *occasionalmente esposti: esercitano la loro attività lavorativa occasionalmente in zona controllata.*

Per il personale esposto professionalmente è obbligatoria la sorveglianza sanitaria (a cura del medico autorizzato).

L'accesso alle zone controllate è consentito al solo personale classificato come esposto (occasionalmente o professionalmente).

Come norme di carattere generale è necessario tenere presente che le radiazioni ionizzanti costituiscono una importante fonte di pericolo, anche per la loro natura in qualche modo “nascosta” o comunque difficilmente rilevabile senza uno strumento specifico (si pensi per confronto al pericolo di incendio, o all'utilizzo di sostanze chimiche); tuttavia, proprio per questo motivo, sono oggetto di particolare attenzione da parte degli organi preposti alla sicurezza.

Da parte del personale INFM, occasionalmente esposto o “di categoria B”, è richiesto ai fini della sicurezza personale il massimo rispetto delle norme di sicurezza esistenti nei locali in cui esiste rischio di esposizione; questo significa restare nelle zone consentite, prestare attenzione ai cartelli di segnalazione, informarsi sulle procedure da seguire in operatività e in emergenza, utilizzare i DPI (tra cui i **dosimetri**), e comunque **chiedere sempre chiarimenti** in caso di dubbi o perplessità.

RADIAZIONI NON IONIZZANTI

PREMESSA

Il termine radiazioni non ionizzanti (NIR) viene usato in prevalenza per indicare onde elettromagnetiche a bassa energia, che non provocano la ionizzazione degli atomi attraversati.

Il parametro critico dell'onda e.m., dal quale dipende l'energia, è la **frequenza** ν , ed è quindi questa a determinare il livello di interazione fra la radiazione e la materia attraversata.

Non esiste attualmente una normativa specifica, in base alla quale si prenda atto di una effettiva pericolosità di queste radiazioni. Questo principalmente perché non è disponibile una statistica sufficiente sull'esposizione a NIR. Inoltre, lo spettro in frequenza di questo tipo di radiazioni è molto ampio (circa 13 ordini di grandezza contro i 5 delle radiazioni ionizzanti), e questo porta ad una estrema varietà di interazione con la materia (vivente, nel caso qui di interesse!).

Pertanto, quanto è genericamente indicato sotto il nome di NIR è in realtà una vasta gamma di fenomeni, strumenti, attività di laboratorio che possono presentare pericoli più o meno evidenti ed immediati.

Si cercherà qui di dare un quadro il più generale possibile di questi fenomeni, a partire dagli effetti che la radiazione e.m. induce nella materia vivente, per illustrare poi le misure di prevenzione e protezione che si rendono necessarie per queste attività.

I tipi principali di radiazione non ionizzante con i quali si può entrare in contatto sono:

- **radiofrequenze RF** ($10^4 < \nu < 10^9$ Hz), tra cui anche gli **ultrasuoni US** ($10^6 < \nu < 10^7$ Hz)
- **microonde MW** ($10^9 < \nu < 10^{12}$ Hz)
- **raggi infrarossi IR** ($10^{12} < \nu < 10^{15}$ Hz)
- **raggi ultravioletti UV** ($10^{15} < \nu < 10^{16}$ Hz)

L'interazione delle radiazioni non ionizzanti con la materia è dovuto essenzialmente alla polarizzazione delle molecole del mezzo, ed al loro successivo rilassamento.

Nei tessuti biologici l'intensità I dell'onda incidente decresce con la distanza x secondo la relazione:

$$I = I_0 e^{-a x}$$

dove I_0 è l'intensità per $x = 0$, e a è il coefficiente di assorbimento, di dimensioni $[L^{-1}]$; $\lambda = 1/a$ è detta lunghezza di penetrazione, e dipende dalla conducibilità elettrica e dalla costante dielettrica del mezzo, e dalla frequenza dell'onda incidente; i differenti valori di queste costanti per i diversi tipi di tessuto che l'onda incontra portano a diversi valori di assorbimento e riflessione, con conseguenti fenomeni di interferenza.

In ogni caso, l'interazione con la radiazione comporta **fenomeni termici** dovuti all'assorbimento dell'onda (fenomeni che possono innalzare la temperatura dei tessuti), e **fenomeni "non termici"** conseguenti al rilassamento dei dipoli indotti ed al conseguente riarrangiamento delle strutture: il campo elettrico dell'onda incidente può ad esempio interagire con la membrana cellulare, alterando il potenziale di membrana e la sua funzione nella conduzione degli impulsi nervosi.

Le principali conseguenze di questi effetti sono:

per microonde e radiofrequenze:

- danni agli occhi (opacizzazione del cristallino) ed agli organi riproduttivi, per l'gi effetti termici;
- danni a carico del sistema nervoso, con sintomi simili a quelli dovuti allo stress, per gli effetti non termici

per raggi infrarossi:

- effetti dannosi di tipo termico a carico dell'occhio

per raggi UV:

- effetti termici sulla pelle (eritemi o addirittura ustioni)
- non esiste una statistica sufficiente per la correlazione tra tumori della pelle ed esposizione ad UV

A livello atomico gli effetti sono:

- le **onde corte** modificano l'orientamento degli spin elettronici, e inducono la formazione di dipoli (MW modificano lo stato rotazionale delle molecole, IR modificano lo stato vibrazionale);

- la radiazione **visibile** (760-390 nm) provoca transizioni di livello degli elettroni atomici più esterni;
- i raggi **ultravioletti** (390-100 nm) agiscono sugli elettroni degli strati più interni, diventando anche ionizzanti nel lontano UV.

Le caratteristiche delle NIR importanti ai fini di una corretta valutazione del rischio sono:

1. la **frequenza**, che determina la penetrazione nei tessuti: i tessuti biologici hanno un elevato contenuto in acqua, e l'assorbimento delle onde em da parte di questa cresce con la frequenza dalle onde lunghe fino all'infrarosso; dopo un massimo di assorbimento nell'infrarosso vicino si ha una brusca caduta in corrispondenza della finestra visibile (massima trasparenza intorno al giallo); l'assorbimento torna a valori elevati nell'UV, per poi decrescere in corrispondenza dei raggi X e gamma. Questo è esattamente il tipo di comportamento che si osserva nei tessuti irraggiati da NIR.
2. La **coerenza**, che aumenta l'efficacia di una radiazione monocromatica (più fotoni possono interagire simultaneamente con una molecola). Questo fatto costituisce il grande vantaggio e l'estrema pericolosità del **laser**¹.
3. L'**intensità** (flusso di energia trasportato dall'onda nell'unità di tempo attraverso un'area unitaria perpendicolare alla direzione di propagazione), che determina la potenza assorbita per unità di tempo e di superficie; questa varia con la frequenza e con la parte del corpo irradiata.

RADIOFREQUENZE E MICROONDE

Questo tipo di NIR è stato studiato in modo particolare negli ultimi anni; è difficile tuttavia quantificarne gli effetti biologici, dal momento che l'accoppiamento energetico fra radiazioni e animali di taglie diverse ha mostrato grandi differenze, e quindi non è stato possibile effettuare una dosimetria precisa.

Gli effetti biologici dovuti ad esposizione a queste radiazioni sono soprattutto di natura termica, ma non si escludono effetti atermici legati alla proprietà della radiazione elettromagnetica di alterare, per mezzo di interazioni coerenti, il contenuto di informazione di segnali bioelettromagnetici intra e intercellulari. Nel dettaglio:

Effetti termici

È stata dimostrata sperimentalmente la possibilità di indurre, per mezzo di radiofrequenze e microonde, lesioni delle epifisi fertili, delle gonadi e degli occhi. Di particolare rilievo sono gli effetti teratogeni² osservati per esposizioni ad alta intensità con effetti ipertermici. È addirittura possibile un effetto mutageno, come mostrano alcuni lavori condotti con valori di densità di potenza inferiori a 5 mW/cm².

dal punto di vista della radioprotezione, il corpo assorbe l'energia elettromagnetica con particolare efficacia alle frequenze di risonanza, che per l'uomo cadono fra 30 e 300 Mhz., con un picco di assorbimento fra 60 e 80 Mhz.

In termini di rischio l'OMS distingue tre fasce di valori di densità di potenza: superiore a 10 mW/cm², inferiore a 1 mW/cm², ed una fascia intermedia.

Per quanto riguarda i possibili effetti termici per il personale professionalmente esposto, il campo è ristretto a due bersagli critici: gli occhi e le gonadi:

- il cristallino, privo di vasi, può andare incontro ad opacizzazione dopo ripetute esposizioni a valori di densità di potenza > 10 mW/cm²
- le gonadi si ritengono organi critici in base agli effetti osservati su animali esposti a potenze superiori a 50 mW/cm²: degenerazione, atrofia e fibrosi dei testicoli; alterazioni del ciclo ed aumento della percentuale di aborti.

Effetti atermici

Le condizioni di esposizione necessarie per la comparsa di questi effetti (bassa densità di potenza e lunghi tempi di esposizione) riguardano le fasce professionalmente esposte; si tratta di un tema controverso con posizioni più o meno pessimistiche: alcuni autori riferiscono che tecnici radaristi esposti a valori di densità di potenza superiori o inferiori a 0,2 mW/cm², e rispettivamente divisi in due gruppi, non mostrarono alcuna differenza né dal punto di vista neurovegetativo né a livello del cristallino. Altri autori, in uno studio sulle cause di morte di 40.000 tecnici della marina USA, concludono che fra i tecnici esposti a radiazioni elettromagnetiche si nota un aumento significativo delle morti per incidenti causati da rallentamento del ritmo e diminuzione della vigilanza.

¹ alla radiazione laser è stato dedicato un capitolo specifico

² dannosi per il feto

MISURE DI PREVENZIONE

Tutte le apparecchiature e le macchine funzionanti con sistemi a radiofrequenze o microonde devono essere opportunamente schermate contro la dispersione in aria delle radiazioni elettromagnetiche (schermi metallici, gabbia di Faraday, etc.).

Allo stato attuale, la conformità alle specifiche tecniche indicate nel Decreto di cui sopra è garantita dalla marcatura CE, obbligatoria dal 21 settembre 1996 anche per il mercato nazionale.

ULTRAVIOLETTO

Lo spettro delle radiazioni UV è piuttosto ampio (da 100 a 400 nm).

La luce solare ad esempio è ricca di radiazioni a grande lunghezza d'onda (UV vicino, superiore ai 280 nm) capaci di penetrare in profondità nello strato cutaneo e responsabili di una pigmentazione cutanea intensa e duratura.

Molto diversa è la radiazione delle lampade a vapori di mercurio: spettro discontinuo a righe, spostato verso le lunghezze d'onda brevi (UV lontano, 250 nm), poco penetranti nell'epidermide, ad azione più infiammante (eritema e congiuntivite) che pigmentante.

Nell'UV lontano lunghezze d'onda di 125 nm sono già ionizzanti (energia 10 eV). L'UV lontano, inoltre, interagisce con il DNA, provocando gravi danni (effetti mutageni).

Effetti biologici

Tra gli effetti biologici si distinguono quelli a lungo e a breve termine:

- effetti acuti a breve termine: azione infiammatoria a livello di cute e congiuntiva. Alcune lunghezze d'onda (250-295 nm) sono più eritemogene di altre.
- patologia a lungo termine: possibile induzione di neoplasie cutanee. In questi casi la pelle del viso è discromica, discheratosica, infiammata; come ogni tessuto cronicamente infiammato può andare incontro alla trasformazione cancerosa.

MISURE DI PREVENZIONE

Bisogna provvedere affinché i lavoratori esposti in modo continuativo a radiazioni ultraviolette siano protetti mediante l'adozione di DPI (occhiali e indumenti idonei) e di schermi.

ULTRASUONI

Tra le radiazioni non ionizzanti vengono inseriti anche gli ultrasuoni (US), onde simlacustiche di elevata frequenza (1-15 MHz). L'interazione tra gli ultrasuoni e i tessuti biologici dipende sia dai parametri caratteristici del fascio sia dai parametri fisici del mezzo attraversato.

Per le onde acustiche, l'assorbimento è forte in tutti i tessuti biologici, ed è legato prevalentemente al contenuto in proteine.

In generale, il processo di assorbimento si può descrivere come dovuto a processi di rilassamento nei quali l'energia acustica è attenuata a frequenze specifiche, determinate dalle proprietà dei materiali.

Interazione con i tessuti biologici

L'interazione con i tessuti biologici avviene principalmente in tre modi: produzione di calore, cavitazione, effetto diretto.

PERICOLI CONNESSI ALL'IMPIEGO DI ULTRASUONI

Secondo i risultati di esperimenti sugli effetti collaterali degli ultrasuoni, per esposizioni inferiori a 100 mW/cm² non ci sono effetti biologici significativi (BIOEFFECT COMMITTEE A.I.U.M.); tuttavia ad alta intensità e frequenze basse l'orecchio umano, in quanto dispositivo "adattatore di impedenza", può essere danneggiato dalle vibrazioni ultrasoniche.

Per quanto riguarda alti livelli di intensità per subarmoniche nell'udibile, essi possono provocare nausea e leggere vertigini, oltre ad uno spiacevole senso di pressione alle orecchie. Infine quando si impiegano bagni ad ultrasuoni per emulsione o pulizia, con frequenze nella banda 50 - 100 kHz, si possono avere effetti biologici, date le alte potenze in gioco, per l'operatore che immerge le mani nel bagno.

LASER



PRINCIPALI RIF.TI LEGISLATIVI

DPR 303/56	Norme generali per l'igiene del lavoro
D.P.R. 459/96	Recepimento della "Direttiva Macchine" n. 89/392, regolamentazione tecnica sulla sicurezza delle macchine

Norme CEI Comitato Tecnico 76 – Sicurezza apparecchi laser

CEI EN 60825-1 Fascicolo **6822** Anno **2003** Parte 1: Classificazione delle apparecchiature, prescrizioni e guida per l'utilizzatore

CEI EN 60825-4/A1 Fascicolo **6828** Anno **2003** Parte 4: Barriere per laser

CEI 76 Fascicolo **3850R** Anno **1998** Guida per l'utilizzazione di apparati laser per laboratori di ricerca

PREMESSA

Il laser può essere incluso fra le sorgenti di radiazione non ionizzante, tuttavia per il suo impiego massiccio e diffuso ormai a tutti i livelli della sperimentazione scientifica, merita senz'altro una considerazione particolare.

Laser è il noto acronimo per *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, il processo fisico che sta dietro alla radiazione elettromagnetica intensa, coerente e direzionale che può essere ultravioletta (200 - 400 nm), visibile (400 - 700 nm), o infrarossa (700 nm - 300 mm).

I rischi connessi all'uso del laser sono sia quelli relativi alle caratteristiche intrinseche del fascio, sia quelli derivanti dalle apparecchiature che permettono di creare e mantenere questo tipo di radiazione.

L'interazione **diretta** con il fascio interessa in modo particolare occhi e pelle; ad esempio, la radiazione proveniente da un laser si focalizza sulla retina in un'immagine estremamente ridotta, tanto che l'esposizione incidente viene aumentata di quasi 5 ordini di grandezza, a causa dell'effetto di focalizzazione della retina stessa. Anche senza questo effetto, naturalmente, alcuni tipi di laser producono una radiazione sufficientemente intensa da provocare **ustioni** alla pelle in caso di contatto diretto.

Occorre poi tenere presente che un laser necessita di **alimentazione elettrica**, con tutti i pericoli conseguenti, connessi con le apparecchiature di potenza elevata.

Spesso il materiale attivo è allo stato gassoso, quindi più difficilmente controllabile rispetto a barrette solide, e non sempre si tratta di materiale chimicamente inerte o innocuo.

A volte si utilizzano sostanze coloranti (*dye laser*) e quindi solventi, e così via.

Questo breve richiamo su cose certamente note può sembrare banale, ma vuole portare l'attenzione su aspetti che, proprio perché ben conosciuti e sempre sotto gli occhi, possono venire dati per scontati e, quindi, ignorati nelle procedure di normale operatività; **questo è un atteggiamento estremamente pericoloso**; se da un lato infatti è bene acquisire la familiarità e la manualità che permettono di svolgere tranquillamente lavori tecnici, è comunque fondamentale non dare nulla per scontato, soprattutto quando, come può avvenire in INFM, si ha a che fare con personale nuovo, inesperto, al quale occorre presentare, da subito, tutti gli aspetti pericolosi dell'ambiente e delle apparecchiature.

DEFINIZIONE E CLASSIFICAZIONE

Come si è detto, alla base del funzionamento del laser sta il processo quantistico dell'emissione stimolata, che può essere realizzato in diversi modi, a partire da diversi materiali, con diverse geometrie, e con varie lunghezze d'onda della radiazione emessa. Esistono quindi molti tipi di laser, che possono essere classificati a partire da:

1. tipo di funzionamento (*pulsed* o *continuous wave*)
2. lunghezza d'onda del fascio
3. potenza del fascio

Secondo l'American National Standard Institute ANSI Z136.1-1976, i laser sono classificati in 4 classi di pericolosità crescente.

Tutti i laser in commercio devono **portare indicazione della classe di appartenenza**, in modo da poter essere utilizzati in sicurezza. Questo, naturalmente, per quel che riguarda il materiale venduto; spesso, infatti, le apparecchiature vengono modificate in laboratorio per renderle adatte ai propri scopi, ad esempio:

- focalizzare o espandere il fascio per mezzo di lenti
- modificare la frequenza con *frequency doublers*
- modificare il diametro del fascio con *shutters* o collimatori
- aggiungere *shutter* per variare il tempo di esposizione
- modificare la potenza del fascio.

Se queste od altre modifiche vengono apportate alla struttura, occorre integrare la documentazione tecnica relativa al laser stesso, informare tutti gli utilizzatori potenziali e se necessario umentare le misure di sicurezza.

Le quattro classi 'standard' sono comunque le seguenti:

CLASSE 1 - Exempt Laser

Il fascio laser è considerato innocuo in qualsiasi condizione d'uso. Questo perché la radiazione emessa è sempre al disotto degli standard massimi consentiti (MPE, Massima Esposizione Permissa).

CLASSE 2 - Low-Power, Visible, Continuous-Wave Laser

I laser in questa classe possono emettere radiazione pericolosa, tuttavia la loro potenza è sufficientemente bassa da consentire, con una azione di riflesso, di evitare esposizioni inattese. Questo non esclude la possibilità di riportare danni nel caso di esposizione prolungata ('prolungata' qui significa maggiore di 0,25 secondi, tempo entro il quale si ha riflesso incondizionato !).

Sono compresi in questa classe solo i laser ad emissione continua e nel visibile, con potenza ≤ 1 mW.

CLASSE 3A - Medium Power Laser

I laser con emissione nel visibile e una potenza in uscita fino a 5mW per i laser in continua, o 5 volte il limite di classe 2 per i laser a impulsi ripetuti o a scanning.

Possono emettere radiazioni sia nel campo del visibile che in quello del non visibile e i loro fasci non sono pericolosi se osservati direttamente in maniera non continua, mentre lo possono diventare se si utilizzano strumenti che amplificano e concentrano il fascio ottico (quali microscopi, binocoli, ecc..)

CLASSE 3B - Medium Power Laser

I laser di classe 3B hanno potenze medie comprese tra i limiti della classe 3A e 500 mW. I laser di classe 3B sono pericolosi per gli occhi se non protetti e possono essere pericolosi per la pelle; anche le riflessioni diffuse da questi sistemi possono essere pericolosi.

CLASSE 4 - High Power Laser

Sono i laser più pericolosi in quanto, oltre ad avere una potenza tale da causare seri danni ad occhi e pelle anche se il fascio è diffuso, possono costituire un potenziale rischio di incendio, causare fuoruscita di materiale tossico e spesso il voltaggio e l'ampereaggio di alimentazione sono pericolosamente elevati.

Molti tipi di laser sono contenuti in strutture chiuse; in questo caso ,la loro pericolosità viene calcolata sulla base della radiazione effettivamente visibile all'esterno della struttura stessa.

Naturalmente il sistema deve essere protetto contro gli **accessi accidentali**, da parte di personale non autorizzato, durante il funzionamento dell'apparecchiatura.

REQUISITI DI SICUREZZA

Da quanto detto sopra, è evidente la necessità di misure di sicurezza adeguate al tipo di apparecchiatura. In generale distingueremo i requisiti di sicurezza che devono essere previsti per i laser di CLASSE 2 e i requisiti necessari per quelli delle CLASSI 3A, 3B e 4; in particolare:

CLASSE 2

Devono essere prese precauzioni per evitare lo stazionamento nella direzione del fascio o del fascio riflesso da una superficie.

Un'esposizione temporanea (0.25 s), che potrebbe verificarsi durante un'ispezione, non è da ritenersi pericolosa. Per i laser di classe 2 occorre rispettare le seguenti richieste:

1. il laser non dovrà mai essere diretto verso gli occhi di una persona;
2. un cartello di pericolo con la scritta "**ATTENZIONE - NON STAZIONARE IN PROSSIMITÀ DEL FASCIO LASER**" dovrà essere posizionato in un punto evidente sul laser;
3. tutti gli ingressi di osservazione e gli schermi di osservazione inclusi come parti del laser, nonché l'ottica collegata (lenti, microscopi etc) utilizzata come punto di osservazione, dovranno incorporare connessioni, filtri, attenuatori od altri dispositivi atti a mantenere la radiazione ai livelli di sicurezza durante tutte le situazioni di utilizzo e di manutenzione.

Le nuove installazioni di laser di classe 3A se osservati con ottiche di raccolta (microscopi, binocoli, ecc), e di classe 3B o 4 devono essere approvate preventivamente da un tecnico responsabile che possiede le conoscenze necessarie per valutare e controllare i rischi causati dai laser e ha la responsabilità di supervisione sul controllo di questi rischi. Pertanto è bene, prima di procedere con una nuova installazione di un laser valutare attentamente le condizioni ambientali in relazione allo strumento e alla sua potenziale pericolosità.

CLASSE 3

Questi laser sono potenzialmente pericolosi se il fascio, diretto o riflesso da una superficie (orologi, anelli penne...), è intercettato da un occhio non protetto. Si devono seguire queste prescrizioni, in aggiunta a quelle già citate per la classe 2:

1. il fascio deve essere bloccato alla fine del suo percorso utile da un materiale di un colore tale da permettere il posizionamento del fascio con una riflessione minima;
2. i laser dovrebbero essere utilizzati in luoghi ad accesso controllato;
3. sono necessarie protezioni per gli occhi se è possibile che l'occhio possa intercettare accidentalmente il fascio;
4. è richiesta la sorveglianza medica per prevenire od evidenziare possibili danni agli occhi;
5. tutte le parti dell'alloggiamento che, durante le operazioni di manutenzione, vengono rimosse, consentendo così l'accesso alla radiazione, devono essere fornite di connessioni di sicurezza (per impedire l'accesso all'interno durante il funzionamento).

CLASSE 4

Per questa classe bisogna prevenire danni all'occhio derivanti da qualsiasi riflessione del fascio, così come i possibili rischi di incendio e danni alla pelle. Le precauzioni da adottare dovranno includere un progetto che controlli l'intero percorso del fascio.

Le misure di sicurezza da adottarsi, sempre in aggiunta a quelle precedentemente enunciate, sono:

1. il laser deve essere utilizzato in un'area ad accesso controllato: chiusure di sicurezza devono essere previste per evitare ingressi non autorizzati nell'area di funzionamento, e l'accesso deve essere limitato a persone che indossino DPI per la protezione degli occhi quando il laser è in funzione;
2. per assicurare la massima protezione nell'area controllata, l'intero percorso del fascio, inclusa l'area di irraggiamento, dovrà essere chiuso. Devono essere installate intorno al sistema opportune strutture che impediscano l'eccessivo avvicinamento al fascio, e con connessioni tali che il laser senza di esse non possa operare;
3. per sistemi pulsati queste connessioni devono essere progettate in modo tale da prevenire che il laser vada a fuoco, scaricando l'energia immagazzinata. Per laser ad onda continua, le sicurezze dovranno spegnere l'alimentazione del fascio o interrompere il fascio per mezzo di chiusure;
4. i laser devono essere forniti di una chiave di sicurezza o dispositivo di accensione e spegnimento. La chiave deve essere custodita da persona autorizzata;
5. i laser saranno forniti di sistema di bloccaggio o attenuazione del fascio;
6. durante l'attivazione o la procedura di avviamento devono essere utilizzati: sistema di allarme, luce di segnalazione, comando di conto alla rovescia. Questo sistema di segnalazione sarà attivato prima dell'emissione, in modo da consentire di prendere le misure appropriate per evitare l'esposizione al laser;
7. devono essere disponibili procedure scritte per l'allineamento del fascio, il suo utilizzo e la manutenzione;
8. il personale addetto deve essere sottoposto a sorveglianza medica per prevenire od evidenziare possibili danni agli occhi.

ALTRE MISURE DI PREVENZIONE

Ogniquale volta si effettuano operazioni al laser devono essere indossati occhiali di protezione a norma (la cosa più efficace è lasciarne almeno un paio nella zona di funzionamento); prestare attenzione al fatto che

lunghezze d'onda diverse presuppongono occhiali di protezione diversi

Su questo tipo di DPI è indicato l'intervallo di frequenze per il quale è adatto, verificare che sia compatibile con l'attrezzatura in questione;

Segnalazioni visive: **cartelli di segnalazione** appropriati devono essere posti in evidenza sul sistema laser. 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 e la segnalazione di “**PERICOLO**” deve essere utilizzata in tutti i cartelli associati ai laser di classe 3 e 4 .

CLASSE	INDICAZIONE
3A	RADIAZIONE LASER NON FISSARE IL FASCIO AD OCCHIO NUDO NÈ GUARDARE DIRETTAMENTE CON STRUMENTI OTTICI APPARECCHIO LASER DI CLASSE 3A
3B	RADIAZIONE LASER EVITARE L'ESPOSIZIONE AL FASCIO APPARECCHIO LASER DI CLASSE 3B
4	RADIAZIONE LASER EVITARE L'ESPOSIZIONE DELL'OCCHIO O DELLA PELLE ALLA RADIAZIONE DIRETTA O DIFFUSA APPARECCHIO LASER DI CLASSE 4

PERICOLI ASSOCIATI

In base al tipo di laser utilizzato i pericoli associati all'utilizzo del fascio possono includere:

A. “Inquinamento” atmosferico

1. Materiale del bersaglio vaporizzato proveniente da operazioni di taglio, perforazione, saldatura. I prodotti delle lavorazioni e/o ricerche potrebbero essere amianto, monossido di carbonio, biossido di carbonio, ozono, piombo, mercurio, altri metalli, sostanze organiche volatili, vapori, etc.
2. Gas provenienti da laser a flusso di gas o prodotti da reazioni nel laser come ad esempio bromo, cloro, etc.
3. Gas e vapori provenienti da raffreddatori criogenici
4. Materiale da bersagli biologici proveniente da laser ad elevata energia usati in applicazioni mediche e biologiche.

B. Radiazione Ultravioletta

La radiazione UV è presente generalmente durante l'utilizzo di laser al quarzo; occorre tenerlo presente, in quanto la radiazione di questo tipo costituisce un pericolo a sé.

C. Rischio elettrico

La maggior parte dei laser lavora a tensioni tali da provocare shock elettrico. Durante le operazioni di manutenzione i punti in tensione devono risultare opportunamente protetti.

D. Raffreddamento criogenico

I liquidi criogenici (idrogeno liquido, elio liquido, azoto liquido) possono causare ustioni.

E. Altri pericoli

In qualche caso durante l'utilizzo di laser ad elevata potenza può esistere il rischio di esplosioni (ad es. sistemi a pompa ottica). Esiste il rischio di particelle volanti nell'area del bersaglio durante le operazioni di taglio, perforazione o saldatura. In alcuni casi esiste il rischio di reazioni chimiche esplosive tra i reagenti del laser o altri gas presenti nel laboratorio.

F. Raggi X

Potenzialmente si potrebbero presentare rischi da radiazione X originata da tubi di alimentazione ad alta tensione.

G. Gioielli ed orologi

L'uso di gioielli od orologi è spesso una sorgente sottostimata di esposizione al fascio riflesso dalla superficie riflettente e deve quindi essere controllato

H. Prodotti chimici

Molti dei prodotti chimici utilizzati con laser per tintura sono mutageni e cancerogeni o in ogni caso tossici. Questo non va dimenticato durante la preparazione delle soluzioni attive.

CAMPI MAGNETICI

PREMESSA

Ai fini radioprotezionistici si distinguono i campi magnetici statici (cms) e i campi elettromagnetici di bassa frequenza (campi ELF).

I **campi magnetici statici** possono essere omogenei o disomogenei, ad alto o basso gradiente. Sono rilevanti l'intensità, la durata di esposizione e la direzione del campo rispetto all'asse dell'oggetto biologico esposto.

I **campi ELF**, con frequenza < 100 Hz (tipicamente intorno ai 50 Hz), sono caratterizzati dalla variabilità nel tempo; frequenza, continuità o discontinuità, forma dell'onda, forma dell'impulso, tempo di salita, durata, rapporto impulso - pausa sono i parametri caratteristici.

Il rischio derivante dall'esposizione a campi magnetici elevati non è chiaramente documentato, esattamente come già detto a proposito delle NIR.

È noto che i campi magnetici **interagiscono** con la materia vivente, ma non è chiara la natura precisa di questa interazione, tantomeno i suoi effetti a lungo termine.

Si ha senza dubbio una interazione del campo con tutti gli apparecchi metallici, comprendendo quindi protesi di materiale 'non inerte dal punto di vista magnetico' e, in misura più seria, gli stimolatori cardiaci (*pacemakers*).

Le attività nelle quali può essere rilevante la protezione dai campi magnetici, nell'ambito della ricerca, sono:

- anelli di accumulazione a campo magnetico superconduttivo ($20 < B < 50 \text{ mT}^1$)
- reattori a fusione (a seconda delle caratteristiche di esercizio, $0,2 < B < 20 \text{ mT}$)
- acceleratori di particelle ($0,5 < B < 1,5 \text{ T}$ presso la camera a bolle)

PERICOLI CONNESSI ALL'ESPOSIZIONE A CAMPI MAGNETICI STATICI

I principali rischi connessi alla presenza e all'uso di sorgenti di campo magnetico sono:

- esposizione a livelli di campo che possono essere superiori, anche di parecchi ordini di grandezza, al campo magnetico terrestre,
- movimento incontrollato di oggetti ferromagnetici attratti dal campo.

I rischi collaterali potenzialmente associati possono essere:

- manipolazione di gas criogenici,
- esposizione a campi elettrici e/o elettromagnetici,
- rischio elettrico,
- movimentazione manuale dei carichi (nel caso di magneti trasportabili),
- esposizione ad altri agenti fisici, chimici o biologici in relazione al tipo di attività svolta.

La legislazione italiana vigente non suggerisce limiti specifici per l'esposizione a campi magnetici.

Le attuali conoscenze scientifiche escluderebbero ogni effetto nocivo su principali parametri vitali negli organismi superiori per effetto di esposizioni temporanee a induzioni magnetiche statiche fino a 2T.

Dall'analisi dei meccanismi di interazione accertati, l'esposizione cronica a induzioni magnetiche di 200mT non dovrebbe avere conseguenze negative per la salute.

Si raccomanda, quindi, che il limite di esposizione professionale sia pari ad un valore di 200 mT, mediato nel tempo su una giornata di lavoro, con un valore massimo di 2 T. La restrizione di 200 mT è conservativa, per l'attuale mancanza di conoscenze sugli effetti a lungo termine dell'esposizione.

In conseguenza di tali premesse sono stati proposti i seguenti limiti derivati:

Esposizione occupazionale	Limite di esposizione
8 h/giorno	200 mT

Il limite di esposizione per la popolazione prevede un ulteriore fattore 5 di sicurezza, che si traduce in un limite per esposizione continua di 40 mT.

¹ Si ricorda che il valore, estremamente elevato, del campo magnetico terrestre è di 10^{-4} Tesla (1 gauss)

Popolazione	Limite di esposizione
Esposizione continua	40 mT

In ogni caso, è da tenere presente che

*campi magnetici anche estremamente bassi possono causare danni molto gravi nei portatori di **pace-maker cardiaco** o altre apparecchiature medicali impiantate,*

È quindi opportuno **segnalare sempre la presenza di campi magnetici**.

Persone con stimolatori cardiaci, impianti ferromagnetici e dispositivi elettromedicali impiantati potrebbero non essere protette dai limiti riportati per la popolazione. La maggior parte degli stimolatori cardiaci NON sono verosimilmente disturbati in campi al di sotto di 0,5 mT; pertanto i portatori di pacemaker e di defibrillatori impiantati dovrebbero evitare luoghi dove l'induzione magnetica sia superiore a 0,5 mT. Altri sistemi elettronici vitali, quali protesi auricolari elettroniche, pompe per insulina, protesi attive a controllo elettronico e sistemi per la stimolazione muscolare possono essere suscettibili a induzioni magnetiche statiche superiori a pochi mT, specialmente se la persona si muove all'interno del campo.

Per cui il limite di esposizione:

Popolazione casi particolari	Limite di esposizione
Portatori di pacemaker e defibrillatori	0,5 mT
Portatori di protesi auricolari elettroniche, pompe per insulina, protesi attive a controllo elettronico e sistemi di stimolazione muscolare	Pochi mT

MISURE DI PREVENZIONE



CAMPO MAGNETICO

Per quanto concerne il rischio da esposizione a campi magnetici la miglior garanzia di sicurezza è la distanza. La permanenza nelle zone interessate da livelli di campo elevati deve pertanto essere giustificata ed ottimizzata, ossia resa tale per cui l'operatore sia esposto al livello di campo di minore intensità possibile e per il minor tempo.

I campi magnetici possono essere generati da impianti o da sorgenti di piccole dimensioni. I primi si distinguono perché determinano la presenza del campo nel loro intorno in aree dell'ordine del m², le sorgenti di piccole dimensioni incidono su un'area dell'ordine del dm². Chiaramente le misure di prevenzione da mettere in atto sono diverse a seconda del tipo di situazione di rischio.

Per gli impianti, al fine di garantire la sicurezza del personale tutto devono essere rispettate le seguenti norme:

- la zona di accesso deve essere interdetta al personale non autorizzato. Non possono, per nessun motivo, essere ammessi a tale area:
 - soggetti portatori di pacemaker,
 - soggetti portatori di protesi metalliche, protesi con circuiti elettronici, clips metalliche
 - donne in stato di gravidanza.
- in fase di installazione di una nuova apparecchiatura/impianto si devono adottare i criteri per cui il campo all'interno del locale non deve superare i 0,5 mT, si deve prestare la massima attenzione alla presenza di masse ferromagnetiche all'interno del locale,
- all'ingresso deve essere affissa idonea cartellonistica che indichi la presenza di campo magnetico e il divieto di accesso alle persone con situazioni particolari e controindicazioni all'accesso,

- compatibilmente con l'impianto e le condizioni di lavoro, si deve disattivare il generatore di campo quando l'impianto non è in uso,
- il personale autorizzato ad accedere al laboratorio è tenuto a comunicare tempestivamente al Responsabile di laboratorio ogni variazione del proprio stato fisico che comporti una condizione di controindicazione all'esposizione a campi magnetici,
- prima di accedere all'impianto devono essere depositati tutti gli oggetti metallici ed in particolare quelli ferromagnetici; così come gli orologi analogici, floppy, carte di credito e tessere magnetiche che potrebbero danneggiarsi,
- il personale autorizzato deve accedere nei pressi dell'impianto solo per il tempo necessario a svolgere l'attività, operazioni, come la preparazione campioni o altre operazioni che richiedono tempi lunghi devono svolgersi al di fuori del laboratorio,
- chiunque riscontri anomalie di funzionamento dell'impianto e/o nell'utilizzo delle dotazioni tali da poter comportare una situazione di rischio gravosa deve interrompere l'attività ed avvisare immediatamente il Responsabile del laboratorio.

Per i campi magnetici statici di piccole dimensioni possiamo pensare che le misure di prevenzione siano di più facile attuazione.

A differenza degli impianti in questi il campo è generalmente confinato in prossimità della sorgente stessa, pertanto l'esposizione coinvolge, generalmente, gli arti superiori.

È comunque opportuno valutare la distribuzione delle linee di forza del campo in modo da valutare anche la corretta sistemazione degli arredi e delle postazioni di lavoro, quali scrivanie e simili, all'interno del laboratorio.

Non possono essere autorizzati all'utilizzo e/o al trasporto di sorgenti magnetiche che comportano livelli di esposizione dell'operatore pari o superiori a 0,5 mT:

- soggetti portatori di pacemaker,
- soggetti portatori di protesi metalliche, protesi con circuiti elettronici, clips metalliche
- donne in stato di gravidanza

In fase di utilizzo del magnete è opportuno segnalarne il funzionamento e delimitare l'accesso all'area.

Anche nel caso di campi magnetici di minor intensità deve comunque essere evidenziata ogni anomalia che può portare ad una situazione di pericolo ed avvisare immediatamente il responsabile del laboratorio.

RECIPIENTI A PRESSIONE

PREMESSA

Nei laboratori è facile trovare bombole di gas compresso in quanto le attività di ricerca e sperimentazione contemplano l'uso di gas e liquidi criogenici, sia per il funzionamento delle apparecchiature, sia per l'analisi di materiali e sostanze.

FONTI DI PERICOLO

È opportuno usare particolari precauzioni in tutte le attività che comportano l'uso, il trasporto e il deposito dei suddetti recipienti, anche quando il gas contenuto è un gas cosiddetto "inerte".

Il rischio chimico e tossicologico rappresentato dal gas contenuto nella bombola va considerato indipendentemente dal rischio rappresentato dal recipiente sotto pressione. Al riguardo si ricorda che in una bombola da 40 litri, contenente un gas compresso a 200 atm, è immagazzinata una energia pari a quella di un peso di una tonnellata posto ad una altezza di 80 m.

Per quanto concerne i gas "inerti", si ricorda che questi ultimi possono essere pericolosi quando svolgono una azione asfissiante in caso di inalazione: formazione di una atmosfera sottoossigenata.

Sono inoltre fonte di esplosione la presenza di aria, i ritorni di ossigeno o altro gas infiammabile a partire dal cannello, i ritorni di fiamma lungo le tubazioni sprovviste di dispositivi di sicurezza, e le fughe di gas nell'ambiente.

Alte concentrazioni di **ossigeno** portano a fenomeni di combustione in forma di autoaccensione spontanea con una velocità di reazione elevata, tanto da provocare esplosioni in presenza di materiali infiammabili (oli e grassi).

L'**acetilene**, poi, forma con aria, ossigeno e altri gas comburenti miscele potentemente esplosive.

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Questo tipo di attrezzature presenta numerosi pericoli, per questo è importante osservare poche ma efficaci misure di protezione:

- ogni gas contenuto nelle bombole è chiaramente identificato da un preciso **colore** posto sulla bombola stessa: imparate questi colori distintivi e verificate **sempre** se la sostanza che volete utilizzare è effettivamente quella contenuta nel recipiente;
- per distinguere i gas infiammabili, le valvole su queste bombole hanno **filettatura sinistrorsa**;
- non stare mai davanti ad una **valvola di sicurezza** di una bombola in quanto potrebbe scaricare all'improvviso;
- le valvole dei recipienti a pressione sono **specifiche**: NON sostituirle MAI;
- la bombola vuota **non** perde per questo il suo potenziale di rischio.

Le indicazioni di seguito riportate si riferiscono alle operazioni di movimentazione, stoccaggio, deposito e uso di recipienti contenenti gas compressi, liquefatti e disciolti sotto pressione

Le bombole contenenti gas compresso (combustibile, comburente, inerte) dovranno essere stoccate all'esterno in box costituiti da strutture ignifughe con copertura leggera per consentire, in caso di scoppio, l'allontanamento verso l'alto di eventuali schegge, limitando la traiettoria orizzontale.

Presso tutti i dipartimenti di fisica e chimica sono presenti bombolai adatti allo stoccaggio dei gas, e spesso è presente anche una linea di distribuzione. Sarebbe opportuno limitare per quanto possibile il numero di bombole presenti in laboratorio, e comunque tutte le bombole devono essere fissate.

I locali di deposito, devono essere contraddistinti con il nome del gas posto in stoccaggio. Se in uno stesso deposito sono presenti gas diversi ma compatibili tra loro, i recipienti devono essere raggruppati secondo il tipo di gas contenuto. Per evitare, in caso di perdite, reazioni pericolose, quali esplosioni od incendi, è vietato immagazzinare in uno stesso locale recipienti contenenti gas tra loro incompatibili (per esempio, devono essere separati gas infiammabili, quali metano, idrogeno, acetilene, GPL, da gas ossidanti, quali ossigeno, protossido di azoto, aria; l'ammoniaca da gas acidi, quali l'acido cloridrico, ecc.). E' vietato, altresì, lo stoccaggio dei recipienti in locali ove si trovino materiali combustili o sostanze infiammabili.

Nei laboratori, abitualmente, è vietato l'utilizzo di bombole di gas compresso, liquefatto e disciolto sotto pressione, salvo particolari esigenze determinate dalle attività di ricerca, pertanto i recipienti dovranno essere limitati sia nei quantitativi di gas che nel numero.

Tutti i recipienti devono essere provvisti dell'apposito cappello di protezione delle valvole, che deve rimanere sempre avvitato, o di altra idonea protezione (ad esempio, maniglione, cappello fisso).

I recipienti non devono essere sollevati dal cappello, né trascinati, né fatti rotolare o scivolare sul pavimento. La loro movimentazione, anche per brevi distanze, deve avvenire mediante carrello a mano od altro opportuno mezzo di trasporto.

Per sollevare i recipienti non devono essere usati elevatori magnetici né imbracature con funi o catene.

Un recipiente di gas deve essere messo in uso solo se il suo contenuto risulta chiaramente identificabile.

Prima di utilizzare un recipiente è necessario assicurarlo alla parete, ad un palco o ad un qualsiasi supporto solido, mediante catenelle o con altri arresti efficaci. Una volta assicurato il recipiente, si può togliere il cappello di protezione della valvola.

I recipienti non devono mai essere riscaldati a temperatura superiore ai 50°C. E' assolutamente vietato portare una fiamma al diretto contatto con il recipiente.

I recipienti non devono essere raffreddati artificialmente a temperature molto basse. Molti tipi di acciaio perdono duttilità e diventano fragili a bassa temperatura.

Non devono essere montati riduttori di pressione, manometri, manichette od altre apparecchiature previste per un gas con proprietà chimiche diverse e incompatibili con quello contenuto nella bombola.

Le valvole dei recipienti devono essere sempre tenute chiuse, tranne quando il recipiente è in utilizzo. L'apertura delle valvole dei recipienti a pressione deve avvenire gradualmente e lentamente. Non usare mai chiavi od altri attrezzi per aprire o chiudere valvole munite di volantino. Evitare di forzare valvole dure ad aprirsi o grippate per motivi di corrosione.

La lubrificazione delle valvole non è necessaria. E' assolutamente vietato usare olio, grasso od altri lubrificanti combustibili sulle valvole dei recipienti contenenti ossigeno e altri gas ossidanti.

I recipienti contenenti gas non devono essere esposti all'azione diretta dei raggi del sole, né tenuti vicino a sorgenti di calore o comunque in ambienti in cui la temperatura possa raggiungere o superare i 50 °C.

I recipienti non devono essere esposti ad una umidità eccessiva, né ad agenti chimici corrosivi. La ruggine danneggia il mantello del recipiente e provoca il bloccaggio del cappello.

I recipienti devono essere protetti da ogni oggetto che possa provocare tagli od altre abrasioni sulla superficie del metallo.

E' vietato lasciare i recipienti vicino a montacarichi, sotto passerelle, o in luoghi dove oggetti pesanti in movimento possano urtarli e provocarne la caduta.

LA NUOVA COLORAZIONE DISTINTIVA DELLE BOMBOLE DEI GAS INDUSTRIALI

La norma UNI EN 1089-3 prevede un sistema di identificazione delle bombole con codici di colore delle ogive diverso da quello attualmente in uso in Italia.

Il Ministero dei Trasporti, ravvisando l'opportunità di uniformare le colorazioni distintive delle bombole per facilitare la circolazione delle merci nei Paesi CE, ha disposto, con decreto del 7 gennaio 1999, che:

- per le bombole nuove, l'uso dei nuovi colori, sia obbligatorio a partire dal 10 agosto 1999;
- per le bombole già in circolazione, i nuovi colori vengano adottati in occasione della prima revisione periodica a partire dal 10 agosto 1999 e comunque entro il 30 giugno 2006.

Nel periodo transitorio, fino al 30 giugno 2006, i due sistemi di colorazione dovranno necessariamente coesistere. E' facoltà degli operatori fare uso immediato dei nuovi colori.

NOTA BENE

In generale la colorazione dell'ogiva della bombola non identifica il gas, ma solo il rischio principale associato al gas:

- | | |
|-------------------------|-----------------|
| - tossico e/o corrosivo | giallo |
| - infiammabile | rosso |
| - ossidante | blu chiaro |
| - asfissiante (inerte) | verde brillante |

Solo per i gas più comuni (ossigeno, azoto, elio, protossido d'azoto) sono previsti colori specifici.

Per individuare il gas è essenziale riferirsi sempre all'etichetta apposta sulla bombola.

La colorazione dell'ogiva permette di riconoscere la natura del pericolo associato al gas trasportato anche quando, a causa della distanza, l'etichetta non è ancora leggibile.

Di seguito si riportano i colori relativi alla colorazione individuale di alcuni gas.

Gas con colorazione individuale		Vecchia	Nuova	RAL
ACETILENE	C_2H_2	 ogiva arancione	 ogiva marrone rossiccio	3009
AMMONIACA	NH_3	 ogiva verde	 ogiva giallo *	1018
ARGO	Ar	 ogiva amaranto	 ogiva verde scuro	6001
AZOTO	N_2	 ogiva nera	 ogiva nera	9005
BIOSSIDO DI CARBONIO	CO_2	 ogiva grigio chiaro	 ogiva grigio	7037
COLORO	Cl_2	 ogiva giallo	 ogiva giallo *	1018
ELIO	He	 ogiva marrone	 ogiva marrone	8008
IDROGENO	H_2	 ogiva rosso	 ogiva rosso	3000
OSSIGENO	O_2	 ogiva bianco	 ogiva bianco	9010
PROTOSSIDO D'AZOTO	N_2O	 ogiva blu	 ogiva blu	5010

* Colorazione per tutto il gruppo gas tossici e/o corrosivi.

LIQUIDI CRIOGENICI

PREMESSA

I liquidi criogenici generalmente impiegati sono azoto, argon, elio ed anidride carbonica.

I pericoli potenziali manipolando queste sostanze derivano dalle seguenti caratteristiche:

- sono estremamente freddi (l'elio è il più freddo),
- piccolissime quantità di liquido vengono convertite in grandi volume di gas (ad esempio 1 litro di azoto liquido si espande, in condizioni standard, in circa 700 litri di gas) con conseguente riduzione della quantità di ossigeno nell'ambiente.

RISCHI CONNESSI ALL'UTILIZZO DI LIQUIDI CRIOGENICI

I rischi principali derivano da:

- contatto di parti del corpo con la sostanza criogenica,
- riduzione della quantità di ossigeno nell'aria ambiente.

I rischi associati all'utilizzo dei liquidi criogenici possono essere:

- movimentazione manuale dei carichi,
- esposizione ad agenti fisici, chimici o biologici in relazione al tipo di attività svolta,
- esplosione ed incendio.

MISURE DI PREVENZIONE

Di seguito le principali misure di prevenzione necessarie al fine di garantire la sicurezza degli operatori:

- evitare il contatto accidentale con liquidi criogenici o gas evaporati che si trovano ancora a temperature criogene, in quanto può provocare ustioni altrettanto gravi di quelle causate da temperature elevate,
- mantenere i contenitori dei liquidi criogenici in aree ben ventilate in quanto, per non essendo sostanze tossiche, possono provocare asfissia, in funzione delle dimensioni del locale. In funzione delle dimensioni del locale e della quantità di gas criogenico conservata può essere necessario predisporre un rilevatore del livello di ossigeno in aria, collegato ad un sistema di allarme,
- effettuare il trasporto dei contenitori di gas criogenico con appositi carrelli, per i gas in bombole apporre l'apposito cappellotto,
- non lubrificare valvole o riduttori con oli e grassi in quanto si potrebbe accentuare la fuoriuscita di gas dal contenitore,
- le operazioni di travaso dell'azoto liquido devono essere fatte da operatori opportunamente informati sui rischi potenziali associati alla manipolazione,
- prima e durante le operazioni di travaso controllare:
 - che il sensore di monitoraggio dell'ossigeno, ove presente, sia correttamente funzionante,
 - la pressione su entrambi i contenitori: quello che viene svuotato e quello che viene riempito,
 - indossare i dispositivi di protezione idonei quali guanti resistenti al freddo e se necessario visiera o occhiali,
 - evitare ogni contatto diretto con le sostanze criogeniche,
 - mantenere attivo l'impianto di areazione o spalancate le aperture verso l'esterno,
- nel caso in cui una persona si sentisse intontita o perdesse i sensi, trasportarla immediatamente in un'area ben ventilata,
- nel caso di ustione da contatto della cute con liquidi criogenici o con gas evaporato le misure di pronto soccorso da mettere in atto sono le stesse adottate nel caso di ustioni da temperature elevate.