

# NORME OPERATIVE INTERNE DI RADIOPROTEZIONE

(D.Lgs 241/00 - D.Lgs 626/94)

## PREMESSA

1. CLASSIFICAZIONE DELLE AREE E DEI LAVORATORI
2. AUTORIZZAZIONE DEGLI OPERATORI ALL'IMPIEGO DI SORGENTI RADIOGENE
3. INFORMAZIONE E FORMAZIONE DEGLI OPERATORI
4. DISPOSIZIONI GENERALI
  - 4.1 SMARRIMENTO, PERDITA DI MATERIE RADIOATTIVE
  - 4.2 RITROVAMENTO DI MATERIE RADIOATTIVE
5. DETENZIONE ED IMPIEGO DI SORGENTI RADIOGENE
  - 5.1 SORGENTI RADIOATTIVE NON SIGILLATE
  - 5.2 IMPIEGO DI MACCHINE RADIOGENE, DIFRATTOMETRI, ACCELERATORI DI PARTICELLE ELEMENTARI.
  - 5.3 IMPIEGO DI SORGENTI RADIOGENE SIGILLATE PER ANALISI DI STRUTTURE ATOMICHE O MOLECOLARI
  - 5.4 IMPIEGO DI SORGENTI SIGILLATE PER CALIBRAZIONE DELLA STRUMENTAZIONE.
6. USO DEI DOSIMETRI PERSONALI E AMBIENTALI
  - 6.1 DOSIMETRI PERSONALI
  - 6.2 DOSIMETRI AMBIENTALI
7. RACCOLTA E SMALTIMENTO RIFIUTI RADIOATTIVI
8. PROCEDURE DI EMERGENZA
  - 8.1 PRIMO INTERVENTO IN CASO DI CONTAMINAZIONE RADIOATTIVA PERSONALE.
    - 8.1.1 In caso si verifichi una ferita
  - 8.2 DECONTAMINAZIONE AMBIENTALE
  - 8.3 INTERVENTO IN CASO DI INCENDIO
    - 8.3.1 Azioni da effettuare in caso venga individuato un incendio
    - 8.3.2 Azioni da effettuare per le operazioni di spegnimento
    - 8.3.3 Azioni da effettuare dopo lo spegnimento dell'incendio
9. TRASPORTO MATERIALE RADIOATTIVO
  - 9.1 TRASPORTO SUL SUOLO PUBBLICO
  - 9.2 TRASPORTO ENTRO L'AREA UNIVERSITARIA
10. PERSONALE ADDETTO ALLE PULIZIE

## APPENDICE

- A. TERMINOLOGIA E DEFINIZIONI
- B. NORMATIVA DI RIFERIMENTO
- C. SEGNALETICA
- D. RIFERIMENTI UTILI

---

## PREMESSA

Le presenti norme di radioprotezione sono rivolte a coloro che impiegano, presso l'Università degli Studi di Lecce, per scopi didattici, di ricerca o di servizio materiale radioattivo e/o apparecchi

generatori di radiazioni ionizzanti. Esse hanno il duplice scopo di indicare linee comuni di organizzazione del lavoro in sicurezza e di adempiere ad un preciso obbligo di legge sancito dal D.Lgs 230/95 come successivamente modificato ed integrato dal D.Lgs.241/00.

Si ricorda che tale decreto, all'art. 61, fa obbligo oltre che al datore di lavoro, ai dirigenti ed ai preposti di:

- a. *provvedere affinché gli ambienti di lavoro in cui sussista un rischio da radiazioni vengano, nel rispetto delle disposizioni contenute nel decreto di cui all'articolo 82, individuati, delimitati, segnalati, classificati in zone e che l'accesso ad essi sia adeguatamente regolamentato;*
- b. *provvedere affinché i lavoratori interessati siano classificati ai fini della radioprotezione nel rispetto delle disposizioni contenute nel decreto di cui all'articolo 82;*
- c. *predisporre norme interne di protezione e sicurezza adeguate al rischio di radiazioni e curare che copia di dette norme sia consultabile nei luoghi frequentati dai lavoratori, ed in particolare nelle zone controllate;*
- d. *fornire ai lavoratori, ove necessari, i mezzi di sorveglianza dosimetrica e di protezione, in relazione ai rischi cui sono esposti;*
- e. *rendere edotti i lavoratori, nell'ambito di un programma di formazione finalizzato alla radioprotezione, in relazione alle mansioni cui essi sono addetti, dei rischi specifici cui sono esposti, delle norme di protezione sanitaria, delle conseguenze derivanti dalla mancata osservanza delle prescrizioni mediche, delle modalità di esecuzione del lavoro e delle norme interne di cui alla lettera c);*
- f. *provvedere affinché i singoli lavoratori osservino le norme interne di cui alla lettera c), usino i mezzi di cui alla lettera d) ed osservino le modalità di esecuzione del lavoro di cui alla lettera e);*
- g. *provvedere affinché siano indicate, mediante appositi contrassegni, le sorgenti di radiazioni ionizzanti, fatta eccezione per quelle non sigillate in corso di manipolazione;*
- h. *fornire al lavoratore i risultati relativi alla sorveglianza dosimetrica che lo riguardano direttamente.*

L'art. 68 del citato decreto, stabilisce anche gli obblighi per i lavoratori:

- a. *osservare le disposizioni impartite dal datore di lavoro o dai suoi incaricati, ai fini della protezione individuale e collettiva e della sicurezza, a seconda delle mansioni alle quali sono addetti;*
- b. *usare secondo le specifiche istruzioni i dispositivi di sicurezza, i mezzi di protezione e di sorveglianza dosimetrica predisposti o forniti dal datore di lavoro;*
- c. *segnalare immediatamente al datore di lavoro, al dirigente o al preposto le deficienze dei dispositivi e dei mezzi di sicurezza, di protezione e di sorveglianza dosimetrica, nonché le eventuali condizioni di pericolo di cui vengono a conoscenza;*
- d. *non rimuovere né modificare, senza averne ottenuto l'autorizzazione, i dispositivi, e gli altri mezzi di sicurezza, di segnalazione, di protezione e di misurazione;*
- e. *non compiere, di propria iniziativa, operazioni o manovre che non sono di loro competenza o che possono compromettere la protezione e la sicurezza;*
- f. *sottoporsi alla sorveglianza medica ai sensi del presente decreto.*

L'art. 69 D.Lgs 230/95 infine dispone che:

*è fatto obbligo alle lavoratrici di notificare al datore di lavoro il proprio stato di gravidanza non appena accertato.*

**Tutto il personale universitario, ivi compresi gli studenti e gli ospiti che, a qualsiasi titolo, prestino la propria attività presso l'Università degli Studi di Lecce, è tenuto al rispetto scrupoloso dei sopracitati obblighi, delle presenti norme operative e di altre eventuali, disposte in via integrativa e/o eccezionale dal Direttore di ogni singola struttura di concerto con il Preposto, il Responsabile del laboratorio e l'Esperto Qualificato.**

***L'inadempiente sarà ritenuto personalmente responsabile di eventuali danni conseguenti alla inosservanza delle norme e ne risponderà secondo le disposizioni vigenti.***

Ai Direttori delle strutture spetta, di concerto con i Docenti ed i Responsabili dei laboratori, la predisposizione e l'attuazione delle misure di prevenzione e protezione sentiti, nel caso specifico, l'Esperto Qualificato e la Divisione igiene e sicurezza, che nell'ambito dell'Università è stata incaricata di svolgere parte delle procedure richieste dalle disposizioni di legge per garantire la protezione sanitaria degli operatori, della popolazione e dell'ambiente dalle radiazioni ionizzanti. Per quanto riguarda gli studenti, categoria nella quale vengono convenzionalmente inclusi anche laureandi, dottorandi, specializzandi, borsisti ecc., si ricorda il ruolo che il Docente responsabile del corso, della ricerca o della tesi, ha nel definire corrette procedure di lavoro, nello scegliere prodotti ed attrezzature che rispettino le misure di sicurezza. Al Docente spetta anche di provvedere alla informazione e formazione degli studenti, dei collaboratori e del personale tecnico eventualmente presente in laboratorio circa i rischi specifici ai quali sono esposti e le norme operative di radioprotezione e di sicurezza. Egli ha pure il compito di vigilare che gli studenti rispettino le norme, usino i mezzi di protezione ed i dosimetri e si attengano alle modalità di esecuzione impartite.

---

## 1. CLASSIFICAZIONE DELLE AREE E DEI LAVORATORI

La individuazione e classificazione delle aree e la classificazione dei lavoratori sono effettuate esclusivamente dall'Esperto Qualificato, sulla base delle informazioni (sulle attività che si intendono svolgere) fornite dai Direttori e dai Preposti e sottoscritte dal lavoratore.

**Classificazione delle aree:** Uno dei criteri di protezione nell'uso dei materiali radioattivi e/o delle sorgenti radiogene prevede il loro confinamento in aree soggette a particolare sorveglianza e ad accesso regolamentato; per questo il D.Lgs 230/95 definisce *zone classificate* gli ambienti sottoposti a regolamentazione per motivi di protezione contro le radiazioni ionizzanti. Le *zone classificate* possono essere *zone controllate* o *zone sorvegliate*:

- *zona controllata*: ogni area di lavoro in cui sussiste per i lavoratori, in essa operanti, il rischio di superamento di uno qualsiasi dei valori di equivalente di dose indicati in tabella 1.
- *zona sorvegliata*: ogni area di lavoro, non classificata zona controllata, in cui sussiste per i lavoratori in essa operanti il rischio di superamento di uno dei valori di equivalente di dose indicati in tabella 1.

Tabella 1- Valori di equivalente di dose per la classificazione delle aree (mSv/anno)

	ZONA CONTROLLATA	ZONA SORVEGLIATA
<i>Equivalente di dose globale</i>	6	1
<i>Equivalente di dose al cristallino</i>	45	15
<i>Equivalente di dose pelle/estremità</i>	150	50

Analogamente vengono individuate le modalità e i criteri per la classificazione dei lavoratori esposti al rischio da radiazioni. Agli studenti di età superiore ai 18 anni si applicano le stesse modalità di classificazione dei lavoratori.

**Classificazione dei lavoratori:** il D.Lgs. 241/00 distingue due principali gruppi: *Lavoratori Esposti* e *Lavoratori non esposti*.

I *lavoratori esposti* sono divisi in due categorie:

- A. *lavoratori esposti di categoria A* i lavoratori che sono suscettibili di una esposizione superiore in un anno solare ad uno dei limiti indicati in tabella 2.
- B. *lavoratori esposti di categoria B* i lavoratori non classificati in categoria A.

Sono considerati *lavoratori non esposti* i lavoratori sottoposti ad una esposizione non superiore ad uno dei limiti indicati in tabella 2. Tabella 2- Limiti di riferimento di dose (H) per la classificazione dei lavoratori (mSv/anno)

	LAVORATORI ESPOSTI		LAVORATORI
	Categoria A	Categoria B	NON ESPOSTI
<i>Equivalente di dose globale</i>	$20 > H \geq 6$	$1 \leq H < 6$	$H < 1$
<i>Equivalente di dose al cristallino</i>	$150 > H \geq 45$	$15 \leq H < 45$	$H < 15$
<i>Equivalente di dose pelle/estremità</i>	$500 > H \geq 150$	$50 \leq H < 150$	$H < 50$

I limiti di dose di riferimento tengono conto sia della esposizione esterna che di quella interna. I lavoratori esposti devono essere idonei alla mansione, in particolare per i lavoratori esposti di cat. A è prevista la sorveglianza medica semestrale effettuata dal Medico Autorizzato; per i lavoratori di cat. B la frequenza è annuale e può essere effettuata dal Medico Autorizzato o dal Medico Competente.

Nelle aree classificate come sopra, nel caso presti la propria attività personale esterno all'Ateneo es: CNR, INFN, imprese di pulizie, se non diversamente stabilito da apposite convenzioni, i lavoratori qualora esposti al rischio devono essere classificati e dichiarati idonei alla mansione specifica rispettivamente dall'Esperto Qualificato e dal Medico Autorizzato/Competente espressamente incaricati dalla Ditta/Ente esterno.

## 2. AUTORIZZAZIONE DEGLI OPERATORI ALL'IMPIEGO DI SORGENTI RADIOGENE

Premesso che:

- a. *il numero degli operatori esposti deve essere ridotto al minimo consentito dalle esigenze di lavoro*
- b. *le esposizioni alle radiazioni ionizzanti debbono essere tenute al livello più basso ragionevolmente ottenibile*
- c. *può essere esposto al rischio derivante dalle radiazioni ionizzanti solo il personale adeguatamente informato e formato, autorizzato dal Direttore sentito il Preposto, classificato dall'Esperto Qualificato, provvisto dei dosimetri individuali indicati dall'Esperto Qualificato e, se ricorre il caso, giudicato idoneo alla visita medica di idoneità;*

si fa presente che:

- Prima di iniziare l'attività comportante l'esposizione alle radiazioni deve essere compilata, a cura dell'operatore ed in collaborazione con il Preposto ed il Direttore, la "scheda di destinazione lavorativa e di rischio da radiazioni ionizzanti" (scheda di rischio). Tale scheda deve essere preventivamente aggiornata ad ogni variazione della attività lavorativa.
- La scheda di rischio deve essere compilata in ogni sua parte ed inoltrata alla Amministrazione universitaria perché l'Esperto Qualificato possa effettuare la classificazione di radioprotezione.
- E' opportuno che agli studenti non laureati non vengano affidate mansioni che comportino un rischio di esposizione tale che debbano essere classificati lavoratori esposti di categoria A. Sarà quindi compito del docente responsabile valutare le mansioni e le attività a cui possono partecipare e sorvegliarne comunque l'operato.
- Il personale classificato figura in un elenco aggiornato dalla Divisione igiene e sicurezza sulla base della scheda di rischio e della classificazione dell'Esperto Qualificato. Tale elenco è inviato al Direttore.
- I Direttori possono emettere, sentito l'Esperto Qualificato e/o il Medico Autorizzato, norme o disposizioni aggiuntive specifiche per la Struttura.

Il Direttore, il Preposto, il Responsabile, per quanto di competenza, esigono la osservanza delle norme, sorvegliano sulla loro applicazione ed attivano la Divisione igiene e sicurezza per le procedure previste fornendo tutte le indicazioni per una corretta valutazione dei rischi da parte dell'Esperto Qualificato e del Medico Autorizzato/Competente.

---

### **3. INFORMAZIONE E FORMAZIONE DEGLI OPERATORI**

Per quanto riguarda l'informazione e formazione degli operatori (art.61,3° e D.Lgs 241/00) in Università sono individuate tre categorie di personale: docenti-ricercatori, tecnici-amministrativi, studenti-ospiti.

Alla informazione degli studenti provvede il Responsabile delle attività di didattica o ricerca nel quale lo studente è inserito.

Al Responsabile, di concerto con il Direttore della struttura, compete di informare e formare i collaboratori (docenti, ricercatori, tecnici ed eventuali ospiti) sui rischi specifici e sulle precauzioni da adottare.

La informazione e formazione degli operatori deve essere effettuata prima che questi siano esposti al rischio da radiazioni ionizzanti e deve prevedere adeguate istruzioni in merito a:

- Generalità sulle radiazioni ionizzanti
- Effetti delle radiazioni ionizzanti sull'uomo - sorveglianza medica
- Principi fondamentali della radioprotezione e sorveglianza fisica - dosimetria
- Dispositivi di sicurezza e mezzi di protezione
- Norme interne di radioprotezione e norme specifiche di impianto
- Rischi collegati con l'utilizzo delle apparecchiature e delle sorgenti radiogene con particolare riferimento a quelle presenti presso la struttura
- Procedure di decontaminazione
- Norme di comportamento in caso di emergenza

L'informazione e la formazione devono essere ripetute periodicamente e comunque ogni qualvolta si verificano cambiamenti che influiscono sulla natura e sul grado del rischio.

---

#### 4. DISPOSIZIONI GENERALI

- Prima di acquistare un apparecchio radiogeno, acceleratore di particelle elementari, sorgenti radiogene ivi comprese quelle di calibrazione che possono essere contenute nella strumentazione o effettuare attività nuove e/o diverse da quelle già autorizzate, il Responsabile, di concerto con il Preposto ed il Direttore deve richiedere ed attendere il benessere dell'Esperto Qualificato.
- Il Direttore deve comunicare all'Esperto Qualificato ogni cessata detenzione definitiva di sorgenti radiogene ed attenersi alle indicazioni da questo impartite;
- I generatori di radiazioni ionizzanti e/o il materiale radioattivo, compresi i rifiuti radioattivi, devono essere detenuti ed utilizzati solo nei locali segnalati, il cui accesso è regolamentato ed eventualmente limitato. Dette aree devono essere classificate dall'Esperto Qualificato;
- I Responsabili devono coordinarsi con il Direttore che di concerto con il Preposto, deve essere informato ed approvare qualsiasi variazione riguardante il personale che accede al laboratorio e le attività svolte presso il laboratorio stesso, al fine di garantire il rispetto dei limiti delle attività consentite;
- Ciascun laboratorio ha un limite massimo di detenzione di materiale radioattivo, compresi i rifiuti, che non può essere superato. Il Responsabile deve verificarne il rispetto;
- **Gli operatori devono:**
  - A. osservare le norme operative di radioprotezione e quelle eventualmente impartite dal Direttore, dal Preposto e dal Responsabile;
  - B. osservare le norme e precauzioni per tutti i preparati e materiali pericolosi usati;
  - C. non lavorare mai da soli in laboratorio specie se la procedura è complessa: assicurarsi che almeno un collega sia a portata di voce;
  - D. non lavorare al di fuori dei normali orari di lavoro senza autorizzazione del Direttore;
  - E. ridurre al minimo il tempo di esposizione alle radiazioni ionizzanti; nel caso di sorgenti radioattive non sigillate usare la minima attività indispensabile all'esecuzione dell'esperimento;
  - F. mantenere la massima distanza ragionevolmente consentita dalla sorgente radioattiva;
  - G. non alterare in alcun modo le condizioni di lavoro e/o la disposizione degli apparecchi senza l'autorizzazione del Preposto;
  - H. utilizzare in modo corretto e con cura gli schermi, i dispositivi di sicurezza, gli indumenti protettivi ed i dosimetri personali;
  - I. segnalare immediatamente qualsiasi malfunzionamento o deterioramento di tali mezzi nonché altre condizioni di pericolo, di cui vengano a conoscenza, al Responsabile o al Preposto o al Direttore;
  - J. non lasciare incustodite e non segnalate le sorgenti radioattive;
  - K. detenere in modo sicuro le sorgenti radioattive sigillate e non sigillate, compresi i rifiuti, dopo un adeguata etichettatura, in luoghi appositamente destinati (depositi) segnalati da idonei contrassegni ed inaccessibili alle persone non autorizzate. Nel caso in cui tali depositi siano sotto chiave, una copia della chiave è in consegna al Preposto o a personale espressamente designato dal Direttore, l'altra alla segreteria che potrà impiegarla solo in casi di provata necessità;
  - L. non conservare in tali depositi anche se per breve tempo, effetti personali, generi commestibili e materiale infiammabile;
  - M. usare correttamente i dosimetri personali, ove richiesto, e sottoporsi ai controlli ed alle visite mediche preventive, periodiche e di chiusura;
  - N. non fumare e non assumere cibi e bevande e non applicarsi cosmetici nei laboratori di ricerca e didattici;
  - O. non rimuovere o inattivare i dispositivi antincendio.

#### **4.1 SMARRIMENTO, PERDITA DI MATERIE RADIOATTIVE**

Nell'ipotesi di smarrimento o di perdita, per qualsiasi causa, di materie radioattive, comunque confezionate, e di apparecchi contenenti dette materie, l'operatore ha l'obbligo di avvisare immediatamente il Responsabile, il Preposto ed il Direttore; quest'ultimo ha l'obbligo di informare immediatamente sia le Autorità competenti per territorio (AUSSL; VV.F.F.; Pubblica Sicurezza), come da art. 25 D.Lgs. 230/95, nonché l'Esperto Qualificato e la Divisione Igiene e Sicurezza.

#### **4.2 RITROVAMENTO DI MATERIE RADIOATTIVE**

- a. Nel caso di ritrovamento di materie o di apparecchi diversi da quelli detenuti, recanti indicazioni o contrassegni che rendano chiaramente desumibile la presenza di radioattività, l'operatore ha l'obbligo di avvisare il Preposto e il Direttore della struttura in cui è avvenuto il ritrovamento. Quest'ultimo ha l'obbligo di informare del ritrovamento la più vicina autorità di Pubblica Sicurezza, nonché l'Esperto Qualificato e la Divisione Igiene e Sicurezza.
- b. Nel caso in cui la materia radioattiva ritrovata fosse stata oggetto di una precedente comunicazione di smarrimento (4.1.), il Direttore esecutore della denuncia di smarrimento ha l'obbligo di comunicare il ritrovamento alla più vicina autorità di Pubblica Sicurezza, nonché all'Esperto Qualificato e alla Divisione Igiene e Sicurezza.

---

### **5. DETENZIONE ED IMPIEGO DI SORGENTI RADIOGENE**

#### **5.1 SORGENTI RADIOATTIVE NON SIGILLATE**

Fermo restando quanto elencato nelle disposizioni generali (par. 4) prima di entrare nel laboratorio radioisotopi ciascun operatore deve:

- a. lasciare gli effetti personali e, ove richiesto, anche gli abiti e le calzature nello spazio apposito;
- b. indossare il camice e le calzature di lavoro (ove richiesto), che verranno riposti al termine del lavoro, se non contaminati, nell'apposito armadietto "abiti da lavoro";
- c. munirsi di dosimetro personale se assegnato.

Ciascun operatore in laboratorio, deve:

- a. prendere visione delle norme di sicurezza e di emergenza;
- b. evitare di lavorare con tagli o abrasioni non protette sulle mani ed avambracci;
- c. eseguire prima di ogni nuovo procedimento una prova di manipolazione in bianco, ossia priva di materiale radioattivo;
- d. non pipettare mai con la bocca liquidi contenenti sostanze radioattive di qualsiasi tipo o quantità;
- e. utilizzare per la manipolazione di sostanze radioattive non sigillate, guanti di lattice o simili, mascherine e occhiali;
- f. non trasferire i guanti e ogni altra attrezzatura se contaminata, né allo spogliatoio, né ai servizi né comunque fuori dal laboratorio radioisotopi;
- g. fare attenzione alle cariche elettrostatiche depositate sui guanti stessi, quando si devono manipolare polveri fini;
- h. non toccare telefoni, maniglie, rubinetti, strumenti, libri o manuali di consultazione ecc. con le mani o con i guanti contaminati;

- i. svolgere tutte le manipolazioni di sostanze radioattive in aree ben definite, delimitate e segnalate adottando tutte le precauzioni per contenere al massimo la dispersione di materiale, liquidi, gas o polveri, (manipolare sotto cappa, sopra vassoi, ricoprire, limitatamente all'area in uso, la superficie del banco con carta assorbente, usare materiale infrangibile e monouso);
- j. tenere sempre chiuse tutte le soluzioni o i preparati radioattivi;
- k. etichettare tutti i contenitori che contengono materiale radioattivo riportando l'indicazione di pericolo di radiazione, il tipo di radionuclide, l'attività e la data in cui tale attività è presente ed il nome dell'utilizzatore;
- l. riporre al termine del lavoro giornaliero le sorgenti radioattive, correttamente etichettate, con eccezione di quelle non sigillate in corso di manipolazione, nei loro contenitori di schermo e sistemarle nel deposito (cassaforte schermata, frigorifero, etc.);
- m. segnalare sempre la presenza di materiale radioattivo;
- n. tenere pulito ed in ordine il proprio posto di lavoro;
- o. verificare spesso durante il lavoro e sicuramente al termine di ogni esperimento la eventuale contaminazione superficiale e personale;
- p. segnalare tempestivamente al Preposto e al Responsabile ogni eventuale contaminazione che permanga dopo decontaminazione;
- q. raccogliere i rifiuti sicuramente radioattivi negli appositi contenitori, separatamente da quelli non radioattivi;
- r. dopo qualunque manipolazione lavare le mani, sia pur protette dai guanti durante le manipolazioni stesse;
- s. prima di uscire dai locali interessati alla manipolazione di sostanze radioattive controllare l'eventuale contaminazione personale;
- t. prima di allontanare oggetti dal laboratorio controllare l'assenza di contaminazione;
- u. compilare sempre ed accuratamente i registri di carico e scarico delle sorgenti radioattive;
- v. compilare quando si utilizzano sorgenti non sigillate devono compilare il registro di lavoro indicando tipo ed attività del radionuclide impiegato, tipo e durata dell'esperimento.

Gli stock di radionuclidi, che sono normalmente detenuti nel deposito, possono essere rimossi da tale destinazione solo da personale autorizzato dal Direttore o dal Preposto (sono esclusi da tale autorizzazione gli studenti non laureati) e solo per il tempo minimo necessario alle relative manipolazioni di prelievo o diluizione; comunque tali materiali non possono essere portati fuori dal laboratorio, se non per emergenza ed in circostanze tali che possano compromettere l'integrità del materiale stesso (incendi, ecc.).

### ***5.3 IMPIEGO DI SORGENTI RADIOGENE SIGILLATE PER ANALISI DI STRUTTURE ATOMICHE O MOLECOLARI***

Fermo restando quanto indicato nelle disposizioni generali (par. 4) l'operatore deve:

- impiegare le apparecchiature contenenti la sorgente radioattiva come indicato dalla ditta fornitrice al fine di rispettare le condizioni di sicurezza;
- non manomettere il contenitore della sorgente radioattiva o rimuoverne i dispositivi di sicurezza;
- verificare i rischi collaterali dovuti per esempio alla presenza di gas in pressione, alta temperatura, esalazioni nocive eventualmente prodotte ecc. e predisporre le adeguate protezioni;
- eseguire le operazioni di pulizia e manutenzione dell'apparecchiatura seguendo le indicazioni dei manuali e solo se espressamente autorizzate ponendo attenzione a non compromettere la integrità della sorgente (non utilizzare detergenti, ecc.);

- detenere, al di fuori delle apparecchiature, le sorgenti radioattive sigillate in luoghi appositamente destinati e segnalati, chiuse in contenitori adeguatamente schermati, i quali devono portare le apposite etichette con l'indicazione del pericolo da radiazioni, del tipo e attività del radioisotopo e della data alla quale è presente il 100% della radioattività indicata;
- avvisare tempestivamente, qualora si sospetti la compromissione della integrità della sorgente, il Responsabile, o il Preposto, o il Direttore, o l'Esperto Qualificato, e se necessario la Divisione igiene e sicurezza.

#### **5.4 IMPIEGO DI SORGENTI SIGILLATE PER CALIBRAZIONE DELLA STRUMENTAZIONE**

Fermo restando quanto indicato nelle disposizioni generali (par. 4), l'operatore che impiega sorgenti radioattive sigillate per la calibrazione della strumentazione deve:

- indossare, se assegnato, il dosimetro personale;
- utilizzare, se previsti in relazione alla attività e tipo di radiazione emessa, gli schermi di protezione;
- evitare di toccare le sorgenti direttamente con le mani, indossare i guanti ed utilizzare delle pinze distanziatrici;
- evitare di manomettere o rimuovere per qualsiasi motivo le protezioni della sorgente;
- durante l'uso, segnalarne la presenza mediante il segnale di pericolo radioattivo;
- riporre, alla fine del lavoro, le sorgenti in contenitori schermati i quali devono portare le apposite etichette con l'indicazione del pericolo da radiazioni, del tipo e attività del radioisotopo e della data alla quale è presente il 100% della radioattività indicata;
- detenere le sorgenti nel locale adibito a deposito il quale deve essere adeguatamente segnalato.

---

## **6. USO DEI DOSIMETRI PERSONALI E AMBIENTALI**

### **6.1 DOSIMETRI PERSONALI**

- Ciascun operatore è tenuto ad operare con le sorgenti radiogene, nelle Zone Controllate e Sorvegliate, munito dei dosimetri personali prescritti dall'Esperto Qualificato;
- Il dosimetro deve essere portato per tutto il tempo di permanenza nei locali interessati dalla esposizione alle radiazioni ionizzanti;
- Il dosimetro è personale e non può essere né ceduto o prestato ad altre persone né utilizzato al di fuori dell'Università di Lecce.

L'operatore deve:

- a. Portare il dosimetro personale, salvo diversa indicazione da parte dell'Esperto Qualificato:
  - all'altezza del petto sul risvolto del colletto o sul taschino del camice;
  - se dosimetro ad anello o a bracciale, deve essere portato alla mano o al polso, rispettivamente.
- b. Riporre, al termine del lavoro, il dosimetro in luogo ove non sussista possibilità alcuna di esposizione alle radiazioni;
- c. Evitare di esporlo volontariamente a sorgenti di radiazioni ionizzanti;

- d. Conservare accuratamente il dosimetro: in particolare, non deve mai né venire a contatto di liquidi, né essere posto vicino a fonti di calore, né essere aperto o manomesso in alcun modo;
- e. Consegnare, secondo la periodicità stabilita, il dosimetro al Preposto o alla persona incaricata di effettuare regolarmente il cambio;
- f. Segnalare tempestivamente l'eventuale deterioramento o smarrimento del dosimetro al Preposto, che provvederà alla sua sostituzione, nell'attesa della quale l'operatore non può frequentare la Zona Controllata e la Zona Sorvegliata.

Il personale dotato di dosimetro individuale nel caso di temporanea (per periodi superiori a 2-3 mesi) o definitiva cessazione delle attività deve segnalare la stessa al Preposto o al Responsabile i quali, a loro volta, devono notificare l'informazione alla Divisione igiene e sicurezza, ciò al fine di permettere la corretta compilazione delle schede dosimetriche personali.

## **6.2 DOSIMETRI AMBIENTALI**

- A chiunque è vietato manomettere, in qualsiasi modo, spostare o schermare (ecc.), i dosimetri ambientali posizionati nei locali o sulle apparecchiature dall'Esperto Qualificato o dalla Divisione igiene e sicurezza su indicazione dell'Esperto Qualificato, i quali procederanno al loro successivo prelievo.
- In tal senso ciascun operatore deve facilitare il posizionamento dei dosimetri nei tempi e modi richiesti dall'Esperto Qualificato, al fine di consentire una corretta valutazione delle dosi assorbite dal personale e dalla popolazione.
- Nei locali, ove sono installati i dosimetri ambientali (permanentemente o saltuariamente) non si devono alterare in alcun modo le condizioni di lavoro e la disposizione degli apparecchi, senza preventiva autorizzazione del Preposto.

---

## **7. RACCOLTA E SMALTIMENTO RIFIUTI RADIOATTIVI**

Il Direttore della struttura organizza e predispone la raccolta e lo smaltimento dei rifiuti radioattivi, procurando anzitutto che siano prodotti in minima quantità possibile, sia di attività che di volume considerando che:

- A. I rifiuti radioattivi devono essere conservati nel "deposito rifiuti radioattivi", che deve essere segnalato con i dovuti contrassegni. L'accesso al "deposito rifiuti radioattivi" è concesso unicamente al personale autorizzato dal Direttore o dal Preposto;
- B. I rifiuti devono essere consegnati alle ditte autorizzate del loro ritiro, nelle modalità indicate dalle stesse, fermo restando quanto sotto riportato;
- C. I rifiuti radioattivi decaduti sono comunque da considerarsi rifiuti speciali ovvero pericolosi in relazione alla loro composizione e smaltiti di conseguenza (Regolamento interno dell'Ateneo pavese per la produzione, lo stoccaggio e lo smaltimento dei rifiuti speciali, tossici e nocivi,);
- D. Deve essere conservato ed aggiornato un registro indicante il movimento dei rifiuti radioattivi di cui ai precedenti punti; il Direttore ed il Preposto verificheranno il corretto aggiornamento del registro.

E' dovere di ogni operatore:

1. Produrre la minor quantità di rifiuto radioattivo sia in termini di attività che di volume, compatibilmente con le esigenze di lavoro e di sicurezza;

2. Raccogliere separatamente i rifiuti non radioattivi da quelli radioattivi; deve considerarsi radioattivo tutto ciò che viene a contatto con sorgenti radioattive sia liquide che solide e che non sia stato controllato adeguatamente;
3. Non versare negli scarichi comuni o in recipienti per la raccolta dei rifiuti non contaminati quelli potenzialmente radioattivi;
4. Raccogliere i rifiuti radioattivi suddividendoli in base alle loro caratteristiche (tempo di dimezzamento, grado di tossicità, stato chimico-fisico ecc.) seguendo quanto indicato dal Direttore o dal Preposto o secondo le modalità indicate dalla ditta incaricata dello smaltimento;
5. I rifiuti liquidi devono essere separati dai solidi; riporre questi ultimi in sacchetti di polietilene e conservarli in contenitori tali da evitare fuoriuscite del contenuto e irradiazione esterna. I contenitori devono portare la etichettatura di materiale radioattivo e tutte le indicazioni relative al contenuto: radionuclide, attività, data di fine riempimento del contenitore. Se necessario schermare i contenitori;
6. Detenere in laboratorio i rifiuti radioattivi posti in contenitori adeguatamente schermati solo per il tempo strettamente necessario.

---

## **8. PROCEDURE DI EMERGENZA**

Innanzitutto si ricorda che *un intervento di radioprotezione può diventare di secondaria importanza rispetto ad ogni pratica necessaria a difendere la vita umana da ogni altro rischio a carattere grave ed immediato* o per impedire il propagarsi di un eventuale incendio.

Ciò definito, nel caso di versamento di materiale radioattivo è necessario, nell'ordine:

- cercare di mantenere la calma, il panico può aumentare i danni
- limitare l'introduzione nel corpo dei contaminanti radioattivi per inalazione, ingestione o contatto
- limitare l'estendersi della zona contaminata, circoscrivendola adeguatamente
- rimuovere la contaminazione con le dovute cautele.

Mentre in alcune situazioni è necessario privilegiare l'intervento sulla dispersione di materiale radioattivo al fine di limitare l'impatto diretto dell'incidente (versamento di grande quantità di liquido a bassa attività senza il coinvolgimento di persone) in altri casi è necessario intervenire in via prioritaria direttamente sulle persone contaminate (contaminazione diretta con liquido radioattivo in prossimità di ferite, mucose, ustioni, con possibilità di ingestione o inalazione). La priorità degli interventi dipende, evidentemente, dalla valutazione effettuata dagli operatori presenti rispetto alla gravità della contaminazione delle persone e dell'ambiente; in base a tale valutazione dovranno immediatamente essere avvisati, oltre al Preposto, il Direttore o il Responsabile, anche la Divisione igiene e sicurezza, l'Esperto Qualificato ed il Medico Autorizzato/Competente.

### **8.1 PRIMO INTERVENTO IN CASO DI CONTAMINAZIONE RADIOATTIVA PERSONALE**

Cercare di mantenere la calma, il panico può aumentare i danni.

Lo stesso soggetto contaminato, con l'aiuto dei colleghi, che indosseranno camice, guanti e mascherina, se necessario, deve provvedere alla prima decontaminazione sul posto cercando di evitare:

- il passaggio della contaminazione dall'esterno all'interno del corpo;

- il trasferimento della contaminazione dagli indumenti protettivi o dagli abiti a parti del corpo non contaminate;
  - di contaminare i soccorritori.
1. Tamponare con carta assorbente la zona della pelle o gli abiti sui quali è avvenuto il versamento.
  2. Togliere gli indumenti contaminati (si può agire efficacemente tagliandoli) unitamente ai mezzi protettivi (maschere, guanti ecc); riporre tali oggetti in sacchetti di plastica in modo da evitare la contaminazione di altri oggetti e dell'area. Porre attenzione a non contaminare occhi, bocca e narici.
  3. Tagliare la ciocca di capelli eventualmente contaminata; non fare assolutamente lo shampoo.
  4. Misurare la contaminazione dell'area interessata.
  5. Lavare solo la parte contaminata con acqua corrente tiepida (non usare acqua calda), cercando di non estendere la contaminazione e facendo attenzione a non danneggiare la pelle; è possibile usare una spazzola morbida e sapone neutro.
  6. Per tali operazioni utilizzare il lavello dell'area di decontaminazione ovvero quello del laboratorio raccogliendo i liquidi di risciacquo che, se contaminati, saranno eliminati come rifiuto radioattivo.
  7. Sciacquare gli occhi e la bocca più volte con acqua o soluzione fisiologica; non ingerire liquidi o farmaci di qualsiasi natura.
  8. Continuare la decontaminazione fino a che il metodo (contaminometro o smear-test) usato per la verifica indica che la contaminazione è stata rimossa.
  9. Sospendere la decontaminazione esterna se compaiono segni di irritazione cutanea.

### **8.1.1 In caso si verifichi una ferita**

- a. Misurare la contaminazione della zona in cui si trova la ferita;
- b. Lavare le ferite, che possono essere medicate con pratiche di piccolo pronto soccorso, con abbondante acqua corrente distendendone i bordi e favorendo un leggero sanguinamento;
- c. Conservare l'oggetto che ha prodotto la ferita o il liquido contaminante per permettere all'Esperto Qualificato le eventuali valutazioni radiometriche;
- d. In caso di ferita grave occorre procedere con tutti gli interventi convenzionali a tutela della persona; occorrerà avvisare il personale esterno che dovesse intervenire delle peculiarità del caso.

## **8.2 DECONTAMINAZIONE AMBIENTALE**

In caso di spargimento di materiale radioattivo sul pavimento, su superfici o attrezzature, per impedire la diffusione di radioattività sia nell'ambiente che alle persone, l'operatore deve:

- Avvisare verbalmente tutte le persone presenti nelle vicinanze;
- Limitare l'ingresso all'area contaminata ed i movimenti al suo interno. Il personale non necessario alle operazioni di decontaminazione deve lasciare il laboratorio solo dopo essersi sottoposto ai necessari controlli di contaminazione;
- Indossare i guanti, la mascherina e se necessario le soprascarpe; questi indumenti con: la carta assorbente, i sacchetti di polietilene e le opportune soluzioni decontaminanti sono contenuti entro un armadietto "presidio di radioprotezione" che deve essere rifornito a cura del Preposto ovvero del Responsabile in base all'elenco affisso all'interno dell'armadietto stesso;
- Chiudere la sorgente da cui è originata la contaminazione e metterla al sicuro;

- Arrestare tutti i ventilatori che eventualmente convogliano aria in altre zone dell'edificio, azionare le cappe ed i sistemi di aspirazione dotati di filtro;
- Applicare sostanze assorbenti, come ad esempio carta assorbente, sopra l'area contaminata;
- Circoscrivere o delimitare l'area contaminata con appositi contrassegni e porre ben in vista un cartello con segnale di pericolo di contaminazione radioattiva;
- Evitare di sollevare polvere e di spargere la contaminazione.

L'operatore di concerto con il Preposto deve inoltre:

- Rimuovere immediatamente la contaminazione radioattiva;
- Utilizzare pinze, scopa e paletta per rimuovere il materiale assorbente, strofinare la zona circoscritta con tamponi imbevuti di soluzione detergente. Ripetere l'operazione sino a che il controllo della contaminazione (smear-test o contaminometro) mostrerà che la contaminazione è stata rimossa. Eliminare tutto il materiale raccolto come rifiuto radioattivo. Durante tali operazioni cambiare spesso i guanti e toglierli insieme alle soprascarpe, se si lascia il laboratorio;
- Decontaminare, se riutilizzabile, il materiale utilizzato per la decontaminazione che altrimenti sarà da considerarsi rifiuto radioattivo;
- Nel caso in cui non si riesca a rimuovere la contaminazione, isolare la zona con un foglio di polietilene sigillato ai bordi con nastro adesivo, identificandola con il cartello di contaminazione radioattiva e con la data ed il tipo di radionuclide;
- Alla fine delle operazioni, prima di lasciare l'area, controllare la eventuale contaminazione personale degli operatori che hanno eseguito la decontaminazione.

### **8.3 INTERVENTO IN CASO DI INCENDIO**

Nel caso che un incendio coinvolga materiale radioattivo, per i soccorritori si potrebbe presentare, in aggiunta al rischio legato all'incendio, il rischio di irradiazione esterna, dovuto alle radiazioni emesse dalla sostanza radioattiva ed il rischio di contaminazione interna dovuto alla eventuale dispersione nell'ambiente del materiale radioattivo.

Il rischio di irradiazione esterna può diventare elevato nel caso in cui l'incendio distrugga gli schermi di protezione di una sorgente molto attiva. Il rischio di irradiazione esterna e/o contaminazione interna può essere provocato dal radionuclide che sottoforma di aerosol, polvere, vapore ricade contaminando le superfici circostanti. Appare fondamentale, per ridurre tali eventualità, l'indicazione di riporre le sorgenti radioattive nei contenitori schermati nei depositi.

#### **8.3.1 Azioni da effettuare in caso venga individuato un incendio**

Chiunque individui un incendio che coinvolga materiale radioattivo (compresi i rifiuti) o i locali in cui esso è custodito dovrà darne immediata comunicazione al personale di grado più elevato presente nelle vicinanze, al Responsabile, al Preposto o agli eventuali addetti alla lotta antincendio. Questi provvederanno se necessario ad avvisare i Vigili del Fuoco, l'Esperto Qualificato e la Divisione igiene e sicurezza.

In attesa degli addetti e dei Vigili del Fuoco i primi soccorritori devono provvedere, nei limiti delle loro competenze, ad allontanare materiali e sostanze che potrebbero rappresentare pericolo di propagazione dell'incendio, a chiudere le alimentazioni di servizio (gas compressi ecc.) ad eliminare tutte le tensioni di alimentazione elettrica nel locale coinvolto dall'incendio, quindi devono intervenire sul principio di incendio con i mezzi di pronto intervento in dotazione. Seguire quanto indicato sugli eventuali piani di emergenza previsti per le singole Strutture.

### 8.3.2 Azioni da effettuare per le operazioni di spegnimento

Ricordando che l'incendio coinvolge materiale radioattivo, chi interviene deve indossare il vestiario di protezione (tute), maschere antipolvere ed antigas o eventuali autorespiratori. Se le condizioni di urgenza lo permettono, deve munirsi di apparecchi portatili di rivelazione e/o dei dosimetri.

L'attacco al fuoco deve essere attuato con estintori a polvere o a CO<sub>2</sub>, dalla massima distanza possibile e dal minimo numero di persone necessarie.

Evitare di utilizzare acqua, ove indispensabile utilizzarla polverizzata anche per abbattere eventuali polveri presenti.

### 8.3.3 Azioni da effettuare dopo lo spegnimento dell'incendio

Senza preventiva autorizzazione dell'Esperto Qualificato, dovrà essere vietata qualsiasi attività nei locali coinvolti nell'incendio.

La rimozione dei materiali di scarto prodotti dall'incendio dovrà avvenire secondo le indicazioni dell'Esperto Qualificato e sotto il diretto controllo del Preposto o del Direttore.

I locali coinvolti dall'incendio non potranno essere utilizzati senza il benestare dell'Esperto Qualificato.

---

## 9. TRASPORTO MATERIALE RADIOATTIVO

Il trasporto di materiale radioattivo con attività superiore ai limiti previsti dal D.Lgs 241/00, compresi i rifiuti, deve avvenire nel rispetto della legislazione vigente con i mezzi e gli imballaggi adeguati.

### 9.1 Trasporto su suolo pubblico

Il trasporto su strada (luogo pubblico) deve essere esclusivamente eseguito da un vettore autorizzato con decreto del Ministero dell'Industria Commercio ed Artigianato e con automezzo che possieda i requisiti necessari al trasporto di materiale radioattivo. Il materiale deve essere trasportato in imballaggi che oltre ad impedire la irradiazione esterna devono garantire il contenimento del materiale radioattivo in caso di urti, schiacciamenti, cadute ed in condizioni atmosferiche avverse. Gli imballaggi devono riportare sulla superficie esterna una etichetta colorata bianca o gialla (fig. 1) con indicata la categoria del contenuto definita in base alla tabella seguente.

Categoria	Indice di trasporto mR/h, a 1 m.	Massima intensità di dose sulla superficie esterna
I - Bianca	0	< 0,005 mSv/h
II - Gialla	0 ÷ 1	< 0,5 mSv/h
III - Gialla	1 ÷ 10	< 2,0 mSv/h

### 9.2 Trasporto entro l'area universitaria

Il trasporto di materiale radioattivo entro l'area universitaria e senza attraversamento di suolo pubblico (es. da un laboratorio all'altro della stessa struttura o al deposito rifiuti), può essere realizzato su autorizzazione del Responsabile o del Preposto. L'operatore autorizzato al trasporto deve utilizzare un contenitore che impedisca l'irradiazione esterna, sia resistente agli urti e alla

caduta ed a tenuta per evitare che il materiale radioattivo contenuto fuoriesca; nel caso di liquidi dovrà essere presente un doppio contenitore con materiale assorbente. Infine il contenitore deve riportare l'etichetta di materiale radioattivo con tutte le indicazioni relative al radioisotopo trasportato.

Il trasporto di materiale radioattivo non può essere affidato agli studenti non laureati.

Il Direttore della struttura può disporre modalità particolari di trasporto, nel rispetto della normativa, previo benestare dell'Esperto Qualificato.

**Figura 1:** Etichette per colli in trasporto (materie radioattive) (semplificate). I numeri romani sono in colore rosso e indicano, in crescita, la rilevanza del collo sotto il profilo della sicurezza e protezione. La metà superiore delle etichette II e III è colorata di giallo.



---

## 10. PERSONALE ADDETTO ALLE PULIZIE

Il personale addetto alle pulizie dei laboratori ove sussiste il rischio di esposizione a radiazioni ionizzanti deve essere in numero minimo indispensabile e può eseguire le pulizie solo successivamente alla autorizzazione del Direttore sentito il Preposto, alla classificazione da parte dell'Esperto Qualificato ed eventualmente alla idoneità rilasciata dal Medico Autorizzato/Competente espressamente incaricati dalla Ditta esterna ove non diversamente convenuto. Per tali motivi il personale addetto alle pulizie non deve essere sostituito dalla ditta incaricata senza preavviso.

- Il personale addetto alle pulizie deve:
  - a. essere preventivamente informato ed addestrato dalla Ditta, dal Preposto o dal Responsabile dei rischi specifici eventualmente presenti, della segnaletica di sicurezza di radioprotezione, delle modalità con cui eseguire le pulizie, di come smaltire i rifiuti e di tutte le indicazioni necessarie alla salvaguardia della sicurezza e della salute dell'operatore e alla protezione dell'ambiente;
  - b. indossare il dosimetro personale, se stabilito dall'Esperto Qualificato; eseguire le pulizie, soffermandosi il minor tempo possibile nelle Zone Controllate e Sorvegliate, seguendo le indicazioni avute ed evitando di eseguire qualsiasi operazione, non stabilita in precedenza;
  - c. indossare camice e guanti, se richiesto le sovrascarpe;
  - d. segnalare al Preposto o al proprio Responsabile di squadra eventuali pericoli di cui venga a conoscenza;

- e. in caso di rovesciamento di sostanze o rotture di contenitori o apparecchi, avvertire immediatamente il proprio Responsabile di squadra, il Preposto o il Direttore; non tentare di rimediare senza permesso ed adeguate istruzioni;
- f. se stabilito, prima di lasciare il laboratorio, sottoporsi ai controlli di contaminazione personale;
- g. rispettare le elementari norme igieniche come lavarsi le mani, alla fine del lavoro, anche se protette dai guanti, ed osservare il divieto di fumare, bere e mangiare nei laboratori;
- h. in caso di contaminazione personale seguire quanto indicato al paragrafo 8;
- i. il Responsabile di squadra deve avvisare il Direttore, o il Preposto o la Divisione Igiene e Sicurezza di eventuali nuove situazioni di pericolo di cui venga a conoscenza.

## APPENDICE

### A) TERMINOLOGIA E DEFINIZIONI

Di seguito vengono riportate alcune definizioni comunemente utilizzate in radioprotezione; parte di esse sono state tratte dal DLgs 241/00, che ha recepito le Direttive Europee in materia di radioprotezione. *Attività (A)*: ( $N$ ) di disintegrazioni dei nuclidi entro una sostanza radioattiva che avvengono nell'unità di tempo,  $dt$ ; l'unità di misura è il *Becquerel*.

$$A = \frac{dN}{dt}$$

*Becquerel (Bq)*: unità di misura dell'*attività* nel sistema SI; l'unità utilizzata anteriormente era il *curie*.

$$1 \text{ Bq} = 1 \text{ disintegrazione / secondo} = 1 \cdot \text{s}^{-1}$$

Si ricorda che tra curie ( $Ci$ ) e becquerel ( $Bq$ ) esiste la seguente relazione:

$$1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$$

$$\mu \text{ Ci} = 37000 \text{ Bq}$$

*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 essa si sia prodotta.

*Decontaminazione*: rimozione di materiale radioattivo dalle superfici o dalla matrice su cui si è depositato.

*Direttore di struttura*: Direttore di Dipartimento, Istituto, Centro o Servizio universitario; egli è incaricato di attuare e verificare l'applicazione delle norme e procedure vigenti sulla sicurezza all'interno della propria struttura. Nel testo denominato Direttore.

*Dirigente*: vedi Direttore di struttura.

*Dose assorbita (D)*: quantità di energia ceduta dalle radiazioni ionizzanti alla unità di massa del materiale (corpo, aria, ecc.). L'unità di misura è il *gray*,  $Gy$ .

$$D = \frac{d\varepsilon}{dm}$$

*Equivalente di dose (H)*: grandezza usata in radioprotezione per esprimere la dose assorbita mediamente in un tessuto biologico, attraverso il prodotto fra la dose assorbita, D, e il fattore di "pericolosità" (fattore di qualità) della radiazione incidente:

$$H = D \cdot Q$$

per le radiazioni X,  $\gamma$  e  $\beta$ ,  $Q=1$ , per le radiazioni  $\alpha$ ,  $Q=20$ . L'unità di misura della dose equivalente è il *sievert*, Sv.

*Equivalente di dose efficace*: l'equivalente di dose efficace, da utilizzare nel caso di esposizione non omogenea, è definito come

$$H_E = \sum_T W_T H_T$$

dove:

$H_T$  è l'equivalente di dose medio all'organo o tessuto T;

$W_T$  è il fattore di ponderazione dell'equivalente di dose all'organo o tessuto T.

I valori dei fattori di ponderazione sono i seguenti:

gonadi	0,25
mammelle	0,15
midollo osseo rosso	0,12
polmone	0,12
tiroide	0,03
ossa (superfici ossee)	0,03
rimanenti organi e tessuti	0,30

Per determinare il contributo dei rimanenti organi o tessuti, si valuta l'equivalente di dose medio per i 5 organi o tessuti più esposti dei rimanenti organi o tessuti (eccettuati il cristallino, la pelle, gli avambracci, le mani, i piedi e le caviglie) utilizzando per ognuno un fattore di ponderazione 0,06. Si trascura in questo caso l'esposizione di tutti gli altri organi.

*Emivita o tempo di dimezzamento*: vi sono tre tipi di emivite caratteristiche di ogni radionuclide:

- *emivita fisica* ( $T_{1/2}$ ): tempo richiesto da una sostanza radioattiva per perdere il 50% della sua attività per decadimento radioattivo;
- *emivita biologica* ( $T_b$ ): intervallo di tempo in cui l'attività del radionuclide incorporato considerato si riduce alla metà in un certo compartimento per effetto dei processi di rinnovo e ricambio. Approssimativamente è la stessa per gli isotopi stabili che per quelli radioattivi di un determinato elemento;
- *emivita effettiva* ( $T_{eff}$ ): tempo richiesto da un nuclide radioattivo presente nell'organismo per ridursi del 50%, attraverso l'azione combinata del decadimento radioattivo e della normale escrezione corporea. E' definita nel seguente modo:

$$T_{eff} = \frac{T_b \cdot T_{1/2}}{T_b + T_{1/2}}$$

*Esperto Qualificato*: persona che possiede le cognizioni e l'addestramento necessari sia per effettuare misurazioni, esami, verifiche o valutazioni di carattere fisico, tecnico o

radiotossicologico, sia per assicurare il corretto funzionamento dei dispositivi di protezione, sia per fornire tutte le altre indicazioni e formulare provvedimenti atti a garantire la sorveglianza fisica della protezione dei lavoratori e della popolazione.

*Esposizione (X)*: densità di ionizzazione in aria, dovuta ai raggi X o  $\gamma$ ; l'unità di misura attuale è il coulomb per chilogrammo,  $C/kg$ , mentre quella anteriore era il *roentgen*,  $R$ :

$$1R=2,5 \cdot 10^{-4} C \cdot Kg^{-1}$$

*Gray (Gy)*: unità di misura della *dose assorbita* nel sistema SI; l'unità precedentemente impiegata era il *rad*.

$$1 Gy = 1 \text{ joule} / kg$$

*Tra rad e gray esiste la seguente relazione:*

$$1 Gy = 100 rad.$$
$$1 rad = 0,01 Gy = 10^{-2} Gy$$

*Incorporazione (o assunzione)*: contaminazione interna, a seguito della quale sostanze radioattive partecipano al metabolismo dell'organismo o a processi organici.

*Esposizione o Irradiazione*: qualsiasi esposizione di persone a radiazioni ionizzanti. Si distinguono:

- *l'esposizione esterna*: esposizione prodotta da sorgenti situate all'esterno dell'organismo;
- *l'esposizione interna*: esposizione prodotta da sorgenti introdotte nell'organismo;
- *l'esposizione totale*: combinazione dell'esposizione esterna e dell'esposizione interna.

*Esposizione Globale*: esposizione, considerata omogenea, del corpo intero. *Esposizione Parziale*: esposizione che colpisce soprattutto una parte dell'organismo o uno o più organi o tessuti, oppure esposizione del corpo intero considerata non omogenea. *Lavoratori*: operatori che, per motivi professionali o di apprendimento (studenti), sono esposti ad un rischio derivante dalle radiazioni ionizzanti, superiore a quello della popolazione in generale. Ai fini della radioprotezione, in conseguenza del potenziale rischio cui sono soggetti, i lavoratori, inseriti in appositi elenchi, sono classificati, dall'esperto qualificato, in due gruppi principali: *lavoratori non esposti* e *lavoratori esposti*; questi ultimi, a loro volta, sono suddivisi in due categorie: *A e B*. In relazione alla entità del rischio cui è esposto, l'operatore deve utilizzare uno o più dosimetri individuali e sottoporsi a sorveglianza medica. *Per tale motivo, chi non è inserito negli elenchi, non può essere esposto al rischio radiogeno*. Ciascun operatore ha ricevuto una adeguata informazione e formazione circa i rischi derivanti dalla esposizione a radiazioni ionizzanti e le procedure da adottare ai fini della sicurezza sul luogo di lavoro. Egli è autorizzato dal Direttore, di concerto con il Preposto e con il Responsabile.

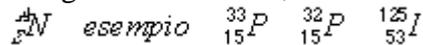
*Limiti di dose*: limiti fissati per le dosi riguardanti l'esposizione dei lavoratori esposti, degli apprendisti, degli studenti e delle persone del pubblico, per le attività alle quali si applicano le disposizioni del D.Lgs 230/95. I limiti di dose si applicano alla somma delle dosi ricevute per esposizione esterna nel periodo considerato e delle dosi impegnate derivanti dall'introduzione di radionuclidi nello stesso periodo.

*Medico Autorizzato*: medico responsabile della sorveglianza medica dei lavoratori esposti cat. A e B, la cui qualifica e specializzazione sono riconosciute secondo le procedure e le modalità stabilite nel D.Lgs 230/95.

*Medico Competente*: medico in possesso della specializzazione in medicina del lavoro o equipollente (art. 2,1° D.Lgs 626/94) ed incaricato dall'Università della sorveglianza sanitaria del

personale esposto a rischi specifici classificato lavoratore esposto di categoria B.

**Nuclide:** specie atomica definita dal numero atomico ( $Z$ ), che individua le proprietà chimiche, dal numero di massa ( $A$ ) e dallo stato energetico del nucleo, che definisce le proprietà radiogene:



**Operatore:** vedi lavoratore.

**Preposto:** soggetto incaricato dal Direttore della struttura di sovrintendere alle attività che comportano l'uso di sorgenti di radiazioni ionizzanti.

**Radioattività:** fenomeno di disintegrazione spontanea di un nuclide, con emissione di una particella corpuscolare o di un fotone, o di entrambi e che comporti la formazione di un nuovo nuclide. I decadimenti radioattivi sono descritti da equazioni esponenziali della forma:

$$A(t) = A(t_0) \cdot e^{-\frac{\ln(2)}{T_{1/2}}(t-t_0)}$$

dove  $A(t)$  ed  $A(t_0)$  sono rispettivamente le attività al tempo  $t$  e al tempo  $t_0$ ,  $e$  è la base dei logaritmi naturali e  $T_{1/2}$  rappresenta il tempo di dimezzamento (tempo necessario a che l'attività iniziale si riduca al 50%); ciò significa che l'attività di un radionuclide si riduce esponenzialmente con il tempo. Va tenuto presente però, che trascorsi 2, 3, 4, 10  $T_{1/2}$ , l'attività si riduce al 25%, 12,5%, 6,3% e 0,1% rispettivamente e che essa si annulla,  $A(t)=0$ , solo dopo un tempo infinito, cioè  $t=\infty$ . Questo comportamento riveste molta importanza per la eliminazione definitiva dei rifiuti radioattivi.

**Radiotossicità:** tossicità dovuta alle radiazioni ionizzanti emesse da un radionuclide introdotto e dai suoi prodotti di decadimento; la radiotossicità dipende non soltanto dalle caratteristiche radioattive di tale radionuclide, ma anche dal suo stato chimico e fisico, nonché dal metabolismo di detto elemento nell'organismo o nell'organo. I radionuclidi sono suddivisi dalla legislazione italiana in 4 gruppi di radiotossicità.

**Responsabile di laboratorio ovvero della didattica ovvero ricerca:** persona che coordina o dirige le attività anche didattiche che si svolgono in uno specifico laboratorio ovvero all'interno di una linea di ricerca. Nel testo denominato Responsabile.

**Rifiuti radioattivi:** qualsiasi materia radioattiva, ancorché contenuta in apparecchiature o dispositivi in genere, di cui non è previsto il riutilizzo.

**Sievert (Sv):** unità di misura dell'*equivalente di dose* nel sistema SI. L'unità di misura anteriore era il *rem*.

$$1 \text{ Sv} = 1 \text{ joule / kg} \quad 1 \text{ rem} = 0,01 \text{ Sv} = 10^{-2} \text{ Sv}$$

**Sorgente di radiazione:** apparecchio generatore di radiazioni ionizzanti (macchina radiogena) o materia radioattiva, ancorché contenuta in apparecchiature o dispositivi in genere, dei quali, ai fini della radioprotezione, non si può trascurare l'attività, o la concentrazione di radionuclidi, o l'emissione di radiazioni.

- **sorgente sigillata:** sorgente formata da materie radioattive solidamente incorporate in materie solide e di fatto inattive, o sigillate in un involucro inattivo che presenti una resistenza sufficiente per evitare, in condizioni normali di impiego, dispersione di materie radioattive superiore ai valori stabiliti dalle norme di buona tecnica applicabili; esempio: sorgente radioattiva contenuta in taluni contatori per la loro costante calibrazione.
- **sorgente non sigillata:** qualsiasi sorgente che non corrisponde alle caratteristiche o ai requisiti della sorgente sigillata; esempio: kit di  ${}^{32}P$  manipolato dai ricercatori universitari.

**Spessore emivalente (SEV o HVL: Half Value Layer):** spessore di un determinato materiale che, impiegato come schermo, riduce l'intensità della radiazione del 50%. Si ricorda che la legge che

governa l'assorbimento è di tipo esponenziale; 2, 3, 5, 10 SEV pertanto, riducono l'irradiazione al 25%, 12,5%, 3,1% e 0,1%, rispettivamente. Il SEV di ogni materiale è funzione del tipo e dell'energia della radiazione incidente.

*Zona Classificata:* ambiente di lavoro sottoposto a regolamentazione per motivi di protezione contro le radiazioni ionizzanti. Le zone classificate possono essere Zone Controllate o Zone Sorvegliate. E' Zona Controllata un ambiente di lavoro, sottoposto a regolamentazione per motivi di protezione dalle radiazioni ionizzanti, in cui si verificano le condizioni stabilite con decreto dei Ministri del lavoro e della previdenza sociale e della sanità, ed in cui l'accesso è segnalato e regolamentato. E' Zona Sorvegliata un ambiente di lavoro in cui può essere superato in un anno solare uno dei pertinenti limiti fissati per le persone del pubblico e che non è Zona Controllata (vedasi anche pag. 4).

---

## B) NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.P.R. del 13 febbraio 1964, n. 185 *"Sicurezza degli impianti e protezione sanitaria dei lavoratori e delle popolazioni contro i pericoli delle radiazioni ionizzanti derivanti dall'impiego dell'energia nucleare."*
  - D.Lgs 17 marzo 1995, n. 230 *"Attuazione delle direttive Euratom 80/836, 84/467, 84/466, 89/618, 90/641 e 92/3 in materia di radiazioni ionizzanti."*
  - D.Lgs 19 settembre 1994, n. 626 *"Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro."*, modificato dal D.Lgs 242/96.
  - Norme UNI, CEI
  - D.M. del 04 novembre 1996 *"Attuazione della direttiva 94/55/CE del Consiglio concernente il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al trasporto merci pericolose su strada."*
  - D.M. del 16 dicembre 1996 *"Materie radioattive (classe 7 di cui alla classifica contenuta negli allegati A e B del D.M. 04/09/1996) - Prescrizioni di sicurezza relative al trasporto nazionale ed internazionale su strada."*
- 

## C) SEGNALETICA

La presente segnaletica indica, ai sensi del D.Lgs 493/96, il pericolo derivante dalla esposizione alle radiazioni ionizzanti.



## **D) RIFERIMENTI UTILI**

In calce, si elencano i riferimenti che possono essere utili ed i nominativi dei soggetti che devono essere avvisati in caso di avvenuta contaminazione personale e/o ambientale ovvero di emergenza o qualora il personale venga a conoscenza di malfunzionamenti o deficienze dei dispositivi e dei mezzi di sicurezza, protezione e sorveglianza dosimetrica, nonché di eventuali condizioni di pericolo:

- il Responsabile della didattica ovvero della ricerca ovvero del Laboratorio ove l'operatore presta la sua opera;
- il Preposto alla radioprotezione nominato dal Direttore della struttura;
- il Direttore del Dipartimento/Istituto da cui il laboratorio dipende;
- la Divisione igiene e sicurezza dell'Università.

Il Direttore del Dipartimento/Istituto e/o il Preposto/Responsabile alle sorgenti radiogene devono SEMPRE far riferimento alla Divisione igiene e sicurezza, all'Esperto Qualificato e al Medico Autorizzato/Competente incaricati per la struttura.

Unicamente in condizioni di emergenza e qualora questi ultimi non siano immediatamente reperibili, ci si può rivolgere agli altri Esperti Qualificati e Medici Autorizzati/Competenti sotto citati; fermo restando che, appena possibile, devono essere avvisati il proprio Medico Autorizzato/Competente e Esperto Qualificato, oltre naturalmente alla Divisione igiene e sicurezza.

Quanto sopra non esime l'interessato dall'avvisare, in caso di pericolo grave ed immediato (incendio, allagamenti, ecc.) i normali servizi di pronto intervento civili ai quali è tenuto fornire, ove necessario, tutte le notizie riguardanti la detenzione e l'impiego delle sorgenti radiogene.

Vigili del Fuoco tel. 115

Soccorso pubblico di emergenza tel. 113

### **Esperti Qualificati incaricati per le strutture dell'Ateneo:**

Dott. VITO Massimo, via 95° Rgt. Fanteria n° 157- LECCE

Tel. 0832/345670-Cell. 339/5453635

### **Medico Autorizzato**

Dr. MAZZOTTA Mauro

Via 95° Rgt. Fanteria n° 104-LECCE

Tel. 0832/347510-338/6329405