



MANUALE OPERATIVO DI RADIOPROTEZIONE NELLE ATTIVITÀ A SCOPO MEDICO

Luglio 2003



MANUALE OPERATIVO DI RADIOPROTEZIONE NELLE ATTIVITÀ A SCOPO MEDICO

Luglio 2003

L'AIRP, perseguendo l'obiettivo di promuovere lo sviluppo e la divulgazione delle conoscenze nel campo della protezione dalle radiazioni ionizzanti, ha voluto pubblicare questo documento.

Il presente manuale è stato concepito per fornire uno strumento di lavoro a coloro che si occupano di radioprotezione in campo sanitario. A più di due anni dall'entrata in vigore del D.Lgs. 241/2000 che ha modificato ed integrato il D.Lgs. 230/1995 si può infatti ritenere di aver maturato una significativa esperienza operativa sulle modalità pratiche di attuazione del nuovo corpo legislativo e tentare quindi di proporre delle procedure standardizzate per lo svolgimento dell'attività di radioprotezione.

Il documento, di facile lettura per le figure professionali coinvolte negli obblighi di legge del suddetto decreto, costituisce un prezioso ausilio da conservare a scopo di consultazione e aggiornamento.

A tutti coloro che hanno collaborato alla sua stesura, revisione e pubblicazione va l'apprezzamento e la riconoscenza dei più attenti professionisti della comunità radioprotezionistica.

Il Presidente AIRP
Celso Osimani

- Roberto Ropolo
- Francesco Campanella
- Paola Isoardi
- Luciano Lembo
- Veronica Rossetti
- Franco Simone

Si ringraziano

i Sigg. A. Antonelli, E. Brosio, M. Festa, D. Galvan,

V. Klamert, S. Meloni, C. Osimani, A. Pipitone,

che hanno collaborato alla stesura ed alla realizzazione del Manuale.

Indice

Introduzione	
Condizioni di applicazione delle disposizioni del decreto per le materie radioattive e per le macchine radiogene	
Pratiche con materie radioattive	
Pratiche con macchine radiogene	
Esposizioni da attività lavorative con particolari sorgenti naturali di radiazioni	
Obblighi degli esercenti ed eventuali azioni da intraprendere	
Comunicazione preventiva di pratiche, altre comunicazioni e condizioni di esenzione	
Materie radioattive.....	
Apparecchi contenenti materie radioattive	
Apparecchi elettrici e tubi catodici	
Materiali contaminati	
Modalità per l'effettuazione delle comunicazioni preventive.....	
Obblighi conseguenti la comunicazione preventiva di pratica	
Regime giuridico per importazione, produzione, commercio, trasporto e detenzione	
Regime autorizzativo	
Condizioni per l'esenzione	
Condizioni per la classificazione in Categoria A o B	
Modalità per la procedura di istanza del nulla osta all'impiego	
Obblighi, rinnovi, variazioni e comunicazioni conseguenti la concessione del nulla osta.....	
Provvedimenti autorizzativi per l'impiego di sorgenti mobili	
Autorizzazione ministeriale all'impiego di sorgenti radioattive	
Obblighi delle figure professionali coinvolte nella radioprotezione	
Obblighi del datore di lavoro	
Obblighi dei datori di lavoro, dirigenti e preposti	
Obblighi dell'esperto qualificato	
Obblighi del medico autorizzato/competente.....	
Adempimenti nei confronti dei lavoratori	
Documentazione di radioprotezione	

Libretto personale di radioprotezione per il lavoratore di impresa esterna o lavoratore autonomo	
Registro delle valutazioni	
Scheda dosimetrica	
Documento sanitario personale.....	
Protezione sanitaria della popolazione	
Interventi	
Valutazione del rischio e classificazione.....	
Definizioni e limiti di dose	
Modalità di classificazione.....	
Modalità di valutazione	
Modalità di valutazione per le macchine radiogene	
Modalità di valutazione per sorgenti sigillate e non sigillate	
Valutazioni nelle attività sanitarie.....	
Valutazioni in caso di esposizioni accidentali ed incidenti	
Impostazione dei livelli di protezione.....	
Limiti derivati per irradiazione esterna	
Limiti derivati per attività con sorgenti non sigillate	
Adozione dei Livelli di riferimento e dei Livelli di riferimento derivati	
Attività con sorgenti sigillate e macchine radiogene.....	
Attività con sorgenti non sigillate	
Monitoraggio dei lavoratori e dell'ambiente	
Monitoraggio ambientale dell'irradiazione esterna	
Monitoraggio ambientale della contaminazione superficiale	
Monitoraggio ambientale della contaminazione aerea	
Monitoraggio individuale dell'irradiazione esterna	
Monitoraggio individuale della contaminazione interna	
Monitoraggio della contaminazione della cute	
Sensibilità di monitoraggio	
Appendici	
Schema riassuntivo degli adempimenti per le materie radioattive (attività sanitarie).....	
Schema riassuntivo degli adempimenti per le macchine radiogene (attività sanitarie).....	
Tabella I - Caratteristiche fisiche dei radionuclidi di comune impiego nelle attività sanitarie.	
Tabella II - Caratteristiche utili per la valutazione dell'irradiazione esterna per i radionuclidi di comune impiego nelle attività sanitarie.	

Tabella III - Caratteristiche di assorbimento e attenuazione dei radionuclidi di comune impiego nelle attività sanitarie.	
Tabella IV – Ratei di dose a varie distanze e vari tempi dalla somministrazione da persona adulta sottoposta ad indagini di Medicina Nucleare.	
Tabella V - Attenuazioni tipiche per fascio RX, generatore trifase, filtrazione 3 mm Al, anodo in W.	
Tabella VI - Output tipici.....	
Tabella VII – Ratei di dose (H) su fascio primario all’ingresso ed all’uscita del paziente con DFP = 60 cm	
Tabella VIII – Ratei di dose ($H^*(10)$) da radiazione diffusa dal paziente a 1 m dall’asse del fascio.....	
Tabella IX - Coefficienti di conversione tra grandezze operative, grandezze dosimetriche e kerma in aria.	
Tabella X – Indirizzi utili, Organismi centrali	
Tabella XI – Indirizzi utili (da riportare), Organismi locali.....	

INTRODUZIONE

Il presente documento si propone come base operativa per gli adempimenti di radioprotezione introdotti dalle integrazioni e dalle modifiche apportate al D.Lgs. 230/95.

L'obiettivo è quello di fornire alle figure professionali coinvolte negli obblighi di legge del suddetto decreto uno strumento utile in quanto derivante dalle esperienze operative maturate nel corso degli ultimi anni.

Di seguito si troveranno indicazioni sugli adempimenti formali da soddisfare e una proposta sulle modalità di valutazione della dose agli operatori nelle attività svolte a scopo medico.

Si precisa che quanto riportato si riferisce a condizioni di normale svolgimento del lavoro per le attività più consuete in ambito sanitario.

Particolare attenzione è stata posta alla classificazione del personale, alla valutazione delle dosi, alla definizione dei livelli operativi e al monitoraggio. Sono invece dati solo dei brevi cenni riassuntivi sulle altre problematiche di radioprotezione.

In appendice sono riportate alcune tabelle utili sia per gli adempimenti formali che per l'esecuzione di valutazioni pratiche. In particolare sono schematizzati nelle prime pagine dell'appendice gli adempimenti formali da soddisfare con rimandi a tabelle riportanti i pertinenti limiti e a modelli di comunicazione comprendenti l'elenco della documentazione richiesta.

CONDIZIONI DI APPLICAZIONE DELLE DISPOSIZIONI DEL DECRETO PER LE MATERIE RADIOATTIVE E PER LE MACCHINE RADIOGENE

Una pratica può essere considerata priva di rilevanza radiologica, in particolare per gli effetti di cui agli articoli 30 e 154 del decreto, purché siano congiuntamente soddisfatti, in tutte le possibili situazioni, i seguenti criteri:

- la dose efficace cui si prevede sia esposto un qualsiasi individuo della popolazione a causa della pratica esente è pari o inferiore a $10 \mu\text{Sv}$ all'anno;
- la dose collettiva efficace impegnata nell'arco di un anno di esecuzione della pratica non sia superiore a circa $1 \text{ Sv} \cdot \text{persona}$, oppure una valutazione relativa all'ottimizzazione della protezione dimostri che l'esenzione è l'opzione ottimale.

Pratiche con materie radioattive

Sono comunque soggette alle disposizioni del decreto le pratiche con materie radioattive allorché si verificano congiuntamente, per i radionuclidi costituenti le materie radioattive che dette pratiche hanno per oggetto, le seguenti condizioni:

- a) la quantità totale di radioattività del radionuclide, espressa in Bq ed intesa come il totale delle materie radioattive presenti nell'installazione in cui la pratica è svolta, è uguale o superiore a uno dei valori tabulati nella Tabella I-1 del decreto; per i radionuclidi non riportati nella Tabella la quantità totale di radioattività deve essere considerata pari a
 - $1 \cdot 10^3$ Bq per i radionuclidi emettitori di radiazione alfa
 - $1 \cdot 10^4$ Bq per i radionuclidi diversi da questia meno che la quantità totale di radioattività stessa non sia altrimenti nota sulla base delle indicazioni dell'Unione Europea o di competenti organismi internazionali;
- b) la concentrazione media del radionuclide, espressa in Bq/g ed intesa come rapporto fra la quantità di radioattività del radionuclide e la massa della materia in cui essa è contenuta, è uguale o superiore a 1 Bq/g .

In Tabella A-1 sono riportati i valori dati nella Tabella I-1 del decreto per i radionuclidi di maggior impiego nelle attività sanitarie che coincidono con i valori di esenzione; sono riportati in grassetto i radionuclidi non riportati nella Tabella I-1 del decreto.

Radionuclidi in equilibrio

Nel caso di radionuclidi in equilibrio con i loro prodotti di decadimento le quantità di radioattività e di concentrazione da considerarsi sono quelle dei radionuclidi capostipite. La Tabella I-2 del decreto riporta i valori per alcuni radionuclidi in equilibrio.

Materie radioattive costituite da miscele di radionuclidi

Nel caso di pratiche aventi per oggetto miscele di radionuclidi, le condizioni di applicazione del decreto si intendono verificate allorché sia uguale o superiore a 1 sia la somma dei rapporti tra la quantità di radioattività di ciascun radionuclide e quella prevista nella Tabella I-1 del decreto che la somma delle concentrazioni di ciascun radionuclide.

Materie radioattive naturali

Ai fini dell'applicazione del decreto sono considerate materie radioattive naturali l'Uranio naturale ed il Torio naturale, con i loro prodotti di decadimento, ed il ^{40}K .

Condizioni di applicazione per particolari pratiche

Sono soggette alle disposizioni del decreto, anche per quantità di radioattività o concentrazioni inferiori ai valori stabiliti secondo quanto sopra riportato, le pratiche comportanti:

- a) somministrazione intenzionale di materie radioattive a persone e, per quanto riguarda la radioprotezione di persone, ad animali a fini di diagnosi, terapia, ricerca medica o veterinaria;
- b) aggiunta intenzionale di materie radioattive in beni di consumo;
- c) smaltimento nell'ambiente di rifiuti radioattivi, fatto salvo il caso in cui detti rifiuti contengano solo radionuclidi con tempo di dimezzamento fisico inferiore a settantacinque giorni e in concentrazione non superiore a 1 Bq/g;
- d) riciclo o riutilizzazione di materiali contenenti sostanze radioattive, fatto salvo il caso in cui detti materiali contengano solo radionuclidi con tempo di dimezzamento fisico inferiore a settantacinque giorni e in concentrazione non superiore a 1 Bq/g.

Pratiche con macchine radiogene

Sono soggette alle disposizioni del decreto le pratiche con macchine radiogene che abbiano una delle seguenti caratteristiche:

- a) tubi, valvole e apparecchiature in genere che accelerino particelle elementari cariche con energie superiori a 30 keV;
- b) tubi, valvole e apparecchiature in genere che accelerino particelle elementari cariche con energie superiori a 5 keV ed inferiori a 30 keV, quando l'intensità di equivalente di dose, in condizioni normali di funzionamento, sia eguale o superiore a $1 \mu\text{Sv/h}$ a una distanza di 0,1 m da qualsiasi punto della superficie esterna dell'apparecchiatura;
- c) tubi catodici in apparecchiature che forniscono immagini visive, quando l'intensità di equivalente di dose, in condizioni normali di funzionamento, sia eguale o superiore a $5 \mu\text{Sv/h}$ a una distanza di 0,05 m da qualsiasi punto della superficie esterna dell'apparecchiatura.

Per gli apparecchi citati negli ultimi due punti, la certificazione sul non superamento del limite di dose imposto può essere eseguita sia direttamente dal fabbricante, o importatore, sia dall' esercente, tramite misure effettuate da un esperto qualificato.

ESPOSIZIONI DA ATTIVITÀ LAVORATIVE CON PARTICOLARI SORGENTI NATURALI DI RADIAZIONI

Anche se le esposizioni da attività lavorative con particolari sorgenti naturali non rientrano specificamente nell'ambito sanitario, si ritiene opportuno richiamare questo capo del decreto, interamente nuovo, in quanto alcune misure e valutazioni sono verosimilmente da eseguirsi, data per scontata la presenza di locali interrati nella struttura ospedaliera. All'art. 10-bis sono individuate le attività lavorative che ricadono nella disciplina del decreto, ovvero:

- a) attività lavorative durante le quali i lavoratori e, eventualmente, persone del pubblico sono esposti a prodotti di decadimento del radon o del toron, o a radiazioni gamma o a ogni altra esposizione in particolari luoghi di lavoro quali tunnel, sottovie, catacombe, grotte e, comunque, in tutti i luoghi di lavoro sotterranei;
- b) attività lavorative durante le quali i lavoratori e, eventualmente, persone del pubblico sono esposti a prodotti di decadimento del radon o del toron, o a radiazioni gamma o a ogni altra esposizione in luoghi di lavoro diversi da quelli di cui alla lettera a) in zone ben individuate o con caratteristiche determinate;
- c) attività lavorative implicanti l'uso o lo stoccaggio di materiali abitualmente non considerati radioattivi, ma che contengono radionuclidi naturali e provocano un aumento significativo dell'esposizione dei lavoratori e, eventualmente, di persone del pubblico;
- d) attività lavorative che comportano la produzione di residui abitualmente non considerati radioattivi, ma che contengono radionuclidi naturali e provocano un aumento significativo dell'esposizione di persone del pubblico e, eventualmente, dei lavoratori;
- e) attività lavorative in stabilimenti termali o attività estrattive non disciplinate dal capo IV (lavorazioni minerarie);
- f) attività lavorative su aerei per quanto riguarda il personale navigante.

Le normali attività sanitarie possono quindi rientrare nel punto a) (se svolte in ambienti sotterranei) ovvero nel punto b) (se svolte in zone individuate dalle regioni e dalle province autonome, ai sensi dell'art. 10 sexies).

Obblighi degli esercenti ed eventuali azioni da intraprendere

Per le attività di cui all'art. 10 bis, lettera a) (per brevità luoghi di lavoro sotterranei) l'esercente ha l'obbligo, entro ventiquattro mesi dall'inizio dell'attività o, in caso di attività preesistente, entro ventiquattro mesi dal 1° marzo 2002, di procedere alle misurazioni di concentrazioni di attività di radon medie in un anno (All. I bis punto 3), avvalendosi di organismi riconosciuti ai sensi dell'articolo 107, comma 3, o, nelle

more dei riconoscimenti, di organismi idoneamente attrezzati, che rilasciano una relazione tecnica contenente il risultato della misurazione.

Analogo obbligo di misurazioni sussiste per gli esercenti le attività di cui all'art. 10 bis, lettera b, - in particolari zone - da adempiere entro ventiquattro mesi dall'individuazione di dette zone da parte delle regioni, o, se posteriore, dall'inizio dell'attività.

In entrambi i casi, nell'eventualità di superamento del livello di azione, fissato dall'Allegato I bis in termini di 500 Bq/m^3 di concentrazione di attività di radon media in un anno, occorre inviare, entro un mese dal rilascio della relazione, una comunicazione, contenente la relazione stessa e indicante il tipo di attività lavorativa alle Agenzie Regionali per l'Ambiente, agli organi del Servizio Sanitario Nazionale competenti per territorio e alla Direzione provinciale del lavoro (art. 10 quater). Inoltre (art. 10 quinquies), avvalendosi di un esperto qualificato, l'esercente deve porre in essere azioni di rimedio idonee a ridurre le grandezze misurate al di sotto del predetto livello e procedere nuovamente alla misurazione al fine di verificare l'efficacia delle suddette azioni. Le operazioni sono completate entro tre anni e sono effettuate con urgenza correlata al superamento del livello di azione. Ove, nonostante l'adozione di azioni di rimedio, le grandezze misurate risultino ancora superiori al livello prescritto, l'esercente adotta taluni provvedimenti previsti dal capo VIII (art. 10 quinquies comma 3) fintanto che ulteriori azioni di rimedio non riducano le grandezze misurate al di sotto del predetto livello di azione, tenendo conto del principio di ottimizzazione.

Se invece, pur non superando il livello di azione, le grandezze misurate sono superiori all'80 per cento dello stesso, l'esercente è tenuto ad assicurare nuove misurazioni nel corso dell'anno successivo. In ogni caso, l'esercente non è tenuto alle azioni di rimedio se dimostra, avvalendosi dell'esperto qualificato, che nessun lavoratore è esposto ad una dose superiore a quella indicata nell'allegato I bis (3 mSv/anno); questa disposizione non si applica agli esercenti di asili-nido, di scuola materna o di scuola dell'obbligo.

COMUNICAZIONE PREVENTIVA DI PRATICHE, ALTRE COMUNICAZIONI E CONDIZIONI DI ESENZIONE

L'art. 22 del decreto stabilisce che, ferme restando le disposizioni di cui all'articolo 3 della legge 31 dicembre 1962, n.1860, e successive modifiche e fuori dai casi per i quali siano previsti specifici provvedimenti autorizzativi, chiunque intenda intraprendere una pratica, comportante detenzione di sorgenti di radiazioni ionizzanti deve darne comunicazione trenta giorni prima della detenzione. L'art. 22 stabilisce inoltre le condizioni per le quali la comunicazione va eseguita, le modalità per l'effettuazione della comunicazione stessa e gli obblighi cui il detentore di sorgenti oggetto della pratica deve ottemperare.

Oltre che per i casi in cui siano previsti specifici provvedimenti autorizzativi, al comma 2 dell'art. 22 del decreto sono individuate le condizioni di esenzione per diversi tipi di pratiche.

Materie radioattive

Sono escluse dall'obbligo di comunicazione le pratiche in cui le sorgenti di radiazione soddisfino una delle seguenti condizioni:

- l'attività, in Bq, delle materie radioattive presenti non superi, intesa come attività massima presente ad un certo istante nella pratica, i valori di cui alla Tabella VII-1 del decreto;
- la concentrazione di attività per unità di massa (Bq/g), riferita al valore massimo nella pratica, non superi i valori di cui alla Tabella VII-1 del decreto.

Ai radionuclidi non riportati nella Tabella VII-1, a meno che non siano disponibili indicazioni dell'Unione Europea o di competenti organismi internazionali, vengono assegnati i valori

- 10^3 Bq se emettitori di radiazione alfa, 10^4 Bq negli altri casi
- 1 Bq/g per la concentrazione di attività per unità di massa

In Tabella A-2 sono riportati i valori dati nella Tabella VII-1 del decreto per i radionuclidi di maggior impiego nelle attività sanitarie; sono riportati in grassetto i radionuclidi non riportati in detta Tabella.

Radionuclidi in equilibrio

Nel caso di radionuclidi in equilibrio con i loro prodotti di decadimento le quantità di radioattività e di concentrazione da considerarsi sono quelle del radionuclide capostipite. La Tabella VII-2 del decreto riporta i valori per alcuni radionuclidi in equilibrio.

Materie radioattive costituite da miscele di radionuclidi

Nei casi di presenza di più di un radionuclide, le condizioni di esenzione si considerano soddisfatte allorché non sia superiore a 1 sia la somma dei rapporti tra la quantità di radioattività di ciascun radionuclide e quella prevista nella Tabella VII-1 che la somma dei rapporti delle concentrazioni di ciascun radionuclide divisa per il pertinente valore della Tabella VII-1.

Rifiuti, prodotti di attivazione, sorgenti di tipo riconosciuto, materie radioattive naturali

Ai fini della determinazione della quantità di materie radioattive presenti:

- a) si tiene conto della quantità di radioattività eventualmente detenuta come rifiuto radioattivo
- b) non si tiene conto:
 1. delle quantità di radioattività prodotte da fenomeni di attivazione qualora la produzione delle stesse non rientri tra gli scopi dell'attività;
 2. della contemporanea presenza delle materie radioattive destinate a sostituire le sorgenti in uso, sempre che si tratti di sorgenti sigillate, la sostituzione avvenga nel tempo più breve tecnicamente possibile e le sorgenti in sostituzione e quelle da sostituire si trovino contemporaneamente al di fuori degli imballaggi di trasporto esclusivamente per il tempo necessario ad eseguire la sostituzione;
 3. delle materie radioattive contenute nelle sorgenti di tipo riconosciuto qualora l'esonero sia stato esplicitamente previsto nel conferimento di qualifica;
 4. delle materie radioattive naturali il cui impiego non sia lo scopo della pratica.

Apparecchi contenenti materie radioattive

Le pratiche con apparecchi contenenti materie radioattive anche al di sopra delle quantità o delle concentrazioni sopra riportate, sono escluse dall'obbligo di comunicazione purché soddisfino tutte le seguenti condizioni:

- a) siano sorgenti di tipo riconosciuto;
- b) siano costruiti in forma di sorgenti sigillate;
- c) in condizioni di funzionamento normale, non comportino ad una distanza di 0,1 m da un qualsiasi punto della superficie accessibile dell'apparecchio, un'intensità di dose superiore a 1 $\mu\text{Sv/h}$;
- d) le condizioni di eventuale smaltimento siano state specificate nel provvedimento di riconoscimento, di cui all'art. 26.

Apparecchi elettrici e tubi catodici

Sono escluse dall'obbligo della comunicazione le pratiche con:

- a) l'impiego di qualunque tipo di tubo catodico destinato a fornire immagini visive, o di altri apparecchi elettrici che funzionano con una differenza di potenziale non superiore a 30 kV, purché ciò, in condizioni di funzionamento normale, non comporti, ad una distanza di 0,1 m da un qualsiasi punto della superficie accessibile dell'apparecchio, un'intensità di dose superiore a 1 $\mu\text{Sv/h}$;

b) gli apparecchi elettrici, diversi da quelli di cui sopra, che soddisfino tutte le seguenti condizioni:

1. siano di tipo riconosciuto ai sensi dell'articolo 26;
2. in condizioni di funzionamento normale, non comportino, ad una distanza di 0,1 m da un qualsiasi punto della superficie accessibile dell'apparecchio un'intensità di dose superiore a 1 $\mu\text{Sv/h}$.

Materiali contaminati

Sono escluse dall'obbligo della comunicazione le pratiche con materiali contaminati da materie radioattive risultanti da smaltimenti autorizzati, che siano stati dichiarati non soggetti ad ulteriori controlli dalle autorità competenti ad autorizzare lo smaltimento.

Modalità per l'effettuazione delle comunicazioni preventive

Fatti salvi i casi di esclusione sopra elencati, chiunque intende intraprendere una pratica comportante detenzione di sorgenti di radiazioni ionizzanti deve darne comunicazione trenta giorni prima dell'inizio della detenzione:

- al Comando provinciale dei Vigili del fuoco;
 - agli Organi del Servizio sanitario nazionale;
- e, se di competenza:

- alla Direzione provinciale del lavoro;
- al Comandante di porto;
- all'Ufficio di sanità marittima
- alle Agenzie regionali e delle Province Autonome.

Nella comunicazione devono essere forniti i dati e gli elementi atti a dimostrare l'idoneità della località ove la pratica verrà svolta. In particolare debbono essere forniti:

- generalità, codice fiscale e domicilio del richiedente (se trattasi di una Società denominazione o ragione sociale, codice fiscale e sede legale);
- descrizione della pratica che si intende svolgere compresi gli elementi per effettuare il processo di giustificazione;
- ubicazione dei locali e delle aree destinati alla pratica;
- per ogni macchina radiogena:
 - a) tipo ed energia massima di accelerazione delle particelle cariche;
 - b) corrente massima;
- per le materie radioattive: quantità totali di radioattività dei radionuclidi, specificando e distinguendo fra sorgenti sigillate e non sigillate, che si intendono detenere contemporaneamente e ricevere in ragione di un anno solare;
- per tutte le sorgenti: eventuale produzione di neutroni;
- modalità di produzione ed eventuale smaltimento di rifiuti, con indicazione dell'applicabilità o meno delle condizioni di esenzione per lo scarico;
- eventuale riciclo o riutilizzo dei materiali;
- eventuale presenza di zone classificate;

- descrizione delle operazioni che si intendono svolgere, delle sorgenti di radiazioni e delle attrezzature (inclusi i mezzi di protezione posti in atto);
- modalità previste per la disattivazione dell'installazione;
- valutazione delle dosi per i lavoratori e per i gruppi di riferimento della popolazione, in condizioni normali di attività.

La parte tecnica della documentazione descritta deve essere firmata, per la parte di competenza, dall'esperto qualificato.

Copia della comunicazione e della documentazione tecnica allegata, atta a dimostrare il regolare invio deve essere conservata, per cinque anni, a partire dalla data di spedizione, presso la sede di svolgimento della pratica. Se la pratica cessa prima dei cinque anni, detta copia deve essere consegnata all'Azienda Sanitaria Locale competente per territorio, che provvederà alla conservazione della stessa, fino alla scadenza dei previsti cinque anni.

La variazione dei dati presenti nella comunicazione, di cui all'art. 22, deve essere preventivamente comunicata alle amministrazioni intestatarie, fornendo i dati e gli elementi sopra elencati.

Obblighi conseguenti la comunicazione preventiva di pratica

Registrazione delle sorgenti (art. 22)

Le modalità di registrazione, le condizioni, le quantità di materie radioattive e le caratteristiche delle macchine radiogene, ai fini della registrazione, saranno stabilite da uno o più decreti applicativi, da emanare, da parte del Ministero della salute, di concerto con i Ministri dell'ambiente, delle attività produttive, del lavoro e politiche sociali, sentita l'APAT (art. 22, comma 5).

Anche in assenza di detto decreto è opportuno che nella sede dove la pratica viene attuata, si preveda una procedura interna che garantisca una corretta modalità di registrazione della presa in carico e dello scarico di sorgenti radioattive, anche al fine di una corretta gestione dei rifiuti prodotti.

Cessazione di pratica (art. 24 e paragrafi 3.5, 3.6 dell'Allegato VII)

La cessazione di una pratica, soggetta all'obbligo di comunicazione preventiva, deve essere comunicata alle Amministrazioni cui era stata inoltrata la comunicazione preventiva almeno 30 giorni prima della prevista cessazione, allegando una relazione sottoscritta dall'esperto qualificato per quanto di sua competenza che descriva:

- le operazioni previste per la cessazione;
- la destinazione delle sorgenti detenute;
- gli eventuali rifiuti prodotti durante la gestione della pratica e durante le operazioni connesse alla cessazione.

Al termine delle operazioni di cessazione, l'esercente trasmette alle stesse Amministrazioni una relazione, sottoscritta dall'esperto qualificato per gli aspetti di propria competenza, che attesti l'assenza di vincoli di natura radiologica nelle installazioni in cui la pratica è stata effettuata. La pratica si può considerare cessata dopo 60 giorni dall'invio di tale relazione.

La comunicazione non va effettuata in caso di:

- smaltimento di rifiuti radioattivi nell'ambiente eseguito con le modalità previste nel decreto;
- cessione a terzi di sorgenti nell'ambito di attività commerciali.

Smarrimento, perdita e ritrovamento di materie radioattive (art. 25)

Il detentore, nell'ipotesi di smarrimento o di perdita, per qualsiasi causa, di materie radioattive, comunque confezionate, e di apparecchi contenenti dette materie, deve darne immediatamente comunicazione a:

- Organi del servizio sanitario nazionale;
- Comando provinciale dei vigili del fuoco competente per territorio;
- Autorità di pubblica sicurezza più vicina;
- APAT;

e, se di competenza a:

- Comandante di porto;
- Ufficio di sanità marittima.

Il ritrovamento delle materie e degli apparecchi di cui al comma 1 da parte di chi ha effettuato la comunicazione deve essere immediatamente comunicato alla più vicina autorità di pubblica sicurezza.

Il ritrovamento, da parte di chiunque, di materie o di apparecchi recanti indicazioni o contrassegni che rendono chiaramente desumibile la presenza di radioattività deve essere comunicato immediatamente alla più vicina autorità di pubblica sicurezza.

Comunicazione (denuncia di detenzione) ai sensi dell'art. 3, 3° comma della legge 1860 del 31 dicembre 1962

L'art. 3 della legge 1860 del 31 dicembre 1962, unitamente al D.M. 27.7.1966 modificato dal D.M. 25.9.1982, prescrive l'obbligo di denuncia di detenzione al Ministero delle attività produttive - Direzione generale delle fonti di energia e delle industrie di base - entro cinque giorni dall'entrata in possesso di sorgenti radioattive quando la quantità totale di radioattività delle sostanze radioattive detenute supera i valori dati all'art. 2 del DM 27.7.1966. La denuncia deve essere fatta conformemente allo schema previsto dal modulo allegato al DM 25 settembre 1982, pubblicato su G.U. n. 286 del 16/10/82. Copia della denuncia deve essere trasmessa all'APAT.

Da notare che la denuncia non deve essere effettuata per le materie radioattive aggiunte a reintegro di quelle già denunciate e la cui quantità non superi i suddetti valori.

In Tabella A-3 sono riportati i valori per cui sussiste l'obbligo di denuncia per i radionuclidi di maggior impiego nelle attività sanitarie; sono riportati in grassetto i radionuclidi non riportati nel DM 27.7.1966 e per cui vengono adottati o i valori derivati da direttive CE o, in assenza di indicazioni, i valori relativi a radionuclidi di maggior radiotossicità.

Comunicazione (aggiornamento della denuncia di detenzione) ai sensi dell'art. 3, 4° comma della legge 1860 del 31 dicembre 1962

L'art. 3 della legge 1860 del 31 dicembre 1962, unitamente al D.M. 27.7.1966 modificato dal D.M. 25.9.1982, prescrive l'obbligo di aggiornare le denunce di detenzione al 31 dicembre di ogni anno e l'obbligo di tenere la contabilità delle

materie radioattive detenute. L'obbligo interviene quando la quantità totale di radioattività delle sostanze radioattive detenute supera i valori dati agli artt. 7 e 8 DM 27.7.1966.

L'aggiornamento deve essere presentato al Ministero delle attività produttive e all'APAT entro il 31 gennaio di ogni anno. Il riepilogo deve contenere, per ciascuna sorgente radioattiva:

- gli estremi della relativa denuncia di detenzione;
- il valore dell'attività al 31 dicembre dell'anno precedente;
- la data di eventuale cessazione della detenzione ed il valore di attività a tale data.

L'aggiornamento deve essere eseguito anche se non sono intervenute variazioni e anche se, nonostante variazioni intervenute, la quantità di radioattività risulti invariata rispetto a quella comunicata nell'anno precedente.

L'obbligo della tenuta della contabilità deve essere ottemperato attraverso l'istituzione di un registro sul quale devono essere annotati:

a) per la presa in carico:

- numero progressivo e data dell'operazione;
- radionuclide, stato fisico, formula chimica, peso, attività;
- generalità e indirizzo del fornitore;
- generalità e indirizzo del vettore che ha effettuato il trasporto;
- estremi delle comunicazioni concernenti la denuncia e gli aggiornamenti annuali;

b) per lo scarico:

- numero progressivo e data dell'operazione;
- radionuclide, peso e attività in caso di consumo;
- radionuclide, peso, attività, generalità e indirizzo del vettore che ha effettuato il trasporto in caso di trasferimento

c) per la rimanenza:

- radionuclide, peso e attività.

La tenuta della contabilità può essere svolta su un unico registro per più materie radioattive o su diversi registri separati per ognuna di esse.

In Tabella A-4 sono riportati i valori per cui sussiste l'obbligo dell'aggiornamento della denuncia (e tenuta contabilità) per i radionuclidi di maggior impiego nelle attività sanitarie; sono riportati in grassetto i radionuclidi non riportati nel DM 27.7.1966 e per cui vengono adottati o i valori derivati da direttive CE o, in assenza di indicazioni, i valori relativi a radionuclidi di maggior radiotossicità.

REGIME GIURIDICO PER IMPORTAZIONE, PRODUZIONE, COMMERCIO, TRASPORTO E DETENZIONE

Anche in questo caso, non trattandosi di attività proprie del campo sanitario (tranne alcune eccezioni) si fornisce solo un cenno riepilogativo sulla materia.

Le attività di importazione e produzione a fini commerciali di materie radioattive, prodotti, apparecchiature e dispositivi in genere, contenenti dette materie deve essere notificata preventivamente almeno sessanta giorni prima secondo le modalità riportate nell'Allegato VII paragrafo 1. Detta notifica è trasmessa al Ministero dell'ambiente, al Ministero delle attività produttive, al Ministero del lavoro e delle politiche sociali, al Ministero della salute, al Ministero dell'interno e all'APAT. Per l'invio all'APAT delle comunicazioni (Allegato VII, punto 6.1.) le agenzie regionali e delle province utilizzano i previsti moduli con le relative modalità di compilazione.

L'art. 18 bis (Beni di consumo) stabilisce che l'aggiunta intenzionale di materie radioattive nella produzione e manifattura di beni di consumo, nonché l'importazione o l'esportazione di tali beni, sono soggette ad autorizzazione del Ministero delle attività produttive, secondo le modalità dell'Allegato VII, paragrafo 2.

L'art. 19 impone l'obbligo di una informativa per ogni sorgente immessa in commercio; le modalità di attuazione, i contenuti e le esenzioni sono descritti nel punto 5 dell'Allegato VII.

L'art. 26 definisce i criteri e le modalità per il conferimento della qualifica di sorgente di tipo riconosciuto; i dettagli sono riportati nell'Allegato VIII. La domanda deve essere inoltrata al Ministero della salute, e copia della stessa trasmessa ai Ministeri delle attività produttive, dell'ambiente, dell'interno e del lavoro e politiche sociali, all'APAT, all'Istituto superiore per la sicurezza sul lavoro e all'Istituto superiore di salute.

Come richiamato dall'art. 21, permane l'obbligo di richiesta di autorizzazione per il trasporto di materie radioattive ai sensi dell'art. 5 della legge 31 dicembre 1962, n. 1860; tale autorizzazione è rilasciata dal Ministero delle attività produttive e dal Ministero dei trasporti, sentito il parere dell'APAT e del Ministero dell'interno, secondo indicazioni fornite dall'APAT. È invece vincolato alla pubblicazione di un decreto applicativo l'obbligo, da parte dei soggetti che effettuano il trasporto, di inviare all'APAT un riepilogo dei trasporti effettuati indicando le materie trasportate (art. 21 comma 3).

REGIME AUTORIZZATIVO

L'art. 27 del decreto stabilisce che l'impiego di sorgenti di radiazioni ionizzanti (detenzione, utilizzazione, manipolazione ed eventuale smaltimento nell'ambiente di materie radioattive) nonché l'utilizzazione di macchine radiogene, è soggetto a nulla osta preventivo.

In relazione ai rischi per i lavoratori e la popolazione, l'impiego di sorgenti di radiazioni ionizzanti si suddivide in due categorie:

- impiego di categoria A;
- impiego di categoria B.

Restano ferme, per quanto applicabili, le disposizioni dell'art. 13 della Legge 1860/62 e successive modificazioni ed integrazioni.

Condizioni per l'esenzione

Il nulla osta deve essere richiesto per le pratiche comportanti l'impiego di

- macchine radiogene con energia massima delle particelle accelerate superiore a 200 keV;
- sorgenti di radiazioni con produzione media nel tempo di neutroni su tutto l'angolo solido superiore a 10^4 neutroni/secondo;
- materie radioattive allorchè il valore massimo della concentrazione di attività per unità di massa (Bq/g), sia superiore ai valori indicati nella Tabella IX-1 del decreto ed inoltre si verifichi una delle seguenti condizioni:
- l'attività totale presente nella installazione sia superiore per un fattore 10^3 ai valori indicati nella Tabella IX-1
- l'attività totale pervenuta o prodotta nell'installazione in ragione d'anno solare sia superiore per un fattore $5 \cdot 10^4$ ai valori di cui alla Tabella IX-1.

Ai radionuclidi non riportati nella Tabella IX-1, a meno che non siano disponibili indicazioni dell'Unione Europea o di competenti organismi internazionali, vengono assegnati i valori

- 10^3 Bq se emettitori di radiazione alfa, 10^4 Bq negli altri casi
- 1 Bq/g per la concentrazione di attività per unità di massa

Radionuclidi in equilibrio

Nel caso di radionuclidi in equilibrio con i loro prodotti di decadimento le quantità di radioattività e di concentrazione da considerarsi sono quelle del radionuclide capostipite. La Tabella IX-2 del decreto riporta i valori per alcuni radionuclidi in equilibrio.

Materie radioattive costituite da miscele di radionuclidi o sorgenti di diversa tipologia

Nei casi di presenza di più di un radionuclide, le condizioni di esenzione si considerano soddisfatte allorché non sia superiore a 1 sia la somma dei rapporti tra la quantità di radioattività di ciascun radionuclide e quella prevista nella Tabella IX-1 che la somma dei rapporti delle concentrazioni di ciascun radionuclide divisa per il pertinente valore della Tabella IX-1. Nel caso di contemporanea presenza di sorgenti sigillate e sorgenti non sigillate le condizioni di esenzione si considerano soddisfatte allorché non sia superiore a 1 la somma dei valori ottenuti per ciascuna tipologia come sopra riportato.

Rifiuti, prodotti di attivazione, sorgenti di tipo riconosciuto, materie radioattive naturali

Ai fini della determinazione della quantità di materie radioattive presenti:

- a) si tiene conto della quantità di radioattività eventualmente detenuta come rifiuto radioattivo
- b) non si tiene conto:
 - 1) delle quantità di radioattività prodotte da fenomeni di attivazione qualora la produzione delle stesse non rientri tra gli scopi dell'attività;
 - 2) della contemporanea presenza delle materie radioattive destinate a sostituire le sorgenti in uso, sempreché si tratti di sorgenti sigillate, la sostituzione avvenga nel tempo più breve tecnicamente possibile e le sorgenti in sostituzione e quelle da sostituire si trovino contemporaneamente al di fuori degli imballaggi di trasporto esclusivamente per il tempo necessario ad eseguire la sostituzione;
 - 3) delle materie radioattive contenute nelle sorgenti di tipo riconosciuto qualora l'esonero sia stato esplicitamente previsto nel conferimento di qualifica.

Sorgenti di calibrazione

Sono esenti dal nulla osta di cui all'art. 27 le sorgenti di taratura dei singoli mezzi di misura radiometrici o dei singoli strumenti impiegati per il controllo di qualità delle apparecchiature radiologiche e di medicina nucleare allorché si verificano congiuntamente le seguenti condizioni:

- la quantità totale di radioattività presente nella singola sorgente non sia superiore ai valori indicati in tabella IX-1;
- la adesività del composto contenente la materia radioattiva al supporto sia tale da non consentirne il distacco, anche parziale, in condizioni di normale impiego.

Sorgenti di tipo riconosciuto

Sono esenti dal nulla osta di cui all'art. 27 le pratiche comportanti l'impiego di sorgenti di tipo riconosciuto ai sensi dell'art. 26 per i quali l'esonero sia stabilito esplicitamente nel decreto di conferimento di qualifica.

Il nulla osta è, in particolare, richiesto per:

- l'aggiunta intenzionale sia direttamente che mediante attivazione di materie radioattive nella produzione e manifattura di prodotti medicinali o di beni di consumo;
- l'impiego di acceleratori, di apparati a raggi X o di materie radioattive per radiografia industriale, per trattamento di prodotti, per ricerca

- la somministrazione intenzionale di materie radioattive, a fini di diagnosi, terapia o ricerca medica o veterinaria, a persone e, per i riflessi concernenti la radioprotezione di persone, ad animali;
- l'impiego di acceleratori, di apparati a raggi X o di materie radioattive per esposizione di persone a fini di terapia medica.

Condizioni per la classificazione in Categoria A o B

Viene classificato in categoria A l'impiego di materie radioattive allorché si verifichi una delle seguenti condizioni.

Per le materie in forma di sorgenti non sigillate:

- l'attività totale presente sia uguale o superiore di un fattore 10^6 ai valori indicati nella Tabella IX-1;
- l'attività totale pervenuta o prodotta in ragione d'anno solare sia uguale o superiore di un fattore $5 \cdot 10^7$ ai valori indicati nella Tabella IX-1.

Per le materie in forma di sorgenti sigillate:

- l'attività totale presente sia uguale o superiore di un fattore $3 \cdot 10^9$ ai valori indicati nella Tabella IX-1;
- l'attività totale pervenuta o prodotta in ragione d'anno solare sia uguale o superiore di un fattore $15 \cdot 10^{10}$ ai valori indicati nella Tabella IX-1.

Per le sorgenti neutroniche

Viene classificato in categoria A l'impiego di sorgenti di radiazioni con produzione media nel tempo di neutroni su tutto l'angolo solido superiore a 10^7 neutroni/secondo ad eccezione delle macchine radiogene che accelerino elettroni con energia massima di accelerazione inferiore o uguale a 25 MeV.

Per le macchine radiogene

Viene classificato in categoria A l'impiego di macchine radiogene che accelerino elettroni con energia massima di accelerazione superiore a 25 MeV.

L'impiego nello stesso luogo di macchine radiogene e materie radioattive viene classificato in categoria A quando si verifichi una delle condizioni previste per la classificazione dell'impiego in categoria A, fatta eccezione per le apparecchiature (non di terapia) per il cui uso non siano necessari dispositivi o protezioni aggiuntivi. Tali apparecchi inoltre non devono essere presi in considerazione per la verifica delle condizioni per la soggezione al nulla osta in presenza di altre sorgenti di radiazioni.

Le condizioni per la classificazione in categoria B sono determinate in modo residuale (ovvero quando la pratica sia soggetta al nulla osta ma non risulti classificata in categoria A).

In Tabella A-5 sono riportati i valori della tabella IX-1 ed i valori per cui sussistono le condizioni di classificazione in categoria A per i radionuclidi di maggior impiego nelle attività sanitarie; sono riportati in grassetto i radionuclidi non riportati nel decreto.

In Tabella A-6 sono riportati i valori della tabella IX-1 ed i valori per cui sussistono le condizioni di classificazione in categoria B per i radionuclidi di maggior impiego nelle attività sanitarie; sono riportati in grassetto i radionuclidi non riportati nel decreto. Lo smaltimento o il riciclo di rifiuti o materiali radioattivi è comunque soggetto ad autorizzazione quando non risulti disciplinato da provvedimenti autorizzativi nel caso in cui detti rifiuti o materiali contengano radionuclidi con concentrazione maggiori di 1 Bq/g ovvero con tempo di dimezzamento fisico uguale o maggiore di 75 giorni (art. 30).

Modalità per la procedura di istanza del nulla osta all'impiego

La domanda di nulla osta effettuata dal soggetto che intenda esercire la pratica, deve essere inoltrata, in accordo alle disposizioni sul bollo:

- 1) per l'impiego di categoria A (art. 28) al Ministero delle attività produttive; copia della domanda e della documentazione deve essere trasmessa:
 - al Ministero dell'ambiente;
 - al Ministero dell'interno;
 - al Ministero del lavoro e delle politiche sociali;
 - al Ministero della salute;
 - all'APAT e alle regioni territorialmente competenti;
- 2) per l'impiego di categoria B (art. 29)
 - alle Autorità competenti, individuate con legge regionale, per attività comportanti esposizione a scopo medico;
 - al Prefetto, competente per territorio, in tutti i casi in cui l'impiego sia diverso da quello medico.

La domanda di nulla osta deve contenere, per quanto applicabile, i seguenti dati (All. IX punto 4.3):

- generalità, codice fiscale e domicilio del richiedente; se trattasi di una Società, denominazione o ragione sociale, codice fiscale e sede legale;
- descrizione della pratica;
- ubicazione dei locali e delle aree destinati alla pratica;
- per ogni macchina radiogena:
 - a) tipo ed energia massima di accelerazione delle particelle cariche;
 - b) corrente massima e potenza, tenendo conto nel caso di elettroni del fattore di utilizzo (duty cycle), e del numero di macchine che s'intende utilizzare;
- per le materie radioattive: le quantità totali di radioattività dei radionuclidi, specificando e distinguendo fra sorgenti sigillate e non, che si intendono detenere contemporaneamente e ricevere in ragione di un anno solare;
- per tutte le sorgenti:
 - a) eventuale produzione di neutroni;
 - b) modalità di produzione ed eventuale smaltimento dei rifiuti, indicando l'applicazione o meno di quanto previsto al comma 2, dell'art. 154;
 - c) eventuale riciclo o riutilizzo dei materiali.

La domanda deve essere corredata dalla seguente documentazione di natura tecnica (All. IX punto 4.4) che, per quanto di competenza, deve essere firmata dall'esperto qualificato:

- 1) descrizione delle aree e dei locali interessati all'attività che si intende svolgere, con le relative planimetrie e sezioni, con indicata l'eventuale classificazione di cui all'art. 82;
- 2) descrizione degli ambienti e delle aree circostanti, anche di pertinenza di terzi, e loro destinazione d'uso, e se nelle stesse sono impiegate sorgenti;
- 3) criteri seguiti per la classificazione delle zone e del personale addetto;
- 4) descrizione delle operazioni che si intendono svolgere, delle sorgenti di radiazioni e delle attrezzature, con riferimento ai locali ed alle aree;
- 5) descrizione dell'eventuale movimentazione delle sorgenti all'interno dell'installazione;
- 6) indicazione della rispondenza a norme di buona tecnica, ove applicabili, in fase di progettazione, costruzione ed esercizio;
- 7) individuazione ed analisi degli eventuali scenari comportanti esposizioni potenziali e delle specifiche modalità di intervento al fine di prevenire le esposizioni o limitarne le conseguenze sui lavoratori e sulla popolazione;
- 8) produzione e modalità di gestione degli eventuali rifiuti radioattivi prodotti e dei materiali di riciclo o riutilizzati;
 - programma di costruzione e/o di adattamento delle strutture e delle aree destinate allo svolgimento della pratica, nonché delle prove previste;
 - modalità previste per la disattivazione dell'installazione;
 - valutazione delle dosi per i lavoratori e per i gruppi di riferimento della popolazione, in condizioni normali di attività;
 - risultati delle valutazioni preventive della distribuzione spaziale e temporale delle materie radioattive disperse o rilasciate nonché delle esposizioni potenziali dei lavoratori e dei gruppi di riferimento della popolazione nei casi di emergenza radiologica (art. 115 ter);
 - criteri e modalità di attuazione degli adempimenti di cui agli articoli 79 ed 80 (classificazione delle zone e dei lavoratori, frequenza delle valutazioni, modalità di svolgimento della sorveglianza fisica, valutazione delle dosi, etc.);
 - modalità di attuazione degli obblighi dell'art. 61, con particolare riferimento al contenuto delle norme interne di sicurezza e protezione, indicazione delle modalità con cui si intende assicurare la formazione di radioprotezione dei lavoratori ed indicazione della qualificazione professionale dei medesimi;
 - nel caso degli impieghi medici delle materie radioattive, ai fini delle valutazioni e delle soluzioni progettuali ed operative, indicazione, particolarmente per quanto riguarda la gestione e l'eventuale smaltimento nell'ambiente dei rifiuti radioattivi, anche del contributo delle materie radioattive somministrate ai pazienti.

Alla domanda di nulla osta deve essere allegata l'attestazione del versamento prescritto.

Copia della domanda e della documentazione deve essere trasmessa alle Amministrazioni ed Organismi Tecnici interessati.

Obblighi, rinnovi, variazioni e comunicazioni conseguenti la concessione del nulla osta

Nel provvedimento di nulla osta possono essere inserite delle prescrizioni tecniche, che devono ovviamente essere rispettate per l'esercizio della pratica.

Ogni sette anni, a partire dalla data del rilascio del provvedimento di nulla osta, il titolare deve inviare alle amministrazioni ed organismi tecnici interessati, una relazione tecnica, sottoscritta dalle figure competenti in ogni parte specifica, contenente:

- l'eventuale aggiornamento della documentazione presentata per la richiesta del nulla osta;
- i dati relativi alla sicurezza e radioprotezione, connessi all'attività svolta, con particolare riguardo all'esposizione dei lavoratori e dei gruppi di riferimento della popolazione, alla produzione dei rifiuti radioattivi, all'eventuale immissione di radionuclidi nell'ambiente o all'eventuale riciclo dei materiali;

Il provvedimento di nulla osta può essere variato dalle amministrazioni procedenti su richiesta:

- del titolare del provvedimento, in caso di variazioni nello svolgimento della pratica che comportino modifiche all'oggetto del provvedimento;
- delle amministrazioni che intervengono, a seguito di comunicazione di variazione delle modalità di svolgimento della pratica che non comportino modifiche all'oggetto del provvedimento;
- degli organi di vigilanza.

Il titolare del nulla osta deve preventivamente comunicare all'amministrazione procedente ed alle amministrazioni ed organismi tecnici interessati le variazioni nello svolgimento dell'attività rispetto ai dati trasmessi con la documentazione di istanza del nulla osta, che non comportino modifiche nel provvedimento autorizzativo. Dette variazioni possono essere adottate qualora il titolare del nulla osta non riceva avvisi in merito entro novanta giorni dall'invio della comunicazione.

L'intendimento di cessare la pratica deve essere comunicato, entro i termini previsti dal nulla osta, all'Amministrazione procedente che provvede alla revoca del provvedimento; se nel provvedimento di nulla osta sono previste particolari modalità per la disattivazione, il titolare deve inviare all'amministrazione procedente ed ai relativi organismi tecnici, un piano delle operazioni da seguire per la disattivazione, con particolare riguardo ai rifiuti prodotti ed alla sistemazione delle sorgenti di radiazione utilizzate. Le stesse amministrazioni autorizzano le operazioni di disattivazione e possono subordinare il provvedimento di revoca a specifico parere sulla conclusione della disattivazione; il parere sulla disattivazione, che attesti la mancanza di vincoli di natura radiologica e la corretta sistemazione dei rifiuti eventualmente prodotti, nonché le sorgenti impiegate, viene rilasciato, su richiesta del titolare del nulla osta:

- per l'impiego di categoria A dall'APAT;
- per l'impiego di categoria B congiuntamente dal Comando provinciale dei vigili del fuoco, dall'Azienda sanitaria locale, dalla Direzione provinciale del lavoro e dalle agenzie regionali o provinciali.

Provvedimenti autorizzativi per l'impiego di sorgenti mobili

Si definisce sorgente di radiazione mobile una sorgente che soddisfi congiuntamente ai seguenti tre requisiti:

- sia fisicamente mobile;

- sia impiegata in più siti, luoghi e località non determinabili a priori;
- sia impiegata presso soggetti differenti da quello che svolge la pratica.

Ferma restando l'esenzione per macchine radiogene anche mobili con energia massima delle particelle accelerate inferiore o uguale a 200 keV (escluse quelle utilizzate a scopo di terapia medica, industriale o di ricerca scientifica), per le sorgenti mobili non sono previste esenzioni.

Si precisa che per i soggetti che utilizzano una propria sorgente mobile in più siti di propria appartenenza, si applicano i criteri di soggezione al decreto.

Il rilascio del nulla osta è subordinato a:

- 1) dimostrazione che i principi di protezione radiologica sono garantiti dalle caratteristiche stesse delle sorgenti e dalle modalità di svolgimento della pratica, indipendentemente dall'ambito in cui l'impiego avviene;
- 2) inserimento di specifiche prescrizioni relative all'obbligo:
 - di informare, almeno 15 giorni prima dell'inizio dell'impiego in un determinato ambito, gli organi di vigilanza territorialmente competenti;
 - di acquisire da parte dell'esperto qualificato e di trasmettere agli organi di vigilanza una relazione specifica sull'ottemperanza di quanto previsto al punto 1.

Se l'impiego della sorgente mobile è classificato di categoria B la richiesta di nulla osta deve essere inoltrata all'Autorità competente, stabilita dalla Regione, nel caso di pratiche comportanti l'uso di sorgenti a scopo medico, sempre che l'energia massima delle particelle accelerate sia superiore a 200 keV; negli altri casi l'istanza è presentata al Prefetto della provincia in cui è situata la sede operativa primaria del titolare.

Autorizzazione ministeriale all'impiego di sorgenti radioattive

Le condizioni per l'assoggettamento agli obblighi di cui all'art. 13 della legge 31 dicembre 1962 n. 1860, sono le stesse previste per la classificazione in categoria A.

Le risultanze del procedimento autorizzativo per il rilascio del nulla osta di categoria A valgono ai fini del rilascio dell'autorizzazione in oggetto.

OBBLIGHI DELLE FIGURE PROFESSIONALI COINVOLTE NELLA RADIOPROTEZIONE

Oltre agli adempimenti sopra riportati ed agli obblighi relativi alla classificazione, che saranno trattati in modo più approfondito, si citano di seguito i principali obblighi derivanti dalla nuova normativa di radioprotezione per le attività di tipo sanitario nelle normali condizioni di lavoro.

Obblighi del datore di lavoro

Il datore di lavoro, in generale, ha l'obbligo, direttamente od attraverso figure dirigenziali di

- nominare esperto qualificato e medico autorizzato/competente
- individuare i dirigenti che dovranno in concreto occuparsi degli obblighi di legge
- richiedere le autorizzazioni previste dalla legge ed effettuare le necessarie comunicazioni
- provvedere a che siano soddisfatte le limitazioni di esposizioni per particolari categorie (minori ...)
- acquisire le segnalazioni in merito alla radioprotezione e provvedere in merito
- adottare le idonee misure di sicurezza e protezione
- controllare che le figure incaricate della sorveglianza della radioprotezione istituiscano ed aggiornino la documentazione
- conservare o trasmettere agli organi competenti la documentazione
- fornire alle figure incaricate della sorveglianza della radioprotezione i mezzi, le informazioni e le condizioni necessarie per lo svolgimento della loro attività
- acquisire i giudizi espressi dal medico autorizzato o competente e provvedere affinché siano rispettate le eventuali prescrizioni o non idoneità
- assicurare le opportune misure di radioprotezione nel caso di utilizzo di lavoratori autonomi od esterni.

Si rammenta che il datore di lavoro non può delegare i compiti di:

- elaborare il documento a seguito di valutazione (art. 4, comma 2/626)
- acquisire il documento di valutazione dell'esperto qualificato prima dell'inizio dell'attività (art. 61, comma 2/230)
- effettuare la nuova valutazione nel caso di variazioni e di nuove attività (art. 4, comma 7/626)
- nominare il responsabile del servizio di prevenzione e protezione, l'esperto qualificato, il medico autorizzato/competente.

Obblighi dei datori di lavoro, dirigenti e preposti

L'art. 61 stabilisce che i datori di lavoro ed i dirigenti che rispettivamente esercitano e dirigono le attività disciplinate dal presente decreto ed i preposti che vi sovrintendono devono, nell'ambito delle rispettive attribuzioni e competenze, attuare le cautele di protezione e di sicurezza previste.

I datori di lavoro debbono preventivamente acquisire da un esperto qualificato una relazione scritta contenente le valutazioni e le indicazioni di radioprotezione inerenti alle attività previste. Sulla base delle indicazioni della relazione, e successivamente di quella di cui all'articolo 80, i datori di lavoro, i dirigenti e i preposti devono in particolare:

- a) provvedere affinché gli ambienti di lavoro vengano 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;
- c) predisporre norme interne di protezione e sicurezza e curare che copia di dette norme sia consultabile;
- d) fornire ai lavoratori, ove necessari, i mezzi di sorveglianza dosimetrica e di protezione;
- e) rendere edotti i lavoratori 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;
- f) provvedere affinché i singoli lavoratori osservino le norme interne, usino i mezzi di protezione ed osservino le corrette modalità di esecuzione del lavoro;
- g) provvedere affinché siano apposte segnalazioni che indichino il tipo di zona, la natura delle sorgenti ed i relativi tipi di rischio e siano indicate, mediante appositi contrassegni, le sorgenti di radiazioni ionizzanti, fatta eccezione per quelle non sigillate in corso di manipolazione;
- h) fornire al lavoratore esposto i risultati delle valutazioni di dose effettuate dall'esperto qualificato, che lo riguardino direttamente, nonché assicurare l'accesso alla documentazione di sorveglianza fisica concernente il lavoratore stesso;
- i) comunicare tempestivamente all'esperto qualificato e al medico addetto alla sorveglianza medica la cessazione del rapporto di lavoro con il lavoratore esposto.

Obblighi dell'esperto qualificato

Art. 61

Fornire al datore di lavoro una relazione scritta contenente le valutazioni e le indicazioni di radioprotezione inerenti l'attività svolta.

Art. 74

Dopo ogni esposizione accidentale o di emergenza deve fornire al datore di lavoro, dirigente o preposto, una apposita relazione tecnica, dalla quale risultino le circostanze ed i motivi dell'esposizione stessa per quanto riscontrabili dall'esperto qualificato, nonché la valutazione delle dosi relativamente ai lavoratori interessati.

Art. 77

Assicurare la sorveglianza fisica. Comunicare, tramite il datore di lavoro, all'Ispettorato provinciale del lavoro competente per territorio il nominativo e la dichiarazione di accettazione dell'incarico.

Art. 79

Effettuare la valutazione di radioprotezione di cui all'art. 61 e dare indicazioni al datore di lavoro nell'attuazione dei compiti.

Effettuare l'esame e la verifica delle attrezzature, dei dispositivi e degli strumenti di protezione, ed in particolare:

- 1) procedere all'esame preventivo e rilasciare il relativo benestare, dal punto di vista della sorveglianza fisica, dei progetti di installazione che comportino rischi di esposizione, dell'ubicazione delle medesime all'interno dello stabilimento in relazione a tali rischi, nonché delle modifiche alle installazioni le quali implicano rilevanti trasformazioni delle condizioni, dell'uso o della tipologia delle sorgenti;
- 2) effettuare la prima verifica, dal punto di vista della sorveglianza fisica, di nuove installazioni e delle eventuali modifiche apportate ad esse;
- 3) eseguire la verifica periodica dell'efficacia dei dispositivi e delle tecniche di radioprotezione;
- 4) effettuare la verifica periodica delle buone condizioni di funzionamento degli strumenti di misurazione.

Effettuare una sorveglianza ambientale di radioprotezione nelle zone controllate e sorvegliate.

Procedere alla valutazione delle dosi e delle introduzioni di radionuclidi relativamente ai lavoratori esposti.

Assistere, nell'ambito delle proprie competenze, il datore di lavoro nell'individuazione e nell'adozione delle azioni da compiere in caso di incidente.

La valutazione della dose individuale per i lavoratori di categoria A derivanti da esposizioni esterne deve essere eseguita mediante uno o più apparecchi di misura individuali nonché in base ai risultati della sorveglianza ambientale.

La valutazione della dose individuale per i lavoratori di categoria A derivanti da esposizioni interne deve essere eseguita in base ad idonei metodi fisici e/o radiotossicologici.

La valutazione della dose ricevuta o impegnata dai lavoratori esposti che non sono classificati in Categoria A può essere eseguita sulla scorta dei risultati della sorveglianza fisica dell'ambiente di lavoro.

Comunicare per iscritto al medico autorizzato, almeno ogni sei mesi, le valutazioni delle dosi ricevute o impegnate dai lavoratori di categoria A e, con periodicità almeno annuale, al medico addetto alla sorveglianza medica, quelle relative agli altri lavoratori esposti.

Procedere all'analisi e valutazione necessarie ai fini della sorveglianza fisica della protezione della popolazione, in particolare effettuare la valutazione preventiva dell'impegno di dose derivante dall'attività e, in corso di esercizio, delle dosi ricevute o impegnate dai gruppi di riferimento della popolazione in condizioni normali, nonché la valutazione delle esposizioni in caso incidentale.

Art. 80

In base alle valutazioni relative all'entità del rischio, indicare, con apposita relazione

- a) l'individuazione e la classificazione delle zone ove sussiste rischio da radiazioni;
- b) la classificazione dei lavoratori addetti;
- c) la frequenza delle valutazioni;
- d) tutti i provvedimenti di cui ritenga necessaria l'adozione al fine di assicurare la sorveglianza fisica dei lavoratori esposti e della popolazione;
- e) la valutazione delle dosi ricevute e impegnate per tutti i lavoratori esposti e per gli individui dei gruppi di riferimento.

Trasmettere al medico addetto alla sorveglianza medica i risultati delle valutazioni delle dosi dei lavoratori esposti.

Partecipare alle riunioni periodiche di cui all'art. 11 del D.Lgs.n.626/94.

Art. 81

Provvedere ad istituire e tenere aggiornata la seguente documentazione:

- a) relazione relativa all'esame preventivo dei progetti e delle eventuali modifiche;
- b) valutazioni e verbali della sorveglianza fisica;
- c) verbali dei controlli;
- d) schede personali sulle quali devono essere annotati i risultati delle valutazioni delle dosi individuali;
- e) relazioni sulle circostanze ed i motivi inerenti alle esposizioni accidentali o di emergenza;
- f) risultati della sorveglianza fisica dell'ambiente utilizzati per la valutazione delle dosi ai lavoratori;
- g) le dosi derivanti da esposizioni soggette ad autorizzazione speciale da riportare sulla scheda dosimetrica.

Obblighi del medico autorizzato/competente**Art. 84**

Fare una anamnesi completa della quale risultino anche le eventuali esposizioni precedenti, un esame clinico generale completato da adeguate indagini specialistiche e di laboratorio.

Esprimere il giudizio di idoneità.

Comunicare per iscritto al datore di lavoro il giudizio di idoneità ed i limiti di validità del medesimo.

Illustrare al lavoratore il significato delle dosi, delle introduzioni di radionuclidi, degli esami medici e radiotossicologici e comunicargli i risultati dei giudizi di idoneità che lo riguardano.

Art. 85

Sottoporre a visita medica periodica almeno una volta all'anno e, comunque ogni qualvolta venga variata la destinazione lavorativa o aumentino i rischi connessi a tale destinazione i lavoratori esposti e gli apprendisti e studenti di categoria B. Sottoporre a visita medica periodica ogni sei mesi i lavoratori di categoria A e gli apprendisti e studenti ad essi equiparati. Le visite mediche, ove necessario, sono integrate da adeguate indagini specialistiche e di laboratorio.

Esprimere il giudizio di idoneità.

Giudicare per quanto tempo è opportuno proseguire la sorveglianza medica nei confronti dei lavoratori allontanati dal rischio perché non idonei o trasferiti ad attività che non espongono ai rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti. Formulare il giudizio di idoneità anche per tali lavoratori.

Prima della cessazione del rapporto di lavoro, sottoporre a visita medica il lavoratore. Nell'occasione fornirgli le eventuali indicazioni relative alle prescrizioni mediche da osservare.

Art. 86

Richiedere l'allontanamento dal lavoro dei lavoratori non idonei e proporre il reinserimento di essi quando accerti la cessazione dello stato di non idoneità.

Art. 87

Trasmettere al datore di lavoro la dichiarazione di accettazione dell'incarico conferitogli.

Art. 89

Analizzare i rischi individuali connessi alla destinazione lavorativa e alle mansioni.

Istituire e aggiornare i documenti sanitari personali.

Consegnare al medico subentrante i documenti sanitari personali nel caso di cessazione dell'incarico.

Fornire consulenza al datore di lavoro inerente la messa in atto di infrastrutture e procedure idonee per la sorveglianza medica dei lavoratori esposti.

Art. 90

Per ogni lavoratore esposto istituire, aggiornare e conservare il documento sanitario personale in cui sono compresi:

- i dati raccolti nelle diverse visite mediche;
- la destinazione lavorativa;
- le dosi ricevute dal lavoratore.

Provvedere, entro 6 mesi dalla cessazione del rapporto di lavoro del lavoratore o dell'attività dell'impresa, a trasmettere il documento sanitario, unitamente alle schede dosimetriche e alle relazioni sulle circostanze ed i motivi inerenti alle esposizioni accidentali o di emergenza, all'ISPESL, che provvederà a conservarli secondo le modalità previste.

I lavoratori hanno diritto di accesso ai dati contenuti nel documento sanitario, di ricevere copia dal medico della documentazione su loro richiesta e del documento sanitario personale alla cessazione del rapporto di lavoro.

Art. 91

Sottoporre a visita medica eccezionale i lavoratori che abbiano subito un superamento di dose rispetto ai valori stabiliti e provvedere a tutto ciò che può essere necessario (esami specialistici, trattamenti terapeutici, ecc.). Può decidere l'allontanamento di un lavoratore dal lavoro cui era assegnato.

Art. 92

Entro tre giorni dal momento in cui ne abbia effettuato la diagnosi comunicare all'Ispettorato Provinciale del Lavoro e agli organi del S.S.N. competenti per territorio i casi di malattia professionale, trasmettere la documentazione inerente casi di neoplasie ritenute causate da esposizione lavorativa alle radiazioni ionizzanti all'ISPEL.

Adempimenti nei confronti dei lavoratori**Art. 61**

I lavoratori devono essere classificati ai fini della radioprotezione; devono essere forniti di mezzi di sorveglianza dosimetrica e di mezzi di protezione; devono essere edotti sui rischi specifici cui essi sono esposti, sulle norme di protezione sanitaria, sulle conseguenze derivanti dalla mancata osservanza delle prescrizioni mediche e delle modalità di esecuzione del lavoro.

I lavoratori devono essere informati circa i risultati della sorveglianza dosimetrica.

Art. 62

I lavoratori devono essere tutelati dai rischi da radiazioni ionizzanti dai datori di lavoro di impresa esterna.

I lavoratori esterni devono essere riconosciuti idonei da un medico autorizzato, ricevere formazione specifica in rapporto alle caratteristiche particolari della zona controllata, essere dotati di mezzi di protezione e sorveglianza dosimetrica individuale.

Art. 64

I lavoratori autonomi che svolgano attività comportanti la classificazione come lavoratori esposti (non solo di categoria A) debbono assolvere agli obblighi del decreto.

Art. 65

I lavoratori devono essere tutelati se operano presso terzi.

Art. 67

I lavoratori autonomi e dipendenti da terzi con particolari compiti nell'ambito aziendale devono essere edotti, in relazione alle mansioni a cui sono addetti, dei rischi specifici da radiazioni ed essere dotati dei mezzi di protezione.

Art. 69

Le donne gestanti non possono svolgere attività in zone classificate o, comunque, svolgere attività che possano comportare per il nascituro una dose superiore al millisievert. Le donne in allattamento non possono essere adibite ad attività comportanti un rischio di contaminazione.

Art. 71

I minori di 18 anni non possono esercitare attività proprie dei lavoratori esposti, salvo quanto stabilito ai sensi dell'art. 96.

Art. 72

Nei confronti di lavoratori devono essere attuate tutte le misure di protezione e sicurezza idonee a ridurre le esposizioni al livello più basso ragionevolmente ottenibile. Gli impianti e le apparecchiature devono rispondere alle norme specifiche di buona tecnica.

Art. 73

Nei confronti di lavoratori devono essere adottati i provvedimenti idonei ad evitare che vengano superati i limiti di dose.

Art. 83

I lavoratori esposti devono essere sottoposti alla sorveglianza medica ed essere effettivamente avviati all'attività lavorativa solo se giudicati idonei.

Art. 84

All'atto della visita il medico illustra al lavoratore il significato delle dosi ricevute, delle introduzioni di radionuclidi, degli esami medici e radiotossicologici e gli comunica i risultati dei giudizi di idoneità che lo riguardano.

Art. 85

I lavoratori devono essere sottoposti a visita medica periodica, alla prosecuzione della sorveglianza medica dopo l'allontanamento del rischio, a giudizio del medico, e a visita medica prima della cessazione del rapporto di lavoro.

Art. 86

Il lavoratore riconosciuto non idoneo alla visita medica deve essere immediatamente allontanato dal lavoro comportante esposizione a rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti.

Art. 90

I lavoratori possono accedere ai risultati delle valutazioni di dose e degli esami che lo riguardano e ricevere copia della documentazione.

Art. 91

I lavoratori devono essere sottoposti a provvedimenti di decontaminazione qualora abbiano subito una contaminazione.

Devono essere sottoposti a visita ed a sorveglianza medica eccezionale qualora abbiano subito un'esposizione tale da comportare il superamento dei limiti di dose.

Art. 95

I lavoratori possono fare ricorso avverso il giudizio di idoneità medica.

DOCUMENTAZIONE DI RADIOPROTEZIONE

L'Allegato XI (Determinazione delle modalità di tenuta della documentazione relativa alla sorveglianza fisica e medica della protezione dalle radiazioni ionizzanti e del libretto personale di radioprotezione per i lavoratori esterni) ai sensi dell'art. 62, comma 3, dell'art. 81, comma 6 e dell'art. 90, comma 5, descrive le modalità di tenuta della seguente documentazione.

Libretto personale di radioprotezione per il lavoratore di impresa esterna o lavoratore autonomo

- a) È istituito solamente per i lavoratori di categoria A;
- b) è istituito dal datore di lavoro di impresa esterna o dal lavoratore autonomo, che compila le sezioni 1 e 2 e poi lo invia per la registrazione al Ministero del lavoro – Direzione generale dei rapporti di lavoro Div. III;
- c) è compilato dall'esperto qualificato dopo ogni intervento. Nel caso non sia possibile valutare la dose al termine della prestazione, l'esperto qualificato dell'esercente trasmette al datore di lavoro / lavoratore autonomo, nel tempo tecnicamente necessario, i relativi dati di esposizione. L'esperto qualificato del datore di lavoro / lavoratore autonomo risponde, firmando nell'apposito spazio, dell'esatta trascrizione dei dati stessi e procede alla valutazione della dose;
- d) è conservato dal datore di lavoro, che lo consegna al lavoratore prima di ogni prestazione presso terzi; in caso di cessazione del rapporto di lavoro, il datore di lavoro consegna definitivamente il libretto al lavoratore;
- e) vi deve essere annotato il contributo complessivo derivante da tutte le esposizioni lavorative individuali;
- f) per lavoratori provenienti da paesi della UE è valido il libretto personale originario; se il documento non fosse previsto, il datore di lavoro dovrà ottenere altra idonea certificazione.

Registro delle valutazioni

- È istituito e tenuto aggiornato, per conto del datore di lavoro, dall'esperto qualificato, che appone la propria firma sulla prima pagina;
- è costituito da fogli legati e numerati progressivamente, intestato al datore di lavoro e recante l'indicazione della sede legale e della sede di lavoro;
- non è più richiesta la vidimazione da parte della Direzione provinciale del lavoro, ma è sufficiente che il datore di lavoro apponga la data e la propria sottoscrizione sulla prima pagina, dichiarando il numero delle pagine di cui il registro si compone;

- può essere suddiviso in più sezioni staccate; la prima pagina reca le indicazioni inerenti le installazioni e gli argomenti cui il registro si riferisce;
- è consentito che le registrazioni siano effettuate, ove sia possibile, mediante fogli prestampati; in tale caso tutti i fogli devono essere applicati in modo stabile sulle pagine dei documenti e controfirmati dall'esperto qualificato in maniera che la firma interessi il margine di ciascun foglio e la pagina sulla quale è applicato;
- è conservato e mantenuto disponibile presso la sede di lavoro o presso la sede legale del datore di lavoro;
- ai sensi del paragrafo 5.1 dell'Allegato XI deve contenere :
 - a) la planimetria, o la descrizione, dei luoghi ed ambienti in cui vengono esercitate attività comportanti rischi da radiazioni ionizzanti, con l'indicazione della classificazione delle zone;
 - b) l'elenco, aggiornato in caso di variazioni, delle sorgenti sigillate e delle macchine radiogene in uso o detenute, con specificazione, per ciascuna di esse, della natura e delle caratteristiche fondamentali;
 - c) l'annotazione, per le sorgenti non sigillate, dell'attività massima detenibile dei radionuclidi e di quella impiegabile annualmente ai sensi dell'art. 27;
 - d) le modalità di valutazione delle dosi individuali per lavoratori ed individui dei gruppi di riferimento della popolazione a partire dai dati di sorveglianza fisica;
 - e) la relazione contenente le valutazioni e le indicazioni di radioprotezione inerenti le attività che prevedono l'impiego di sorgenti di radiazioni ionizzanti (art. 61 comma 2 e art. 80 comma 1 lett. b, c, d);
 - f) gli esiti della sorveglianza ambientale di cui all'art. 79 comma 1 lett. c;
 - g) gli esiti delle verifiche di cui all'art. 79 comma 1 lett. b numeri 3 e 4;
 - h) gli estremi di riferimento degli atti autorizzativi rilasciati;
 - i) l'annotazione dell'esito della prima verifica di sorveglianza fisica, con riferimento al relativo benessere.

Scheda dosimetrica

- a) deve prevedere almeno i contenuti proposti nel modello B, valido per ogni tipo di esposizione, la veste tipografica ed eventuali integrazioni sono a discrezione dell'esperto qualificato;
- b) è istituita dall'esperto qualificato entro un anno dall'entrata in vigore del decreto per ogni lavoratore esposto, apponendo la propria sottoscrizione sulla prima pagina, debitamente compilata;
- c) il datore di lavoro appone la data e la propria sottoscrizione sulla prima pagina, dichiarando altresì il numero di pagine di cui si compone;
- d) è costituita da fogli legati e numerati progressivamente;
- e) deve contenere i riferimenti alle relazioni sulle circostanze ed i motivi inerenti le esposizioni accidentali o di emergenza (art. 81 comma 1 lett. e) che devono essere allegate al documento;
- f) è consentito che le registrazioni siano effettuate, ove sia possibile, mediante fogli prestampati; in tale caso tutti i fogli devono essere applicati in modo stabile sulle pagine e controfirmati dall'esperto qualificato in maniera che la firma interessi il margine di ciascun foglio e la pagina sulla quale è applicato;

- g) è consentito l'impiego di sistemi di elaborazione automatica dei dati per la memorizzazione della scheda personale; i sistemi già autorizzati devono essere adeguati entro 6 mesi. In entrambi i casi, la rispondenza dei sistemi ai requisiti di legge è dichiarata dal datore di lavoro;
- h) le schede dosimetriche relative ai lavoratori per i quali il rapporto risulti cessato prima del 01/01/96 devono essere trasmesse dal datore di lavoro all'ISPELS, entro il 31/12/01.

Documento sanitario personale

- a) Deve essere istituito entro un anno dall'entrata in vigore del decreto;
- b) deve prevedere almeno i contenuti proposti nel modello C; la veste tipografica ed eventuali integrazioni sono a discrezione del medico autorizzato/competente;
- c) è permesso adottare un unico documento sanitario sia per i rischi da radiazioni ionizzanti sia per quelli derivanti da altri fattori (chimici, fisici e biologici);
- d) è istituito dal medico addetto alla sorveglianza medica apponendo la propria sottoscrizione sulla prima pagina del documento, mentre il datore di lavoro appone la data e la propria sottoscrizione sulla prima pagina, dichiarando il numero di pagine di cui si compone;
- e) è conservato presso la sede di lavoro ovvero presso la sede legale del datore di lavoro;
- f) è consentito che le registrazioni siano effettuate, ove possibile, mediante fogli prestampati; in tale caso tutti i fogli devono essere applicati in modo stabile sulle pagine dei documenti e controfirmati dal medico incaricato della sorveglianza medica in maniera che la firma interessi il margine di ciascun foglio e la pagina sulla quale è applicato;
- g) è consentito l'impiego di sistemi di elaborazione automatica dei dati; i sistemi già in uso devono essere adeguati entro 6 mesi; in entrambi i casi, la rispondenza dei sistemi ai requisiti di legge è dichiarata dal datore di lavoro.

Si sottolinea che il nuovo modello prevede l'ipotesi della sorveglianza medica ai lavoratori esposti alle radiazioni ionizzanti e contemporaneamente esposti ad altri rischi per i quali la normativa vigente richieda un giudizio di idoneità. Pertanto, evita la necessità di istituire due documenti sanitari per lo stesso lavoratore e, in caso di affidamento dell'incarico ad un medico in possesso di entrambi i requisiti (medico autorizzato e medico competente), la necessità di effettuare accertamenti medici distinti.

PROTEZIONE SANITARIA DELLA POPOLAZIONE

Ancorché la protezione sanitaria della popolazione esuli dalla trattazione del presente elaborato, si ritiene utile fornire per sommi capi un breve compendio di quanto introdotto in merito dalle modifiche ed integrazioni avute dal D.Lgs. 230/95. Oltre alle indicazioni sulla vigilanza e sui controlli svolti dagli Enti preposti, il Capo IX contiene infatti alcuni adempimenti che, combinati con altri articoli del decreto, forniscono lo schema base per la protezione della popolazione.

Divieti

È vietato mettere in circolazione, produrre, importare, impiegare, manipolare o comunque detenere, quando tali attività siano svolte a fini commerciali, prodotti o manufatti cui siano state deliberatamente aggiunte materie radioattive, sia direttamente, sia mediante attivazione: prodotti per l'igiene e cosmesi; oggetti di uso domestico o personale, ad eccezione di quelli destinati ad uso medico o paramedico; giocattoli; derrate alimentari e bevande; dispositivi antifulmine.

È vietato l'uso sulle persone di sorgenti di radiazioni ionizzanti che non sia effettuato a scopo diagnostico, terapeutico o di ricerca scientifica clinica in conformità alle norme vigenti.

Limitazione delle esposizioni

Chiunque pone in essere le attività disciplinate dal presente decreto deve attuare le misure necessarie al fine di evitare che le persone del pubblico siano esposte al rischio di ricevere o impegnare dosi superiori a quelle fissate con il decreto di cui all'art. 96, anche a seguito di contaminazione di matrici.

Chiunque pone in essere le attività disciplinate deve inoltre adottare tutte le misure di sicurezza e protezione idonee a ridurre al livello più basso ragionevolmente ottenibile, secondo le norme specifiche di buona tecnica, i contributi alle dosi ricevute o impegnate dai gruppi di riferimento della popolazione nonché a realizzare e mantenere un livello ottimizzato di protezione dell'ambiente.

Significativi incrementi del rischio di contaminazione dell'ambiente e di esposizione delle persone

Qualora si verifichi, nelle aree all'interno del perimetro di una installazione o nel corso di un'operazione di trasporto, una contaminazione radioattiva non prevista o, comunque, un evento accidentale che comporti un significativo incremento del rischio di esposizione delle persone, l'esercente, ovvero il vettore, richiedendo ove necessario tramite il prefetto competente per territorio l'ausilio delle strutture di protezione civile, deve prendere le misure idonee ad evitare l'aggravamento del rischio.

Ove l'evento comporti il rischio di diffusione della contaminazione o comunque di esposizione delle persone all'esterno del perimetro dell'installazione, l'esercente deve darne immediata comunicazione al prefetto e agli organi del servizio sanitario nazionale competenti per territorio che, in relazione al livello del rischio, ne danno comunicazione all'APAT.

Norme generali operative di sorveglianza

Chiunque, nell'ambito di attività disciplinate dal decreto che comportano l'obbligo della sorveglianza fisica, produce, tratta, manipola, utilizza, ha in deposito materie radioattive o comunque detiene apparecchi contenenti dette materie o smaltisce rifiuti radioattivi ovvero impiega apparecchi generatori di radiazioni ionizzanti, è tenuto a provvedere affinché vengano effettuate e registrate per iscritto le opportune valutazioni preventive. Deve inoltre provvedersi, a seconda del tipo o della entità del rischio, affinché vengano effettuate:

- a) la verifica delle nuove installazioni dal punto di vista della protezione contro esposizioni o contaminazioni che possano interessare l'ambiente esterno al perimetro dell'installazione, tenendo conto del contesto ambientale in cui le installazioni si inseriscono;
- b) la verifica dell'efficacia dei dispositivi tecnici di protezione;
- c) la verifica delle apparecchiature di misurazione della esposizione e della contaminazione;
- d) la valutazione delle esposizioni che interessano l'ambiente esterno, con l'indicazione della qualità delle radiazioni;
- e) la valutazione delle contaminazioni radioattive e delle dosi connesse, con indicazione della natura, dello stato fisico e chimico delle materie radioattive e della loro concentrazione nelle matrici ambientali.

In particolare, le valutazioni devono comportare:

- a) la stima dell'impegno di dose relativo allo smaltimento nell'ambiente dei rifiuti radioattivi, solidi, liquidi o aeriformi nell'ambiente;
- b) la predisposizione degli opportuni mezzi di rilevamento e sorveglianza, atti a consentire la verifica del rispetto dei livelli di smaltimento, definiti con lo studio eseguito, delle eventuali prescrizioni autorizzative o dei livelli di esenzione di cui all'art. 30;
- c) la registrazione dei rilevamenti suddetti.

Disposizioni particolari per i rifiuti radioattivi

Chiunque esercita un'attività soggetta al decreto deve adottare le misure necessarie affinché la gestione dei rifiuti radioattivi avvenga nel rispetto delle specifiche norme di buona tecnica e delle eventuali prescrizioni tecniche contenute nei provvedimenti autorizzativi, al fine di evitare rischi di esposizione alle persone del pubblico.

Le competenti autorità possono prescrivere l'adozione di adeguati dispositivi e provvedimenti, nonché di ulteriori mezzi di rilevamento e di sorveglianza necessari ai fini della protezione sanitaria, specie nelle località ove coesistono più fonti di rifiuti radioattivi.

Altre disposizioni sui rifiuti radioattivi

Gli artt. 30 e 154 forniscono disposizioni in merito all'allontanamento dei rifiuti ed in particolare stabiliscono che le norme del decreto non si applicano allo smaltimento di rifiuti radioattivi nell'ambiente, né al loro conferimento a terzi ai fini dello smaltimento, né comunque all'allontanamento di materiali destinati al riciclo o alla riutilizzazione, quando detti rifiuti o materiali contengano solo radionuclidi con tempo di dimezzamento fisico inferiore a settantacinque giorni e in concentrazione non superiore ai valori determinati ai sensi dell'articolo 1 (1 Bq/g).

I dati relativi ad ogni smaltimento o ad ogni conferimento di rifiuti a terzi, e ad ogni altro allontanamento di materiali, effettuati ai sensi di tali disposizioni e che dimostrino il rispetto delle condizioni ivi stabilite debbono essere registrati e trasmessi, su richiesta, all'Agenzia regionale o della provincia autonoma, agli organi del servizio sanitario nazionale competenti per territorio ed all'APAT.

Ricerca scientifica clinica

In base all'art. 108, le esposizioni di persone a scopo di ricerca scientifica clinica possono essere effettuate soltanto con il consenso scritto delle persone medesime, previa informazione sui rischi connessi con l'esposizione alle radiazioni ionizzanti e solo nell'ambito di programmi notificati al Ministro della salute.

In caso di minori o di soggetti con ridotta capacità di intendere e di volere, il consenso deve essere espresso da coloro che ne hanno la rappresentanza.

La ricerca scientifica clinica non può essere condotta su donne sane in età fertile, salvo i casi in cui la gravidanza possa essere sicuramente esclusa.

INTERVENTI

Anche questa materia esula dalla trattazione del presente elaborato ed anche in questo caso si fornirà solo un breve riassunto degli adempimenti a carico degli esercenti attinenti alla pratica che può originare l'intervento.

Campo di applicazione

Le disposizioni del capo X (Interventi) si applicano :

1. alle situazioni determinate da incidenti negli impianti nucleari;
2. nelle installazioni di cui all'art. 115 ter comma 1; i piani d'intervento sono sempre previsti per le attività con autorizzazione ministeriale, mentre per quelle con autorizzazione locale l'inserimento nei piani di intervento è valutato dalle Autorità competenti qualora individui del gruppo di riferimento della popolazione possano ricevere dosi superiori ai livelli stabiliti;
3. alle situazioni che diano luogo, o possano dar luogo, ad un'immissione di radioattività nell'ambiente tale da comportare dosi per il gruppo di riferimento della popolazione superiori ai valori stabiliti che:
 - a) avvengano in impianti al di fuori del territorio nazionale;
 - b) avvengano a bordo di navi a propulsione nucleare in aree portuali;
 - c) avvengano nel corso di trasporto di materie radioattive;
 - d) non siano preventivamente correlabili con alcuna specifica area del territorio nazionale.

Piani d'intervento

I soggetti richiedenti l'emanazione di provvedimenti autorizzativi nelle pratiche con materie radioattive provvedono ad eseguire, avvalendosi anche dell'esperto qualificato, le valutazioni preventive della distribuzione spaziale e temporale delle materie radioattive disperse o rilasciate, nonché delle esposizioni potenziali relative ai lavoratori e ai gruppi di riferimento della popolazione nei possibili casi di emergenza radiologica (art. 115 ter).

Le valutazioni di cui sopra sono oggetto di registrazione. Dette valutazioni sono altresì unite alla documentazione prodotta ai fini dell'emanazione dei provvedimenti autorizzativi.

Le valutazioni indicate sono eseguite facendo riferimento alle raccomandazioni in materia dei competenti organismi comunitari e internazionali (ad esempio ICRP 64 e ICRP 76 sulle esposizioni potenziali, IAEA Safety Series 81 e 57, IAEA Technical Report Series 36).

Esposizioni potenziali

Nel caso in cui individui dei gruppi di riferimento della popolazione possano ricevere, a seguito di esposizioni potenziali in installazioni soggette a nulla osta di

categoria B, dosi superiori ai livelli d'intervento, le amministrazioni competenti al rilascio del nulla osta stesso, dispongono l'inclusione della pratica nei piani. Le predette amministrazioni inseriscono, a tale scopo, apposite prescrizioni nel nulla osta e inviano copia del provvedimento autorizzativo, insieme con tutte le valutazioni relative alle esposizioni potenziali, alle autorità preposte, ai fini della predisposizione dei piani d'intervento.

Le installazioni soggette agli altri provvedimenti autorizzativi sono sempre incluse nei piani d'intervento.

L'attività delle nuove installazioni per le quali sia necessaria la predisposizione di piani d'intervento non può iniziare prima che le autorità abbiano approvato i piani stessi.

Obblighi dell'esercente

Qualora nelle installazioni si verifichino eventi che possano comportare emissioni e dispersioni di radionuclidi all'esterno dell'installazione, che determinino rilevanti contaminazioni dell'aria, delle acque, del suolo e di altre matrici in zone esterne al perimetro dell'installazione, gli esercenti sono tenuti a informare immediatamente:

- a) il prefetto, il comando provinciale dei vigili del fuoco, gli organi del servizio sanitario nazionale competenti per territorio, le agenzie regionali per la protezione dell'ambiente e l'APAT nel caso si tratti delle attività di cui agli articoli 29 e 30;
- b) le amministrazioni di cui sopra, nonché il comandante del compartimento marittimo e l'ufficio di Salute marittima quando gli eventi stessi interessino gli ambiti portuali e le altre zone di demanio marittimo e di mare territoriale, nel caso si tratti delle attività soggette ad altri provvedimenti autorizzativi previsti nel decreto e nella legge 31 dicembre 1962, n.1860.

Gli esercenti le installazioni in cui si verifichino gli eventi sono altresì tenuti a prendere tutte le misure atte a ridurre la contaminazione radioattiva nelle zone esterne al perimetro dell'installazione, in modo da limitare il rischio alla popolazione.

VALUTAZIONE DEL RISCHIO E CLASSIFICAZIONE

Definizioni e limiti di dose

Il limite di dose efficace per i lavoratori esposti è stabilito in 20 mSv in un anno solare. Per i lavoratori esposti (con età maggiore di 18 anni), fermo restando il rispetto del limite di cui sopra, devono altresì essere rispettati, in un anno solare, i seguenti limiti di dose equivalente:

- 150 mSv per il cristallino;
- 500 mSv per la pelle; tale limite si applica alla dose media, su qualsiasi superficie di 1 cm², indipendentemente dalla superficie esposta;
- 500 mSv per mani, avambracci, piedi, caviglie.

Il limite di dose efficace riguarda la somma delle dosi efficaci ricevute per esposizione esterna, in un anno solare, e impegnate per inalazione o per ingestione a seguito di introduzioni, verificatesi nello stesso periodo. Ai fini delle valutazioni deve essere impiegata la seguente relazione:

$$E = E_{\text{est}} + \sum_j h(g)_{j,\text{ing}} J_{j,\text{ing}} + \sum_j h(g)_{j,\text{ina}} J_{j,\text{ina}}$$

dove:

E_{est} è la dose efficace derivante da esposizione esterna;

$h(g)_{j,\text{ing}}$ e $h(g)_{j,\text{ina}}$ rappresentano la dose efficace impegnata per unità di introduzione del radionuclide j (Sv/Bq) rispettivamente ingerito o inalato da un individuo appartenente al gruppo d'età g pertinente;

$J_{j,\text{ing}}$ e $J_{j,\text{ina}}$ rappresentano rispettivamente l'introduzione tramite ingestione o tramite inalazione del radionuclide j (Bq).

Come grandezza operativa per la sorveglianza individuale dell'esposizione esterna deve essere utilizzata l'equivalente di dose personale $H_p(d)$ definito come l'equivalente di dose nel tessuto molle, ad una profondità appropriata d , al di sotto di un determinato punto del corpo (unità di misura: sievert). Per radiazioni a forte penetrazione è raccomandata una profondità di 10 mm; per le radiazioni a debole penetrazione è raccomandata una profondità di 0,07 mm per la pelle e di 3 mm per gli occhi.

Come grandezza operativa per la sorveglianza dell'esposizione esterna nelle aree di lavoro e nell'ambiente devono essere utilizzate l'equivalente di dose ambientale $H'(d)$ e l'equivalente di dose direzionale $H'(d, \Omega)$ definiti rispettivamente come l'equivalente di dose in un punto di un campo di radiazioni che sarebbe prodotto dal corrispondente campo espanso e unidirezionale nella sfera ICRU a una profondità d , sul raggio opposto alla direzione del campo unidirezionale e come l'equivalente di

dose in un punto di un campo di radiazioni che sarebbe prodotto dal corrispondente campo espanso, nella sfera ICRU, a una profondità d , su un raggio in una determinata direzione Ω (unità di misura: sievert).

La legge stabilisce che debbono essere classificati come lavoratori esposti i soggetti che, in ragione della attività lavorativa svolta per conto del datore di lavoro, sono suscettibili di una esposizione alle radiazioni ionizzanti superiore ad uno qualsiasi dei limiti fissati per le persone del pubblico, ovvero: dose efficace di 1 mSv per anno solare, dose equivalente di 15 mSv per il cristallino, 50 mSv per la pelle, calcolato in media su 1 cm² di pelle, indipendentemente dalla superficie esposta e dose equivalente di 50 mSv per mani, avambracci, piedi, caviglie.

Sono classificati in Categoria A i lavoratori esposti che, sulla base degli accertamenti compiuti dall'esperto qualificato sono suscettibili di un'esposizione superiore, in un anno solare, ad uno dei seguenti valori:

- a) 6 mSv di dose efficace;
- b) i tre decimi di uno qualsiasi dei limiti di dose equivalente fissati per il cristallino, per la pelle nonché per mani, avambracci, piedi e caviglie.

Nell'accertamento si deve tener conto del rischio di esposizione interna ed esterna derivante dalla normale attività lavorativa programmata nonché dal contributo delle esposizioni potenziali conseguenti a eventi anomali e malfunzionamenti che siano suscettibili di aumentare le dosi dei singoli derivanti da detta normale attività lavorativa programmata.

Ogni area di lavoro in cui, sulla base degli accertamenti e delle valutazioni compiuti dall'esperto qualificato, sussiste per i lavoratori in essa operanti il rischio di superamento di uno qualsiasi dei valori di cui sopra è classificata Zona Controllata.

I lavoratori esposti non classificati in Categoria A sono classificati in Categoria B.

Ogni area di lavoro in cui, sulla base degli accertamenti e delle valutazioni compiuti dall'esperto qualificato, sussiste per i lavoratori in essa operanti il rischio di superamento di uno dei limiti di dose fissati per le persone del pubblico, ma che non debba essere classificata Zona Controllata ai sensi del paragrafo 4.1 (All. III), è classificata Zona Sorvegliata.

Le Zone Controllate e le Zone Sorvegliate devono essere segnalate utilizzando la segnaletica definita dalle norme di buona tecnica o comunque in maniera visibile e comprensibile. Le Zone Controllate devono essere delimitate e le modalità di accesso regolamentate.

Modalità di classificazione

La classificazione degli ambienti di lavoro e dei lavoratori deve essere effettuata dall'esperto qualificato, previa indicazione da parte del datore di lavoro delle attività che i lavoratori devono svolgere, delle condizioni di lavoro e dell'effettivo uso di sorgenti radiogene. Attraverso i dati relativi ai "carichi di lavoro" è possibile, quindi, effettuare la stima dell'entità del rischio di esposizione interna ed esterna alle radiazioni ionizzanti derivante dalla normale attività lavorativa programmata nonché dal contributo delle esposizioni potenziali conseguenti a eventi anomali e malfunzionamenti che siano suscettibili di aumentare le dosi dei singoli operatori derivanti dalle normali attività.

Per poter definire in termini quantitativi il concetto di “susceptibilità” si ritiene opportuna l'adozione di un fattore K_S di sicurezza per stabilire dei livelli di classificazione. Per le attività sanitarie un fattore $K_S = 2 - 3$ riserva un margine di sicurezza per i possibili incrementi delle dosi dei singoli dovuti a malfunzionamenti, possibili ripartizioni non del tutto eque dei carichi di lavoro radiologici, imprevisti aumenti del carico di lavoro,

La classificazione può avvenire essenzialmente attraverso due metodologie.

La prima presuppone la definizione di gruppi di lavoro omogenei per tipologia di attività e condizioni di lavoro indipendentemente dalla qualifica professionale. In questo caso, sulla base delle informazioni relative ai carichi di lavoro radiologici, si effettuano le stime di dose efficace collettiva e/o della dose equivalente collettiva per un particolare organo per ciascun gruppo omogeneo di operatori sanitari; la relativa stima delle dosi medie per ciascun operatore sanitario viene calcolata dal rapporto tra la dose collettiva totale divisa per il numero degli operatori.

La seconda presuppone invece la determinazione “ad personam” delle condizioni di lavoro e quindi devono essere note in specifico le condizioni operative di ogni singolo lavoratore.

In entrambi i casi la valutazione della dose efficace e/o della dose equivalente per organo derivano da stime relative alla sorgente e vengono ricondotte al singolo lavoratore.

Nel caso in cui le stime della dose efficace e/o della dose equivalente per organo valutate per un singolo operatore risultino inferiori o uguali a $1/K_S$ dei limiti di dose stabiliti per la popolazione, si suppone che il lavoratore a seguito dell'attività svolta sia suscettibile di un'esposizione tale per cui non sia giustificabile la classificazione del lavoratore quale lavoratore esposto e quindi tali lavoratori sono classificati come lavoratori non esposti.

Nel caso in cui si superino le condizioni sopra indicate ma la stima della dose efficace individuale sia inferiore o uguale a $6/K_S$ mSv/anno e/o la stima dei valori di dose equivalente individuale per un particolare organo siano inferiori a $3/(10 \cdot K_S)$ dei limiti di dose stabiliti al paragrafo 2 dell'Allegato IV del D.Lgs.241 (limiti di dose equivalente per particolari organi o tessuti per i lavoratori esposti), si suppone che nessun lavoratore appartenente al gruppo omogeneo possa superare i livelli di dose stabiliti per i lavoratori esposti di Categoria A per cui si procede alla classificazione di lavoratori esposti di Categoria B.

Nel caso in cui la stima della dose efficace individuale risulti superiore a $6/K_S$ mSv/anno e/o la stima dei valori di dose equivalente individuale per un particolare organo risulti superiore a $3/(10 \cdot K_S)$ dei limiti di dose stabiliti al paragrafo 2 dell'Allegato IV del D.Lgs.241, si suppone che alcuni lavoratori possano superare i limiti stabiliti per i lavoratori esposti di Categoria A ed i lavoratori vengono pertanto classificati lavoratori esposti di Categoria A.

Nella classificazione deve inoltre tenersi conto dell'organizzazione del lavoro poiché, per motivi di sostituzione, reperibilità, modifiche delle procedure operative, ... possono essere improvvisamente chiamati a svolgere dei compiti che espongono a rischio da radiazioni ionizzanti in misura maggiore a quanto stimabile nella norma anche operatori non appartenenti al gruppo usualmente afferente all'attività in atto.

Modalità di valutazione

La stima della dose efficace e/o della dose equivalente ai fini della valutazione del rischio deve avvenire attraverso le metodiche di calcolo usualmente impiegate privilegiando quelle che possono essere adottate sia per la stima preventiva sia per le verifiche attraverso misure.

In linea di principio la stima:

- deve essere effettuata mediante le corrette grandezze operative;
- deve essere effettuata nell'ipotesi di un corretto utilizzo dei dispositivi di protezione;
- per le posizioni protette deve essere effettuata per la posizione di maggior esposizione;
- per le attività comportanti l'utilizzo di apparecchiature radiogene con impossibilità di usufruire di barriere fisse deve essere effettuata valutando le distanze dall'apparecchiatura radiologica e/o dal paziente e i relativi ratei di dose da esposizione, l'attenuazione offerta dagli indumenti protettivi e dalle barriere mobili là dove esistenti e utilizzabili, i tempi di effettiva esposizione individuale e collettiva, il numero di esami su pazienti allettati e nelle camere operatorie, l'eventuale assistenza a pazienti durante l'effettuazione degli esami radiologici;
- per le attività comportanti l'uso di materie radioattive deve essere eseguita per i quantitativi autorizzati.

Nel prosieguo il termine dose (o rateo di dose) indicherà genericamente la corretta grandezza operativa da utilizzare per la specifica valutazione.

Modalità di valutazione per le macchine radiogene

La valutazione generale del rischio dovuto all'impiego di apparecchi radiologici deve essere eseguita tenendo conto della tipologia delle prestazioni erogate, delle posizioni e numero degli operatori presenti, delle protezioni adottate e delle modalità di lavoro.

Dai dati forniti dal datore di lavoro devono essere determinabili i carichi di lavoro W_p [$\text{mA} \cdot \text{min}/\text{settimana}$] e la tensione V_p [kV] impiegata per ogni tipo di prestazione. Per ogni apparecchiatura è quindi ricavabile la dose settimanale D_{sett} (dose efficace o dose equivalente) ricevuta da un operatore in una data posizione e dovuta ai diversi tipi di prestazione come:

$$D_{\text{sett}} = \sum_p C \cdot W_p \cdot D_p \quad [\mu\text{Sv}/\text{settimana}]$$

D_p rappresenta il rateo di kerma in aria normalizzato a 1 mA [$\mu\text{Gy}/\text{mA} \cdot \text{min}$] nel punto p di stazionamento dello/degli operatore/i presenti per il valore di tensione V_p utilizzato per la metodica.

C è il fattore di conversione da kerma alla grandezza radioprotezionistica d'interesse; i fattori C da utilizzare devono essere riferiti all'energia media del fascio.

Il carico di lavoro W_p nel caso di scopia potrà essere calcolato sulla base del numero di prestazioni settimanali n_p , della durata media della scopia per ogni seduta t_p [min] e della corrente media di utilizzo dell'apparecchio I_p [mA], ovvero come

$$W_p = n_p \cdot t_p \cdot I_p \quad [\text{mA} \cdot \text{min}/\text{settimana}]$$

mentre nel caso di grafia il carico di lavoro può essere calcolato nel più consueto modo.

Valore di D_p in posizione protetta

La stima di dose per la radiazione diffusa nel caso di stazionamento in posizione protetta (es. box comandi) può essere desunta da misure come:

$$D_p = K_M \cdot V_p^2 / 60 \cdot I_M \cdot V_M^2 \quad [\mu\text{Gy}/\text{mA} \cdot \text{min}]$$

dove K_M è il rateo di kerma in aria nel punto di stazionamento [$\mu\text{Gy}/\text{h}$], misurato nel punto p di interesse con diaframma aperto e fascio perpendicolare a fantoccio tessuto equivalente, alle condizioni di misura I_M [mA] e V_M [kV], V_p [kV] è la tensione utilizzata per il particolare tipo di prestazione, oppure valutata in fase preventiva come:

$$D_p = k K(1) / 60 \cdot d^2 \quad [\mu\text{Gy}/\text{mA} \cdot \text{min}]$$

dove $K(1)$ [$\mu\text{Gy}/\text{mA} \cdot \text{h}$] è il rateo di kerma in aria della radiazione diffusa a 1 m nelle condizioni di V ed I di utilizzo desunto dai dati del costruttore o dalla letteratura normalizzato a 1 mA, d [m] la distanza tra il centro diffondente e la posizione considerata e k è il fattore di assorbimento offerto dalla protezione. In questo caso può essere considerata sufficiente la valutazione della sola dose efficace.

Valore di D_p in posizione non protetta

In caso di attività per cui gli operatori stazionino in posizione non protetta, le valutazioni possono essere eseguite secondo le procedure sopra riportate utilizzando le misure di radiazione diffusa (rateo di kerma in aria) eseguite a 1 m di distanza dal mezzo diffondente opportunamente corrette (legge dell'inverso del quadrato della distanza) per la distanza effettiva dell'operatore dal paziente. Qualora non sia disponibile la misura a 1 m (valutazioni preventive) possono essere utilizzati i valori riportati dall'ICRP 57 o quelli forniti dalle ditte costruttrici.

Si dovrà altresì tenere conto dei fattori di attenuazione k dovuti alle protezioni adottate (collari, grembiuli piombati, guanti, occhiali anti-X, ...); le valutazioni per estremità, pelle e cristallino devono essere eseguite, quando ritenute necessarie dalla pubblicazione ICRP 60 (esposizione localizzate), sempre tenuto conto dei fattori di attenuazione, delle distanze degli organi dal centro diffusore e di eventuali fattori correttivi per riportare il dato a grandezze radioprotezionistiche o grandezze operative.

Nel caso di stazionamento fuori postazione protetta, il valore della grandezza radioprotezionistica considerata è dato dalla seguente relazione:

$$D_p = k (K(1) \cdot V_p^2 / 60 \cdot I_M \cdot V_M^2) / d^2 \quad [\mu\text{Gy}/\text{mA} \cdot \text{min}]$$

dove i vari parametri hanno i significati sopra riportati.

Modalità di valutazione per sorgenti sigillate e non sigillate

Nel caso di attività comportanti l'utilizzo di sostanze radioattive in forma non sigillata l'incorporazione di sostanze radioattive può avvenire sostanzialmente per ingestione e per inalazione. Le valutazioni possono essere eseguite in fase preliminare ad esempio con le metodiche sotto riportate ovvero essere desunte da misure fisiche e/o radiotossicologiche eseguite sugli operatori e/o in ambiente. Per tali attività, nelle condizioni di normale lavoro, al fine di effettuare una stima delle concentrazioni in aria di radiocontaminanti, si ipotizza, in presenza di un contenitore aperto di sostanze radioattive in forma liquida, un aumento nell'ambiente della concentrazione in aria del radionuclide considerato a causa di fenomeni di volatilizzazione. La stima della quantità di radioattività inalata viene effettuata sulla base del tasso di respirazione e di un fattore di dispersione; al fine di effettuare una stima delle quantità di sostanze radioattive introdotte per ingestione, si ipotizza che la principale fonte di contaminazione sia costituita dalla contaminazione asportabile dalle superfici di lavoro eventualmente depositata sul palmo delle mani e da qui veicolata alla bocca.

Sulla base delle quantità di radioattività incorporate valutate secondo quanto sopra indicato è possibile effettuare una stima della dose efficace impegnata utilizzando i coefficienti di dose efficace impegnata per unità di introduzione, per inalazione e per ingestione, fissati.

Nell'esecuzione delle valutazioni i concetti sopra riportati sono estesi alla sommatoria dei radionuclidi autorizzati per ciascun laboratorio, attribuendo a ogni singolo operatore la dose efficace e la dose equivalente agli organi proporzionalmente all'attività da esso manipolata.

Irradiazione esterna

Per la valutazione della dose dovuta a irradiazione esterna, in generale, può essere utilizzata la seguente formula:

$$D = A \cdot k \cdot R \cdot t / d^2$$

dove A è l'attività della sorgente, k è il fattore di attenuazione di eventuali protezioni, R è il rateo della grandezza dosimetrica considerata a distanza unitaria e attività unitaria per unità di tempo, t è il tempo di permanenza nella posizione di lavoro e d è la distanza tra sorgente e posizione organo/operatore.

Le varie condizioni di esposizione ipotizzabili per l'irraggiamento esterno consistono essenzialmente in:

- 1) irraggiamento da sorgente puntiforme (radiazione a forte penetrazione)
- 2) irraggiamento da sorgente puntiforme (radiazione a debole penetrazione)
- 3) irraggiamento da sorgente estesa (radiazione a forte penetrazione)
- 4) irraggiamento da sorgente estesa (radiazione a debole penetrazione)
- 5) irraggiamento da contaminazione della cute (deposizione estesa e deposizione puntiforme)

L'irraggiamento da sommersione è da considerarsi trascurabile nelle normali attività sanitarie.

Ricordando che C è il fattore di conversione kerma/grandezza radioprotezionistica d'interesse, le valutazioni per i casi sopra riportati possono essere analiticamente espresse come:

$$1) \quad E = C \cdot A \cdot k \cdot K \cdot t / d^2 \quad [\text{mSv}]$$

dove A è l'attività della sorgente [MBq], k è il fattore di attenuazione di eventuali protezioni (adimensionale), K = rateo di kerma in aria a una distanza di 1 metro dalla sorgente [$\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / \text{h} \cdot \text{MBq}$], t il tempo di permanenza dell'operatore [h] e d è la distanza in m tra sorgente e posizione operatore.

$$2) \quad H_{\text{pelle}} = C \cdot A \cdot k \cdot K \cdot t / (d/0.3)^2 \quad [\text{mSv}]$$

dove A è l'attività della sorgente [MBq], k è il fattore di attenuazione di eventuali protezioni (adimensionale), K = rateo di kerma in aria ad una distanza di 30 cm dalla sorgente [$\text{mGy} / \text{h} \cdot \text{MBq}$], t il tempo di permanenza dell'operatore [h] e d è la distanza in m tra sorgente e posizione operatore. Da notare che la relazione non è applicabile a distanze superiori ad alcune decine di centimetri poiché si riferisce a radiazioni a debole penetrazione.

$$3) \quad E = C \cdot A \cdot k \cdot K \cdot t / d \quad [\text{mSv}]$$

dove A è la contaminazione superficiale [MBq / cm^2], k è il fattore di attenuazione di eventuali protezioni (adimensionale), K = rateo di kerma in aria a una distanza di 1 metro da una sorgente (supposta piana e semi-infinita) di $1 \text{ MBq} / \text{cm}^2$ [$\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / \text{h} \cdot (\text{MBq} / \text{cm}^2)$], t il tempo di permanenza dell'operatore [h] e d è la distanza in m tra sorgente e posizione operatore.

$$4) \quad H_{\text{pelle}} = C \cdot A \cdot k \cdot K \cdot t / (d/0.1) \quad [\text{mSv}]$$

dove A è la contaminazione superficiale [MBq / cm^2], k è il fattore di attenuazione di eventuali protezioni (adimensionale), K = rateo di kerma in aria a una distanza di 0.1 metri da una sorgente (supposta piana e semi-infinita) di $1 \text{ MBq} / \text{cm}^2$ [$\text{mGy} / \text{h} \cdot (\text{MBq} / \text{cm}^2)$], t il tempo di permanenza dell'operatore [h] e d è la distanza in m tra sorgente e posizione operatore. Da notare che la relazione non è applicabile a distanze superiori ad alcune decine di centimetri poiché si riferisce a radiazioni a debole penetrazione.

$$5a) \quad H_{\text{pelle}} = C \cdot A \cdot k \cdot K \cdot t \quad [\text{mSv}]$$

dove A è la contaminazione superficiale [kBq / cm^2], k è il fattore di attenuazione di eventuali protezioni (adimensionale) quali guanti monouso, K = rateo di kerma in aria dovuto alla contaminazione di $1 \text{ kBq} / \text{cm}^2$ [$\text{mGy} / \text{h} \cdot (\text{kBq} / \text{cm}^2)$], t [h] è la durata del fenomeno di contaminazione. Da notare che la relazione non tiene conto del decadimento che, in alcuni casi, può risultare importante.

$$5b) \quad H_{\text{pelle}} = C \cdot A \cdot k \cdot K \cdot t \quad [\text{mSv}]$$

dove A è l'attività della goccia contaminante [kBq], k è il fattore di attenuazione di eventuali protezioni (adimensionale) quali guanti monouso, K = rateo di kerma in aria dovuto alla presenza della goccia [mGy/h·kBq], t [h] è la durata del fenomeno di contaminazione. Da notare che la relazione non tiene conto del decadimento che, in alcuni casi, può risultare importante; nel caso di contaminazione non rimuovibile in luogo di t deve essere utilizzata la vita media τ del radionuclide.

Nelle Tabelle I-VI in appendice sono riportati dati utili per l'esecuzione delle valutazioni, in particolare in Tabella II sono riportati i valori "dose pelle" e "dose profonda" forniti dal Radionuclide and Radiation Protection Data Handbook 2002 che approssimano in modo soddisfacente i prodotti C·K.

Incorporazione per inalazione

L'aumento nell'ambiente della concentrazione in aria del radionuclide esaminato può essere descritto dalla seguente equazione differenziale:

$$\frac{dC_i}{dt} = -(R + \lambda_i) \times C_i + F \times \frac{A_i}{V}$$

in cui:

C_i = Concentrazione del radionuclide *iesimo* [Bq/m³]

R = Numero dei ricambi aria per ora [h⁻¹]

λ_i = Costante di decadimento del radionuclide *iesimo* [h⁻¹]

F = Frazione oraria di evaporazione [h⁻¹]

A_i = Attività del radionuclide *iesimo* utilizzata durante una manipolazione [Bq]

V = Volume dell'ambiente [m³]

La soluzione generale, è del tipo:

$$C_i(t) = \frac{F \times A_i}{V \times (R + \lambda_i)} \times \left[1 - e^{-(R + \lambda_i) \times t} \right]$$

La soluzione asintotica, tenuto conto del numero di ricambi aria per ora e del fatto che le costanti di decadimento dei radionuclidi possono normalmente trascurarsi è del tipo

$$C_{eq} = \frac{F \times A_i}{V \times R}$$

La stima della quantità di radioattività inalata può quindi essere effettuata sulla base dei tassi di respirazione (es. ICRP 23) per l'uomo standard B [m³/h] e di un fattore F di evaporazione in genere variabile tra 10⁻⁵ e 10⁻³ h⁻¹ come:

$$J_{j,ina} = B \cdot C_{eq} \cdot t \quad [\text{Bq}]$$

dove t è il numero di ore di permanenza nel locale a rischio.

Come attività evaporabile può essere considerata l'attività impiegata in ragione di giorno e la stima di dose totale sarà ovviamente data dalla somma dei contributi di tutti i radionuclidi presenti.

Incorporazione per ingestione

Si ipotizza che la principale fonte di contaminazione sia costituita dalla contaminazione asportabile dalle superfici di lavoro eventualmente depositata sull'epidermide (ovvero guanti monouso) e da qui veicolata alla bocca. Sotto tali ipotesi la quantità di ciascun radionuclide incorporata annualmente per ingestione può essere calcolata mediante la seguente relazione:

$$J_{ing} = A \times f_1 \times f_2 \quad [\text{Bq}]$$

dove A è l'attività impiegata annualmente nel periodo considerato [Bq], f_1 è la frazione di A che dà luogo a contaminazione superficiale trasferibile [adimensionale] e f_2 è la frazione dell'attività depositata che dà luogo a contaminazione interna [adimensionale]. Valori tipici possono considerarsi $f_1 = 10^{-4}$ - 10^{-2} e $f_2 = 10^{-3}$ - 10^{-2} . La dose impegnata potrà essere infine determinata come

$$E_{int} = \sum_j h(g)_{j,ing} J_{j,ing} + \sum_j h(g)_{j,ina} J_{j,ina}$$

dove i valori $h(g)_{j,ing}$ e $h(g)_{j,ina}$ rappresentano la dose efficace impegnata per unità di introduzione del radionuclide j (Sv/Bq) dati nelle Tabelle IV.1 e IV.2 del D.Lgs. 230/95 e l'indice j indica il radionuclide utilizzato.

Valutazioni nelle attività sanitarie

Le valutazioni radioprotezionistiche nelle attività sanitarie possono presentare notevoli variazioni a causa delle diverse procedure adottate.

Di seguito sono proposte delle suddivisioni delle principali attività e le principali grandezze da valutare per le più consuete modalità di lavoro in Medicina Nucleare, Radiologia e Radioterapia. L'attività svolta presso laboratori R.I.A. è assimilabile a quella di manipolazione per la Medicina Nucleare.

Attività di Medicina Nucleare	Valutazione su	Dati necessari per valutazione preventiva	Misure da eseguire per valutazioni o verifiche
Manipolazioni/preparazione radiofarmaci	Dose efficace (irraggiamento)	Attività manipolata Posizione operatore Tempo di permanenza Fattori di protezione	Rateo di dose in posizione prefissata
	Dose efficace impegnata (incorporazione)	Attività manipolata Posizione operatore Tempo di permanenza Volume del locale Numero di ricambi/ora	Contaminazione aria Contaminazione superficiale Radiotossicologia Captazione
	Dose equivalente a cristallino	Attività manipolata Posizione operatore Tempo di permanenza Fattori di protezione	Rateo di dose in posizione prefissata
	Dose equivalente a cute	Attività manipolata Posizione operatore Tempo di permanenza Fattori di protezione	Rateo di dose in posizione prefissata
Permanenza in camera calda o in locale rifiuti	Dose efficace (irraggiamento)	Attività presente Posizione operatore Tempo di permanenza Fattori di protezione	Rateo di dose in posizione prefissata
	Dose efficace impegnata (incorporazione)	Attività presente Posizione operatore Tempo di permanenza Fattori di protezione Volume del locale Numero di ricambi/ora	Contaminazione aria Contaminazione superficiale Radiotossicologia Captazione
Permanenza in prossimità del paziente (somministrazione radiofarmaco, esecuzione dell'esame, cure alberghiere, ...)	Dose efficace (irraggiamento)	Attività somministrata Posizione operatore Tempo di permanenza Fattori di protezione	Rateo di dose in posizione prefissata

Attività di Radioterapia	Valutazione su	Dati necessari per valutazione preventiva	Misure da eseguire per valutazioni o verifiche
Attività con acceleratori	Dose efficace (irraggiamento al tavolo di comando)	Carico di lavoro Posizione operatore Tempo di permanenza Fattori di protezione	Rateo di dose in posizione prefissata
	Dose efficace impegnata (incorporazione di prodotti di attivazione) nel caso di produzione neutronica	Carico di lavoro Caratteristiche fascio Tempo tra spegnimento ed ingresso operatore Tempo di permanenza Volume del locale Numero di ricambi/ora	Contaminazione aria Contaminazione superficiale
	Dose equivalente a cute (rimozione dei collimatori) nel caso di produzione neutronica	Carico di lavoro Caratteristiche fascio Tempo tra spegnimento ed ingresso operatore Tempo di permanenza	Rateo di dose in posizione prefissata
Cobaltoterapia HDR	Dose efficace (irraggiamento)	Carico di lavoro Posizione operatore Tempo di permanenza Fattori di protezione	Rateo di dose in posizione prefissata
Brachiterapia	Dose efficace	Attività impiantata Posizione operatore Tempo di permanenza Fattori di protezione	Rateo di dose in posizione prefissata
	Dose equivalente a cristallino	Attività impiantata Posizione operatore Tempo di permanenza Fattori di protezione	Rateo di dose in posizione prefissata
	Dose equivalente a cute	Attività impiantata Posizione operatore Tempo di permanenza Fattori di protezione	Rateo di dose in posizione prefissata

Attività di Radiologia	Valutazione su	Dati necessari per valutazione preventiva	Misure da eseguire per valutazioni o verifiche
Attività in posizione protetta	Dose efficace	Carico di lavoro Posizione operatore Tempo di permanenza Fattori di protezione	Rateo di dose in posizione prefissata
Attività in posizione non protetta	Dose efficace	Carico di lavoro Posizione operatore Tempo di permanenza Fattori di protezione	Rateo di dose in posizione prefissata
	Dose equivalente a cristallino	Carico di lavoro Posizione operatore Tempo di permanenza Fattori di protezione	Rateo di dose in posizione prefissata
	Dose equivalente a cute	Carico di lavoro Posizione operatore Tempo di permanenza Fattori di protezione	Rateo di dose in posizione prefissata

Valutazioni in caso di esposizioni accidentali ed incidenti

Le esposizioni accidentali che possono essere considerate a probabilità non nulla per le normali attività a scopo medico sono rappresentate essenzialmente dalla permanenza in prossimità di una sorgente radiogena in posizione indebita e dai casi di contaminazione personale.

I possibili casi di incidente da tenere, come minimo, in considerazione sono l'incendio, l'allagamento ed il crollo strutturale (es. sisma).

Le modalità di valutazione per gli operatori possono ricondursi a quelle sopra riportate, tenendo conto degli scenari adottati nei casi considerati.

IMPOSTAZIONE DEI LIVELLI DI PROTEZIONE

Operativamente, si ritiene che l'adozione di limiti derivati (ed eventualmente di livelli operativi) per le misure ambientali costituisca una buona pratica di radioprotezione.

Limiti derivati per irradiazione esterna

Come già specificato l'entrata in vigore del D. Lgs. 241 ha imposto l'adozione di alcune grandezze operative per la sorveglianza dell'esposizione esterna. In particolare per la sorveglianza dell'esposizione esterna delle aree di lavoro e dell'ambiente sono definite l'equivalente di dose ambientale $H^*(d)$ e l'equivalente di dose direzionale $H'(d, \Omega)$ mentre per la sorveglianza individuale dell'esposizione esterna viene definita l'equivalente di dose personale $H_p(d)$. Tali grandezze operative, introdotte dalla ICRU 39, permettono, secondo la ICRP 60, di stimare le grandezze radioprotezionistiche (dose efficace e dose equivalente per particolari organi o tessuti) in modo cautelativo. A seconda delle caratteristiche di penetrazione della radiazione si utilizzano rispettivamente:

- monitoraggio ambientale e forte penetrazione: $H^*(10)$
- monitoraggio ambientale e debole penetrazione: $H'(d)$ con d pari a 0.07 mm per la pelle e 3 mm per gli occhi
- sorveglianza individuale e forte penetrazione: $H_p(10)$
- sorveglianza individuale e debole penetrazione: $H_p(0.07)$ per la pelle e $H_p(3)$ per gli occhi.

Come indicato nell'ICRP 60 il rispetto del limite di dose equivalente alla cute del viso protegge anche il cristallino nei confronti di esposizioni localizzate a radiazioni poco penetranti salvo casi particolari come gli elettroni con energie comprese tra 1 MeV e 3 MeV (ICRU 47, Fig. A.3). Pertanto nel caso dell'irradiazione esterna le valutazioni relative alle grandezze operative a 3 mm di profondità possono essere effettuate solo nei casi particolari di utilizzo di sorgenti radioattive beta emittenti con energie medie comprese nel range sopra citato. Negli altri casi la valutazione della dose alla pelle del viso, eseguita tenendo conto della distanza relativa dalla sorgente, può essere considerata sufficiente a garantire il rispetto dei limiti per il cristallino. L'utilizzo di mezzi di protezione quali occhiali al Pb o visori al Pb introduce un ulteriore fattore di cautela per le considerazioni esposte. Relativamente alle estremità ed alla cute delle mani si ritiene che i casi per cui debbano essere svolte delle valutazioni in merito siano limitati, oltre che al caso di elettroni con energia superiore a 1 MeV, ai casi con elevato carico di lavoro, in cui le estremità siano mantenute a piccola distanza dalla sorgente o dal centro diffusore ovvero in caso di esposizioni localizzate (radiologia interventistica, Medicina Nucleare, ...).

In ottemperanza al D.Lgs. 241/2000, i limiti di dose efficace e di dose equivalente sono, ai fini della misura ambientale, considerati in termini di $H^*(d)$ e $H'(d, \Omega)$. Per quanto riguarda il monitoraggio ambientale e quindi la valutazione delle grandezze operative $H^*(10)$ e $H'(0.07, \Omega)$, la strumentazione attualmente impiegata non le valuta direttamente ma misura in genere il kerma in aria o il rateo di kerma in aria. Tali grandezze sono tuttavia correlate alle precedenti da fattori moltiplicativi caratteristici per ogni energia della radiazione considerata (vedi Tabella VI). La valutazione degli equivalenti di dose ambientale e direzionale può quindi essere eseguita a seguito di misura di kerma in aria correggendo i valori misurati per gli opportuni fattori moltiplicativi. Relativamente all'uso di $H'(d, \Omega)$ va osservato che, come desumibile dalla Tabella A-23 dell'ICRP 74, l'uso di $H'(d, 0^\circ)$ è cautelativo rispetto all'uso di un generico $H'(d, \Omega)$ con Ω diverso, quindi per semplificazione può essere sempre utilizzato il valore di $H'(0.07, 0^\circ)$.

Nel caso di sorgenti radioattive possono essere utilizzati i fattori correttivi relativi all'energia caratteristica (media pesata in caso di più emissioni o nel caso di emissione continua) del radionuclide d'interesse desunti dalle citate pubblicazioni.

Nel caso di attività radiologica è conveniente utilizzare i valori massimi assunti dai fattori correttivi per radiazioni monocromatiche per le energie comprese tra 10 e 100 keV ossia, ad esempio, 1.74 per $H^*(10)$ e 1.61 per $H'(0.07)$. Tale assunzione, accettabile in quanto le energie medie dei fasci certamente rientrano in tale range e data la contenuta variabilità dei coefficienti, permette di evitare la definizione di modalità di correzione praticamente non applicabili a causa della variabilità dell'energia media in funzione dell'apparecchio e della tensione usata.

Come limiti derivati per l'irradiazione esterna in posizioni prefissate, sia per le macchine radiogene che per le sorgenti, possono essere utilizzati i valori di una grandezza dosimetrica misurata (tipicamente kerma in aria) corrispondenti a una dose efficace pari a 20 mSv/anno e a dosi equivalenti al cristallino e alla pelle (ed estremità) rispettivamente di 150 mSv/anno e 500 mSv/anno ossia, in generale:

$$DL = k (D / F)$$

dove DL è il limite derivato espresso nella grandezza misurata, D il limite primario della grandezza considerata ed F il fattore di correzione da adottare secondo la ICRP 74. Il coefficiente correttivo k deve tener conto dell'effettiva esposizione (ore di permanenza per sorgenti, frazione di carico di lavoro per le macchine radiogene) dell'operatore e di eventuali difformità tra condizioni di lavoro e condizioni di misura.

Limiti derivati per attività con sorgenti non sigillate

La valutazione delle dosi efficaci impegnate per inalazione o per ingestione a seguito di incorporazione con l'entrata in vigore del D.Lgs. n. 241/2000 deve essere effettuata per ogni singolo radionuclide moltiplicando la quantità di attività ingerita o inalata (Bq) per i coefficienti $h(g)$ che rappresentano la dose efficace impegnata per unità di introduzione di uno specifico radionuclide (Sv/Bq). Nel caso di introduzione per inalazione la stima della dose efficace impegnata è quindi valutata, per ogni singolo radionuclide, moltiplicando la quantità di attività ipoteticamente inalata per i

coefficienti di dose riportati nelle tabelle IV.1, IV.2 (gas solubili e vapori) e IV.7 (gas inerti), tenuto conto dei valori tipici di assorbimento polmonare e dei fattori f di transito intestinale per i diversi composti chimici (tabella IV.6). Poiché in genere non si hanno informazioni specifiche circa il valore dell'AMAD (Activity Median Aerodynamic Diameter) è conveniente utilizzare i coefficienti di dose relativi a un AMAD pari a $5 \mu\text{m}$ e cautelativamente i valori relativi alla peggiore condizione di eliminazione dai polmoni. Nel caso di introduzione per ingestione la stima della dose efficace impegnata è valutata, per ogni radioisotopo utilizzato, moltiplicando la quantità di radioattività ipoteticamente ingerita per l'opportuno coefficiente $h(g)$ riportato nella tabella IV.1 tenendo conto dei valori f di transito intestinale per i diversi composti chimici qualora noti ovvero adottando il più cautelativo.

Il limite secondario, nel caso della contaminazione interna, si basa sulla definizione della quantità annuale di attività di un certo radionuclide che, introdotta nell'organismo da un lavoratore per ingestione o inalazione, produce il superamento dei limiti primari raccomandati. Tale grandezza è il limite annuale di introduzione o ALI (Bq) che può essere facilmente calcolato per mezzo della seguente relazione (ICRP 78):

$$ALI = \frac{0.02}{h(g)}$$

Nella pratica operativa risulta inoltre opportuno riferirsi a grandezze facilmente valutabili (limiti derivati) che permettano di valutare il rispetto sia dei limiti primari che secondari per mezzo di misure semplici ed effettivamente eseguibili.

Nel caso di valutazione del rischio da inalazione viene adottato il limite derivato che fissa la massima concentrazione in aria, DAC, dei vari radionuclidi (Bq/m^3) per 2000 ore di lavoro/anno in condizioni di attività leggera ($0.02 \text{ m}^3/\text{minuto}$ di aria) che è definito come:

$$DAC = \frac{ALI_{(inalazione)}}{2 \cdot 10^3 \cdot 60 \cdot 0.02}$$

Nel caso di rilevante contributo della dose da sommersione deve essere considerato il limite derivato come concentrazione in aria (Bq/m^3) dato da:

$$DL_{aria} = 0.02/(S \cdot 2000)$$

dove S [$\text{mSv m}^3/\text{Bq h}$] è il rateo di dose da sommersione per concentrazione unitaria.

Per quanto riguarda la valutazione della contaminazione di superfici e della pelle (NRPB-DL2 1979 e supplemento 1982) possono essere introdotti i limiti derivati in termini di Bq/cm^2 che permettono di verificare il rispetto dei limiti primari.

Nel calcolo dei limiti derivati relativi alla contaminazione superficiale possono considerarsi come vie di esposizione per il lavoratore esposto l'irradiazione alla pelle e l'inalazione di attività risospesa; la grandezza adottata deve essere la minore (più cautelativa) tra le due definite per le modalità di introduzione ipotizzate.

Limite derivato per la contaminazione superficiale: irradiazione

Se cautelativamente si ipotizza che la pelle del lavoratore resti in prossimità della superficie contaminata per 2000 ore, il limite derivato, DL_{sup} (Bq/cm²), viene definito come l'attività superficiale che provoca allo strato sensibile della pelle un rateo di dose pari a 0.25 mSv/ora ossia:

$$DL_{sup} = \frac{0.25}{D_1}$$

dove D_1 rappresenta il valor medio del rateo di dose equivalente per unità superficiale (mSv·m²/Bq·ora).

Limite derivato per la contaminazione superficiale: inalazione

Il limite derivato, DL_{sup} (Bq/cm²) viene definito come l'attività superficiale calcolata come:

$$DL_{sup} = \frac{DAC \times 10^{-4}}{RF}$$

dove RF (m⁻¹) è il fattore di risospensione in aria del materiale radioattivo contaminante la superficie d'interesse.

Le modalità lavorative (uso di guanti monouso, camice, ...) impediscono in genere una contaminazione della pelle nella normale attività lavorativa; tale via di esposizione deve però essere considerata nel caso di incidenti. Va comunque considerata la possibile contaminazione dei guanti, infatti tale contaminazione può essere una via di introduzione per ingestione ed una via di irradiazione per la pelle; anche in questo caso il limite derivato adottato è quello più cautelativo.

Limite derivato per la contaminazione dei guanti: irradiazione

Nell'ipotesi che la contaminazione del guanto persistesse per un anno, il limite derivato, DL_{guanto} (Bq/cm²), sarebbe definito come:

$$DL_{guanto} = \frac{0.25}{D_1}$$

in realtà, la prassi operativa consiste nel rimuovere i guanti al termine di ogni operazione per cui, visto che la contaminazione viene rimossa, i limiti derivati per l'irradiazione nel corso della manipolazione risultano maggiormente cautelativi ed il limite derivato DL_{guanto} può non essere preso in considerazione.

Limite derivato per la contaminazione dei guanti: ingestione

Se si ipotizza che ogni giorno lavorativo venga ingerita tutta l'attività presente su 10 cm² di guanto, il limite derivato, DL_{guanto} (Bq/cm²), viene definito come l'attività che produce l'introduzione di un ALI:

$$DL_{guanti} = \frac{ALI}{5 \times 50 \times 10}$$

in questo caso, l'uso di un limite derivato non è in realtà applicabile in quanto la prassi operativa consiste generalmente nel rimuovere i guanti al termine di ogni operazione e la stima dell'attività introdotta per ingestione viene eseguita in base ad una frazione della contaminazione superficiale. Con questi presupposti si ritiene che il controllo del limite della contaminazione superficiale sia sufficiente a garantire i lavoratori. Va inoltre sottolineata come un controllo quantitativo sulla contaminazione dei guanti non risulti fattibile nella pratica.

Adozione dei Livelli di riferimento e dei Livelli di riferimento derivati

Come indicato dall'ICRP, operativamente è utile disporre di alcuni valori (livelli di riferimento) di grandezze misurabili, al di sopra dei quali è necessario intraprendere azioni predefinite. Ciò in quanto la maggior parte delle informazioni ottenute dalle misure di sorveglianza fisica della protezione serve solo a controllare che una situazione lavorativa è di fatto sicura, a confermare che lo stato di rischio è minimizzato, che tutte le operazioni sono eseguite secondo le regole di lavoro e che sono effettivamente adottate le precauzioni e le protezioni indicate. Secondo questo concetto, quindi, in assenza di superamenti dei livelli di riferimento, la maggior parte delle misure tende a confermare che non è necessaria alcuna azione diretta a diminuire ulteriormente i rischi. Possono quindi essere definiti, per alcune delle grandezze misurate nel corso della sorveglianza fisica, i seguenti livelli:

livello di registrazione: livello al di sotto del quale il risultato della misura non deve essere annotato ovvero si ritiene garantito un buon livello di radioprotezione (tipicamente fissato come pari a 1/10 del limite derivato);

livello di indagine: livello al di sopra del quale la causa o le implicazioni di un certo risultato devono essere accertati (tipicamente fissato pari a 3/10 del limite derivato);

livello di intervento: livello al di sopra del quale bisogna attuare azioni correttive.

Nella pratica possono essere stabiliti solo i primi due livelli, intendendo comunque che al superamento del livello di indagine, oltre all'accertamento delle cause per cui il livello è stato superato, deve essere avviato il processo di rimozione di queste cause. Va inoltre precisato che, nella pratica, anche l'avvenuta esecuzione di misure al disotto del livello di registrazione viene annotata (almeno in forma semplice) sulla documentazione di radioprotezione a dimostrazione del corretto svolgimento della sorveglianza fisica.

Attività con sorgenti sigillate e macchine radiogene

Per quanto riguarda l'irradiazione esterna, che nelle attività ospedaliere riguarda soprattutto l'attività radiologica, va considerato che la dose ricevuta varia in funzione del carico di lavoro e può avere fluttuazioni notevoli (ad esempio esecuzione di procedure interventistiche particolarmente complesse, richiesta di prestazioni ambulatoriali, supplenza ad altre strutture sanitarie non disponibili, ...). L'adozione di livelli di riferimento per questa tipologia di esposizione deve quindi tenere conto di tali fattori.

In pratica di solito non viene adottato un livello di registrazione in quanto il risultato del monitoraggio individuale viene comunque annotato sulla scheda dosimetrica ed

il risultato del monitoraggio ambientale viene sempre annotato sul Registro delle Valutazioni.

Un livello d'indagine utile per il monitoraggio individuale può essere stabilito su base mensile in (3/10)/12 delle dosi massime ammissibili.

Attività con sorgenti non sigillate

Il calcolo dei livelli di riferimento d'indagine e di registrazione derivati (DRL e DIL) possono essere eseguiti secondo le definizioni riportate nell'ICRP 54 per il caso di monitoraggio routinario della contaminazione interna (da utilizzare per esempio nel caso di terapia con radioiodio in degenza protetta):

$$DIL = 3/10 \cdot ALI \cdot (T/365) \cdot m(T/2)$$

$$DRL = 1/10 \cdot ALI \cdot (T/365) \cdot m(T/2)$$

dove T è il periodo di tempo tra due misure e $m(T/2)$ è la quantità di attività misurata nell'ipotesi di 1 Bq di introduzione al tempo T/2; in pratica $m(T/2)$ è l'integrale della funzione di escrezione nelle urine calcolato tra $-T/2$ e $+T/2$ corretto per il decadimento fisico al tempo T/2 ossia alla fine del tempo di raccolta del campione pari a 24 ore. I valori di $m(T/2)$ sono calcolabili utilizzando i valori tabulati ad esempio nella pubblicazione "Livelli di riferimento per la contaminazione interna", ENEA-DISP, 1990 oppure nella ICRP 78.

Per quanto riguarda lo ^{123}I che non è compreso né tra i radionuclidi della guida ENEA-DISP, né tra quelli elencati nell'ICRP 78, la valutazione può essere effettuata calcolando il valore di $m(T/2)$ ed utilizzando la formula di escrezione urinaria per la forma chimica Iodio fornita dalla pubblicazione ENEA corretta per il tempo di decadimento fisico del radioisotopo mediante la nota formula del tempo di dimezzamento efficace.

Poiché nei laboratori RIA viene utilizzato principalmente lo ^{123}I e tenendo conto che per lo ^{125}I la frazione inalata e la frazione ingerita vengono praticamente completamente trasferite al sangue ($f_1=1$), l'applicazione del modello biocinetico generale permette di affermare che una percentuale non trascurabile dell'attività introdotta viene accumulata nella tiroide.

Considerando inoltre per i laboratori RIA il tipo di incorporazione (salvo incidenti) è verosimilmente di tipo cronico e che in queste condizioni, stante il tipo di strumentazione esistente, la misura della captazione tiroidea risulta estremamente sensibile, può essere conveniente, in questo caso, definire i DIL e DRL come attività presente in tiroide. Per tale isotopo è infatti riportata in letteratura (ICRP 78) l'attività contenuta in tiroide per valori di incorporazione cronica che portano al raggiungimento del limite primario di dose (57000 Bq). Da tale valore possono essere calcolati (ad esempio come pari a 1/10 e 3/10) i livelli di registrazione e di indagine.

Per le attività di Medicina Nucleare l'ICRP consiglia l'adozione di un monitoraggio di conferma in luogo di un monitoraggio routinario, per cui, in questo caso, risulta maggiormente opportuno stabilire dei livelli di riferimento per la contaminazione

superficiale od aerea che costituiscono le effettive misure su cui si basa la valutazione della dose agli operatori. Infatti secondo quanto è indicato dall'ICRP 78 nel caso di "confirmatory monitoring" i risultati delle valutazioni devono essere utilizzati per interpretare qualitativamente che le condizioni lavorative siano soddisfacenti e che non vi sia l'indicazione per l'istituzione di un programma di monitoraggio. Occorre quindi stabilire un "livello di riferimento qualitativo" per la metodica utilizzata piuttosto che dei livelli effettivamente correlati alla dose attribuita.

Contaminazione superficiale

Nel caso di contaminazione superficiale possono essere adottati i limiti derivati sopra riportati e da cui si possono ottenere i livelli di riferimento:

$$DIL = 3 DL / 10$$

$$DRL = DL / 10$$

dove *DL* indica il limite derivato per la concentrazione superficiale.

Contaminazione aerea

Analogamente, nel caso della valutazione della contaminazione dell'aria possono essere adottati i livelli di riferimento:

$$DIL = 3 DL / 10$$

$$DRL = DL / 10$$

dove *DL* indica il limite derivato per la concentrazione in aria.

MONITORAGGIO DEI LAVORATORI E DELL'AMBIENTE

In generale un programma di monitoraggio deve essere definito al fine di:

- verificare il rispetto dei limiti di dose
- verificare il rispetto dei livelli operativi derivati
- rilevare le reali condizioni di lavoro
- confermare le classificazioni stabilite in fase di valutazione

Un programma di monitoraggio, pur tenendo ovviamente conto dei disposti di legge fissati dal D.Lgs. 230/1995 e s.m.i., deve essere definito, per le realtà operative presenti, sulla base delle norme di buona tecnica ed in particolare delle indicazioni date dalle Pubblicazioni ICRP 73, 75 e 78 e dalle Guide U.S.N.R.C. 8.23 e 8.34.

Il programma deve essere stabilito tenendo conto delle valutazioni dosimetriche preventivamente eseguite e deve essere rivisto ed aggiornato nel caso in cui avvengano variazioni strutturali, sostanziali modifiche delle modalità di lavoro o dei carichi di lavoro, aggiornamenti legislativi o delle norme di buona tecnica, e comunque qualora emergano indicazioni per cui il programma non risulti più appropriato.

I programmi di monitoraggio possono essere di vario tipo; in genere si ricorre a due tipi di suddivisione. La prima distinzione riguarda gli obiettivi del monitoraggio.

“Monitoraggio routinario”: monitoraggio eseguito in modo continuativo o con periodicità fissa, volto a dimostrare il rispetto di limiti prefissati e di condizioni di lavoro soddisfacenti.

“Monitoraggio di conferma”: monitoraggio volto a dare un'interpretazione qualitativa di conferma che le condizioni di lavoro siano soddisfacenti e che l'esposizione attraverso la modalità monitorata sia molto contenuta rispetto ai livelli di riferimento. In particolare, per l'esposizione interna, deve essere verificato che per i radionuclidi eventualmente incorporati l'attività presente nell'organismo sia molto inferiore a quella necessaria per ottenere un valore di dose impegnato pari a quello stimato attraverso le valutazioni teoriche di dose. Questo tipo di monitoraggio può non venire effettuato con periodicità fissa ma in modo occasionale o ciclico su periodi di tempo fissati approssimativamente. In caso si verifichi il superamento dei livelli fissati deve essere trasformato in uno routinario.

“Monitoraggio in tempo reale”: monitoraggio applicato direttamente a operazioni specifiche in modo da ottenere informazioni a supporto delle decisioni da prendere riguardo alla conduzione ed alla ottimizzazione delle operazioni che si svolgono. In genere tale tipo di monitoraggio si applica alla manipolazione di sorgenti radioattive di rilevante attività o svolte in condizioni non usuali.

“Monitoraggio speciale”: monitoraggio di natura investigativa da adottarsi tipicamente in situazioni per cui non sono disponibili informazioni relative ad un ambiente di lavoro tali da dimostrare un adeguato controllo. Poiché tale monitoraggio è concepito per eliminare problemi e definire procedure operative si

ritiene di non doverlo considerare nel seguito visto che praticamente è da applicarsi a nuove condizioni operative o a seguito dell'insorgenza di problemi. Tale monitoraggio sarà quindi utilizzato nel caso di problemi (superamento di livelli di dose predefiniti, incongruenza tra diversi monitoraggi, ...) o per l'istituzione di nuove procedure: in questi casi il monitoraggio adottato sarà descritto sul Registro delle Valutazioni.

Nel seguito saranno proposti alcuni programmi di monitoraggio da porre in atto per le attività sanitarie, con le considerazioni relative alla loro utilità, alla motivazione per cui vengono attuati ed alla sensibilità dei metodi usati. Non saranno descritte in dettaglio le modalità operative di misura, e non saranno elencati in dettaglio posizioni di misura e tipi di monitor che troppo dipendono dalle reali condizioni operative.

Ai fini pratici i monitoraggi potranno essere diversificati in base al carico di lavoro ed alle tipologie di attività lavorativa suddivise nelle seguenti categorie:

sale di radiodiagnostica: sono considerate sotto questa categoria le sale di radiodiagnostica vere e proprie e tutti quegli impianti ove sia possibile esercitare l'attività lavorativa da posizione protetta (densitometria ossea, apparecchi endorali, ...);

apparecchi utilizzati per radioscopia: rientrano in questa categoria tutte le attività che obbligano gli operatori a lavorare, eventualmente con l'uso di dispositivi di protezione individuali, in prossimità del tubo radiogeno (radiologia interventistica, emodinamica, endoscopia, ortopedia, urologia, chirurgia in genere,...);

sorgenti sigillate: presenti come "grandi sorgenti" (irradiatore Banca del Sangue e Cobaltoterapia) o come sorgenti di ben minore attività presso diverse Unità Operative;

medicine nucleari: intese come laboratori ove vengono utilizzate rilevanti quantità di radioisotopi sottoforma di sorgenti non sigillate;

laboratori RIA: si distinguono dalle medicine nucleari in considerazione della ben minore attività manipolata e delle diverse modalità di lavoro;

acceleratori lineari: presenti in Radioterapia.

Il monitoraggio ambientale, istituito ai sensi dell'art. 79 del D.Lgs. 230/95 per effettuare una sorveglianza ambientale di radioprotezione nelle zone controllate e sorvegliate, può essere articolato nel monitoraggio dell'irradiazione esterna, della contaminazione superficiale e della contaminazione aerea.

Monitoraggio ambientale dell'irradiazione esterna

Questo tipo di monitoraggio viene usualmente eseguito in ogni zona ove siano presenti sorgenti radiogene. Può avvenire tramite dosimetri a integrazione (film-badge, TLD) ambientali, misure ambientali eseguite con fissata periodicità, monitor fissi con eventuale segnale di allarme.

Gli scopi del monitoraggio sono, in particolare, di:

1. rilevare le condizioni di lavoro (inclusa la congruenza con il carico di lavoro dichiarato ed il rispetto delle norme di protezione)
2. verificare l'effettiva efficacia dei dispositivi di protezione
3. verificare l'assenza di situazioni a rischio o anomale (inclusa l'incongruenza con la dosimetria personale)

La frequenza delle misure dipende essenzialmente dalla costanza delle condizioni di lavoro. Nel caso in cui il campo di radiazione nelle zone di lavoro non sia suscettibile di variazioni se non come effetto di modifiche strutturali, il monitoraggio può essere eseguito con misure dosimetriche svolte periodicamente. Nel caso in cui il campo di radiazione sia suscettibile di variazioni (come nel caso di modifica del carico di lavoro, o delle tecniche radiografiche) risulta opportuno anche un monitoraggio di tipo continuo; tale monitoraggio deve avvenire mediante l'affissione di dosimetri ambientali posizionati in zone significative. La distribuzione spaziale e la frequenza delle misure deve tener conto dello scopo per cui si effettua il monitoraggio e del tipo di variazioni prevedibili, tenendo conto in modo particolare delle zone occupate da operatori. I risultati del monitoraggio devono essere registrati e confrontati con quelli precedenti per valutare eventuali mutamenti.

Nel seguito sono fornite considerazioni specifiche sul monitoraggio continuo relativamente alle attività normalmente presenti in campo sanitario, per i casi in cui il monitoraggio risulti opportuno.

Sale di radiodiagnostica: un dosimetro affisso all'interno della sala può dare indicazioni per gli scopi 1 e 3, mentre uno affisso nelle posizioni di lavoro protette (es. box) per gli scopi 1, 2, 3; considerato che la tipologia di lavoro permette di affermare che il campo di radiazione può essere soggetto a variazioni piuttosto contenute nel tempo la periodicità del monitoraggio può essere trimestrale.

Apparecchi utilizzati per radioscopia: almeno un dosimetro deve essere affisso in una posizione rappresentativa (es. braccio a C) per gli scopi 1 e 3. Nelle tipologie di attività in cui si utilizza la radioscopia lo scopo 2 non può essere perseguito con un monitoraggio ambientale se non nel caso di presenza di barriere. Anche in questo caso può essere suggerita una periodicità trimestrale.

Sorgenti sigillate: in questi casi il campo di radiazione non è assolutamente variabile ma almeno per le sorgenti di attività molto elevata può essere opportuno un monitoraggio dell'irradiazione esterna per gli scopi 2 e 3 con una frequenza elevata (es. mensile) in considerazione della pericolosità della sorgente.

Medicina Nucleare: pur considerando che i rischi maggiori in queste attività sono legati all'incorporazione si può ritenere buona norma l'esecuzione di un monitoraggio in alcuni punti di queste unità operative; tali punti (es. schermo di manipolazione, parete camera calda, postazioni di lavoro nelle diagnostiche, ...) debbono potersi ritenere rappresentativi delle condizioni di maggior rischio ed un monitoraggio effettuato con periodicità trimestrale può essere sufficiente per fornire informazioni utili agli scopi 1, 2 e 3 ed in particolare relativamente all'adozione di modalità di lavoro accettabili da un punto di vista radioprotezionistico.

Laboratori RIA: in questo caso, stanti le contenute attività utilizzate, un monitoraggio continuo può rendersi necessario solo nel caso di consistente uso di emettitori beta di elevata energia o qualora si intendano utilizzare i dati per la valutazione della dose agli operatori.

Acceleratori lineari: possono essere posizionati dosimetri ambientali all'interno del bunker per gli scopi 1 e 3 e, all'esterno, in posizioni rappresentative (postazioni di lavoro, porte, ambienti confinanti) per lo scopo 2. La dosimetria deve riguardare anche i neutroni nel caso di $E > 10$ MeV. La frequenza di misura può essere trimestrale.

Un altro tipo di monitoraggio routinario è costituito da misure ambientali eseguite con fissata periodicità. Lo scopo essenziale di tali misure è quello di verificare in modo puntuale il rispetto dei livelli di riferimento e l'efficacia dei dispositivi e delle tecniche di protezione. Le misure da eseguirsi con rateometri con risposta adeguata al tipo ed energia della radiazione possono essere eseguite in modo diversificato come di seguito riportato.

Sale di radiodiagnostica: debbono essere eseguite misure di tenuta del complesso tubo/guaina e misure con fantoccio diffusore al fine di determinare i ratei di esposizione nelle postazioni di lavoro e di verificare l'efficacia dei dispositivi e delle tecniche di protezione (in particolare per zone che possono non risultare campionate dalla dosimetria con film-badge quali battenti di porte, eventuali spot in uscita dal tubo radiogeno, ...); la periodicità tipica può considerarsi annuale.

Apparecchi utilizzati per radioscopia: debbono essere eseguite misure di tenuta del complesso tubo/guaina e misure con fantoccio diffusore al fine di determinare i ratei di esposizione nelle posizioni di lavoro (oppure misure ad una distanza prefissata dal centro diffusore che possono essere usate per stime a varie distanze); anche in questo caso la periodicità tipica può considerarsi annuale.

Sorgenti sigillate: in questi casi deve essere eseguito un controllo del rateo di dose nelle postazioni di lavoro e ad una distanza prefissata della sorgente per verificare il mantenimento dell'efficacia delle barriere ovvero la presenza di fughe di radiazione. Nel caso di sorgenti che possano essere posizionate in modo diverso le misure devono essere eseguite in tutte le condizioni possibili. In questi casi la periodicità minima può considerarsi annuale ma può essere maggiore in considerazione della pericolosità della sorgente.

Medicina Nucleare: stante la tipologia di attività non si rileva la necessità di eseguire verifiche puntuali di irradiazione esterna. Debbono essere invece eseguite misure ad hoc nel caso di introduzione di nuove metodiche o di modifiche dell'ambiente di lavoro (es. spostamento od inserimento barriere protettive, ...).

Laboratori RIA: stante la tipologia di attività non si rileva la necessità di eseguire verifiche puntuali di irradiazione esterna.

Acceleratori lineari: debbono essere eseguite misure di tenuta della testata, misure per determinare i ratei di esposizione nelle postazioni di lavoro e per verificare l'efficacia dei dispositivi e delle tecniche di protezione; la periodicità è tipicamente annuale.

In assenza di strumenti tarati con le unità introdotte dal D.Lgs. 230/1995 come modificato dal D.Lgs. 241/2000 può essere utilizzata la strumentazione precedentemente in uso (tipicamente con taratura in kerma), adottando i coefficienti di conversione forniti dall'ICRP 74 e dall'ICRU 47.

In alcune realtà lavorative è opportuno che siano installati monitor fissi con segnalazione acustica e/o luminosa al superamento di un prefissato limite di dose o rateo di dose. Tali monitor debbono funzionare in modo continuo ed hanno essenzialmente la funzione di segnalare la presenza di una sorgente radioattiva per evidenziare situazioni di rischio o di movimentazione impropria di sorgenti. Tale tipo di monitoraggio deve essere attivato:

- all'uscita delle degenze protette (per evitare l'allontanamento di pazienti portatori di radioattività o di deiezioni contaminate)

- presso le unità di cobaltoterapia o di HDR per verificare l'effettivo rientro della sorgente
- negli ospedali di grandi dimensioni, in cui sia ipotizzabile una concreta probabilità di diffusione di materiali contaminati, alla stazione di allontanamento dei rifiuti ospedalieri (per evitare che materiali contaminati posti per errore nei contenitori siano avviati all'inceneritore).

Il tipo di misure e grandezze impiegate possono variare in funzione dello scopo prefissato ma in genere sono sufficienti semplici misure di rateo di conteggio che permettono di garantire la rilevazione della presenza di sorgenti radioattive.

Un ultimo tipo di monitoraggio può essere effettuato con strumentazione portatile in attività lavorative che comportino la manipolazione di rilevanti quantità di materiale lavorativo o l'uso di sorgenti radiogene in condizioni non usuali. Il monitoraggio viene effettuato per evidenziare in tempo reale situazioni di rischio e per ottimizzare le modalità di lavoro. Il tipo di monitoraggio svolto dipende dal tipo di operazioni effettuate e dal tipo di campo di radiazione: nel caso di campi essenzialmente costanti il monitoraggio può consistere semplicemente nell'esecuzione di misure preliminari nelle posizioni di lavoro, negli altri casi le misure devono essere ripetute, eventualmente anche al termine delle operazioni per verificare l'assenza di sorgenti radioattive. È opportuno che vengano eseguiti controlli:

- nelle operazioni di infissione o brachiterapia eseguite presso la radioterapia; ciò al fine di evidenziare eventuali situazioni di pericolosità per gli operatori e per verificare l'assenza di sorgenti (es. semi o aghi caduti) al termine delle operazioni
- negli interventi chirurgici ove vengano utilizzate o permangano nel paziente rilevanti quantità di sostanze radioattive
- nei casi in cui vengano utilizzate nuove metodiche di lavoro comportanti la manipolazione di sorgenti radiogene.

Monitoraggio ambientale della contaminazione superficiale

La rilevanza della contaminazione superficiale presente nei locali ove vengono utilizzate sorgenti non sigillate riflette sia il livello di confinamento delle sorgenti sia l'efficacia delle procedure operative adottate. Un programma di monitoraggio ambientale della contaminazione superficiale si prefigge i seguenti scopi:

- prevenire la diffusione di contaminazione ambientale
- evidenziare carenze delle modalità di lavoro o dei sistemi di contenimento
- fornire informazione relativamente al rispetto dei livelli operativi derivati e delle norme di radioprotezione
- fornire informazioni per l'eventuale pianificazione di un monitoraggio individuale della contaminazione interna.

Anche se non esiste necessariamente una correlazione diretta tra contaminazione superficiale ed esposizione dei lavoratori, l'assenza di contaminazione superficiale, almeno al di sotto dei prefissati livelli di riferimento, costituisce sicuramente un buon indice dell'efficacia dei sistemi di contenimento e della bontà delle modalità di lavoro. Inoltre, anche se la misura della contaminazione superficiale non può essere direttamente usata per una stima dell'esposizione interna dei lavoratori, la sua

assenza (o il suo mantenersi al di sotto di prefissati livelli) permette di escludere la necessità di un programma routinario della contaminazione interna.

Il monitoraggio della contaminazione superficiale deve essere utilizzato anche su sorgenti sigillate per verificare l'integrità del confezionamento.

Per tali motivi, risulta opportuno eseguire un controllo della contaminazione superficiale

- per le medicine nucleari con periodicità almeno mensile
- per i laboratori RIA con periodicità almeno trimestrale
- per la sorgenti sigillate di elevata attività (terapie, irradiator, ...) con periodicità almeno annuale.

Il monitoraggio della contaminazione superficiale può avvenire tramite smear test o misura diretta con contaminometro. Il primo tipo di monitoraggio permette di valutare la contaminazione trasferibile (via di esposizione inalazione) mentre il secondo permette di valutare la contaminazione globale (vie di esposizione irradiazione esterna e inalazione, comprende fissa e trasferibile). La scelta del metodo deve dipendere dal tipo di rischio maggiore (inalazione o irradiazione esterna) presente per un fissato radionuclide ma non può prescindere da considerazioni pratiche. Infatti le operazioni svolte presso le medicine nucleari ed i laboratori RIA coinvolgono più radionuclidi per cui ai fini pratici ci si trova a dover monitorare una miscela di radioisotopi, alcuni dei quali dovrebbero essere monitorati attraverso la misura della contaminazione fissa mentre altri attraverso la misura della contaminazione rimuovibile. Considerando che le manipolazioni avvengono, di norma, su banconi di materiale facilmente ripulibile e che il tipo di materiale usato difficilmente fornisce reazioni chimiche con materiali inorganici, si può ipotizzare che la maggior parte della eventuale contaminazione superficiale sia presente in forma trasferibile. Considerando inoltre che la strumentazione di rivelazione in genere disponibile consente una elevata sensibilità di misura e che le misure con contaminometro presentano difficoltà operative a causa della presenza di sorgenti radioattive nei pressi della zona di misura, si ritiene di poter giustificare l'uso della tecnica dello smear-test per il monitoraggio della contaminazione superficiale. Oltre a tale monitoraggio, limitatamente ai laboratori che utilizzino effettivamente degli emettitori β puri, può risultare utile una misura diretta con contaminometro a causa delle difficoltà connesse con la spettroscopia o il conteggio β in campioni solidi.

In ogni caso, a seguito di un incidente di contaminazione, devono essere eseguite misure con contaminometro per identificare le posizioni contaminate.

Monitoraggio ambientale della contaminazione aerea

Tale tipo di monitoraggio ha come principali obiettivi specifici:

- fornire un ausilio nel controllo dell'esposizione interna via inalazione
- fornire informazioni sulle condizioni di lavoro
- fornire informazioni per pianificare il programma di monitoraggio della contaminazione interna

Tra i tipi di monitoraggio presentati dall'ICRP 75 il solo che risulti eventualmente applicabile per le attività di tipo sanitario è il "monitoraggio di conferma" con cui, attraverso campionatori d'aria opportunamente posizionati, si ottengono informazioni

sulla zona in cui operano i lavoratori. Anche se le attività svolte in ambito ospedaliero non rientrano tra quelle citate dall'ICRP 75 e che necessitano di un monitoraggio routinario, viste le rilevanti quantità di radioisotopi manipolate presso le medicine nucleari, si considera opportuno, per queste installazioni, verificare con un metodo analitico l'eventuale utilità di un monitoraggio della contaminazione aerea.

Per determinare la eventuale messa in opera di un programma di monitoraggio il principale riferimento è la U.S. Nuclear Regulatory Commission - *Regulatory Guide 8.25: Air sampling in the workplace* – revision 1, June 1992 secondo la quale la necessità di un monitoraggio ambientale mediante air sampler deve essere presa in considerazione se l'impiego annuale di materiale non sigillato supera di 10000 volte gli ALI per inalazione. Anche nel caso di più materiali radioattivi la somma pesata sui differenti ALI per inalazione deve essere minore di 10000 per non prendere in considerazione l'ipotesi di monitoraggio routinario, mentre se si supera tale valore occorre verificare l'effettivo grado di contaminazione aerea. Qualora debba essere preso in considerazione un programma di monitoraggio, per valutare l'estensione di tale programma, sempre secondo la *Regulatory Guide 8.25*, occorre valutare sia il rapporto tra concentrazione in aria di materiale ed i DAC sia il rapporto tra l'attività incorporata per inalazione dagli operatori e gli ALI.

L'attività incorporata annualmente a seguito di inalazione A_i è calcolabile secondo la formula

$$A_i = A \cdot f / V \cdot N$$

dove A = attività annua, f = fattore di risospensione per inalazione, V = volume del locale, N = numero di ricambi d'aria / ora. Da qui è quindi possibile ricavare il valore A_i/ALI (o la sua somma nel caso di più radionuclidi).

La concentrazione in aria può essere calcolata come

$$C_a = A_m \cdot f \cdot (t/60) / V \cdot N$$

dove A_m = attività massima utilizzata in contemporanea, f = fattore di risospensione, t = durata della manipolazione, V = volume del locale, N = numero di ricambi d'aria/ora. Da qui è possibile ricavare il valore C_a/DAC (o la sua somma nel caso di più radionuclidi).

L'eventuale tipo di programma da intraprendere secondo *Regulatory Guide 8.25* è riassunto di seguito.

Attività annua/ALI	A_i/ALI	C_a/DAC	Raccomandazioni
< 10000	-	-	Campionamento routinario non necessario
> 10000	< 0.1	< 0.01	Campionamento routinario non necessario. Può essere indicato qualche controllo sporadico.
		> 0.01	Risulta appropriato un qualche tipo di campionamento. Per valori vicini al limite può essere sufficiente un controllo periodico. Per valori oltre 0.1 opportuno campionamento continuo.
	> 0.1	< 0.3	Campionamento (aria o intake) necessario
		> 0.3	Campionamento necessario.

Normalmente, per le attività sanitarie, non risulta necessario istituire un programma di monitoraggio routinario ma può essere opportuno procedere all'effettuazione di misure saltuarie con air sampler e misure di spettrometria al fine di confermare strumentalmente che i livelli di incorporazione via contaminazione aerea siano consistenti con quanto valutato. È inoltre indicato un monitoraggio della contaminazione aerea in caso di variazioni della quantità e tipo di radio isotopi usati, di cambiamenti dei metodi di lavoro o di modifiche strutturali.

Monitoraggio individuale dell'irradiazione esterna

I principali obiettivi di un programma di monitoraggio individuale delle esposizioni da irradiazione esterna sono:

- ottenere una stima della dose efficace o della dose equivalente per gli appropriati organi o tessuti, al fine di dimostrare il rispetto dei limiti fissati
- contribuire al controllo e all'ottimizzazione delle operazioni svolte
- verificare l'effettivo utilizzo dei dispositivi di protezione e di corrette tecniche di lavoro
- fornire, in caso di esposizioni accidentali, informazioni utili per definire l'opportunità ed il tipo di sorveglianza sanitaria o trattamento appropriato.

Il monitoraggio individuale routinario consiste, in genere, nell'attribuzione ai lavoratori di dosimetri personali da indossarsi ogni qual volta accedano alle zone controllate o sorvegliate.

Anche se l'ICRP 75 indica come strettamente necessario un monitoraggio individuale per i lavoratori suscettibili di ricevere 5-10 mSv all'anno, così come il D.Lgs. 230/1995 dispone il controllo individuale per i soli lavoratori di categoria A, può risultare utile l'attribuzione di dosimetri personali a tutti i lavoratori esposti per motivi professionali (sia di Categoria A, sia di Categoria B) per il conseguimento degli obiettivi indicati.

I dosimetri utilizzati (film-badge e/o TLD) devono essere indossati in posizione prefissata (in genere al petto, nel caso di posizioni di lavoro protette e/o campi di radiazione omogenei).

In caso di campi di radiazione non omogenei e/o di posizioni di lavoro non protette, esistono diverse scuole di pensiero relativamente alla posizione del dosimetro individuale.

Una prima scuola propone di indossare il dosimetro al di sotto di eventuali dispositivi di protezione individuali in quanto: questa posizione è quella indicata dall'ICRP 85, non obbliga ad uno spostamento del dosimetro, permette di verificare l'effettivo utilizzo dei dispositivi di protezione e, dato che il dosimetro fornisce una risposta in termini di $H_p(10)$, si ritiene questa misura una buona approssimazione della dose efficace. L'impiego di tale tecnica viene ritenuto opportuno solo se i dosimetri usati possiedono una sufficiente sensibilità.

Una seconda scuola propone invece di indossare il dosimetro al di sopra di eventuali dispositivi di protezione individuali (DPI), in modo da non abbattere la sensibilità del dosimetro rispetto alla esposizione diretta del soggetto. L'utilizzo del dosimetro sotto al DPI riduce fortemente la possibilità di assicurare un adeguato monitoraggio dei livelli di esposizione dei lavoratori, in particolare alla basse dosi, e

di verificare l'effettivo rispetto delle norme operative interne. Se si utilizza il dosimetro sopra al camice e se il soggetto durante la sua attività ha indossato anche solo occasionalmente l'indumento protettivo, il valore della dose efficace attribuita al lavoratore può essere cautelativamente posto uguale quello di $H_p(10)$ misurato dal dosimetro. Nel caso di lavoratori che utilizzano sistematicamente l'indumento protettivo, esempio in cardiologia, e le cui esposizioni al di sopra dell'indumento protettivo possono anche approssimare i valori limiti, la dose efficace attribuita può essere calcolata applicando appropriati algoritmi al valore di $H_p(10)$ valutato dal dosimetro indossato sopra al camice. Ad esempio, le raccomandazioni NCRP122, riportano che la dose efficace può essere ricavata dividendo per 5.6 il valore della dose equivalente profonda misurata sopra l'indumento protettivo, con una sovrastima non superiore ad un fattore 3 (vedi anche Health Physics-Operational Radiation Safety- Vol.79, suppl. 1 August 2000).

Quando infine l'esposizione del lavoratore all'esterno dell'indumento protettivo supera ampiamente e sistematicamente i valori limiti, può essere raccomandabile l'utilizzo di due dosimetri, come di seguito riportato.

Un'ulteriore metodo è dato dalla tecnica dei due dosimetri (uno al petto sotto la protezione, uno al collo esterno alla protezione) attraverso cui è possibile determinare in modo più accurato la dose efficace; tale tecnica però presenta alcuni inconvenienti. Il primo è legato al fatto che le formule esistenti sono in genere espresse per misure di dose assorbita mentre gli attuali dosimetri danno una lettura in $H_p(10)$, l'effettivo uso di tale tecnica implica quindi una trasformazione delle grandezze di non immediata applicabilità. Il secondo inconveniente, eminentemente pratico, è legato all'elevata probabilità di scambiare i dosimetri durante la vestizione. Nel caso di attività che comportino la manipolazione di sorgenti intense (medicina nucleare) o la permanenza delle estremità in vicinanza di fasci radiogeni (radiologia interventistica) devono essere utilizzati dosimetri al polso o al dito. La scelta tra bracciale ed anello oltre che da considerazioni protezionistiche è legata, stante la particolare tipologia di attività, alle procedure di sterilizzazione usate, al tipo di manipolazione da effettuarsi e, non ultimo, al consenso dei lavoratori (es. per i chirurghi che svolgono procedure complesse l'anello può rappresentare un impaccio per le manipolazioni).

I valori $H_p(0.07)$ desunti da dosimetri alle estremità, oltre che fornire il dato sulla dose alla pelle, si ritengono cautelativi rispetto alla dose alle mani. Nel caso di esposizioni non omogenee (es. interventistica radiologica) il monitoraggio della dose alla pelle svolta con il dosimetro per le estremità fornisce, attraverso un opportuno fattore correttivo, informazioni sulla dose al cristallino assicurando automaticamente il rispetto dei limiti anche in condizioni di mancato utilizzo di occhiali protettivi (che peraltro debbono essere indossati in tali attività).

Il valore $H_p(10)$ desunto da dosimetri al petto può fornire indicazioni sul rispetto dei livelli prestabiliti per la pelle e per il cristallino.

Riassumendo, il monitoraggio dell'irradiazione esterna può avvenire con le seguenti modalità:

Sale di radiodiagnostica: dosimetro indossato al petto che si considera rappresentativo per tutte le valutazioni di dose, la periodicità del monitoraggio è in genere mensile.

Apparecchi utilizzati per radioscopia: dosimetro indossato al petto al di sotto o al di sopra degli indumenti di protezione per tutti i lavoratori ed eventuale dosimetro aggiuntivo al collo in posizione non protetta per operatori sprovvisti di collare (tecnica dei due dosimetri), dosimetro alle estremità per quegli operatori che debbano necessariamente eseguire manipolazioni in prossimità del fascio; la periodicità del monitoraggio è in genere mensile.

Sorgenti sigillate: fatta salva la radioterapia (dosimetro al petto con periodicità mensile) non esistono, in campo sanitario, situazioni in cui i lavoratori debbano essere sottoposti a monitoraggio individuale.

Medicina Nucleare: dosimetro indossato al petto, al di sotto degli indumenti protettivi, se utilizzati, dosimetro alle estremità per quegli operatori che svolgono attività di manipolazione delle sorgenti; la periodicità del monitoraggio è in genere mensile.

Laboratori RIA: in genere non è necessario un monitoraggio individuale dell'irradiazione esterna, può essere utile un monitoraggio con dosimetri alle estremità per il caso di utilizzo di consistenti quantità di emettitori β di elevata energia (^{32}P , ...).

Acceleratori lineari: dosimetro al petto per tutti gli operatori (anche per neutroni nel caso di lavoro presso gli acceleratori di $E > 10$ MeV), dosimetro alle estremità per i lavoratori che manipolano sorgenti radioattive o prestino attività presso gli acceleratori con $E > 10$ MeV per valutare il contributo di eventuali prodotti di attivazione durante la rimozione dei collimatori; la periodicità del monitoraggio è in genere mensile.

In alcune situazioni lavorative ed in particolare in nuove metodiche comportanti la manipolazione di sorgenti radioattive o procedure di radiologia interventistica particolarmente onerose, oltre alle informazioni fornite dal monitoraggio ambientale, si reputa inoltre utile ottenere informazioni in tempo reale sulla dose individuale, sia a scopo precauzionale sia per l'ottimizzazione delle procedure. In questi casi possono essere forniti ai lavoratori (o ad alcuni lavoratori campione) dosimetri a lettura diretta (dosimetri elettronici tipo pocket o penne dosimetriche) da indossare in posizioni concordate.

Monitoraggio individuale della contaminazione interna

Tale monitoraggio può essere svolto:

- attraverso l'analisi di campioni di escreti
- attraverso la misura diretta della contaminazione interna (eventualmente su organi di accumulo)
- utilizzando i dati di un monitoraggio eseguito con personal air sampler

Tale tipo di monitoraggio può riguardare essenzialmente gli operatori delle medicine nucleari e, in qualche caso, gli operatori dei laboratori R.I.A...

Il tipo di monitoraggio (routinario o confermatario) e le modalità da adottare sono legate al tipo e quantità di radionuclidi utilizzati ed alle precedenti esperienze in merito ma va osservato che secondo l'ICRP 75 (§ 6.6.1) il monitoraggio routinario della contaminazione interna non è considerato necessario se non per le attività di terapia con grandi quantità di ^{131}I .

La misura dell'attività contenuta nel corpo non è infatti sufficiente per fornire una stima dell'effettiva incorporazione e della dose impegnata se non quando accompagnata dalla conoscenza della distribuzione temporale dell'incorporazione. Ciò significa che un monitoraggio individuale routinario per l'incorporazione interna implicherebbe la dotazione di air sampler personali e successive misure sul filtro ovvero una misura sui singoli lavoratori; la misura sui lavoratori andrebbe eseguita inoltre con frequenza elevata visto che nelle miscele di radionuclidi possibili figurano soprattutto isotopi con breve vita media (ordine di ore o giorni) per cui la stessa ICRP ritiene impraticabile un monitoraggio routinario individuale.

Considerato il contenuto valore di dose impegnata da incorporazione normalmente stimabile per le attività sanitarie, può essere considerato sufficiente (tranne che per il caso di terapia non ambulatoriale con radioiodio) un programma di monitoraggio di tipo confermatario come descritto dall'ICRP 54. Secondo quanto è indicato dall'ICRP 54 nel caso di un monitoraggio di conferma, si intende dare un'interpretazione solo qualitativa di conferma che le condizioni lavorative siano soddisfacenti e che non vi sia l'indicazione per l'istituzione di un programma di monitoraggio.

Il monitoraggio in ambiente sanitario può essere istituito ai fini di

- evidenziare carenze delle modalità di lavoro o dei sistemi di contenimento
- fornire informazione relativamente al rispetto dei livelli operativi derivati e delle norme di radioprotezione
- rilevare eventuali incidenti di contaminazione interna e valutare la dose di conseguenza.

Le modalità di monitoraggio indicate per i tipi di attività svolta consistono o nella misura spettroscopica sulla diuresi delle 24 ore o sulla misura di captazione su organo di accumulo (in particolare tiroide).

Considerando che, per i lavoratori delle medicine nucleari, è impossibile ipotizzare a priori l'isotopo eventualmente introdotto e che, stante i diversi comportamenti metabolici dei vari composti radioattivi usati, è altresì impossibile definire un numero contenuto di organi di accumulo che siano rappresentativi della contaminazione interna, il metodo più indicato (a parte il WBC) appare essere quello radiotossicologico (spettroscopia su urine 24 ore) per il monitoraggio della contaminazione interna.

Per gli operatori dei laboratori RIA, dove normalmente lo ^{125}I è l'isotopo che maggiormente contribuisce nelle stime di dose (in quanto maggiormente utilizzato come quantità e maggiormente volatile), si ritiene di poter identificare nella tiroide l'organo d'accumulo della contaminazione interna. Risulta quindi opportuno utilizzare il metodo della captazione tiroidea per il monitoraggio della contaminazione interna da prodotti iodati; relativamente agli altri isotopi, l'assenza di accumulo in tiroide può ritenersi altresì rappresentativo delle buone condizioni di lavoro.

Un monitoraggio volto alla stima della dose impegnata individuale deve essere eseguito in caso di segnalazione di rilevante incidente di contaminazione in quanto, note le modalità e la tempistica di incorporazione, è possibile eseguire una stima accurata e realistica.

Monitoraggio della contaminazione della cute

Tale monitoraggio può essere istituito al fine di

- evitare il diffondersi della contaminazione ambientale
- verificare il rispetto di buone condizioni di lavoro (incluso l'uso di dispositivi di protezione individuali)
- consentire l'istituzione della sorveglianza sanitaria in caso di rilevante contaminazione

Considerato il tipo di manipolazione effettuato presso i laboratori RIA e le basse quantità manipolate può non ritenersi opportuno istituire un monitoraggio routinario della contaminazione della cute per tali attività. In caso di incidente di contaminazione (versamento di contenitore) si deve invece provvedere ad eseguire misure sulla eventuale contaminazione alla cute degli operatori coinvolti.

Nel caso delle medicine nucleari, considerando la rilevante quantità di radioisotopi manipolata e la possibilità di contaminazioni non percepibili (schizzi, gocciolamenti, ...) si ritiene invece utile istituire un monitoraggio routinario della contaminazione alla cute mediante contaminometri (possibilmente contatori mani/piedi/vesti).

Come monitoraggio routinario, gli operatori delle medicine nucleari, al termine dell'attività in camera calda e, comunque, all'uscita dal servizio, debbono quindi sottoporsi a controllo. In caso di assenza di contaminazione il lavoratore può allontanarsi, mentre in caso di rilevata contaminazione il lavoratore deve rimuovere gli indumenti eventualmente contaminati, provvedere alla decontaminazione personale secondo le norme interne di protezione e sicurezza e sottoporsi ad un secondo controllo di contaminazione. Come riportato dall'ICRP 75 solo nel caso in cui anche il secondo controllo risulti positivo si provvederà a valutazioni dosimetriche ad hoc.

Eventuali controlli successivi a contaminazione permanente della cute consisteranno in misure spettrometriche per la determinazione del contaminante e nella valutazione della contaminazione massima presente su un'area di 1 cm² per l'attribuzione della dose e, unitamente al Medico Autorizzato, alla eventuale messa in atto di una sorveglianza mirata.

Nella seguente tabella sono riassunti i tipi di monitoraggio considerati per le varie vie di esposizione ed i possibili metodi di misura, distinguendo tra il monitoraggio ambientale rivolto al controllo delle postazioni di lavoro e monitoraggio individuale rivolto al controllo dei singoli operatori.

Monitoraggio	Via di esposizione/Distretto corporeo		Modalità di monitoraggio
Ambientale	Irradiazione esterna		Dosimetria con film-badges o TLD Misure con rateometri Misure con dosimetri
	Contaminazione aria		Campionamento con air-sampler e/o spettroscopia/conteggio su campione
	Contaminazione superficiale		Campionamento con smear-test e/o spettroscopia/conteggio su campione Contaminametri a gas
Individuale	Irradiazione esterna	Corpo intero	Dosimetria con film-badges e/o TLD
		Estremità	
		Pelle	Dosimetri elettronici
		Cristallino	Penne dosimetriche
	Contaminazione interna	Corpo intero	Spettroscopia su urine 24 ore
		Organo di accumulo	Misure di captazione su organo
Contaminazione pelle		Misure con contatori a gas	

Sensibilità di monitoraggio

La sensibilità del metodo di monitoraggio risulta di fondamentale importanza per una corretta impostazione del programma di radioprotezione. La sensibilità minima richiesta ad una metodica di monitoraggio deve essere inferiore o al più uguale al limite di registrazione per la grandezza monitorata.

Nei casi di semplici misure dirette la sensibilità è ovviamente quella relativa allo strumento di misura. Nel caso di misure di conteggio è possibile utilizzare la regola del 3σ mentre nel caso di misure complesse è opportuno determinare la sensibilità con una formalistica standardizzata (es. NRC).

APPENDICI

I valori riportati nelle Tabelle, oltre che dal D.Lgs. 230/95, sono tratti da:

1. *Radionuclide and Radiation Protection Data Handbook 2002*. Radiation Protection Dosimetry Vol.98 No 1 2002.
2. *Handbook of Health Physics and Radiological Health*. Third Edition. Williams & Wilkins. Baltimore 1998.
3. *Response Technical Manual* (NRC Report NUREG/BR-0150, Vol.1, Rev.4). 1996.
4. *Table of specific gamma ray constants*. Verlag Karl Thiemig KG. Munchen 1969.
5. *Radiological Protection of the Worker in Medicine and Dentistry*. ICRP Publication 57. Vol.20 No 3 1989.
6. *Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation*. ICRP Publication 74. Vol.26 No 3-4 1997.
7. *Protection of the Patient in Nuclear Medicine*. ICRP Publication 52. Vol.17 No 4 1987.
8. Luciano Lembo, comunicazione personale

N.B.: nelle seguenti tabelle la notazione “?” indica che non sono disponibili i corrispondenti dati. Gli Autori declinano ogni responsabilità sulla correttezza dei dati riportati e sulle loro modalità di utilizzo.

Schema riassuntivo degli adempimenti per le materie radioattive (attività sanitarie)

Adempimento	Condizioni per cui ricorre l'obbligo di ottemperanza	Scadenze	Destinatari e documentazione allegata	Adempimenti correlati
Campo di applicazione	Vedi Tab. A-1 Comunque per: somministrazione smaltimento riutilizzo	-	-	
Comunicazione preventiva (art. 22)	Vedi Tab. A-2 salvo sorgenti di tipo riconosciuto	Almeno 30 giorni prima dell'inizio della pratica	Vedi modulo M-1	
Comunicazione di cessazione della pratica (art. 24)	Alla cessazione della pratica per cui è stata eseguita la comunicazione preventiva	Almeno 30 giorni prima della prevista cessazione	Vedi modulo M-2	Trasmissione relazione conclusiva di cessazione della pratica (All.VII par.3.6)
Trasmissione relazione conclusiva di cessazione della pratica (All.VII par.3.6)	All'effettiva cessazione della pratica	Al termine delle operazioni di cessazione	Vedi modulo M-3	
Comunicazione di smarrimento o perdita di materie radioattive (art. 25)	In caso di smarrimento o perdita di materie radioattive o apparecchi contenenti materie radioattive	Immediatamente	Vedi modulo M-4	
Comunicazione di ritrovamento di materie radioattive (art. 25)	In caso di ritrovamento di materie radioattive o apparecchi contenenti materie radioattive	Immediatamente	Vedi modulo M-5	
Denuncia di detenzione (art. 3, comma 3, legge 1860/62)	Vedi Tab. A-3	Entro 5 giorni dal ricevimento del materiale radioattivo	Vedi modulo M-6	
Aggiornamento della denuncia di detenzione (art. 3, comma 4, legge 1860/62)	Vedi Tab. A-4	Entro il 31 gennaio	Vedi modulo M-7	Tenuta della contabilità (art. 10 D.M. 27/7/66)
Nulla Osta all'impiego di categoria A (art. 28)	Vedi Tab. A-5	Prima dell'inizio della pratica	Vedi modulo M-8	Autorizzazione ministeriale all'impiego (art. 13 legge 1860/62)
Autorizzazione ministeriale all'impiego (art. 13 legge 1860/62)	Medesime del nulla osta di categoria A	Prima dell'inizio della pratica	Vedi modulo M-8	Nulla Osta all'impiego di categoria A (art. 28)
Nulla Osta all'impiego di categoria B (art. 29)	Vedi Tab. A-6	Prima dell'inizio della pratica	Vedi modulo M-9	

**Schema riassuntivo degli adempimenti per le macchine radiogene
(attività sanitarie)**

Adempimento	Condizioni per cui ricorre l'obbligo di adempienza	Limiti temporali	Destinatari e documentazione allegata	Adempimenti correlati
Campo di applicazione	Vedi Tab. A-7	-		
Comunicazione preventiva (art. 22)	Vedi Tab. A-8	Almeno 30 giorni prima dell'inizio della pratica	Vedi modulo M-10	
Comunicazione di cessazione della pratica (art. 24)	Alla cessazione della pratica per cui è stata eseguita la comunicazione preventiva	Almeno 30 giorni prima della prevista cessazione	Vedi modulo M-11	Trasmissione relazione conclusiva di cessazione della pratica (art. 24)
Nulla Osta all'impiego di categoria A (art. 28)	Vedi Tab. A-9	Prima dell'inizio della pratica	Vedi modulo M-12	
Nulla Osta all'impiego di categoria B (art. 29)	Vedi Tab. A-10	Prima dell'inizio della pratica	Vedi modulo M-13	

Nuclide	D.Lgs. 230/95		Nuclide	D.Lgs. 230/95	
	Tab I-1			Tab I-1	
	Bq			Bq	
Ba 133	1,00E+04		I 131	5,00E+04	
C 11	1,00E+04		In 111	5,00E+05	
C 14	5,00E+05		Ir 192	1,00E+04	
Co 57	5,00E+05		Mo 99	5,00E+05	
Co 60	5,00E+04		Ni 63	5,00E+05	
Cr 51	5,00E+06		O 15	5,00E+04	
Cs 137	1,00E+04		P 32	1,00E+05	
Cu 64	1,00E+06		P 33	5,00E+05	
Er 169	5,00E+05		Rb 86	1,00E+05	
F 18	1,00E+06		Re 186	5,00E+05	
Fe 59	5,00E+05		S 35	5,00E+06	
Ga 67	1,00E+04		Se 75	5,00E+05	
Ga 68	1,00E+04		Sm 153	5,00E+05	
Ge 68	1,00E+04		Sr 89	5,00E+05	
H 3	5,00E+06		Tc 99m	5,00E+06	
I 123	5,00E+05		Tl 201	1,00E+06	
I 125	5,00E+04		Y 90	1,00E+05	
I 129	1,00E+05				

Tabella A-1. Condizioni di applicazione del D.Lgs. 230/95 per i radionuclidi di maggior impiego nelle attività sanitarie. Sono soggette alle disposizioni del decreto le pratiche con materie radioattive aventi concentrazione uguale o superiore ad 1 Bq/g e con una quantità totale di radioattività presente uguale o superiore ai valori riportati. Nel caso di miscele di radionuclidi, le condizioni di applicazione del decreto si intendono verificate allorché sia uguale o superiore a 1 sia la somma dei rapporti tra la quantità di radioattività di ciascun radionuclide e quella prevista in tabella che la somma delle concentrazioni di ciascun radionuclide.

In grassetto sono riportati i radionuclidi non compresi nel decreto.

Nuclide	D.Lgs. 230/95 Tab VII-1	
	Bq/g	Bq
Ba 133	1,00E+00	1,00E+04
C 11	1,00E+00	1,00E+04
C 14	1,00E+04	1,00E+07
Co 57	1,00E+02	1,00E+06
Co 60	1,00E+01	1,00E+05
Cr 51	1,00E+03	1,00E+07
Cs 137	1,00E+01	1,00E+04
Cu 64	1,00E+02	1,00E+06
Er 169	1,00E+04	1,00E+07
F 18	1,00E+01	1,00E+06
Fe 59	1,00E+01	1,00E+06
Ga 67	1,00E+00	1,00E+04
Ga 68	1,00E+00	1,00E+04
Ge 68	1,00E+00	1,00E+04
H 3	1,00E+06	1,00E+09
I 123	1,00E+02	1,00E+07
I 125	1,00E+03	1,00E+06
I 129	1,00E+02	1,00E+05
I 131	1,00E+02	1,00E+06
In 111	1,00E+02	1,00E+06
Ir 192	1,00E+01	1,00E+04
Mo 99	1,00E+02	1,00E+06
Ni 63	1,00E+05	1,00E+08
O 15	1,00E+02	1,00E+09
P 32	1,00E+03	1,00E+05
P 33	1,00E+05	1,00E+08
Rb 86	1,00E+02	1,00E+05
Re 186	1,00E+03	1,00E+06
S 35	1,00E+05	1,00E+08
Se 75	1,00E+02	1,00E+06
Sm 153	1,00E+02	1,00E+06
Sr 89	1,00E+03	1,00E+06
Tc 99m	1,00E+02	1,00E+07
Tl 201	1,00E+02	1,00E+06
Y 90	1,00E+03	1,00E+05

Tabella A-2. Obbligo di comunicazione preventiva per le materie radioattive (art. 22). Al di fuori dei casi per cui siano previsti specifici provvedimenti autorizzativi, sono soggette all'obbligo di comunicazione preventiva le pratiche con materie radioattive aventi concentrazione e con una quantità totale di radioattività presente uguali o superiori ai pertinenti valori riportati in tabella. Nel caso di miscele di radionuclidi, le condizioni di applicazione del decreto si intendono verificate allorché sia uguale o superiore a 1 sia la somma dei rapporti tra la quantità di radioattività di ciascun radionuclide e quella prevista in tabella che la somma dei rapporti delle concentrazioni di ciascun radionuclide e quella prevista in tabella. In grassetto sono riportati i radionuclidi non compresi nel decreto. Per le sorgenti di tipo riconosciuto si veda nel testo.

Nuclide	Valori derivati da
	DM 27/7/66
	Bq
Ba 133	3,7E+10
C 11	3,7E+11
C 14	3,7E+10
Co 57	3,7E+10
Co 60	3,7E+09
Cr 51	3,7E+10
Cs 137	3,7E+09
Cu 64	3,7E+10
Er 169	3,7E+10
F 18	3,7E+10
Fe 59	3,7E+10
Ga 67	3,7E+10
Ga 68	3,7E+11
Ge 68	3,7E+09
H 3	3,7E+11
I 123	3,7E+10
I 125	3,7E+09
I 129	3,7E+11
I 131	1,1E+10
In 111	3,7E+10
Ir 192	3,7E+09
Mo 99	3,7E+10
Ni 63	3,7E+10
O 15	3,7E+11
P 32	3,7E+10
P 33	3,7E+10
Rb 86	3,7E+10
Re 186	3,7E+10
S 35	3,7E+10
Se 75	3,7E+10
Sm 153	3,7E+10
Sr 89	3,7E+09
Tc 99m	3,7E+11
Tl 201	3,7E+10
Y 90	3,7E+10

Tabella A-3. Obbligo di denuncia di detenzione (art. 3, comma 3, legge 1860/62).

In tabella sono dati i valori al di sopra dei quali sussiste l'obbligo di denuncia di detenzione; i radionuclidi non riportati nel DM 27.7.1966 sono in grassetto; per tali radionuclidi devono essere adottati o i valori derivati da direttive CE o, in assenza di indicazioni, i valori relativi a radionuclidi di maggior radiotossicità.

Nuclide	Valori derivati da DM 27/7/66	
	Sorgenti sigillate (Bq)	Sorgenti non sigillate (Bq)
Ba 133	1,11E+15	3,70E+11
C 11	1,11E+16	3,70E+12
C 14	1,11E+15	3,70E+11
Co 57	1,11E+15	3,70E+11
Co 60	1,11E+14	3,70E+10
Cr 51	1,11E+15	3,70E+11
Cs 137	1,11E+14	3,70E+10
Cu 64	1,11E+15	3,70E+11
Er 169	1,11E+15	3,70E+11
F 18	1,11E+15	3,70E+11
Fe 59	1,11E+15	3,70E+11
Ga 67	1,11E+15	3,70E+11
Ga 68	1,11E+16	3,70E+12
Ge 68	1,11E+14	3,70E+10
H 3	1,11E+16	3,70E+12
I 123	1,11E+15	3,70E+11
I 125	1,11E+14	3,70E+10
I 129	1,11E+16	3,70E+12
I 131	1,11E+14	3,70E+10
In 111	1,11E+15	3,70E+11
Ir 192	1,11E+14	3,70E+10
Mo 99	1,11E+15	3,70E+11
Ni 63	1,11E+15	3,70E+11
O 15	1,11E+16	3,70E+12
P 32	1,11E+15	3,70E+11
P 33	1,11E+15	3,70E+11
Rb 86	1,11E+15	3,70E+11
Re 186	1,11E+15	3,70E+11
S 35	1,11E+15	3,70E+11
Se 75	1,11E+15	3,70E+11
Sm 153	1,11E+15	3,70E+11
Sr 89	1,11E+14	3,70E+10
Tc 99m	1,11E+16	3,70E+12
Tl 201	1,11E+15	3,70E+11
Y 90	1,11E+15	3,70E+11

Tabella A-4. Obbligo di aggiornamento della denuncia di detenzione (art. 3, comma 4, legge 1860/62).

In tabella sono dati i valori al di sopra dei quali sussiste l'obbligo di aggiornamento della denuncia di detenzione; i radionuclidi non riportati nel DM 27.7.1966 sono in grassetto; per tali radionuclidi devono essere adottati o i valori derivati da direttive CE o, in assenza di indicazioni, i valori relativi a radionuclidi di maggior radiotossicità.

Nuclide	D.Lgs. 230/95 Tab IX-1		Sorgenti non sigillate		Sorgenti sigillate	
			Limiti presente	Limiti pervenuta	Limiti presente	Limiti pervenuta
	Bq/g	Bq	Bq	Bq	Bq	Bq
Ba 133	1,00E+00	1,00E+04	1,00E+10	5,00E+11	3,00E+13	1,50E+15
C 11	1,00E+00	1,00E+04	1,00E+10	5,00E+11	3,00E+13	1,50E+15
C 14	1,00E+04	1,00E+07	1,00E+13	5,00E+14	3,00E+16	1,50E+18
Co 57	1,00E+02	1,00E+06	1,00E+12	5,00E+13	3,00E+15	1,50E+17
Co 60	1,00E+01	1,00E+05	1,00E+11	5,00E+12	3,00E+14	1,50E+16
Cr 51	1,00E+03	1,00E+07	1,00E+13	5,00E+14	3,00E+16	1,50E+18
Cs 137	1,00E+01	1,00E+04	1,00E+10	5,00E+11	3,00E+13	1,50E+15
Cu 64	1,00E+02	1,00E+06	1,00E+12	5,00E+13	3,00E+15	1,50E+17
Er 169	1,00E+04	1,00E+07	1,00E+13	5,00E+14	3,00E+16	1,50E+18
F 18	1,00E+01	1,00E+06	1,00E+12	5,00E+13	3,00E+15	1,50E+17
Fe 59	1,00E+01	1,00E+06	1,00E+12	5,00E+13	3,00E+15	1,50E+17
Ga 67	1,00E+00	1,00E+04	1,00E+10	5,00E+11	3,00E+13	1,50E+15
Ga 68	1,00E+00	1,00E+04	1,00E+10	5,00E+11	3,00E+13	1,50E+15
Ga 68	1,00E+00	1,00E+04	1,00E+10	5,00E+11	3,00E+13	1,50E+15
H 3	1,00E+06	1,00E+09	1,00E+15	5,00E+16	3,00E+18	1,50E+20
I 123	1,00E+02	1,00E+07	1,00E+13	5,00E+14	3,00E+16	1,50E+18
I 125	1,00E+03	1,00E+06	1,00E+12	5,00E+13	3,00E+15	1,50E+17
I 129	1,00E+02	1,00E+05	1,00E+11	5,00E+12	3,00E+14	1,50E+16
I 131	1,00E+02	1,00E+06	1,00E+12	5,00E+13	3,00E+15	1,50E+17
In 111	1,00E+02	1,00E+06	1,00E+12	5,00E+13	3,00E+15	1,50E+17
Ir 192	1,00E+01	1,00E+04	1,00E+10	5,00E+11	3,00E+13	1,50E+15
Mo 99	1,00E+02	1,00E+06	1,00E+12	5,00E+13	3,00E+15	1,50E+17
Ni 63	1,00E+05	1,00E+08	1,00E+14	5,00E+15	3,00E+17	1,50E+19
O 15	1,00E+02	1,00E+09	1,00E+15	5,00E+16	3,00E+18	1,50E+20
P 32	1,00E+03	1,00E+05	1,00E+11	5,00E+12	3,00E+14	1,50E+16
P 33	1,00E+05	1,00E+08	1,00E+14	5,00E+15	3,00E+17	1,50E+19
Rb 86	1,00E+02	1,00E+05	1,00E+11	5,00E+12	3,00E+14	1,50E+16
Re 186	1,00E+03	1,00E+06	1,00E+12	5,00E+13	3,00E+15	1,50E+17
S 35	1,00E+05	1,00E+08	1,00E+14	5,00E+15	3,00E+17	1,50E+19
Se 75	1,00E+02	1,00E+06	1,00E+12	5,00E+13	3,00E+15	1,50E+17
Sm 153	1,00E+02	1,00E+06	1,00E+12	5,00E+13	3,00E+15	1,50E+17
Sr 89	1,00E+03	1,00E+06	1,00E+12	5,00E+13	3,00E+15	1,50E+17
Tc 99m	1,00E+02	1,00E+07	1,00E+13	5,00E+14	3,00E+16	1,50E+18
Tl 201	1,00E+02	1,00E+06	1,00E+12	5,00E+13	3,00E+15	1,50E+17
Y 90	1,00E+03	1,00E+05	1,00E+11	5,00E+12	3,00E+14	1,50E+16

Tabella A-5. Nulla Osta di categoria A per le materie radioattive (art. 28). In tabella sono riportati i valori della tabella IX-1 ed i valori per cui sussistono le condizioni di classificazione in categoria A per i radionuclidi di maggior impiego nelle attività sanitarie; in grassetto i radionuclidi non riportati nel decreto. Nei casi di presenza di più di un radionuclide, le condizioni di esenzione si considerano soddisfatte allorché non sia superiore a 1 sia la somma dei rapporti tra la quantità di radioattività di ciascun radionuclide e quella prevista nella Tabella IX-1 che la somma dei rapporti delle concentrazioni di ciascun radionuclide divisa per il pertinente valore della Tabella IX-1. Nel caso di contemporanea presenza di sorgenti sigillate e sorgenti non sigillate le condizioni di esenzione si considerano soddisfatte allorché non sia superiore a 1 la somma dei valori ottenuti per ciascuna tipologia come sopra riportato. Per sorgenti di tipo riconosciuto e neutroniche si veda nel testo.

Nuclide	D.Lgs. 230/95 Tab IX-1		Limiti presente	Limiti pervenuta
	Bq/g	Bq	Bq	Bq
Ba 133	1,00E+00	1,00E+04	1,00E+07	5,00E+08
C 11	1,00E+00	1,00E+04	1,00E+07	5,00E+08
C 14	1,00E+04	1,00E+07	1,00E+10	5,00E+11
Co 57	1,00E+02	1,00E+06	1,00E+09	5,00E+10
Co 60	1,00E+01	1,00E+05	1,00E+08	5,00E+09
Cr 51	1,00E+03	1,00E+07	1,00E+10	5,00E+11
Cs 137	1,00E+01	1,00E+04	1,00E+07	5,00E+08
Cu 64	1,00E+02	1,00E+06	1,00E+09	5,00E+10
Er 169	1,00E+04	1,00E+07	1,00E+10	5,00E+11
F 18	1,00E+01	1,00E+06	1,00E+09	5,00E+10
Fe 59	1,00E+01	1,00E+06	1,00E+09	5,00E+10
Ga 67	1,00E+00	1,00E+04	1,00E+07	5,00E+08
Ga 68	1,00E+00	1,00E+04	1,00E+07	5,00E+08
Ge 68	1,00E+00	1,00E+04	1,00E+07	5,00E+08
H 3	1,00E+06	1,00E+09	1,00E+12	5,00E+13
I 123	1,00E+02	1,00E+07	1,00E+10	5,00E+11
I 125	1,00E+03	1,00E+06	1,00E+09	5,00E+10
I 129	1,00E+02	1,00E+05	1,00E+08	5,00E+09
I 131	1,00E+02	1,00E+06	1,00E+09	5,00E+10
In 111	1,00E+02	1,00E+06	1,00E+09	5,00E+10
Ir 192	1,00E+01	1,00E+04	1,00E+07	5,00E+08
Mo 99	1,00E+02	1,00E+06	1,00E+09	5,00E+10
Ni 63	1,00E+05	1,00E+08	1,00E+11	5,00E+12
O 15	1,00E+02	1,00E+09	1,00E+12	5,00E+13
P 32	1,00E+03	1,00E+05	1,00E+08	5,00E+09
P 33	1,00E+05	1,00E+08	1,00E+11	5,00E+12
Rb 86	1,00E+02	1,00E+05	1,00E+08	5,00E+09
Re 186	1,00E+03	1,00E+06	1,00E+09	5,00E+10
S 35	1,00E+05	1,00E+08	1,00E+11	5,00E+12
Se 75	1,00E+02	1,00E+06	1,00E+09	5,00E+10
Sm 153	1,00E+02	1,00E+06	1,00E+09	5,00E+10
Sr 89	1,00E+03	1,00E+06	1,00E+09	5,00E+10
Tc 99m	1,00E+02	1,00E+07	1,00E+10	5,00E+11
Ti 201	1,00E+02	1,00E+06	1,00E+09	5,00E+10
Y 90	1,00E+03	1,00E+05	1,00E+08	5,00E+09

Tabella A-6. Nulla Osta di categoria B per le materie radioattive (art. 29). In tabella sono riportati i valori della tabella IX-1 ed i valori per cui sussistono le condizioni di classificazione in categoria B qualora non siano verificate le condizioni di classificazione in categoria A; in grassetto i radionuclidi non riportati nel decreto. Le condizioni ricorrono comunque in caso di somministrazione intenzionale di materie radioattive a persone. Nei casi di presenza di più radionuclidi, le condizioni di esenzione sono soddisfatte allorché non sia superiore a 1 sia la somma dei rapporti tra la quantità di radioattività di ciascun radionuclide e quella prevista nella Tabella IX-1 che la somma dei rapporti delle concentrazioni di ciascun radionuclide divisa per il pertinente valore della Tabella IX-1. Nel caso di contemporanea presenza di sorgenti sigillate e sorgenti non sigillate le condizioni di esenzione si considerano soddisfatte allorché non sia superiore a 1 la somma dei valori ottenuti per ciascuna tipologia come sopra riportato. Per le sorgenti di tipo riconosciuto si veda nel testo.

- Impiego di tubi, valvole e apparecchiature in genere che accelerino particelle elementari cariche con energie superiori a 30 keV;
- impiego di tubi, valvole e apparecchiature in genere che accelerino particelle elementari cariche con energie superiori a 5 keV ed inferiori a 30 keV, quando l'intensità di equivalente di dose, in condizioni normali di funzionamento, sia eguale o superiore a 1 $\mu\text{Sv/h}$ a una distanza di 0,1 m da qualsiasi punto della superficie esterna dell'apparecchiatura;
- impiego di tubi catodici in apparecchiature che forniscono immagini visive, quando l'intensità di equivalente di dose, in condizioni normali di funzionamento, sia eguale o superiore a 5 $\mu\text{Sv/h}$ a una distanza di 0,05 m da qualsiasi punto della superficie esterna dell'apparecchiatura.

Tabella A-7. Condizioni di applicazione del D.Lgs. 230/95 per le macchine radiogene. Sono soggette al decreto le pratiche comportanti l'uso di apparecchi con caratteristiche specificate in tabella.

- Impiego di tubi catodici destinati a fornire immagini visive, o altri apparecchi elettrici che funzionano con una differenza di potenziale maggiore a 30 kV;
- impiego di tubi catodici destinati a fornire immagini visive, o altri apparecchi elettrici che funzionano con una differenza di potenziale non superiore a 30 kV se in condizioni di funzionamento normale, il loro impiego comporta un'intensità di dose superiore a 1 $\mu\text{Sv/h}$ ad una distanza di 0,1 m da un qualsiasi punto della superficie accessibile dell'apparecchio.

Tabella A-8. Obbligo di comunicazione preventiva per gli apparecchi (art. 22).

Al di fuori dei casi per cui siano previsti specifici provvedimenti autorizzativi, sono soggette all'obbligo di comunicazione preventiva le pratiche comportanti l'uso di apparecchi con caratteristiche specificate in tabella. Per le sorgenti di tipo riconosciuto e gli apparecchi mobili si veda nel testo.

- Impiego di sorgenti di radiazioni con produzione media nel tempo di neutroni su tutto l'angolo solido superiore a 10^7 neutroni/secondo ad eccezione delle macchine radiogene che accelerino elettroni con energia massima di accelerazione inferiore o uguale a 25 MeV.
- impiego di macchine radiogene che accelerino elettroni con energia massima di accelerazione superiore a 25 MeV.

Tabella A-9. Nulla Osta di categoria A per gli apparecchi (art. 28).

Sono soggette a Nulla Osta di categoria A le pratiche comportanti l'uso di apparecchi con caratteristiche specificate in tabella. Per le sorgenti di tipo riconosciuto e gli apparecchi mobili si veda nel testo.

- Impiego di macchine radiogene con energia massima delle particelle accelerate superiore a 200 keV;
- impiego di sorgenti di radiazioni con produzione media nel tempo di neutroni su tutto l'angolo solido superiore a 10^4 neutroni/secondo o di apparati a raggi X per radiografia industriale, per trattamento di prodotti, per ricerca;
- impiego di acceleratori o di apparati a raggi X per esposizione di persone a fini di terapia medica.

Tabella A-10. Nulla Osta di categoria B per gli apparecchi (art. 29).

Sono soggette a nulla Osta di categoria B le pratiche comportanti l'uso di apparecchi con caratteristiche specificate in tabella (fatta salva la contemporanea presenza delle condizioni di assoggettamento alla categoria A). Per le sorgenti di tipo riconosciuto e gli apparecchi mobili si veda nel testo.

Modulo M-1 - Comunicazione preventiva di pratiche comportanti l'impiego di materie radioattive

Al Comando provinciale dei Vigili del fuoco
 Agli Organi del Servizio sanitario nazionale
 e, se di competenza:
 Alla Direzione provinciale del lavoro
 Al Comandante di porto
 All'Ufficio di sanità marittima
 Alle Agenzie regionali e delle Province Autonome

Oggetto: comunicazione preventiva di pratica ai sensi dell'art. 22 del D.Lgs. 230/95 e s.m.i.

Ai sensi dell'art. 22 del D.Lgs. 230/95 si comunica l'intenzione di intraprendere una pratica comportante detenzione di sorgenti di radiazioni ionizzanti presso

generalità, codice fiscale e domicilio del richiedente

Tale pratica comporta l'impiego

- dei seguenti apparecchi contenenti sorgenti radioattive:

..... (apparecchio) della ditta contenente una sorgente radioattiva (sigillata o non sigillata) di (radioisotopo) in forma (solida, liquida, gassosa) avente un'attività di

oppure

- delle seguenti sorgenti radioattive

Isotopo	Attività	Concentrazione	Tipo di sorgente (sigillata o non sigillata)	Forma chimica	Forma fisica
.....
.....

Si precisa che:

- suddetto materiale è impiegato a scopo (diagnostico, terapeutico, ...)
- la responsabilità dell'impiego è affidata a
- la sorveglianza fisica della radioprotezione è affidata a
- la sorveglianza medica della radioprotezione è affidata a

Alla presente sono allegati:

- descrizione della pratica che si intende svolgere compresi gli elementi per effettuare il processo di giustificazione;
- ubicazione dei locali e delle aree destinati alla pratica;
- quantità totali di radioattività dei radionuclidi, specificando e distinguendo fra sorgenti sigillate e non sigillate, che si intendono detenere contemporaneamente e ricevere in ragione di un anno solare;
- eventuale produzione di neutroni
- modalità di produzione ed eventuale smaltimento di rifiuti, con indicazione dell'applicabilità o meno delle condizioni di esenzione per lo scarico;
- eventuale riciclo o riutilizzo dei materiali;
- eventuale presenza di zone classificate;
- descrizione delle operazioni che si intendono svolgere, delle sorgenti di radiazioni e delle attrezzature (inclusi i mezzi di protezione posti in atto);
- modalità previste per la disattivazione dell'installazione;
- valutazione delle dosi per i lavoratori e per i gruppi di riferimento della popolazione, in condizioni normali di attività;
- planimetrie e dati atti a dimostrare l'idoneità delle modalità di svolgimento della pratica.

Data

Il legale rappresentante

Modulo M-2 Comunicazione di cessazione di pratiche comportanti l'impiego di materie radioattive

Al Comando provinciale dei Vigili del fuoco
 Agli Organi del Servizio sanitario nazionale
 e, se di competenza:
 Alla Direzione provinciale del lavoro
 Al Comandante di porto
 All'Ufficio di sanità marittima
 Alle Agenzie regionali e delle Province Autonome

Oggetto: comunicazione di cessazione di pratica ai sensi dell'art. 24 del D.Lgs. 230/95 e s.m.i.

Ai sensi dell'art. 24 del D.Lgs. 230/95 e con riferimento alla preventiva comunicazione (Prot. ... del) si comunica l'intenzione di cessare la pratica comportante detenzione di sorgenti di radiazioni ionizzanti in atto presso

generalità, codice fiscale e domicilio del richiedente

ed implicante l'impiego

- dei seguenti apparecchi contenenti sorgenti radioattive:

..... (apparecchio) della ditta contenente una sorgente radioattiva (sigillata o non sigillata) di (radioisotopo) in forma (solida, liquida, gassosa) avente un'attività di

oppure

- delle seguenti sorgenti radioattive

Isotopo	Attività	Concentrazione	Tipo di sorgente (sigillata o non sigillata)	Forma chimica	Forma fisica
.....
.....

Alla presente si allega relazione che descrive:

- le operazioni previste per la cessazione;
- la destinazione delle sorgenti detenute;
- gli eventuali rifiuti prodotti durante la gestione della pratica e durante le operazioni connesse alla cessazione.

Data

Il legale rappresentante

Modulo M-3 Trasmissione della relazione conclusiva di cessazione di pratiche comportanti l'impiego di materie radioattive

Al Comando provinciale dei Vigili del fuoco
 Agli Organi del Servizio sanitario nazionale
 e, se di competenza:
 Alla Direzione provinciale del lavoro
 Al Comandante di porto
 All'Ufficio di sanità marittima
 Alle Agenzie regionali e delle Province Autonome

Oggetto: Trasmissione della relazione conclusiva di cessazione di pratica ai sensi del paragrafo 3.6 dell'Allegato VII del D.Lgs. 230/95 e s.m.i.

Ai sensi del paragrafo 3.6 dell'Allegato VII del D.Lgs. 230/95 e con riferimento alla comunicazione di cessazione della pratica (Prot. ... del) comportante detenzione di sorgenti di radiazioni ionizzanti presso
generalità, codice fiscale e domicilio del richiedente

relativa

- ai seguenti apparecchi contenenti sorgenti radioattive:

..... (apparecchio) della ditta contenente una sorgente radioattiva (sigillata o non sigillata) di (radioisotopo) in forma (solida, liquida, gassosa) avente un'attività di

oppure

– alle seguenti sorgenti radioattive

Isotopo	Attività	Concentrazione	Tipo di sorgente (sigillata o non sigillata)	Forma chimica	Forma fisica
.....
.....

si trasmette la relazione conclusiva, che attesta l'assenza di vincoli di natura radiologica nelle installazioni in cui la pratica è stata effettuata.

Data

Il legale rappresentante

Modulo M-4 Comunicazione di smarrimento o perdita di materie radioattive

- Agli Organi del servizio sanitario nazionale
- Al Comando Provinciale dei vigili del fuoco
- Alle Autorità di Pubblica Sicurezza
- All'APAT

e, se di competenza

- Al Comandante di porto
- All'Ufficio di sanità marittima

Oggetto: Comunicazione di smarrimento (oppure di perdita) di materie radioattive ai sensi dell'art 25 del D.Lgs. 230/95 e s.m.i.

Ai sensi dell'art. 25 del D.Lgs. 230/95 si comunica che in data e in località si è constatato (lo smarrimento o la perdita) dei seguenti apparecchi contenenti sostanze radioattive:

- (apparecchio) della ditta contenente una sorgente radioattiva (sigillata o non sigillata) di (radioisotopo) in forma (solida, liquida, gassosa) avente un'attività di

oppure

- delle seguenti sorgenti radioattive

Isotopo	Attività	Concentrazione	Tipo di sorgente (sigillata o non sigillata)	Forma chimica	Ditta fornitrice
.....
.....

Si allega alla presente una descrizione delle sorgenti (o delle apparecchiature che le contengono).

Data

Il legale rappresentante

Modulo M-5 Comunicazione di ritrovamento di materie radioattive

- Alle Autorità di Pubblica Sicurezza

Oggetto: Comunicazione di ritrovamento di materie radioattive ai sensi dell'art. 25 del D.Lgs. 230/95 e s.m.i.

Ai sensi dell'art. 25 del D.Lgs. 230/95 si comunica che in datae in localitàsono stati ritrovati

- i seguenti apparecchi contenenti sostanze radioattive:

..... (apparecchio) della ditta contenente una sorgente radioattiva (sigillata o non sigillata) di (radioisotopo) in forma (solida, liquida, gassosa) avente un'attività di

oppure

- le seguenti sorgenti radioattive

Isotopo	Attività	Concentrazione	Tipo di sorgente (sigillata o non sigillata)	Forma chimica	Forma fisica	Ditta
.....
.....

(lo smarrimento o la perdita delle suddette sostanze radioattive è stato comunicato con..... in data.....)

Data

Il legale rappresentante

Modulo M-7 Aggiornamento della denuncia di detenzione di materie radioattive

Al Ministero delle attività produttive – Direzione
generale delle fonti di energia e delle industrie di base
All'APAT

Oggetto: Aggiornamento della denuncia di detenzione (art. 3 Legge 31/12/62 n.1860 e D.M.
27/7/66 come modificato dal D.M. 25/9/82).

Ai sensi dell'art. 3 comma 4, legge 1860/62 si trasmette in allegato l'aggiornamento della denuncia di detenzione. Il riepilogo contiene, per ciascuna sorgente radioattiva:

- gli estremi della relativa denuncia di detenzione;
- il valore dell'attività al 31 dicembre dell'anno precedente;
- la data di eventuale cessazione della detenzione ed il valore di attività a tale data.

Data

Il legale rappresentante

Modulo M-8 Istanza per il rilascio di nulla Osta di categoria A e contestuale istanza per il rilascio dell'autorizzazione ministeriale all'impiego per materie radioattive.

(in accordo alle disposizioni sul bollo)

- Al Ministero delle attività produttive
- e p.c. Al Ministero dell'ambiente
- Al Ministero dell'interno
- Al Ministero del lavoro e delle politiche sociali
- Al Ministero della salute
- All'APAT e alle regioni territorialmente competenti

Oggetto: richiesta di nulla osta di categoria A ai sensi dell'art. 28 del D.Lgs. 230/95 e s.m.i. e contestuale richiesta di autorizzazione all'impiego ai sensi dell'art. 13 della Legge 31/12/62 n.1860.

Con la presente si richiede la concessione del nulla osta di categoria A ai sensi dell'art. 28 del D.Lgs. 230/95 e, contestualmente, la concessione dell'autorizzazione all'impiego ai sensi dell'art. 13 della Legge 31/12/62 n.1860 per le pratiche comportanti detenzione di sorgenti di radiazioni ionizzanti presso

generalità, codice fiscale e domicilio del richiedente.

A tal fine si precisa che:

- le pratiche, meglio descritte in allegato, consistono in (es. somministrazione radioisotopi a scopo terapeutico),
- i locali e le aree destinati alle pratiche sono ubicati in.....,
- le quantità di radioattività che si intendono detenere sono le seguenti

Radionuclide	Sorgenti sigillate		Sorgenti non sigillate	
	Attività contemporaneamente detenuta	Attività ricevuta in ragione d'anno solare	Attività contemporaneamente detenuta	Attività ricevuta in ragione d'anno solare
.....
.....

- nelle attività svolte *non si ha/si ha* produzione di neutroni *come descritto in allegato*,
- le modalità di produzione ed eventuale smaltimento dei rifiuti sono descritte in allegato,
- ricorrono/non ricorrono le condizioni di cui al comma 2, dell'art. 154,

- non si ha/si ha riciclo o riutilizzo dei materiali come descritto in allegato,
- (la responsabilità dell'impiego è affidata a),
- la sorveglianza fisica della radioprotezione è affidata a,
- la sorveglianza medica della radioprotezione è affidata a

Alla presente è allegata la documentazione riportante:

- 1) descrizione delle aree e dei locali interessati all'attività che si intende svolgere, con le relative planimetrie e sezioni, con indicata l'eventuale classificazione di cui all'art. 82;
- 2) descrizione degli ambienti e delle aree circostanti, anche di pertinenza di terzi, e loro destinazione d'uso, e se nelle stesse sono impiegate sorgenti;
- 3) criteri seguiti per la classificazione delle zone e del personale addetto;
- 4) descrizione delle operazioni che si intendono svolgere, delle sorgenti di radiazioni e delle attrezzature, con riferimento ai locali ed alle aree;
- 5) descrizione dell'eventuale movimentazione delle sorgenti all'interno dell'installazione;
- 6) indicazione della rispondenza a norme di buona tecnica, ove applicabili, in fase di progettazione, costruzione ed esercizio;
- 7) individuazione ed analisi degli eventuali scenari comportanti esposizioni potenziali e delle specifiche modalità di intervento al fine di prevenire le esposizioni o limitarne le conseguenze sui lavoratori e sulla popolazione;
- 8) produzione e modalità di gestione degli eventuali rifiuti radioattivi prodotti e dei materiali di riciclo o riutilizzati;
- 9) programma di costruzione e/o di adattamento delle strutture e delle aree destinate allo svolgimento della pratica, nonché delle prove previste;
- 10) modalità previste per la disattivazione dell'installazione;
- 11) valutazione delle dosi per i lavoratori e per i gruppi di riferimento della popolazione, in condizioni normali di attività;
- 12) risultati delle valutazioni preventive della distribuzione spaziale e temporale delle materie radioattive disperse o rilasciate nonché delle esposizioni potenziali dei lavoratori e dei gruppi di riferimento della popolazione nei casi di emergenza radiologica (art. 115 ter);
- 13) criteri e modalità di attuazione degli adempimenti di cui agli articoli 79 ed 80 (classificazione delle zone e dei lavoratori, frequenza delle valutazioni, modalità di svolgimento della sorveglianza fisica, valutazione delle dosi, etc.);
- 14) modalità di attuazione degli obblighi dell'art. 61, con particolare riferimento al contenuto delle norme interne di sicurezza e protezione, indicazione delle modalità con cui si intende assicurare la formazione di radioprotezione dei lavoratori ed indicazione della qualificazione professionale dei medesimi;
- 15) nel caso degli impieghi medici delle materie radioattive, ai fini delle valutazioni e delle soluzioni progettuali ed operative, indicazione, particolarmente per quanto riguarda la gestione e l'eventuale smaltimento nell'ambiente dei rifiuti radioattivi, anche del contributo delle materie radioattive somministrate ai pazienti.

Si allega inoltre attestazione del versamento prescritto.

Data

Il legale rappresentante

Modulo M-9 Istanza per il rilascio di nulla osta di categoria B per materie radioattive (a titolo esemplificativo nel modello vengono riportati gli allegati richiesti per l'istanza al Prefetto per la concessione di nulla osta ad attività non a scopo medico, gli allegati richiesti possono essere diversamente specificati dalla legge regionale di cui al comma 2 dell'art. 29 del D.Lgs. 230/95).

(in accordo alle disposizioni sul bollo se previsto)

Alle Autorità competenti individuate con legge regionale
e p.c. Agli Organismi tecnici individuati con legge regionale

Oggetto: richiesta di nulla osta di categoria B ai sensi dell'art. 29 del D.Lgs. 230/95 e s.m.i.

Con la presente si richiede la concessione del nulla osta di categoria B ai sensi dell'art. 29 del D.Lgs. 230/95 per le pratiche comportanti detenzione di sorgenti di radiazioni ionizzanti presso

generalità, codice fiscale e domicilio del richiedente.

A tal fine si precisa che:

- le pratiche, meglio descritte in allegato, consistono in (es. somministrazione radioisotopi a scopo terapeutico)
- i locali e le aree destinati alle pratiche sono ubicati in.....
- le quantità di radioattività che si intendono detenere sono le seguenti

Radionuclide	Sorgenti sigillate		Sorgenti non sigillate	
	Attività contemporaneamente detenuta	Attività ricevuta in ragione d'anno solare	Attività contemporaneamente detenuta	Attività ricevuta in ragione d'anno solare
.....
.....

- nelle attività svolte *non si ha/si ha* produzione di neutroni *come descritto in allegato*,
- le modalità di produzione ed eventuale smaltimento dei rifiuti sono descritte in allegato,
- ricorrono/non ricorrono le condizioni di cui al comma 2, dell'art. 154,
- *non si ha/si ha* riciclo o riutilizzo dei materiali *come descritto in allegato*,
- (la responsabilità dell'impiego è affidata a
- la sorveglianza fisica della radioprotezione è affidata a
- la sorveglianza medica della radioprotezione è affidata a

Alla presente è allegata la documentazione riportante:

- 1) descrizione delle aree e dei locali interessati all'attività che si intende svolgere, con le relative planimetrie e sezioni, con indicata l'eventuale classificazione di cui all'art. 82;
- 2) descrizione degli ambienti e delle aree circostanti, anche di pertinenza di terzi, e loro destinazione d'uso, e se nelle stesse sono impiegate sorgenti;
- 3) criteri seguiti per la classificazione delle zone e del personale addetto;
- 4) descrizione delle operazioni che si intendono svolgere, delle sorgenti di radiazioni e delle attrezzature, con riferimento ai locali ed alle aree;
- 5) descrizione dell'eventuale movimentazione delle sorgenti all'interno dell'installazione;
- 6) indicazione della rispondenza a norme di buona tecnica, ove applicabili, in fase di progettazione, costruzione ed esercizio;
- 7) individuazione ed analisi degli eventuali scenari comportanti esposizioni potenziali e delle specifiche modalità di intervento al fine di prevenire le esposizioni o limitarne le conseguenze sui lavoratori e sulla popolazione;
- 8) produzione e modalità di gestione degli eventuali rifiuti radioattivi prodotti e dei materiali di riciclo o riutilizzati;
- 9) programma di costruzione e/o di adattamento delle strutture e delle aree destinate allo svolgimento della pratica, nonché delle prove previste;
- 10) modalità previste per la disattivazione dell'installazione;
- 11) valutazione delle dosi per i lavoratori e per i gruppi di riferimento della popolazione, in condizioni normali di attività;
- 12) risultati delle valutazioni preventive della distribuzione spaziale e temporale delle materie radioattive disperse o rilasciate nonché delle esposizioni potenziali dei lavoratori e dei gruppi di riferimento della popolazione nei casi di emergenza radiologica (art. 115 ter);
- 13) criteri e modalità di attuazione degli adempimenti di cui agli articoli 79 ed 80 (classificazione delle zone e dei lavoratori, frequenza delle valutazioni, modalità di svolgimento della sorveglianza fisica, valutazione delle dosi, etc.);
- 14) modalità di attuazione degli obblighi dell'art. 61, con particolare riferimento alle norme interne di sicurezza e protezione, indicazione delle modalità con cui si intende assicurare la formazione di radioprotezione dei lavoratori ed indicazione della qualificazione professionale dei medesimi;
- 15) nel caso degli impieghi medici delle materie radioattive, ai fini delle valutazioni e delle soluzioni progettuali ed operative, indicazione, particolarmente per quanto riguarda la gestione e l'eventuale smaltimento nell'ambiente dei rifiuti radioattivi, anche del contributo delle materie radioattive somministrate ai pazienti.

(Si allega inoltre attestazione dell'eventuale versamento prescritto).

Data

Il legale rappresentante

Modulo M-10 Comunicazione preventiva di pratiche comportanti l'impiego di macchine radiogene

Al Comando provinciale dei Vigili del fuoco
 Agli Organi del Servizio sanitario nazionale
 e, se di competenza:
 Alla Direzione provinciale del lavoro
 Al Comandante di porto
 All'Ufficio di sanità marittima
 Alle Agenzie regionali e delle Province

Autonome

Oggetto: comunicazione preventiva di pratica ai sensi dell'art. 22 del D.Lgs. 230/95 e s.m.i.

Ai sensi dell'art. 22 del D.Lgs. 230/95 si comunica l'intenzione di intraprendere una pratica comportante detenzione di sorgenti di radiazioni ionizzanti presso

generalità, codice fiscale e domicilio del richiedente

Tale pratica comporta l'impiego dei seguenti apparecchi generatori di radiazioni ionizzanti:

.....(modello) della ditta

Si precisa che:

- suddetto materiale è impiegato a scopo (diagnostico, terapeutico, ...)
- la responsabilità dell'impiego è affidata a
- la sorveglianza fisica della radioprotezione è affidata a
- la sorveglianza medica della radioprotezione è affidata a

Alla presente sono allegati:

- descrizione della pratica che si intende svolgere compresi gli elementi per effettuare il processo di giustificazione;
- ubicazione dei locali e delle aree destinati alla pratica;
- per ogni macchina radiogena:
 - a) tipo ed energia massima di accelerazione delle particelle cariche
 - b) corrente massima
- eventuale produzione di neutroni
- (modalità di produzione ed eventuale smaltimento di rifiuti, con indicazione dell'applicabilità o meno delle condizioni di esenzione per lo scarico);
- (eventuale riciclo o riutilizzo dei materiali);
- eventuale presenza di zone classificate;

- descrizione delle operazioni che si intendono svolgere, delle sorgenti di radiazioni e delle attrezzature (inclusi i mezzi di protezione posti in atto);
- modalità previste per la disattivazione dell'installazione;
- valutazione delle dosi per i lavoratori e per i gruppi di riferimento della popolazione, in condizioni normali di attività.

Data

Il legale rappresentante

Modulo M-11 Comunicazione di cessazione di pratiche comportanti l'impiego di macchine radiogene

Al Comando provinciale dei Vigili del fuoco
Agli Organi del Servizio sanitario nazionale
e, se di competenza:
Alla Direzione provinciale del lavoro
Al Comandante di porto
All'Ufficio di sanità marittima
Alle Agenzie regionali e delle Province Autonome

Oggetto: comunicazione di cessazione di pratica ai sensi dell'art. 24 del D.Lgs. 230/95 e s.m.i.

Ai sensi dell'art. 24 del D.Lgs. 230/95 si comunica l'intenzione di cessare la pratica comportante detenzione di sorgenti di radiazioni ionizzanti presso

generalità, codice fiscale e domicilio del richiedente

ed implicante l'impiego di

.....(modello) della ditta

Alla presente si allega una relazione sottoscritta dall'esperto qualificato, per quanto di sua competenza, che descrive:

- le operazioni previste per la cessazione;
- la destinazione delle sorgenti detenute;
- gli eventuali rifiuti prodotti durante la gestione della pratica e durante le operazioni connesse alla cessazione.

Data

Il legale rappresentante

Modulo M-12 Istanza per il rilascio di nulla osta di categoria A.
(in accordo alle disposizioni sul bollo)

Al Ministero delle attività produttive
e p.c.
Al Ministero dell'ambiente
Al Ministero dell'interno
Al Ministero del lavoro e delle politiche sociali
Al Ministero della salute
All'APAT e alle regioni territorialmente competenti

Oggetto: richiesta di nulla osta di categoria A ai sensi dell'art. 28 del D.Lgs. 230/95 e s.m.i..

Con la presente si richiede la concessione del nulla osta di categoria A ai sensi dell'art. 28 del D.Lgs. 230/95 per le pratiche comportanti detenzione di sorgenti di radiazioni ionizzanti presso

generalità, codice fiscale e domicilio del richiedente

A tal fine si precisa che:

- le pratiche, meglio descritte in allegato, consistono in (es. trattamenti radioterapici con acceleratore lineare).....,
- i locali e le aree destinati alle pratiche sono ubicati in.....,
- le macchine radiogene impiegate sono quelle sotto riportate:

Identificazione	Tipo di particelle accelerate	Energia massima di accelerazione delle particelle	Corrente massima	Duty cycle	Potenza

- nelle attività svolte *non si ha/si ha* produzione di neutroni *come descritto in allegato*,
- le modalità di produzione ed eventuale smaltimento dei rifiuti sono descritte in allegato,
- ricorrono/non ricorrono le condizioni di cui al comma 2, dell'art. 154,
- *non si ha/si ha* riciclo o riutilizzo dei materiali *come descritto in allegato*,
- (la responsabilità dell'impiego è affidata a),
- la sorveglianza fisica della radioprotezione è affidata a,
- la sorveglianza medica della radioprotezione è affidata a

Alla presente è allegata la documentazione riportante:

- 1) descrizione delle aree e dei locali interessati all'attività che si intende svolgere, con le relative planimetrie e sezioni, con indicata l'eventuale classificazione di cui all'art. 82;
- 2) descrizione degli ambienti e delle aree circostanti, anche di pertinenza di terzi, e loro destinazione d'uso, e se nelle stesse sono impiegate sorgenti;
- 3) criteri seguiti per la classificazione delle zone e del personale addetto;
- 4) descrizione delle operazioni che si intendono svolgere, delle sorgenti di radiazioni e delle attrezzature, con riferimento ai locali ed alle aree;
- 5) descrizione dell'eventuale movimentazione delle sorgenti all'interno dell'installazione;
- 6) indicazione della rispondenza a norme di buona tecnica, ove applicabili, in fase di progettazione, costruzione ed esercizio;
- 7) individuazione ed analisi degli eventuali scenari comportanti esposizioni potenziali e delle specifiche modalità di intervento al fine di prevenire le esposizioni o limitarne le conseguenze sui lavoratori e sulla popolazione;
- 8) produzione e modalità di gestione degli eventuali rifiuti radioattivi prodotti e dei materiali di riciclo o riutilizzati;
- 9) programma di costruzione e/o di adattamento delle strutture e delle aree destinate allo svolgimento della pratica, nonché delle prove previste;
- 10) modalità previste per la disattivazione dell'installazione;
- 11) valutazione delle dosi per i lavoratori e per i gruppi di riferimento della popolazione, in condizioni normali di attività;
- 12) risultati delle valutazioni preventive della distribuzione spaziale e temporale delle materie radioattive disperse o rilasciate nonché delle esposizioni potenziali dei lavoratori e dei gruppi di riferimento della popolazione nei casi di emergenza radiologica (art. 115 ter);
- 13) criteri e modalità di attuazione degli adempimenti di cui agli articoli 79 ed 80 (classificazione delle zone e dei lavoratori, frequenza delle valutazioni, modalità di svolgimento della sorveglianza fisica, valutazione delle dosi, etc.);
- 14) modalità di attuazione degli obblighi dell'art. 61, con particolare riferimento al contenuto delle norme interne di sicurezza e protezione, indicazione delle modalità con cui si intende assicurare la formazione di radioprotezione dei lavoratori ed indicazione della qualificazione professionale dei medesimi.

Si allega inoltre attestazione del versamento prescritto.

Data

Il legale rappresentante

Modulo M-13 Istanza per il rilascio di nulla osta di categoria B per macchine radiogene (a titolo esemplificativo nel modello vengono riportati gli allegati richiesti per l'istanza al Prefetto per la concessione di nulla osta ad attività non a scopo medico, gli allegati richiesti possono essere diversamente specificati dalla legge regionale di cui al comma 2 dell'art. 29 del D.Lgs. 230/95).

(in accordo alle disposizioni sul bollo se previsto)

Alle Autorità competenti individuate con legge regionale
e p.c. Agli Organismi tecnici individuati con legge regionale

Oggetto: richiesta di nulla osta di categoria B ai sensi dell'art. 29 del D.Lgs. 230/95 e s.m.i..

Con la presente si richiede la concessione del nulla osta di categoria B ai sensi dell'art. 29 del D.Lgs. 230/95 per le pratiche comportanti detenzione di sorgenti di radiazioni ionizzanti presso

generalità, codice fiscale e domicilio del richiedente

A tal fine si precisa che:

- le pratiche, meglio descritte in allegato, consistono in (es. trattamenti radioterapici con acceleratore lineare).....,
- i locali e le aree destinati alle pratiche sono ubicati in.....,
- le macchine radiogene impiegate sono quelle sotto riportate:

Identificazione	Tipo di particelle accelerate	Energia massima di accelerazione delle particelle	Corrente massima	Duty cycle	Potenza

- nelle attività svolte *non si ha/si ha* produzione di neutroni *come descritto in allegato*,
- le modalità di produzione ed eventuale smaltimento dei rifiuti sono descritte in allegato,
- ricorrono/non ricorrono le condizioni di cui al comma 2, dell'art. 154,
- *non si ha/si ha* riciclo o riutilizzazione dei materiali *come descritto in allegato*,
- (la responsabilità dell'impiego è affidata a),
- la sorveglianza fisica della radioprotezione è affidata a,
- la sorveglianza medica della radioprotezione è affidata a

Alla presente è allegata la documentazione riportante:

- 1) descrizione delle aree e dei locali interessati all'attività che si intende svolgere, con le

- relative planimetrie e sezioni, con indicata l'eventuale classificazione di cui all'art. 82;
- 2) descrizione degli ambienti e delle aree circostanti, anche di pertinenza di terzi, e loro destinazione d'uso, e se nelle stesse sono impiegate sorgenti;
 - 3) criteri seguiti per la classificazione delle zone e del personale addetto;
 - 4) descrizione delle operazioni che si intendono svolgere, delle sorgenti di radiazioni e delle attrezzature, con riferimento ai locali ed alle aree;
 - 5) descrizione dell'eventuale movimentazione delle sorgenti all'interno dell'installazione;
 - 6) indicazione della rispondenza a norme di buona tecnica, ove applicabili, in fase di progettazione, costruzione ed esercizio;
 - 7) individuazione ed analisi degli eventuali scenari comportanti esposizioni potenziali e delle specifiche modalità di intervento al fine di prevenire le esposizioni o limitarne le conseguenze sui lavoratori e sulla popolazione;
 - 8) produzione e modalità di gestione degli eventuali rifiuti radioattivi prodotti e dei materiali di riciclo o riutilizzati;
 - 9) programma di costruzione e/o di adattamento delle strutture e delle aree destinate allo svolgimento della pratica, nonché delle prove previste;
 - 10) modalità previste per la disattivazione dell'installazione;
 - 11) valutazione delle dosi per i lavoratori e per i gruppi di riferimento della popolazione, in condizioni normali di attività;
 - 12) risultati delle valutazioni preventive della distribuzione spaziale e temporale delle materie radioattive disperse o rilasciate nonché delle esposizioni potenziali dei lavoratori e dei gruppi di riferimento della popolazione nei casi di emergenza radiologica (art. 115 ter);
 - 13) criteri e modalità di attuazione degli adempimenti di cui agli articoli 79 ed 80 (classificazione delle zone e dei lavoratori, frequenza delle valutazioni, modalità di svolgimento della sorveglianza fisica, valutazione delle dosi, etc.);
 - 14) modalità di attuazione degli obblighi dell'art. 61, con particolare riferimento al contenuto delle norme interne di sicurezza e protezione, indicazione delle modalità con cui si intende assicurare la formazione di radioprotezione dei lavoratori ed indicazione della qualificazione professionale dei medesimi.

(Si allega inoltre attestazione dell'eventuale versamento prescritto).

Data

Il legale rappresentante

Radionuclide	T 1/2	Principali emissioni (keV)																						
		gamma o X						beta (E _{max})						Elettroni										
		E1	%	E2	%	E3	%	E1	%	E2	%	E3	%	E1	%	E2	%	E3	%					
Ba 133	10,5 y	31	99	81	34	356	62											45	46	75	7	320	1	
C 11	20,4 min	511	200					960	100															
C 14	5730 y							157	100															
Co 57	271,8 d	14	9	122	86	137	11											6	106	7	70			
Co 60	5,27 y	1173	100	1333	100			318	100	1491	<1													
Cr 51	27,7 d	5	20	320	10													4	67					
Cs 137	30,2 y	32	6	36	1	662	85	512	95	1173	5						624	8	656	1	660	<1		
Cu 64	12,7 h	511	36	1346	<1			578	37	653	18													
Er 169	9,4 d	8	<1					344	42	352	58													
F 18	1,83 h	511	194					634	97								1	3						
Fe 59	44,5 d	192	3	1099	56	1292	44	131	1	273	46	466	53											
Ga 67	3,26 d	93	39	185	21	300	17										8	62	84	29	93	6		
Ga 68	1,13 h	511	178	1077	3	1883	<1	822	1	1899	88													
Ge 68	288 d	92	13	93	26	103	5										1	121	8	42				
H 3	12,3 y							19	100															
I 123	13,2 h	27	71	159	83	529	1										137	14	154	2	158	<1		
I 125	59,9 d	27	114	31	26	36	7										4	79	23	20	31	11		
I 129	1,57E+7 y	29	57	34	13	40	8	151	100								34	11	39	2				
I 131	8 y	284	6	365	82	637	7	248	2	334	7	606	90				46	4	330	2				
In 111	2,80 d	23	69	171	90	245	94										145	9	219	5				
Ir 192	73,8 d	317	83	468	48	604	8	256	6	536	41	672	48	230	2	238	5	303	2					
Mo 99	2,75 d	141	89	740	12	778	4	436	17	848	1	1214	82	120	9	138	1							
Ni 63	100 y							66	100															
O 15	2,04 min	511	200					1732	100															
P 32	14,3 d							1710	100															
P 33	25,6 d							249	100															
Rb 86	18,64 d	1077	9					698	9	1774	91													
Re 186	3,78 d	59	3	63	2	137	9	939	22	1077	72						63	4	124	6	134	2		
S 35	87,5 d							168	100															
Se 75	119,8 d	136	59	265	59	401	12										14	6	85	3	124	2		
Sm 153	1,95 d	41	49	47	12	103	28	634	35	703	44	807	21	21	24	55	41	95	6					
Sr 89	50,7 d	909	<1					1492	100															
Tc 99m	6 h	18	6	21	1	141	89										120	9	138	1				
Tl 201	3,04 d	71	47	135	3	167	10										16	10	84	16	153	3		
Y 90	2,7 d							523	<1	2284	100													

Tabella I - Caratteristiche fisiche dei radionuclidi di comune impiego nelle attività sanitarie.
(ref. 1, 2)

Radionuclide	Γ (R·m ² /h·Ci)	Rateo (mSv/h) a 30 cm da sorgente puntiforme di 1 MBq		Rateo (mSv/h) da sorgente piana infinita uniforme di 1 MBq/m ²						Rateo (mSv/h) dose pelle per contaminazione pelle	
		Dose pelle (beta, e)	Dose profonda (gamma, X)	Dose pelle (beta, e)		Dose pelle (gamma, X)		Dose profonda (gamma, X)		Deposizione uniforme di 1 kBq/cm ²	Goccia da 0.05 ml (1 kBq)
				a 10 cm	a 1 m	a 10 cm	a 1 m	a 10 cm	a 1 m		
C 11	0,591	1,35E-01	1,87E-03	1,20E-01	1,20E-02	7,00E-03	4,40E-03	6,60E-03	4,20E-03	1,95E+00	1,12E+00
C 14	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,20E-01	2,70E-03
Co 57	0,097	0,00E+00	2,52E-04	8,40E-06	0,00E+00	2,40E-03	2,00E-03	2,30E-03	2,00E-03	1,19E-01	1,62E-03
Co 60	1,298	1,26E-02	3,86E-03	2,60E-02	0,00E+00	1,60E-02	1,00E-02	1,50E-02	9,60E-03	7,84E-01	2,22E-01
Cr 51	0,016	0,00E+00	6,04E-05	0,00E+00	0,00E+00	2,10E-04	1,30E-04	2,10E-04	1,30E-04	1,49E-02	5,65E-04
Cs 137	0,323	2,13E-01	1,07E-03	9,00E-02	6,00E-03	3,90E-03	2,50E-03	3,70E-03	2,40E-03	1,57E+00	2,08E-01
Cu 64	0,124	5,92E-02	3,45E-04	3,50E-03	2,50E-05	1,30E-03	8,20E-04	1,20E-03	7,80E-04	1,00E+00	3,90E-01
Er 169	-	9,16E-03	0,00E+00	5,50E-02	0,00E+00	9,90E-09	6,00E-09	1,00E-08	6,00E-09	1,11E+00	2,84E-01
F 18	0,573	1,20E-01	1,81E-03	9,60E-02	5,30E-04	6,80E-03	4,30E-03	6,40E-03	4,10E-03	1,95E+00	7,88E-01
Fe 59	0,627	3,46E-02	1,86E-03	4,10E-02	0,00E+00	7,50E-03	4,90E-03	7,00E-03	4,60E-03	9,73E-01	3,01E-01
Ga 67	0,092	0,00E+00	2,79E-04	2,60E-04	0,00E+00	2,00E-03	1,60E-03	2,00E-03	1,60E-03	3,51E-01	4,17E-03
Ga 68	0,544	1,03E-01	1,73E-03	1,20E-01	4,50E-02	6,50E-03	4,10E-03	6,20E-03	3,90E-03	1,81E+00	1,25E+00
Ge 68/Ga 68	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
H 3	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
I 123	0,065	0,00E+00	5,16E-04	8,40E-04	0,00E+00	3,00E-03	2,30E-03	2,90E-03	2,20E-03	3,78E-01	2,36E-02
I 125	0,004	0,00E+00	3,90E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,50E-03	9,50E-04	1,30E-03	8,10E-04	2,11E-02	6,30E-03
I 129	0,005	0,00E+00	1,90E-04	0,00E+00	0,00E+00	7,60E-04	4,90E-04	6,90E-04	4,40E-04	3,40E-01	2,70E-03
I 131	0,212	8,62E-02	7,29E-04	7,40E-02	1,50E-04	4,40E-03	3,40E-03	4,20E-03	3,30E-03	1,62E+00	5,72E-01
In 111	0,203	8,92E-05	9,94E-04	1,20E-02	0,00E+00	3,50E-03	2,10E-03	3,20E-03	1,90E-03	3,78E-01	6,48E-02
Ir 192	0,444	8,35E-02	1,54E-03	8,60E-02	3,00E-05	9,60E-03	7,50E-03	9,20E-03	7,20E-03	1,86E+00	6,50E-01
Mo 99	0,078	1,08E-01	5,43E-04	1,10E-01	1,80E-02	3,70E-03	2,90E-03	3,50E-03	2,80E-03	1,89E+00	9,96E-01
Ni 63	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
O 15	0,591	1,20E-01	1,87E-03	1,40E-01	5,10E-02	7,00E-03	4,50E-03	6,70E-03	4,20E-03	2,00E+00	1,40E+00
P 32	-	1,18E-01	0,00E+00	1,40E-01	4,80E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,89E+00	1,33E+00
P 33	-	0,00E+00	0,00E+00	4,90E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	8,65E-01	1,38E-01
Rb 86	0,05	1,12E-01	1,52E-04	1,30E-01	4,40E-02	6,10E-04	4,00E-04	5,70E-04	3,70E-04	1,89E+00	1,23E+00
Re 186	0,006	1,24E-01	4,28E-05	9,30E-02	1,10E-02	3,40E-04	2,90E-04	3,40E-04	2,90E-04	1,81E+00	9,08E-01
S 35	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,54E-01	4,05E-03
Se 75	0,202	0,00E+00	7,40E-04	8,80E-04	0,00E+00	7,40E-03	5,10E-03	5,20E-03	4,20E-03	1,43E-01	7,59E-03
Sm 153	0,072	1,03E-01	1,86E-04	9,00E-03	4,20E-04	1,10E-03	8,90E-04	1,10E-03	8,90E-04	1,62E+00	7,19E-01
Sr 89	<0,001	1,15E-01	2,27E-07	1,30E-01	3,90E-02	9,00E-07	5,90E-07	8,40E-07	5,50E-07	1,78E+00	1,21E+00
Tc 99m	1,067	0,00E+00	2,61E-04	2,30E-04	0,00E+00	9,00E-03	5,40E-04	8,50E-03	5,10E-04	2,46E-01	8,77E-03
Tl 201	0,008	0,00E+00	1,97E-04	1,40E-03	0,00E+00	1,00E-03	1,30E-03	1,60E-03	1,30E-03	2,70E-01	8,39E-03
Y 90	-	1,08E-01	0,00E+00	1,40E-01	6,10E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,03E+00	1,35E+00

Tabella II - Caratteristiche utili per la valutazione dell'irradiazione esterna per i radionuclidi di comune impiego nelle attività sanitarie.

* = vedi valori per Ga 68
(ref. 1, 2, 4)

Radionuclide	Assorbimento beta vetro mm	Assorbimento beta materiale plastico mm	SEV mm P b	SEV mm acqua	SEV mm calcestruzzo
Ba 133	0,4	0,7	1	?	?
C 11	1,6	3	6	77 (*)	35 (*)
C 14	0,2	0,3	-	-	-
Co 57	<0,1	<0,1	<1	?	?
Co 60	0,4	0,7	16	110	52
Cr 51	<0,1	<0,1	2	50	27
Cs 137	2,1	3,8	8	69	38
Cu 64	1	1,8	6	77 (*)	35 (*)
Er 169	0,5	0,8	<1	<1	<1
F 18	0,9	1,7	6	77 (*)	35 (*)
Fe 59	0,6	1,2	15	106	50
Ga 67	0,1	0,2	1	?	?
Ga 68	3,9	7,2	6	77 (*)	35 (*)
Ge 68	?	?	< 1	2	1
H 3	<0,1	<0,1	-	-	-
I 123	0,2	0,3	1	?	?
I 125	<0,1	<0,1	<1	6	3
I 129	0,2	0,3	<1	6	3
I 131	0,9	1,6	3	65	30
In 111	0,3	0,5	<1	?	?
Ir 192	1	1,9	3	64	30
Mo 99	2,2	4	5	76	35
Ni 63	<0,1	0,1	-	-	-
O 15	3,4	6,4	6	77 (*)	35 (*)
P 32	3,4	6,3	-	-	-
P 33	0,3	0,5	-	-	-
Rb 86	3,5	6,6	14	101	48
Re 186	1,8	3,4	<1	?	?
S 35	0,2	0,3	-	-	-
Se 75	0,1	0,2	<1	43	20
Sm 153	1,3	2,4	<1	?	?
Sr 89	2,8	5,3	12	94	44
Tc 99m	0,2	0,3	<1	27	13
Tl 201	0,2	0,3	<1	?	?
Y 90	4,9	9,2	-	-	-

Tabella III - Caratteristiche di assorbimento e attenuazione dei radionuclidi di comune impiego nelle attività sanitarie.

* = Valori per fotoni da 511 keV (K J Kearfott *et al.* Health Phys. 63(5):581-589;1992) (ref. 1,3)

Radiofarmaco	Rateo di dose assorbita (nGy/h per MBq somministrato)					
	Immediatamente			Dopo 2 ore		
	contatto	0.3 m	1m	contatto	0.3 m	1m
^{99m} Tc MDP	27	13	4	13	7	2
^{99m} Tc colloidi	27	13	4	20	10	3
^{99m} Tc RBC	27	13	4	20	10	3
²⁰¹ Tl	36	18	6	36	18	6

Tabella IV – Ratei di dose a varie distanze e vari tempi dalla somministrazione da persona adulta sottoposta ad indagini di Medicina Nucleare.
(ref. 7)

	SEV a 70 kV mm	SEV a 100 kV mm	SEV a 120 kV mm	SEV a 140 kV mm
Piombo	0,13	0,28	0,31	0,35
Calcestruzzo	13,6	17,7	19,4	20,7
Gesso	30,1	47,3	56,1	63,7
Acciaio	0,97	2,03	2,97	4,02

Tabella V - Attenuazioni tipiche per fascio RX, generatore trifase, filtrazione 3 mm Al, anodo in W.
(ref. 2, 5)

Tensione kV	mGy/mA min a 1 metro 1)	mGy/mA min a 1 metro 2)
50	2,6	
70		2,9
75	6,1	
100	9,6	5,6
120		7,6
140		9,7
150	18,3	
200	28,7	

Tabella VI - Output tipici.

1) Output normalizzato a 1 m dal fuoco, filtrazione 2 mm Al, generatore a potenziale costante

2) Output normalizzato a 1 m dal fuoco, filtrazione 3 mm Al, generatore trifase

(ref. 2, 5)

Posizione	Condizioni	($\mu\text{Sv}/\text{mA}$ s)	($\mu\text{Sv}/\text{mA}$ s)	($\mu\text{Sv}/\text{mA}$ s)
		70 kV	80 kV	90 kV
Fascio in ingresso paziente	senza protezione	104	148	195
	con protezione 0.25 mm Pb	3,5	8,8	16,9
	con protezione 0.5 mm Pb	0,16	1,5	3,6
Fascio emergente da paziente	senza protezione	2,1	3,9	6,2

Tabella VII – Ratei di dose (H) su fascio primario all'ingresso ed all'uscita del paziente con DFP = 60 cm (ref. 8)

DFP (cm)	Dimensioni fascio (cmxcm)	Condizioni	($\mu\text{Sv}/\text{mAs}$)	($\mu\text{Sv}/\text{mAs}$)	($\mu\text{Sv}/\text{mAs}$)
			70 kV	80 kV	90 kV
100	20x20	senza protezione	0,029	0,046	0,072
		con protezione 0.25 mm Pb	0,0012	0,0025	0,0048
	30x30	senza protezione	0,15	0,18	0,25
		con protezione 0.25 mm Pb	0,0031	0,0068	0,012
60	20x20	senza protezione	0,099	0,16	0,22
		con protezione 0.25 mm Pb	0,0039	0,0078	0,016
	30x30	senza protezione	0,25	0,37	0,51
		con protezione 0.25 mm Pb	0,012	0,024	0,044

Tabella VIII – Ratei di dose ($H^*(10)$) da radiazione diffusa dal paziente a 1 m dall'asse del fascio (ref. 8)

Energia keV	Equivalente di dose ambientale	Equivalente di dose direzionale	Dose efficace AP	Dose pelle AP	Dose cristallino AP
	$H^*(10)/K_a$ Sv/Gy	$H'(0.07,0^\circ)/K_a$ Sv/Gy	E/K_a Sv/Gy	D_T/K_a Gy/Gy	D_T/K_a Gy/Gy
10	0,008	0,95	0,0065	0,235	0,304
15	0,26	0,99	0,04	0,377	0,664
20	0,61	1,05	0,122	0,488	0,912
30	1,1	1,22	0,416	0,654	1,197
40	1,47	1,41	0,788	0,808	1,334
50	1,67	1,53	1,106	0,944	1,419
60	1,74	1,59	1,308	1,040	1,492
70	-	-	1,407	1,098	1,536
80	1,72	1,61	1,433	1,109	1,55
100	1,65	1,55	1,394	1,097	1,53
150	1,49	1,42	1,256	1,050	1,425
200	1,4	1,34	1,173	1,022	1,357
300	1,31	1,31	1,093	0,992	1,28
400	1,26	1,26	1,056	0,978	1,232
500	1,23	1,23	1,036	0,972	1,199
600	1,21	1,21	1,024	0,970	1,174
800	1,19	1,19	1,010	0,970	1,138
1000	1,17	1,17	1,003	0,972	1,113
2000	1,14	1,14	0,992	0,984	1,047
4000	1,12	1,12	0,993	0,991	0,995
6000	1,11	1,11	0,993	0,989	0,967
8000	1,11	1,11	0,991	0,986	0,946
10000	1,1	1,1	0,990	0,982	0,931

Tabella IX - Coefficienti di conversione tra grandezze operative, grandezze dosimetriche e kerma in aria.
(ref. 6)

Ministero della Salute – Direzione Generale della Prevenzione – Ufficio XII via Sierra Nevada, 60 - 00144 ROMA
Ministero delle Attività Produttive – D.G.E.R.M. – Div. XIII via Molise, 4 - 00187 ROMA
Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali – D.G. Rapporti di Lavoro – Div. VII via Flavia, 6 - 00187 ROMA
Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio Via Cristoforo Colombo 44 - 00147 ROMA
Ministero dell’Interno Palazzo del Viminale, Piazza del Viminale - 00184 ROMA
Agenzia per la protezione dell’ambiente e per i servizi tecnici (APAT) via Vitaliano Brancati, 48 - 00144 ROMA
Ispettorato Medico Centrale del Lavoro vicolo D’Aste, 12 - 00159 ROMA
Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro (ISPESL) Via Urbana, 167 - 00184 ROMA
ISPESL - Dipartimento Igiene del Lavoro Via Fontana Candida 1 - 00040 Monteporzio Catone (ROMA)

Tabella X – Indirizzi utili, Organismi centrali

Regione
Agenzia Regionale (o Provinciale)
Direzione provinciale del lavoro
Comando provinciale dei Vigili del fuoco
Organi del Servizio sanitario nazionale
Comandante di porto
Ufficio di sanità marittima

Tabella XI – Indirizzi utili (da riportare), Organismi locali