

# Ordinanza sulle scorie radioattive che devono essere consegnate

Modifica del...

Avamprogetto per l'indagine conoscitiva

---

*Il Dipartimento federale dell'interno,*

visto l'articolo 132 capoverso 4 dell'ordinanza del...<sup>1</sup> sulla radioprotezione (ORaP),  
*ordina:*

I

L'ordinanza del 3 settembre 2002<sup>2</sup> sulle scorie radioattive che devono essere consegnate è modificata come segue

*Titolo*

Ordinanza del DFI sulle scorie radioattive che devono essere consegnate

*Art. 1 lett. d*

Nella presente ordinanza si intende per:

- d. *trattamento*: misure adottate nelle aziende che consegnano scorie per assicurare il rispetto delle prescrizioni per il trasporto di merci pericolose conformemente all'Accordo europeo del 30 settembre 1957<sup>3</sup> relativo al trasporto internazionale su strada delle merci pericolose (ADR) e all'ordinanza del 29 novembre 2002<sup>4</sup> concernente il trasporto di merci pericolose su strada (SDR) e per garantire la sicurezza durante l'ulteriore trasformazione per il collocamento in un deposito intermedio da parte dell'IPS.

*Art. 2 rubrica e cpv. 4*

Separazione e trattamento

<sup>4</sup> Per i lavori di condizionamento secondo l'articolo 54 dell'ordinanza del 10 dicembre 2004 sull'energia nucleare<sup>5</sup> presso l'azienda che consegna scorie, aventi lo scopo di preparare scorie radioattive per il collocamento in un deposito intermedio o in

AS **2002** 3898

<sup>1</sup> RS **814.501**

<sup>2</sup> RS **814.557**

<sup>3</sup> RS **0.741.621** (gli allegati dell'ADR non sono pubblicati né nella RU né nella RS. Estratti degli allegati e delle loro modifiche possono essere richiesti all'Ufficio federale delle costruzioni e della logistica (UFCL), Vendita di pubblicazioni federali, 3003 Berna)

<sup>4</sup> RS **741.621** (gli allegati dell'SDR non sono pubblicati né nella RU né nella RS. Estratti degli allegati e delle loro modifiche possono essere richiesti all'Ufficio federale delle costruzioni e della logistica (UFCL), Vendita di pubblicazioni federali, 3003 Berna)

<sup>5</sup> RS **732.11**

strati geologici profondi, si applicano le disposizioni tecniche dell'Ispettorato federale della sicurezza nucleare (IFS/N).

*Art. 4 cpv. 1*

I contenitori utilizzati per la consegna all'IPS devono essere di norma fusti di 35, 100 o 200 litri, che possano essere chiusi ermeticamente e piombati.

*Art. 5 cpv. 2 primo periodo*

*Concerne soltanto il testo tedesco*

*Art. 7 cpv. 1*

*Concerne soltanto il testo tedesco*

.

*Art. 8*

<sup>1</sup> Per il ritiro, l'immagazzinamento, il trattamento, il collocamento in un deposito intermedio e in strati geologici profondi delle scorie radioattive che devono essere consegnate, l'UFSP riscuote emolumenti atti a coprire le spese ai sensi dell'ordinanza del ...<sup>6</sup> concernente gli emolumenti nel campo della radioprotezione.

<sup>2</sup> L'UFSP indennizza le spese dell'IPS.

II

L'allegato è modificato secondo la versione qui annessa.

III

La presente ordinanza entra in vigore il ... .

...

Dipartimento federale dell'interno:

Alain Berset

<sup>6</sup> RS 814.56

*Allegato 1*  
(art. 2 cpv. 2)

## Tipi e classi di scorie radioattive

---

Tipo	Radionuclide
A	Ra-226
B	Am-241
C	tutti gli altri emettitori $\alpha$
D	H-3
E	C-14
F	$\beta/\gamma$ -emettitori $\beta/\gamma$
G	sorgenti di neutroni

---

---

Classe	tipo di scorie
1	sotto forma di gas
2	liquide, organiche
3	liquide, acquose
4	solide, organiche
5	metalliche
6	solide, altre
7	solide, miste
8	fanghi
9	ingombranti
10	biologiche (infettive, putrescibili, ecc.)
11	sorgenti radioattive sigillate ai sensi dell'ORaP

---



**Ordinanza  
del DFI  
concernente le formazioni, i perfezionamenti  
e le attività permesse in materia di radioprotezione  
(Ordinanza sulla formazione in radioprotezione)**

del ...

Avamprogetto per l'indagine conoscitiva

---

*Il Dipartimento federale dell'interno (DFI), d'intesa con l'Ispettorato federale della sicurezza nucleare (IFSN), e con il Dipartimento federale della difesa, della protezione della popolazione e dello sport (DDPS), visti gli articoli 11 capoverso 2, 12 capoverso 2 e 17-20 dell'ordinanza del ...<sup>1</sup> sulla radioprotezione (ORaP), ordina:*

**Sezione 1: Disposizioni generali**

**Art. 1** Oggetto ed esclusioni dal campo d'applicazione

1 La presente ordinanza disciplina:

- a. gli obiettivi, i requisiti e la durata della formazione e del perfezionamento in radioprotezione;
- b. le competenze e le conoscenze che le persone di cui all'articolo 9 ORaP devono acquisire;
- c. le formazioni e i perfezionamenti soggetti all'obbligo di riconoscimento secondo gli articoli 11-20 ORaP;
- d. le condizioni per il riconoscimento delle formazioni e dei perfezionamenti di cui alla lettera c;
- e. il contenuto degli esami e la procedura d'esame;
- f. le attività permesse alle persone con formazioni e perfezionamenti soggetti all'obbligo di riconoscimento nel settore della radioprotezione;
- g. la formazione e il perfezionamento delle persone che, per la loro attività in seno ad autorità, ad amministrazioni, alla protezione della popolazione, all'esercito, nonché a organizzazioni e imprese che

---

RS 814.501.261

<sup>1</sup> RS 814.501

gestiscono infrastrutture critiche o servizi pubblici, possono manipolare radiazioni ionizzanti;

- h. l'istruzione delle persone mobilitate di cui all'articolo 154 ORaP: nell'allegato 5.

<sup>2</sup> L'oggetto di cui al capoverso 1 è disciplinato:

- a. per i medici e i chiropratici: nell'allegato 1;
- b. per le altre professioni mediche, nonché per il commercio nel settore medico: nell'allegato 2;
- c. per le attività nel settore degli impianti nucleari: nell'allegato 3;
- d. per le attività nei settori dell'industria, dell'artigianato, dell'insegnamento, della ricerca e dei trasporti: nell'allegato 4;
- e. per le persone che, per la loro attività in seno ad autorità, ad amministrazioni, alla protezione della popolazione, all'esercito, nonché a organizzazioni e imprese che gestiscono infrastrutture critiche o servizi pubblici, possono manipolare radiazioni ionizzanti e per le persone mobilitate di cui all'articolo 154 ORaP: nell'allegato 5.

<sup>3</sup> È esclusa dal campo d'applicazione della presente ordinanza la formazione del personale degli impianti nucleari secondo gli articoli 2-4, 6-8, 14-17, 19 e 20 dell'ordinanza del 9 giugno 2006<sup>2</sup> sulle esigenze per il personale degli impianti nucleari; alla formazione di queste persone si applica la citata ordinanza.

## **Art. 2**      Obiettivi della formazione e del perfezionamento

<sup>1</sup> La formazione deve garantire che le persone di cui all'articolo 9 ORaP:

- f. siano informate sui pericoli per la salute dell'esposizione alle radiazioni;
- g. conoscano le regole di base della radioprotezione;
- h. padroneggino una tecnica di lavoro adeguata;
- i. siano in grado di applicare le prescrizioni di radioprotezione valide per la corrispondente attività;
- j. conoscano i rischi delle esposizioni a radiazioni che potrebbero risultare da un comportamento errato;
- k. se esercitano la funzione di perito secondo l'articolo 9 capoverso 1 lettera c ORaP: dispongano di approfondite conoscenze sulla legislazione in materia di radioprotezione e sugli specifici compiti.

<sup>2</sup> Se non disciplinato diversamente nella presente ordinanza, il perfezionamento deve essere assolto ogni cinque anni. Deve garantire che le competenze vengano mantenute e aggiornate.

## **Sezione 2: Riconoscimento di formazioni e perfezionamenti**

### **Art. 3** Riconoscimento di corsi di formazione e di formazioni individuali

<sup>1</sup> Il riconoscimento di corsi di formazione di cui all'articolo 13 ORaP e di formazioni individuali di cui all'articolo 15 ORaP è affidato a un'autorità di riconoscimento. Sono riconosciuti se soddisfano i requisiti di cui alle tabelle 2 e 3 negli allegati.

<sup>2</sup> I corsi di perfezionamento di cui all'articolo 13 ORaP e i perfezionamenti individuali di cui all'articolo 15 ORaP sono riconosciuti se soddisfano i requisiti di cui alle tabelle 3 negli allegati.

<sup>3</sup> La formazione individuale che una persona ha acquisito all'estero o per un'altra attività è riconosciuta come equivalente dall'autorità competente secondo l'articolo 6 se soddisfa i requisiti di cui alle tabelle 2 e 3 negli allegati.

<sup>4</sup> L'autorità di riconoscimento stabilisce il modo in cui deve essere fornita la prova del perfezionamento.

### **Art. 4** Durata di validità

La durata di validità del riconoscimento di un corso di formazione o di perfezionamento è di dieci anni.

### **Art. 5** Condizioni per lo svolgimento di un'attività permessa

<sup>1</sup> Le attività permesse possono essere svolte soltanto finché è fornita la necessaria prova del perfezionamento.

<sup>2</sup> Per le persone che non forniscono la necessaria prova del perfezionamento, l'autorità di riconoscimento stabilisce entro quale termine deve essere assolto l'obbligo di perfezionamento.

### **Art. 6** Procedura

<sup>1</sup> Le istituzioni che intendono organizzare corsi di formazione e perfezionamento in radioprotezione soggetti all'obbligo di riconoscimento e le persone che desiderano far riconoscere la loro formazione o il loro perfezionamento individuale presentano una domanda di riconoscimento all'autorità di riconoscimento competente.

<sup>2</sup> L'autorità di riconoscimento competente riconosce il corso, o la formazione o il perfezionamento individuali se i requisiti di cui alle tabelle 2 e 3 sono soddisfatti.

**Art. 7**           Contenuto della domanda di riconoscimento per i corsi di formazione e perfezionamento

<sup>1</sup> La domanda di riconoscimento di un'istituzione di formazione e perfezionamento deve comprovare che:

- a. il programma copre l'acquisizione delle competenze e i contenuti della formazione e del perfezionamento secondo gli allegati 1-5;
- b. le qualifiche richieste al corpo insegnante sono sufficienti per impartire le lezioni in modo professionalmente corretto e didatticamente adeguato nelle rispettive materie teoriche e pratiche;
- c. le aule rispondono ai requisiti dei corsi di formazione e perfezionamento e le attrezzature sono conformi allo stato della tecnica;
- d. la procedura d'esame per i corsi di formazione è definita nei punti seguenti:
  1. le condizioni di ammissione all'esame
  2. i criteri per il superamento dell'esame
  3. i criteri per la ripetizione dell'esame
- e. è disponibile un modello del questionario d'esame per i corsi di formazione;
- f. i membri della commissione d'esame dispongono di qualifiche sufficienti;
- g. la qualità dei corsi è verificata internamente a intervalli regolari ai fini di un miglioramento continuo.

<sup>2</sup> Se l'istituzione di formazione è certificata da un servizio accreditato, si presume che gli aspetti amministrativi, didattici e organizzativi di cui al capoverso 1 siano adempiuti; in tal caso, i pertinenti giustificativi non devono essere presentati.

<sup>3</sup> Nella domanda deve essere designata una persona responsabile della formazione e del perfezionamento.

<sup>4</sup> Per i corsi di perfezionamento non è richiesto l'esame finale ma va controllata la partecipazione al corso. Nella domanda deve essere indicato come la partecipazione viene controllata.

<sup>5</sup> I corsi di perfezionamento devono soddisfare almeno due dei tre punti seguenti nel rispettivo campo tematico:

- a. ripetizione delle conoscenze acquisite;
- b. aggiornamento e nuovi sviluppi;
- c. conoscenze acquisite in azienda o in caso di incidente.

**Art. 8** Certificato

<sup>1</sup> L'istituzione di formazione rilascia alla persona che ha concluso un corso di formazione o di perfezionamento riconosciuto un certificato che deve includere almeno:

- a. la designazione del corso di formazione o perfezionamento;
- b. la data del superamento degli esami previsti dal corso di formazione o di perfezionamento;
- c. le attività permesse secondo gli allegati 1–5;
- d. cognome, nome, data di nascita e luogo di appartenenza (per gli stranieri: nazionalità e luogo di nascita) del partecipante;
- e. l'autorità di riconoscimento di cui all'articolo 6.

<sup>2</sup> L'istituzione di formazione è tenuta a conservare per 30 anni i dati di cui al capoverso 1 lettere a–e.

**Art. 9** Casi particolari

<sup>1</sup> Per il riconoscimento delle formazioni in radioprotezione secondo l'articolo 18 capoverso 2 ORaP comprese nel corso sono competenti le seguenti istituzioni:

- a. per le formazioni secondo le ordinanze di esecuzione della legge del 13 dicembre 2002<sup>3</sup> sulla formazione professionale (LFPr): la Segreteria di Stato per la formazione, la ricerca e l'innovazione (SEFRI);
- b. per i titoli dagli Stati membri dell'UE/AELS: la Croce Rossa Svizzera (CRS).

<sup>2</sup> Il riconoscimento secondo il capoverso 1 può essere concesso solo se il corso adempie i requisiti di cui alle tabelle 2 e 3 dell'allegato 2.

<sup>3</sup> Le istituzioni competenti secondo il capoverso 1 sono tenute a coinvolgere l'UFSP nell'elaborazione del corso in merito agli aspetti attinenti alla radioprotezione.

**Art. 10** Revoca ed estinzione del riconoscimento di corsi

<sup>1</sup> Il riconoscimento di corsi di formazione e perfezionamento è revocato quando una condizione non è più adempiuta e questa inadempienza, nonostante diffida, non è sanata.

<sup>2</sup> Il riconoscimento si estingue quando:

- a. il titolare vi rinuncia formalmente;
- b. è scaduta la durata di validità e non è stata concessa alcuna proroga.

---

<sup>3</sup> RS 412.10

### Sezione 3: Altre disposizioni

#### Art. 11      Compiti e attribuzioni delle autorità di riconoscimento

<sup>1</sup> Le autorità di riconoscimento verificano la qualità dei corsi di formazione e perfezionamento. I suoi rappresentanti possono assistere a formazioni e perfezionamenti e ad esami.

<sup>2</sup> Le autorità di riconoscimento stabiliscono la dose di radiazione massima accumulabile per ogni corso nel quadro della formazione scolastica.

<sup>3</sup> L'UFSP verifica d'intesa con le competenti istituzioni di cui all'articolo 10 la qualità delle formazioni in radioprotezione nel quadro dei corsi.

#### Art. 12      Obbligo di notifica delle istituzioni di formazione e perfezionamento

<sup>1</sup> I fornitori di corsi di formazione e perfezionamento riconosciuti notificano all'autorità di riconoscimento competente al più tardi due settimane prima dello svolgimento di un corso riconosciuto:

- a. le date del corso di formazione o perfezionamento;
- b. la data e il luogo dell'esame finale di una formazione.

<sup>2</sup> Essi comunicano all'autorità di riconoscimento competente i dati di cui all'articolo 16 ORaP per tutte le persone che hanno assolto con successo il corso.

### Sezione 4: Disposizioni finali

#### Art. 13      Abrogazione di un altro atto normativo

L'ordinanza del 15 settembre 1998<sup>4</sup> concernente le formazioni e le attività permesse in materia di radioprotezione è abrogata.

#### Art. 14      Disposizioni transitorie

<sup>1</sup> I corsi di formazione in radioprotezione riconosciuti secondo il diritto anteriore possono essere iniziati fino a cinque anni dopo l'entrata in vigore della presente ordinanza. Dopodiché, i riconoscimenti secondo il diritto anteriore non sono più considerati validi.

<sup>2</sup> I certificati individuali di formazione in radioprotezione ottenuti secondo il diritto anteriore conservano la loro validità.

<sup>3</sup> Dopo l'entrata in vigore della presente ordinanza, per la prova di un perfezionamento richiesto fanno stato le periodicità di cui agli allegati 1-5.

---

<sup>4</sup> RU 1999 476, 2007 4477 e 5673, 2008 5747

**Art. 15** Entrata in vigore

La presente ordinanza entra in vigore il ...

...

Dipartimento federale dell'interno:

Alain Berset

*Allegato 1*  
*(art. 1 cpv. 2 lett. a)*

## Medici e chiropratici

**Tabella 1: formazione necessaria e attività permesse**

Ambito d'applicazione	Formazione necessaria	Attività permesse
<b>MA1</b> - Radio-oncologia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diploma federale in medicina</li> <li>- Titolo federale di perfezionamento in radio-oncologia</li> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 1, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impiego di impianti e sorgenti radioattive sigillate per applicazioni terapeutiche nella radio-oncologia</li> <li>- Attuazione delle basi legali secondo l'articolo 9 capoverso 1 lettera c ORaP (perizia) per le succitate applicazioni</li> <li>- Prescrizione di tutte le applicazioni radiologiche</li> </ul>
<b>MA2</b> - Dermatologia - Venereologia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diploma federale in medicina</li> <li>- Titolo federale di perfezionamento in dermatologia e venereologia</li> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 1, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impiego di impianti per applicazioni terapeutiche nella dermatologia e venereologia</li> <li>- Attuazione delle basi legali secondo l'articolo 9 capoverso 1 lettera c ORaP (perizia) per le succitate applicazioni</li> <li>- Prescrizione di tutte le applicazioni radiologiche</li> </ul>
<b>MA3</b> - Medicina nucleare	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diploma federale in medicina</li> <li>- Titolo federale di perfezionamento in medicina nucleare</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impiego di sorgenti radioattive non sigillate a scopi terapeutici e diagnostici</li> </ul>

Ambito d'applicazione	Formazione necessaria	Attività permesse
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 1, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Attuazione delle basi legali secondo l'articolo 9 capoverso 1 lettera c ORaP (perizia) per le succitate applicazioni</li> <li>- Prescrizione di tutte le applicazioni radiologiche</li> </ul>
<p><b>MA4</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Radiologia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diploma federale in medicina</li> <li>- Titolo federale di perfezionamento in radiologia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impiego di tutti gli impianti per applicazioni diagnostiche in ambito di dose forte, medio e debole</li> <li>- Attuazione delle basi legali secondo l'articolo 9 capoverso 1 lettera c ORaP (perizia) per le succitate applicazioni</li> <li>- Prescrizione di tutte le applicazioni radiologiche</li> </ul>
<p><b>MA5</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anestesiologia</li> <li>- Angiologia</li> <li>- Chirurgia<sup>5</sup></li> <li>- Gastroenterologia</li> <li>- Medicina intensiva</li> <li>- Cardiologia</li> <li>- Chirurgia pediatrica<sup>5</sup></li> <li>- Chirurgia oro-maxillo facciale</li> <li>- Neurochirurgia<sup>5</sup></li> <li>- Chirurgia ortopedica e traumatologia dell'apparato locomotore<sup>5</sup></li> <li>- Medicina fisica e riabilitazione<sup>5</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diploma federale in medicina</li> <li>- Titolo federale di perfezionamento corrispondente</li> <li>- Attestato di capacità corrispondente se la formazione clinica in radioprotezione non è inclusa nel programma di perfezionamento</li> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 1, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impiego di impianti per applicazioni diagnostiche e interventistiche in ambito di dose forte, medio e debole; è escluso l'impiego di tomografi computerizzati e impianti di mammografia</li> <li>- Attuazione delle basi legali secondo l'articolo 9 capoverso 1 lettera c ORaP (perizia) per le succitate applicazioni</li> <li>- Prescrizione di tutte le applicazioni radiologiche</li> </ul>

<sup>5</sup> Il programma di perfezionamento degli indirizzi specialistici contrassegnati include già la formazione clinica in radioprotezione, non è pertanto necessario un ulteriore attestato di capacità.

Ambito d'applicazione	Formazione necessaria	Attività permesse
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pneumologia</li> <li>- Reumatologia<sup>5</sup></li> <li>- Urologia<sup>5</sup></li> </ul>		
<p><b>MA6</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Medicina interna generale</li> <li>- Pediatria</li> <li>- Neurologia</li> <li>- Oncologia medica</li> <li>- Medico generico</li> <li>- Otorinolaringoiatria</li> <li>- Chirurgia del cuore e dei vasi toracici</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diploma federale in medicina</li> <li>- Titolo federale di perfezionamento corrispondente</li> <li>- Attestato di capacità corrispondente per esami radiologici a dosi elevate</li> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 1, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impiego di impianti convenzionali per applicazioni diagnostiche in ambito di dose medio e debole; è escluso l'impiego di tomografi computerizzati e impianti di mammografia</li> <li>- Attuazione delle basi legali secondo l'articolo 9 capoverso 1 lettera c ORaP (perizia) per le succitate applicazioni</li> <li>- Prescrizione di tutte le applicazioni radiologiche</li> </ul>
<p><b>MA7</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chiropratica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diploma federale in chiropratica</li> <li>- Titolo federale di perfezionamento di chiropratico specialista</li> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 1, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impiego di impianti convenzionali per applicazioni diagnostiche in ambito di dose medio e debole; è escluso l'impiego di tomografi computerizzati e impianti di mammografia</li> <li>- Attuazione delle basi legali secondo l'articolo 9 capoverso 1 lettera c ORaP (perizia) per le succitate applicazioni</li> <li>- Prescrizione di tutte le applicazioni radiologiche</li> </ul>
<p><b>MA8</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Medicina interna generale</li> <li>- Pediatria</li> <li>- Neurologia</li> <li>- Oncologia medica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diploma federale in medicina</li> <li>- Titolo federale di perfezionamento corrispondente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impiego di impianti convenzionali per applicazioni diagnostiche in ambito di dose debole; in questo ambito rientrano in particolare le radiografie del torace e delle</li> </ul>

Ambito d'applicazione	Formazione necessaria	Attività permesse
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medico generico</li> <li>- Otorinolaringoiatria</li> <li>- Chirurgia del cuore e dei vasi toracici</li> </ul>		<p>estremità. È escluso l'impiego di tomografi computerizzati e impianti di mammografia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se è stata assolta anche una formazione in radioprotezione riconosciuta dall'UFSP, per le succitate applicazioni può essere esercitata la funzione di perito secondo l'articolo 9 capoverso 1 lettera c ORaP</li> <li>- Prescrizione di tutte le applicazioni radiologiche</li> </ul>
<p><b>MA9</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Otorinolaringoiatria</li> <li>- Chirurgia oro-maxillo facciale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diploma federale in medicina</li> <li>- Titolo federale di perfezionamento in otorinolaringoiatria o chirurgia oro-maxillo facciale</li> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 1, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impiego di tomografi volumetrici digitali</li> <li>- Attuazione delle basi legali secondo l'articolo 9 capoverso 1 lettera c ORaP (perizia) per le succitate applicazioni</li> <li>- Prescrizione di tutte le applicazioni radiologiche</li> </ul>
<p><b>MA10</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tutti gli altri medici con un titolo federale di perfezionamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diploma federale in medicina</li> <li>- Titolo federale di perfezionamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prescrizione di tutte le applicazioni radiologiche</li> </ul>
<p><b>MA11</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Medicina dentaria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diploma federale di medico dentista</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impiego di impianti per l'applicazione diagnostica intraorale ed extraorale in ambito dentistico (incluso ortopantomografo con e senza teleradiografia); è escluso l'impiego di tomografi volumetrici digitali</li> </ul>

Ambito d'applicazione	Formazione necessaria	Attività permesse
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Attuazione delle basi legali secondo l'articolo 9 capoverso 1 lettera c ORaP (perizia) per le succitate applicazioni</li> </ul>
<p><b>MA12</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Medicina dentaria: applicazioni diagnostiche estese</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diploma federale di medico dentista</li> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 1, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impiego di impianti per l'applicazione diagnostica intraorale ed extraorale in ambito dentistico (incluso ortopantomografo con e senza teleradiografia)</li> <li>- Impiego di tomografi volumetrici digitali</li> <li>- Attuazione delle basi legali secondo l'articolo 9 capoverso 1 lettera c ORaP (perizia) per le succitate applicazioni</li> </ul>
<p><b>MA13</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Medicina veterinaria: impianti per applicazioni diagnostiche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diploma federale in medicina veterinaria</li> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 1, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impiego di impianti radiologici convenzionali in ambito veterinario; è escluso l'impiego di tomografi computerizzati</li> <li>- Attuazione delle basi legali secondo l'articolo 9 capoverso 1 lettera c ORaP (perizia) per le succitate applicazioni</li> </ul>
<p><b>MA14</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Medicina veterinaria: applicazione di sorgenti radioattive non sigillate</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diploma federale in medicina veterinaria</li> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione per la manipolazione di sorgenti radioattive non sigillate nelle zone di lavoro di tipo B e C (cfr. allegato 4, numero della professione I 1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impiego di impianti radiologici convenzionali in ambito veterinario; è escluso l'impiego di tomografi computerizzati</li> <li>- Applicazione di sorgenti radioattive non sigillate in ambito veterinario</li> <li>- Attuazione delle basi legali secondo l'articolo 9 capoverso 1 lettera c ORaP (perizia) per le succitate applicazioni</li> </ul>

Ambito d'applicazione	Formazione necessaria	Attività permesse
<b>MA15</b> - Medicina veterinaria: impianti per applicazioni diagnostiche e terapeutiche estese (TC, acceleratori)	- Diploma federale in medicina veterinaria - Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 1, tabella 3	- Impiego di tutti gli impianti diagnostici in ambito veterinario - Attuazione delle basi legali secondo l'articolo 9 capoverso 1 lettera c ORaP (perizia) per le succitate applicazioni

**Tabella 2: competenze**

I corsi di formazione riconosciuti garantiscono che le persone dispongono delle competenze, capacità e conoscenze seguenti:

\* Le competenze sono definite all'allegato 4, numero di professione I 1.

Competenze / n. professione	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA 9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Organizzare la gestione della licenza e curare la corrispondenza con le autorità competenti	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X		X
Organizzare la gestione delle persone professionalmente esposte a radiazioni e predisporre la dosimetria individuale di tutte le persone interessate	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X		X
Elaborare le istruzioni interne dell'azienda e controllarne l'osservanza	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X		X
Offrire al titolare della licenza consulenza sulle questioni riguardanti la radioprotezione	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X		X
Garantire il rispetto dei limiti in materia di radioprotezione	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X		X
Definire e sorvegliare metodi di lavoro conformi alla radioprotezione con sorgenti radioattive o impianti tenendo conto del principio di ottimizzazione	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X		X
Applicare metodi di lavoro conformi alla radioprotezione con sorgenti radioattive o impianti	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X		X
Definire zone controllate o sorvegliate e le rispettive misure	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X		X

Competenze / n. professione	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA 9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Stoccare in conformità alla legge le sorgenti radioattive	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Smaltire o consegnare in conformità alla legge scorie, acque e aria di scarico radioattive	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Declassare materiale o zone in conformità alla legge	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Eseguire correttamente le misurazioni delle radiazioni e interpretare esattamente i risultati	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	-	x
Garantire il buon funzionamento degli apparecchi di misurazione necessari	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x		x
Formare e perfezionare altre persone sul comportamento corretto in materia di radioprotezione	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x		x
Istruire altre persone sul comportamento corretto in materia di radioprotezione	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x		x
Conoscere i limiti delle proprie conoscenze, capacità e competenze in materia di radioprotezione e, se del caso, chiedere l'intervento di specialisti	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-		-
Definire e applicare misure di prevenzione degli incidenti	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-		-
Gestire gli incidenti e valutare la necessità di far intervenire specialisti	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-		-

Competenze / n. professione	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA 9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Valutare gli incidenti e i quasi incidenti e adottare misure di prevenzione per il futuro	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-		-
Organizzare preventivamente le procedure e i contenuti della comunicazione in caso di incidente	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-		-
Scegliere una procedura terapeutica o diagnostica ottimale	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Ottimizzare la procedura terapeutica o diagnostica per minimizzare le dosi dei pazienti e del personale e tenere conto dei livelli di riferimento (VDR, attività)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	x		x
Attuare le linee guida pubblicate in merito ai criteri di prescrizione	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-		-
Informare il paziente sui benefici e i rischi	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-		-
Svolgere controlli della qualità su impianti usati in medicina e su prodotti radiofarmaceutici	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x		x
Fornire consulenza ai medici sull'acquisto di impianti diagnostici e terapeutici	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-

### Tabella 3: contenuti ed entità della formazione e del perfezionamento

#### Legenda

- 1: Conoscenze: elencare, schizzare, nominare, descrivere, riprodurre
- 2: Comprensione: interpretare, spiegare, esporre, formulare, presentare

- 3: Applicazione: applicare, allestire, risolvere, eseguire, calcolare, realizzare, configurare  
 4: Analisi: scegliere, suddividere, analizzare, confrontare  
 5: Valutazione: valutare, decidere, giudicare, classificare, stimare  
 \*: La durata della formazione, i contenuti didattici e i requisiti per il perfezionamento sono indicati nell'allegato 4, numero di professione I 1  
 \*\*: La formazione si svolge nell'ambito del titolo federale di perfezionamento, rispettivamente del diploma federale in medicina veterinaria  
 \*\*\*: La formazione pratica si svolge nell'ambito del conseguimento dell'attestato di capacità  
 \*\*\*\*: La formazione pratica si svolge nell'ambito di un corrispondente perfezionamento in medicina veterinaria  
 \*\*\*\*\*: È necessario un perfezionamento riconosciuto solo se viene esercitata la funzione di perito

(il confronto della ponderazione è possibile solo nell'ambito dello stesso numero di professione)

N. professione	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA 9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15	
<b>Entità della formazione e del perfezionamento</b>																
Ore di lezione raccomandate della formazione	**	**	**	**	32 h	32 h	32 h	32 h	13 h	8 h	8 h	32 h	8 h		8 h	
Formazione riconosciuta necessaria	sì															
Formazione sul posto di lavoro/tirocinio	-	-	-	-	** *	** *	** *	-	-	-	-	-	**		** **	
Periodicità massima del perfezionamento	3 ann i	5 ann i														
Ore di lezione raccomandate del perfezionamento	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	
Perfezionamento riconosciuto necessario	no	sì* ** **	no													

N. professione	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA 9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
<b>Contenuti didattici</b>															
<b>Basi legali</b>															
Legge/ordinanza sulla radioprotezione	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3		3
Ordinanze tecniche specifiche	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3		3
Principio di giustificazione e ottimizzazione	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3		3
Limiti e vincoli	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3		3
Direttive, regolamenti, raccomandazioni, norme e circolari	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3		3
Prescrizioni di trasporto (SDR/ADR)	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Licenze	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4		4
Raccomandazioni internazionali (ICRP, IAEA)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1		1
<b>Coordinamento e amministrazione</b>															
Statuto giuridico, responsabilità in azienda	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2		2
Compiti e obblighi del perito	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5		5
Istruzioni interne	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-	5	5	5		5

N. professione	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA 9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Istruzione in materia di radioprotezione delle persone interessate	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-	5	5	3		3
Formazione e perfezionamento del personale con obbligo di formazione	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-	3	3	3		3
Identificazione, classificazione e sorveglianza delle persone professionalmente esposte a radiazioni	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-	3	3	3		3
Prevenzione degli incidenti	3	3	3	3	3	3	3	-	-	-	-	-	-		-
Registrazioni, contabilità, notifiche	4	4	4	4	4	4	4	4	4	-	4	4	4		4
<b>Fisica delle radiazioni</b>															
Costituzione dell'atomo/carta dei nuclidi	2	2	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2		2
Decadimenti radioattivi e tipi di radiazioni	2	2	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1		1
Interazioni tra radiazioni e materia	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4		4
Definizioni di dose (in radiobiologia)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	4		4
Schermatura e attenuazione	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3		3
Produzione di sostanze radioattive	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Funzionamento di un acceleratore	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		2
Funzionamento di un tubo a raggi X	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2		2

N. professione	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA 9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Radiazione diffusa sul paziente	1	1	1	3	3	3	3	3	3	-	1	1	3		3
<b>Radiobiologia/Pericolosità delle radiazioni</b>															
Effetti biologici delle radiazioni ionizzanti	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	3	3	3		3
Persone ad alto rischio (bambini piccoli, gestanti)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	3		3
Azione biologica effettiva (wR)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-	3	3	3		3
Sensibilità degli organi alle radiazioni ionizzanti (wT)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-	3	3	3		3
Danni precoci e tardivi causati dalle radiazioni	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	2	2	2		2
Rischi/effetti delle dosi	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5		5
Esposizione della popolazione alle radiazioni	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1
<b>Misurazione delle radiazioni</b>															
Principi di tecnica di misurazione delle radiazioni	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	1	1	1		1
Conoscenza degli apparecchi	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	1	1	1		1
Misurazione dell'intensità di dose e della dose ambientale	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-	1	1	1		1

N. professione	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA 9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Misurazione della contaminazione radioattiva	1	1	3	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-		-
Sorveglianza dell'incorporazione	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Misurazione della dose individuale (irradiazione esterna)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3		3
Identificazione dei nuclidi	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Determinazione della dose relativa agli organi e della dose effettiva	4	4	4	3	3	3	3	3	3	-	3	3	2		2
<b>Radioprotezione operativa</b>															
Applicazione pratica degli apparecchi per la misurazione delle radiazioni	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	1	1	1		1
Applicazione del principio di ottimizzazione	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	5		5
Zone controllate e sorvegliate	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3		3
Pianificazione del lavoro, metodi di lavoro e impiego dei mezzi di protezione	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-	5	5	5		5
Controlli di qualità, esame di stabilità	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-	3	3	3		3
Stoccaggio di sostanze radioattive	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-

N. professione	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA 9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Misure di protezione individuale e misure tecniche di protezione (in particolare per persone ad alto rischio) contro:															
– irradiazione esterna	4	4	4	4	4	4	4	4	4	-	4	4	4		4
– irradiazione interna	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
– contaminazione	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Equipaggiamento personale di protezione/protezione dei pazienti (teoria e pratica)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4		4
Decontaminazione di materiale e postazioni di lavoro	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-			-		-
Decontaminazione delle persone	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Trattamento delle scorie	2	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Immissione di sostanze radioattive nell'ambiente	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Controllo dell'ermeticità delle sorgenti sigillate	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Manutenzione e controllo dei dispositivi di sicurezza	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1		1
Comportamento in caso di incidente e di evento radiologico medico, comunicazione	3	3	3	2	2	2	2	2	2	-	2	2	1		1

N. professione	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA 9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Pratica: come comportarsi e lavorare in zone controllate	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-	3	3	3		3
<b>Aspetti medici</b>															
Considerazioni relative al rapporto rischi-benefici	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	3		3
Giustificazione di esami medici/terapie e applicazioni individuali ai sensi degli articoli 39 e 40 ORaP	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	-		-
Informazione del paziente sui rischi dovuti alle radiazioni	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	3	1		1
Formulazione dell'indicazione (radiazioni ionizzanti o eventuali alternative)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	3	3		3
Sorveglianza degli esami medici	4	4	4	4	4	3	3	3	3	1	3	3	2		2
Stima e ottimizzazione della dose assorbita dal paziente sulla base di informazioni specifiche su quest'ultimo	5	5	5	5	5	4	4	4	4	1	3	3	-		-
Livelli diagnostici di riferimento per pazienti	1	1	3	3	3	3	3	3	-	-	-	-	-		-
Stato della scienza e della tecnica	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3		3
<b>Tecnica radiografica ed esami</b>															

N. professione	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA 9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Apparecchi radiologici: aspetti specifici della professione	3	3	2	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3		3
Tecniche radiografiche specifiche della professione in ambito di dose debole	2	2	2	4	4	4	4	4	4	1	4	4	-		-
Tecniche radiografiche specifiche della professione in ambito di dose medio	2	2	2	4	4	4	4	2	-	1	-	-	-		-
Tecniche radiografiche specifiche della professione in ambito di dose forte:															
– con TC e mammografia	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– senza TC e mammografia	2	2	3	4	4	2	2	2	-	-	-	-	-		-
Manipolazione di impianti terapeutici specifici della professione	5	5	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Acceleratori di particelle impiegati in medicina, unità di irradiazione	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Manipolazione di sorgenti radioattive non sigillate in medicina nucleare	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Sistemi per immagini in medicina nucleare	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Geometria dell'immagine e tecniche di regolazione	4	4	4	4	4	4	4	4	4	-	4	4	3	-	3

N. professione	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA 9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Parametri per la qualità dell'immagine tenuto conto della dose assorbita dal paziente	2	1	4	4	4	4	4	4	4	-	4	4	2		2
Tecnica di elaborazione delle immagini	3	1	3	3	3	3	3	3	3	-	3	3	2		2
Archiviazione e stoccaggio delle immagini	3	1	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	2		2
Tecniche radiografiche diagnostiche in veterinaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4		4
Tecniche radiografiche diagnostiche in veterinaria con TC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		4
Applicazioni di medicina nucleare in veterinaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		1
Apparecchi e tecniche di regolazione intraorali in medicina dentaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	-		-
Apparecchi e tecniche di regolazione extraorali in medicina dentaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	-		-

## Professioni mediche (esclusi medici e chiropratici) e commercio nel settore medico

**Tabella 1: formazione necessaria e attività permesse**

Ambito d'applicazione	Formazione necessaria	Attività permesse
<p><b>MP1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fisica medica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bachelor a livello universitario in fisica o formazione equipollente</li> <li>- Master a livello universitario in scienze naturali o formazione equipollente</li> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 2, tabella 3</li> <li>- Attività professionale nel settore della fisica medica corrispondente all'equivalenza di tre anni a tempo pieno</li> <li>- Riconoscimento della Società Svizzera di Radiobiologia e Fisica Medica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Responsabilità della radioprotezione in ospedale per i settori della radiologia diagnostica, della radio-oncologia e della medicina nucleare, nonché verifiche di componenti rilevanti per la sicurezza e determinanti per le dosi che possono influenzare la dose del paziente e del personale</li> <li>- Svolgimento dell'esame di stabilità e del controllo della qualità</li> <li>- Attuazione delle basi legali secondo l'articolo 9 capoverso 1 lettera c ORaP (perizia)</li> </ul>
<p><b>MP2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- TRM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diploma di tecnico di radiologia medica SSS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le seguenti attività sono permesse esclusivamente su istruzione di un medico o di un chiropratico competente nel rispettivo ambito:</li> <li>- impiego di impianti radiologici ad uso medico-diagnostico</li> <li>- preparazione di impianti radioscopici</li> </ul>

Ambito d'applicazione	Formazione necessaria	Attività permesse
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- applicazione sull'uomo di impianti radioscopici esclusivamente negli ambiti di dose medio e debole</li> <li>- radioscopia per il controllo della regolazione per la radioterapia</li> <li>- impiego di impianti radiologici ad uso terapeutico, acceleratori di particelle impiegati in medicina, unità di irradiazione e sorgenti radioattive sigillate</li> <li>- Attuazione delle basi legali secondo l'articolo 9 capoverso 1 lettera c ORaP (perizia)</li> </ul>
<p><b>MP3</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- TRM in medicina nucleare</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diploma di tecnico di radiologia medica (TRM) SSS o diploma di bachelor in radiologia medica</li> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione per la manipolazione di sorgenti radioattive non sigillate nelle zone di lavoro di tipo B e C (cfr. allegato 4 numero di professione I 1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Svolgimento dell'esame di stabilità e del controllo della qualità</li> <li>- Lavori con sorgenti radioattive non sigillate nelle zone di lavoro di tipo B e C</li> <li>- Tutte le attività permesse menzionate in MP 2</li> <li>- Attuazione delle basi legali secondo l'articolo 9 capoverso 1 lettera c ORaP (perizia)</li> </ul>
<p><b>MP4</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tecnico di sala operatoria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tecnico di sala operatoria diplomato SSS e tecnico di sala operatoria diplomato con certificato di capacità dell'Associazione svizzera infermiere e infermieri</li> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 2, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preparazione di impianti radioscopici su istruzione di un medico perito</li> </ul>

Ambito d'applicazione	Formazione necessaria	Attività permesse
<p><b>MP5</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Assistente di studio medico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione professionale conclusa di assistente di studio medico AFC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impiego di impianti radiologici in ambito di dose debole per diagnosi in medicina umana su istruzione di un medico perito in materia. In questo ambito rientrano in particolare le radiografie del torace e delle estremità</li> <li>- Sono esclusi gli esami dello scheletro assiale, del bacino e dell'addome come pure tutti gli esami con tomografi computerizzati e impianti radioscopici</li> <li>- Sono esclusi applicazioni, esami di stabilità e controlli della qualità nell'ambito della mammografia</li> </ul>
<p><b>MP6</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Assistente di studio medico per tecniche radiografiche convenzionali estese in radiologia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione conclusa di assistente di studio medico AFC con autorizzazione per eseguire radiografie</li> <li>- Prova di disporre di un posto come praticante per la formazione clinica in tecnica radiografica convenzionale estesa</li> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 2, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impiego di impianti radiologici in ambito di dose medio e debole per diagnosi in medicina umana su istruzione di un medico perito in materia</li> <li>- Sono esclusi tutti gli esami con tomografi computerizzati e impianti radioscopici</li> <li>- Sono esclusi applicazioni, esami di stabilità e controlli della qualità nell'ambito della mammografia</li> </ul>
<p><b>MP7</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Altro personale medico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione professionale conclusa nel settore medico, p.es. operatore sociosanitario AFC od ortopedico AFC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impiego di impianti radiologici in ambito di dose debole per diagnosi in medicina umana su istruzione di un</li> </ul>

Ambito d'applicazione	Formazione necessaria	Attività permesse
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 2, tabella 3</li> </ul>	<p>medico perito in materia. In questo ambito rientrano in particolare le radiografie del torace e delle estremità</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sono esclusi gli esami dello scheletro assiale, del bacino e dell'addome come pure tutti gli esami con tomografi computerizzati e impianti radioscopici</li> <li>- Sono esclusi applicazioni, esami di stabilità e controlli della qualità nell'ambito della mammografia</li> </ul>
<p><b>MP8</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Assistente dentale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione professionale conclusa di assistente dentale AFC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Applicazione di tecniche intraorali in odontoiatria (incluso l'ortopantomografo con e senza teleradiografia; esclusa la tomografia volumetrica digitale) sotto la direzione e la responsabilità di un dentista perito</li> </ul>
<p><b>MP9</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Assistente dentale per applicazioni diagnostiche estese in odontoiatria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione professionale conclusa di assistente dentale AFC</li> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 2, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Applicazione di tecniche intraorali ed extraorali in odontoiatria (inclusi il tomografo volumetrico digitale, l'ortopantomografo con e senza teleradiografia) sotto la direzione e la responsabilità di un dentista perito</li> </ul>
<p><b>MP10</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Igienista dentale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Igienista dentale diplomato SSS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Applicazione di tecniche intraorali ed extraorali in odontoiatria (inclusi il tomografo volumetrico digitale, l'ortopantomografo con e senza</li> </ul>

Ambito d'applicazione	Formazione necessaria	Attività permesse
		teleradiografia) sotto la direzione e la responsabilità di un dentista perito
<b>MP11</b> - Assistente di studio veterinario	- Formazione professionale conclusa di assistente di studio veterinario AFC	- Impiego di impianti radiologici per diagnosi veterinarie sotto la direzione e la responsabilità di un veterinario perito in materia - Sono esclusi l'impiego di acceleratori e impianti di TC, nonché tutte le applicazioni di sorgenti radioattive non sigillate in veterinaria
<b>MP12</b> - Assistente di studio veterinario che lavora sugli animali con sorgenti radioattive non sigillate	- Formazione professionale conclusa di assistente di studio veterinario AFC - Formazione riconosciuta in radioprotezione per personale di laboratorio (cfr. allegato 4, numero di professione I 19)	- Applicazione di sorgenti radioattive non sigillate in veterinaria sotto la direzione e la responsabilità di un veterinario perito in materia - Tutte le attività permesse menzionate in MP 11
<b>MP13</b> - Commercio, manutenzione e installazione di impianti radiologici per uso medico	- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 2, tabella 3 - Per le attività in medicina nucleare è inoltre richiesta una formazione riconosciuta in radioprotezione per la manipolazione di sorgenti radioattive non sigillate nelle zone di lavoro di tipo B e C (cfr. allegato 4, numero di professione I 1)	- Commercio, manutenzione e installazione di impianti radiologici usati in medicina secondo l'articolo 21 capoverso 1 lettera c ORaP

Ambito d'applicazione	Formazione necessaria	Attività permesse
		- Attuazione delle basi legali secondo l'articolo 9 capoverso 1 lettera c ORaP (perizia)



Competenze / n. professione	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Definire zone controllate o sorvegliate e le rispettive misure	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-		X
Stoccare in conformità alla legge le sorgenti radioattive	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Smaltire o consegnare in conformità alla legge scorie, acque e aria di scarico radioattive	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Declassare materiale o zone in conformità alla legge	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Eeguire correttamente le misurazioni delle radiazioni e interpretare esattamente i risultati	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-		X
Garantire il buon funzionamento degli apparecchi di misurazione necessari	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-		X
Formare e perfezionare altre persone sul comportamento corretto in materia di radioprotezione	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-		X
Istruire altre persone sul comportamento corretto in materia di radioprotezione	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
Conoscere i limiti delle proprie conoscenze, capacità e competenze in materia di radioprotezione e, se del caso, chiedere l'intervento di specialisti	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X



**Tabella 3: contenuti ed entità della formazione e del perfezionamento****Legenda:**

- 1: Conoscenze: elencare, schizzare, nominare, descrivere, riprodurre  
 2: Comprensione: interpretare, spiegare, esporre, formulare, presentare  
 3: Applicazione: applicare, allestire, risolvere, eseguire, calcolare, realizzare, configurare  
 4: Analisi: scegliere, suddividere, analizzare, confrontare  
 5: Valutazione: valutare, decidere, giudicare, classificare, stimare  
 \*: I contenuti didattici sono indicati nell'allegato 3, numero di professione I 20  
 \*\*: La formazione pratica si svolge nell'ambito del diploma federale  
 \*\*\*: 50 esami testati concernenti lo scheletro assiale nell'arco di 18 mesi  
 \*\*\*\*: La formazione include una parte pratica di almeno 100 ore di lezione  
 \*\*\*\*\*: Perfezionamento riconosciuto necessario solo se viene esercitata la funzione di perito  
 (il confronto della ponderazione è possibile solo nell'ambito dello stesso numero di professione)

N. professione	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
<b>Entità della formazione e del perfezionamento</b>													
Ore di lezione raccomandate della formazione	120 h	560 h	640 h	24 h <sup>6</sup>	160 h	46 h	120 h	64 h	40 h	120 h	72 h		40 h
Formazione riconosciuta necessaria	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì
Formazione sul posto di lavoro/tirocinio	**	**	**	-	**	***	*** *	**	-	**	**		

---

<sup>6</sup> Tra cui un giorno per un lavoro scritto a dimostrazione delle competenze.



N. professione	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
<b>Coordinamento e amministrazione</b>													
Statuto giuridico, responsabilità in azienda	2	2	2	1	1	-	1	1	-	1	1		2
Compiti e obblighi del perito	5	5	5	1	1	-	1	1	-	1	1		5
Istruzioni interne	5	5	5	3	3	-	3	3	-	3	3		5
Istruzione in materia di radioprotezione delle persone interessate	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3		5
Formazione e perfezionamento del personale con obbligo di formazione	5	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Identificazione, classificazione e controllo delle persone professionalmente esposte a radiazioni	3	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Prevenzione degli incidenti	3	3	3	-	1	-	1	-	-	-	-		2
Registrazioni, contabilità, notifiche	4	4	4	1	3	-	3	3	-	3	3		4
<b>Fisica delle radiazioni</b>													
Costituzione dell'atomo/carta dei nuclidi	3	2	3	1	2	-	2	2	-	2	2		3
Decadimenti radioattivi e tipi di radiazioni	3	2	3	1	1	-	1	1	-	1	1		3
Interazioni tra radiazioni e materia	4	4	4	2	2	-	2	2	-	2	2		3
Definizioni di dose (in radiobiologia)	5	5	5	2	2	-	2	2	-	2	2		5

N. professione	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Schermatura e attenuazione	5	5	5	3	2	-	2	2	-	2	2		5
Produzione di sostanze radioattive	3	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Funzionamento di un acceleratore	5	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Funzionamento di un tubo a raggi X	3	3	3	2	2	-	2	2	-	2	2		5
Radiazione diffusa sul paziente	4	3	3	3	2	3	2	-	2	2	3		2
<b>Radiobiologia/Pericolosità delle radiazioni</b>													
Effetti biologici delle radiazioni ionizzanti	5	3	3	2	2	3	2	2	-	2	2		3
Persone ad alto rischio (bambini piccoli, gestanti)	5	3	3	2	3	-	3	2	-	3	1		3
Azione biologica effettiva (wR)	3	3	3	1	2	-	2	2	-	2	2		1
Sensibilità degli organi alle radiazioni ionizzanti (wT)	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3		1
Danni precoci e tardivi causati dalle radiazioni	3	3	3	2	2	-	2	2	-	2	2		1
Rischi/effetti delle dosi	5	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2		1
Esposizione della popolazione alle radiazioni	1	1	1	1	1	-	1	1	-	1	1		1
<b>Misurazione delle radiazioni</b>													

N. professione	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Principi di tecnica di misurazione delle radiazioni	5	2	2	-	2	-	2	2	-	2	2		2
Conoscenza degli apparecchi	5	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-		2
Misurazione dell'intensità di dose e della dose ambientale	3	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-		2
Misurazione della contaminazione radioattiva	3	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Sorveglianza dell'incorporazione	3	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Misurazione della dose individuale (irradiazione esterna)	3	3	3	1	3	-	3	3	-	3	3		1
Identificazione dei nuclidi	5	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Determinazione della dose relativa agli organi e della dose effettiva	5	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-		-
<b>Radioprotezione operativa</b>													
Applicazione pratica degli apparecchi per la misurazione delle radiazioni	5	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-		2
Applicazione del principio di ottimizzazione	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	2		2
Zone controllate e sorvegliate	3	3	3	2	2	-	2	2	-	2	2		3



N. professione	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Controllo dell'ermeticità delle sorgenti sigillate	3	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Manutenzione e controllo dei dispositivi di sicurezza	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1		5
Comportamento in caso di incidente e di evento radiologico medico, comunicazione	3	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Pratica: come comportarsi e lavorare in zone controllate	3	3	3	3	3	-	3	3	-	3	3		3
<b>Aspetti medici</b>													
Considerazioni relative al rapporto rischi-benefici	4	2	2	1	1	-	1	1	-	1	1		-
Giustificazione di esami medici/terapie e applicazioni individuali ai sensi degli articoli 39 e 40 ORaP	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Informazione del paziente sui rischi dovuti alle radiazioni	2	3	3	1	2	2	2	2	2	2	-		-
Formulazione dell'indicazione (radiazioni ionizzanti o eventuali alternative)	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Sorveglianza degli esami medici	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Stima e ottimizzazione della dose assorbita dal paziente sulla base di informazioni specifiche su quest'ultimo	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	-		-



N. professione	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Sistemi per immagini in medicina nucleare	5	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-		3
Geometria dell'immagine e tecniche di regolazione	5	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3		3
Parametri per la qualità dell'immagine tenuto conto della dose assorbita dal paziente	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		3
Tecnica di elaborazione delle immagini	5	3	3	-	3	-	3	3	-	3	3		3
Archiviazione e stoccaggio delle immagini	3	3	3	-	3	-	3	3	-	3	3		3
Tecniche radiografiche diagnostiche in veterinaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4		1
Tecniche radiografiche diagnostiche in veterinaria con TC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4		1
Applicazioni di medicina nucleare in veterinaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		1
Apparecchi e tecniche di regolazione intraorali in medicina dentaria	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4	-		2
Apparecchi e tecniche di regolazione extraorali in medicina dentaria	-	-	-	-	-	-	-	1	4	4	-		2

## Attività nel settore degli impianti nucleari

### Tabella 1: formazione necessaria e attività permesse

A titolo d'eccezione, l'autorità di vigilanza può autorizzare la partecipazione ai corsi anche quando le seguenti condizioni non sono soddisfatte, purché il partecipante disponga di una formazione preliminare o di un'esperienza professionale che garantiscono presupposti equivalenti.

Ambito d'applicazione	Formazione necessaria	Attività permesse
<p><b>K1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perito per impianti nucleari</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione conclusa presso un'università o una scuola universitaria professionale in chimica, fisica, ingegneria meccanica o elettrotecnica</li> <li>- Sei mesi di esperienza professionale in radioprotezione. Sono accettati compiti di radioprotezione sia come unica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tutte le attività permesse agli addetti alla radioprotezione e ai tecnici in radioprotezione come pure</li> <li>- approvazione dei piani in materia di radioprotezione per attività con dosi individuali stimate superiori a 10 mSv o dosi collettive superiori a 30 mSv per persona</li> <li>- Nulla osta per interventi in caso di guasto o incidente se le dosi individuali sono</li> </ul>

	<p>mansione, sia a titolo accessorio in una o più aziende</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 3, tabella 3</li> </ul>	<p>superiori a 10 mSv o le dosi collettive sono superiori a 30 mSv per persona</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Attuazione delle disposizioni di legge e delle autorità in materia di radioprotezione sotto forma di istruzioni aziendali, controlli e valutazione periodica dell'osservanza e dell'efficacia di queste istruzioni</li> </ul>
<p><b>K2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tecnico in radioprotezione</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tre anni di attività pratica in radioprotezione di cui almeno due come specialista in radioprotezione</li> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 3, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preparazione di misure di radioprotezione e sorveglianza in funzione delle direttive di pianificazione</li> <li>- Rilascio del nulla osta per postazioni di lavoro a seconda dello stato radiologico, delle misure di radioprotezione e sorveglianza applicate e attuazione di eventuali misure supplementari</li> <li>- Sorveglianza dello stato radiologico delle postazioni di lavoro e delle persone per individuare eventuali divergenze rispetto agli obiettivi della pianificazione</li> <li>- Declassamento della postazione di lavoro al termine dell'attività per abrogare le misure di radioprotezione incluso lo smantellamento delle zone temporanee</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"><li>- Attività di routine con esposizione a radiazioni:</li><li>- sorveglianza dello stato radiologico degli impianti nucleari, delle postazioni di lavoro e delle persone per individuare eventuali divergenze rispetto all'esercizio normale, e applicazione delle misure di radioprotezione e sorveglianza in funzione dello stato radiologico</li><li>- controllo della funzionalità dei mezzi di protezione e degli strumenti di sorveglianza</li><li>- rilascio del nulla osta per l'uscita di materiali della zona controllata documentando il rispetto dei criteri</li><li>- assunzione di tutti gli obblighi in relazione alla manipolazione di sorgenti radioattive sigillate a scopi di controllo e calibratura</li><li>- sorveglianza radiologica dei contenitori per il trasporto e dei veicoli nell'ambito della presa in consegna e della spedizione di sostanze radioattive</li><li>- Attività non pianificate con esposizione a radiazioni:</li></ul>
--	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- intervento in caso di rilevamento di divergenze</li> <li>- rilascio del nulla osta per interventi di lavoro non pianificati in caso di guasto o incidente se le dosi individuali sono inferiori a 5 mSv e le dosi collettive sono inferiori a 10 mSv per persona</li> <li>- consulenza sulla radioprotezione alle forze di intervento di caso di incidente o emergenza</li> </ul>
<p><b>K3</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Specialista in radioprotezione</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione professionale conclusa in una professione tecnica e sei mesi di esperienza pratica in radioprotezione di cui tre presso un impianto nucleare</li> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 3, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tutte le attività permesse agli addetti alla radioprotezione come pure</li> <li>- controllo dei mandati di lavoro e manutenzione nell'ottica della necessità di pianificare la radioprotezione o rilasciare nulla osta</li> <li>- approvazione delle pianificazioni in materia di radioprotezione per attività con dosi individuali stimate inferiori a 10 mSv o dosi collettive inferiori a 30 mSv per persona</li> <li>- rilascio del nulla osta per interventi in caso di guasto o incidente se le dosi individuali</li> </ul>

		sono inferiori a 10 mSv o le dosi collettive sono inferiori a 30 mSv per persona
<b>K4</b>		
- Incaricato della radioprotezione	- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 4, numero di professione I 1	- Compiti di routine nell'ambito della radioprotezione secondo accordo scritto: ad esempio sorveglianza dello stato radiologico in laboratorio, preparazione e attuazione di misure di radioprotezione, tenuta dell'inventario delle sorgenti
<b>K5</b>		
- Personale di laboratorio	- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 4, numero di professione I 19	- Tutte le attività permesse menzionate nell'allegato 4, numero di professione I 19
<b>K6</b>		
- Perito per il trasporto di sostanze radioattive	- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 4, numero di professione I 11	- Tutte le attività permesse menzionate nell'allegato 4, numero di professione I 11
<b>K7</b>		
- Conducente di veicoli che trasportano materie radioattive	- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 4, numero di professione I 16 o I 17 (merci pericolose della classe 7)	- Tutte le attività permesse menzionate nell'allegato 4, numero di professione I 16 o I 17 (merci pericolose della classe 7)

**Tabella 2: competenze**

I corsi di formazione riconosciuti garantiscono che le persone dispongono delle competenze, capacità e conoscenze seguenti:

Competenze / n. professione	K1	K2	K3
Fornire consulenza in materia di radioprotezione al titolare della licenza e al personale di impianti nucleari	x	x	x
Garantire il rispetto dei limiti nella radioprotezione elaborando istruzioni generali interne all'azienda, in particolare fissando soglie di intervento (soglie d'allerta), documentare la ripartizione dei compiti nell'ambito della radioprotezione	x	-	-
Definire zone controllate o sorvegliate, attribuirle ai tipi di zona e di area ed elaborare le misure necessarie	x	x	x
Pianificare la radioprotezione per modifiche di impianti soggette a nulla osta e attività complesse, rispettando il principio di ottimizzazione (inclusa in particolare la definizione di misure tecniche e amministrative di protezione e sorveglianza), stimare le dosi, fissare obiettivi per le dosi e valori di intervento specifici ed elaborare istruzioni in funzione dell'attività	x	x	-
Definire misure tecniche e amministrative di protezione e sorveglianza per attività semplici nel rispetto del principio di ottimizzazione	x	x	x
Attribuire il personale e i visitatori alla categoria di esposizione (non professionale, professionale A/B)	x	x	-
Organizzare la gestione delle persone professionalmente esposte a radiazioni e garantire la dosimetria individuale di tutti gli interessati	x	x	x
Garantire la corrispondenza con le autorità competenti, in particolare assumere i compiti di rilascio del nulla osta, notifica e allestimento di rapporti all'attenzione dell'IFSN	x	x	-
Comportarsi conformemente alla radioprotezione nella zona controllata, preparare misure di protezione e sorveglianza specifiche per le attività, usare correttamente i mezzi di protezione, rispettare le istruzioni	x	x	x

Competenze / n. professione	K1	K2	K3
Manipolare e stoccare le sorgenti radioattive in conformità alla legge	x	x	x
Garantire l'esercizio in conformità alla legge degli impianti per la produzione di radiazioni ionizzanti	x	x	x
Misurare correttamente le radiazioni nell'ottica della sorveglianza dell'area, degli impianti, del sistema, dei locali, delle postazioni di lavoro e delle persone e interpretare esattamente i risultati	x	x	x
Smaltire o consegnare in conformità alla legge scorie, acque e aria di scarico radioattive	x	x	-
Declassare materiali o zone in conformità alla legge	x	x	x
Imballare in conformità alla legge i colli radioattivi da spedire	x	x	x
Controllare che le istruzioni interne all'azienda siano rispettate	x	x	x
Garantire la calibratura e il funzionamento degli strumenti di misurazione necessari	x	x	x
Organizzare la formazione e il perfezionamento delle persone con obbligo di formazione	x	-	-
Istruire in funzione del potenziale di pericolo altre persone nell'area aziendale sui rischi per la salute, le istruzioni interne all'azienda, il comportamento corretto in termini di radioprotezione, i metodi di lavoro, le misure di prevenzione degli incidenti e le misure d'urgenza da adottare dopo un incidente	x	x	x
Definire le misure di prevenzione degli incidenti, in particolare per evitare, controllare, arginare o ridurre gli effetti radiologici in collaborazione con altri reparti dell'impianto nucleare	x	-	-
Organizzare preventivamente le procedure e i contenuti della comunicazione in caso di incidente	x	-	-
Riconoscere le divergenze rispetto all'esercizio normale, intervenire e procedere alla segnalazione interna	x	x	x

Competenze / n. professione	K1	K2	K3
Assumere compiti di radioprotezione nell'organizzazione di soccorso, attuare le misure d'urgenza, gestire gli incidenti e valutare se è necessario l'intervento di specialisti	x	x	x
Valutare gli incidenti e i quasi incidenti (anche in altri impianti) e adottare misure di prevenzione per il futuro	x	-	-
Provvedere affinché siano disponibili scorte sufficienti di mezzi di protezione e di strumenti di misurazione in caso d'emergenza	x	x	-

**Tabella 3: contenuti ed entità della formazione e del perfezionamento**

Legenda:

- 1: Conoscenze: elencare, schizzare, nominare, descrivere, riprodurre  
 2: Comprensione: interpretare, spiegare, esporre, formulare, presentare  
 3: Applicazione: applicare, allestire, risolvere, eseguire, calcolare, realizzare, configurare  
 4: Analisi: scegliere, ripartire, analizzare, confrontare  
 5: Valutazione: valutare, decidere, giudicare, classificare, stimare

\*: 12 mesi di esperienza professionale in radioprotezione (inclusa quella richiesta come requisito per la frequentazione del corso), di cui 6 presso l'impianto nucleare in cui i candidati dovranno svolgere la funzione di periti in radioprotezione

(il confronto della ponderazione è possibile solo nell'ambito dello stesso numero di professione)

N. professione	K1*	K2	K3
<b>Entità della formazione e del perfezionamento</b>			
Ore di lezione raccomandate della formazione, incluso il periodo di pratica durante il corso	200 h	480 h	720 h
Durata raccomandata del periodo di pratica accompagnato dopo la conclusione del corso in almeno due impianti nucleari	80 h	-	240 h
Riconoscimento della formazione necessario	Sì	Sì	Sì
Periodicità massima del perfezionamento riconosciuto	3 anni	3 anni	3 anni
Ore di lezione raccomandate del perfezionamento	16 h	16 h	16 h
Riconoscimento del perfezionamento necessario	Sì	Sì	Sì
<b>Contenuti didattici</b>			
<b>Basi legali</b>			

N. professione	K1*	K2	K3
Legge/ordinanza sulla radioprotezione	4	3	2
Legge/ordinanza sull'energia nucleare	4	2	1
Ordinanze tecniche specifiche (ordinanza sulla dosimetria, ordinanza sugli strumenti di misurazione ecc.)	4	3	3
Direttive, regolamenti, disposizioni in materia di licenza, nulla osta, raccomandazioni, norme e circolari	4	3	3
Prescrizioni di trasporto (SDR/ADR)	4	2	2
Convenzioni e raccomandazioni internazionali (ICRP, IAEA, WANO, OSPAR, ISOE, VGB, Fachverband für Strahlenschutz ecc.)	4	3	1
<b>Coordinamento e amministrazione</b>			
Statuto giuridico, responsabilità in azienda	5	2	2
Compiti, obblighi e competenze del perito, del tecnico in radioprotezione e dell' specialista in radioprotezione	5	2	2
Struttura e ripartizione dei compiti dell'organizzazione di radioprotezione interna	5	4	2
Obblighi di licenza, nulla osta, notifica e allestimento di rapporti	5	4	2
Regolamenti e istruzioni interni, specifiche tecniche, documentazione tecnica	5	4	3
Istruzione in materia di radioprotezione per il personale e i visitatori	4	4	3
Formazione e perfezionamento in radioprotezione del personale con obbligo di formazione	5	3	1

N. professione	K1*	K2	K3
Identificazione, classificazione e controllo delle persone professionalmente esposte a radiazioni, inclusa la visita medica	5	5	3
Registrazioni, contabilità, notifiche interne	5	5	3
Direzione del personale e dei gruppi di lavoro	4	3	2
Gestione di progetti e collaborazione nell'ambito di progetti	4	4	1
<b>Basi di scienze naturali, fisica delle radiazioni, sorgenti radioattive</b>			
Costituzione dell'atomo, carta dei nuclidi	4	2	2
Decadimenti radioattivi e tipi di radiazioni	3	3	2
Basi di fisica della materia: stati di aggregazione, materiali, aerosol	3	3	2
Basi di chimica: tavola periodica, legami, reazioni chimiche, corrosione, adsorbimento, scambio di ioni	3	2	2
Raggi x (funzionamento di un tubo a raggi X vedi sotto)	3	3	2
Fissione nucleare, moderazione dei neutroni, assorbimento dei neutroni, criticità (funzionamento di un reattore vedi sotto)	2	2	1
Radiazione corpuscolare, radiazione diretta, reazioni nucleari, radiazione secondaria (funzionamento di un acceleratore vedi sotto)	2	2	1
Sostanze radioattive: materiali fissili, prodotti di attivazione, prodotti di fissione, prodotti di spallazione, radioisotopi presenti in natura	4	2	2
Grandezze, unità di misura, calcoli: attività, concentrazione, contaminazione	4	3	3

N. professione	K1*	K2	K3
Tipi di sorgenti radioattive: non sigillate, sigillate, leggermente volatili, matrice solida, involucro inattivo	5	3	3
Interazioni tra radiazioni e materia	3	3	2
Schermatura e attenuazione, dispersione, radiazione di frenamento	4	3	2
Definizioni di dose: dose assorbita, dose effettiva, dose di ionizzazione, dose ambientale, fattori di conversione di dose	4	2	2
Comportamento dei materiali esposti a radiazioni	4	2	2
<b>Vie d'esposizione</b>			
Radiazione diretta, radiazione diffusa, fattore di accumulazione, calcolo dell'intensità di dose della distribuzione dell'attività, sommersione, radiazione terrestre	5	3	3
Diffusione di sostanze radioattive attraverso l'atmosfera e l'acqua, radio-oncologia, fattori di trasferimento	4	2	2
Incorporazione, ingestione, inalazione, contaminazione delle ferite, contaminazione della pelle	4	2	2
<b>Radiobiologia/Pericolosità delle radiazioni</b>			
Struttura e funzionamento delle cellule	2	1	1
Effetti biologici delle radiazioni ionizzanti	2	1	1
Danni precoci e tardivi causati dalle radiazioni	2	1	1
Persone ad alto rischio (bambini piccoli, giovani, gestanti)	2	1	1
Azione biologica effettiva (wR)	3	2	1

N. professione	K1*	K2	K3
Sensibilità degli organi alle radiazioni ionizzanti (wT)	3	2	1
Definizione di dose: dose profonda individuale, dose superficiale individuale, dose equivalente, dose efficace, dose efficace impegnata	4	3	2
Rischi/effetti delle dosi	3	2	2
Esposizione della popolazione alle radiazioni	2	1	1
<b>Misurazione delle radiazioni</b>			
Principi di tecnica di misurazione delle radiazioni	4	2	2
Conoscenza degli apparecchi	5	3	3
Procedura di misurazione, responsività, errore di misurazione, correzione del fondo, limite di rilevamento, fattori di calibrazione	5	4	3
Trasmissione del segnale, soglie d'allarme e d'allerta, segnalazione d'allarme acustica e ottica, registrazione dei valori misurati	4	4	2
Misurazione dell'intensità di dose e della dose ambientale	5	5	5
Determinazione dell'attività, misurazione della contaminazione nell'aria e delle superfici	5	3	3
Ricerca delle sorgenti	3	3	3
Identificazione dei nuclidi	4	3	2
Sorveglianza dell'incorporazione	4	3	2

N. professione	K1*	K2	K3
Sorveglianza della dose individuale esterna	5	3	3
Misurazione della contaminazione individuale	5	3	3
Accertamento della dose alle estremità, sul cristallino e negli organi nonché della dose efficace	3	3	2
Manutenzione degli apparecchi di misurazione, controlli del funzionamento e della stabilità	3	3	2
<b>Principi e interpretazioni della radioprotezione</b>			
Principio di giustificazione e ottimizzazione	5	5	3
Limiti e vincoli per la protezione del personale	5	5	3
Limiti e vincoli per la protezione della popolazione	5	3	2
Zone controllate e sorvegliate, tipi di zone, tipi di aree e zone di lavoro	5	3	3
Concetto di zona, di barriere e di schermatura/chiusura	5	4	3
Concetti di sorveglianza	5	4	3
Procedura di decontaminazione	4	3	3
Trattamento delle scorie	4	3	3
Immissione di sostanze radioattive nell'ambiente	5	4	2
Manipolazione delle sorgenti sigillate	5	4	3
Manutenzione e controllo dei mezzi di protezione e dei dispositivi di sicurezza	4	3	3

N. professione	K1*	K2	K3
Trasporto di sostanze radioattive	4	3	3
Controllo della qualità in materia di radioprotezione	5	3	3
<b>Radioprotezione operativa</b>			
Pianificazione della radioprotezione: scopo, organizzazione e contenuti	5	4	3
Stima delle dosi in condizioni normali di esercizio e analisi dei rischi in caso di divergenze	5	4	3
Misure tecniche di protezione	5	4	4
Mezzi personali di protezione			
– contro irradiazioni esterne (grembiuli di piombo, occhiali ecc.)	– 5	– 4	– 3
– contro irradiazioni interne (mascherine, maschere antigas con filtro, respiratori ad aria compressa, sistemi di aria esterna ecc.)	5	4	3
– contro la contaminazione di persone (guanti, tute ermetiche ecc.)	5	4	3
<b>Misure amministrative di protezione</b>			
Applicazione del principio di ottimizzazione (confronto tra le varianti)	5	5	4
Punti comuni con la sicurezza sul lavoro, protezione antincendio, protezione di opere	3	3	3
<b>Misure di sorveglianza operativa</b>			
Scelta e applicazione pratica degli apparecchi per la misurazione delle radiazioni per la sorveglianza delle postazioni di lavoro e il rilascio del nulla osta	5	5	5

N. professione	K1*	K2	K3
Scelta e applicazione pratica delle procedure di misurazione per la sorveglianza delle dosi individuali	5	3	3
Scelta e applicazione pratica delle procedure di misurazione per il declassamento di materiali inattivi e per il rilascio del nulla osta per le zone controllate	5	3	3
Obiettivi di pianificazione delle dosi, soglie d'allerta o di intervento	5	4	3
Imballaggio e stoccaggio di sostanze radioattive	4	4	3
Decontaminazione e successivo declassamento	4	4	4
Documentazione: verbali, giornali di radioprotezione, sistemi d'informazione computerizzati	4	3	3
<b>Impiantistica ed esercizio</b>			
Struttura e funzionamento delle centrali nucleari, tipi principali, vantaggi e svantaggi, particolarità	4	2	2
Esercizio normale delle centrali nucleari	4	2	2
Struttura e funzionamento di un laboratorio caldo: cappe, scatole a guanti, celle calde	4	2	2
Struttura e funzionamento di un impianto di condizionamento e stoccaggio intermedio	4	2	2
Struttura e funzionamento di un impianto a raggi Xo	2	2	2
Struttura e funzionamento di un acceleratore	2	2	2
<b>Incidenti</b>			
Prevenzione degli incidenti	4	3	2

N. professione	K1*	K2	K3
Contenimento degli incidenti	4	3	2
Effetti degli incidenti nella centrale nucleare	4	3	2
Misure d'urgenza	4	3	3
Effetti degli incidenti al di fuori della centrale nucleare, vie di diffusione, misure d'emergenza	4	2	2

*Allegato 4*  
(art. 1 cpv. 2 lett. d)

## Attività nei settori dell'industria, dell'artigianato, dell'insegnamento, della ricerca e dei trasporti

**Tabella 1: formazione necessaria e attività permesse**

Ambito d'applicazione	Formazione necessaria	Attività permesse
<p><b>I1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perito per la manipolazione di sorgenti radioattive non sigillate in una zona di lavoro di tipo B/C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 4, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Commercio, stoccaggio, smaltimento, importazione, esportazione, transito, cessione e spedizione di sostanze radioattive non sigillate</li> <li>- Produzione, uso e stoccaggio di sostanze radioattive non sigillate nelle zone di lavoro di tipo B e C</li> <li>- Commercio, allestimento, uso, stoccaggio, smaltimento, importazione, esportazione, transito, cessione e spedizione di sorgenti radioattive sigillate</li> </ul>
<p><b>I2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perito per la manipolazione di sorgenti radioattive non sigillate a bassa attività</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 4, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso, stoccaggio e smaltimento di sostanze radioattive non sigillate a bassa attività nelle zone di lavoro secondo l'articolo 95 capoverso 5 ORaP</li> </ul>

<p><b>I3</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perito per le prove sui materiali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 4, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Commercio, allestimento, uso, stoccaggio, smaltimento, importazione, esportazione, transito e cessione di sorgenti radioattive sigillate per le prove sui materiali in caso di impieghi stazionari o mobili</li> <li>- Commercio e uso di impianti per la produzione di radiazioni ionizzanti per le prove sui materiali in caso di impieghi stazionari o mobili</li> <li>- Definizione della zona sorvegliata</li> </ul>
<p><b>I4</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perito per la manipolazione di sorgenti radioattive sigillate e di impianti senza dispositivo di protezione totale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 4, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Commercio, allestimento, uso, stoccaggio, smaltimento, importazione, esportazione, transito e cessione di sorgenti radioattive sigillate</li> <li>- Commercio e uso di impianti per la produzione di radiazioni ionizzanti</li> </ul>
<p><b>I5</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perito per il commercio e la spedizione di sorgenti radioattive</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 4, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Commercio, allestimento, uso, stoccaggio, smaltimento, importazione, esportazione, transito, cessione e spedizione di sorgenti radioattive sigillate</li> <li>- Commercio e uso di impianti per la produzione di radiazioni ionizzanti</li> </ul>
<p><b>I6</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perito per il controllo della presenza di sostanze radioattive</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 4, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Commercio, allestimento, uso, stoccaggio, smaltimento, importazione, esportazione, transito e cessione di sorgenti radioattive sigillate</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Commercio e uso di impianti per la produzione di radiazioni ionizzanti</li> <li>- Controllo della presenza di sostanze radioattive in rifiuti, sostanze residue o materiali da riciclare</li> </ul>
<b>I7</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perito per la gestione di impianti senza dispositivo di protezione totale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 4, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Allestimento, commercio, uso di acceleratori a bassa energia e impianti a raggi X senza applicazione diretta sull'uomo nei locali di irradiazione</li> <li>- Impiego mobile di impianti a raggi X pulsati. Definizione della zona sorvegliata</li> </ul>
<b>I8</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perito per l'impiego di impianti radiologici portatili a bassa energia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 4, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso di impianti radiologici portatili a bassa energia per impieghi stazionari o mobili</li> <li>- Definizione della zona sorvegliata</li> </ul>
<b>I9</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perito per l'impiego di impianti con dispositivo di protezione totale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 4, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso di impianti per la produzione di radiazioni ionizzanti con dispositivo di protezione totale</li> </ul>
<b>I10</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perito per l'impiego di sorgenti radioattive sigillate a bassa attività</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 4, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso, stoccaggio, smaltimento, importazione, esportazione, transito di sorgenti radioattive sigillate a bassa attività</li> </ul>
<b>I11</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perito per il trasporto di sostanze radioattive</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 4, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sorveglianza della spedizione e del trasporto di sostanze radioattive su strada secondo ADR/SDR classe 7</li> </ul>
<b>I12</b>		

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perito per il collocamento di personale esterno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 4, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Collocamento di persone professionalmente esposte a radiazioni in aziende terze</li> </ul>
<p><b>I13</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perito per la manipolazione di NORM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 4, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso, stoccaggio e smaltimento di radionuclidi presenti in natura (NORM) secondo l'articolo 21 capoverso 2 ORaP</li> <li>- Impiego di persone professionalmente esposte a radiazioni in presenza di NORM</li> </ul>
<p><b>I14</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perito in caso di elevata esposizione al radon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 4, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impiego di persone professionalmente esposte a radiazioni in presenza di elevate concentrazioni di radon secondo l'articolo 21 capoverso 2 ORaP</li> </ul>
<p><b>I15</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perito per l'insegnamento nelle scuole</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 4, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso, stoccaggio, smaltimento, importazione, esportazione, transito di sorgenti radioattive sigillate a bassa attività nelle scuole</li> </ul>
<p><b>I16</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conducente di veicoli che trasportano materie radioattive secondo SDR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 4, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trasporto di sostanze radioattive su strada secondo SDR classe 7 (solo in Svizzera)</li> </ul>
<p><b>I17</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conducente di veicoli che trasportano materie radioattive secondo ADR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corso di base ADR concluso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trasporto di sostanze radioattive su strada secondo ADR classe 7</li> </ul>

Ambito d'applicazione	Formazione necessaria	Attività permesse
<b>I18</b> - Capolaboratorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Studio concluso in scienze naturali</li> <li>o</li> <li>- corso riconosciuto concluso per personale di laboratorio</li> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 4, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Assunzione di compiti di radioprotezione nei confronti di terzi e istruzione di terzi sulla manipolazione di sorgenti radioattive non sigillate nelle zone di lavoro di tipo B e C</li> </ul>
<b>I19</b> - Personale di laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 4, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Assunzione di compiti di radioprotezione nei confronti di terzi</li> <li>- Manipolazione di sorgenti radioattive non sigillate nelle zone di lavoro di tipo B e C</li> </ul>
<b>I20</b> - Consulente in materia di radon	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bachelor o master in costruzione o in ambito tecnico presso una scuola universitaria professionale o un'università</li> <li>o</li> <li>- apprendistato concluso nella costruzione o in ambito tecnico</li> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 4, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consulenza sulle misure di protezione contro il radon nell'ambito di nuove costruzioni o ristrutturazioni</li> <li>- Pianificazione e attuazione di processi di risanamento dal radon</li> </ul>

**Tabella 2: competenze**

I corsi di formazione riconosciuti garantiscono che le persone dispongono delle competenze, capacità e conoscenze seguenti:

Competenze / n. professione	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20
Organizzare la gestione della licenza e curare la corrispondenza con le autorità competenti	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-
Organizzare la gestione delle persone professionalmente esposte a radiazioni e predisporre la dosimetria individuale di tutte le persone interessate	x	-	x	x	-	-	x	-	-	-	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-
Elaborare le istruzioni interne dell'azienda e controllarne l'osservanza	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-
Offrire al titolare della licenza consulenza in materia di radioprotezione	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	-	-	-	-	-
Garantire il rispetto dei limiti in materia di radioprotezione	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	-	x
Definire e sorvegliare metodi di lavoro conformi alla radioprotezione con sorgenti radioattive o impianti tenendo conto del principio di ottimizzazione	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	-	x	-	-	-	-	-
Applicare metodi di lavoro conformi alla radioprotezione con sorgenti radioattive o impianti	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	-	x	x	-	x	x	-

Competenze / n. professione	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20
Definire zone controllate e sorvegliate e le rispettive misure	x	x	x	x	-	x	x	x	-	-	-	-	x	x	x	-	-	-	-	-
Stoccare in conformità alla legge le sorgenti radioattive	x	x	x	x	x	x	-	-	-	x	-	-	x	-	x	-	-	x	-	-
Smaltire o consegnare in conformità alla legge scorie, acque e aria di scarico radioattive	x	x	x	x	x	x	-	-	-	x	-	-	x	-	x	-	-	-	-	-
Declassare materiale o zone in conformità alla legge	x	x	-	-	-	x	-	-	-	-	x	-	-	-	x	-	-	x	x	-
Eseguire correttamente le misurazioni delle radiazioni e interpretare esattamente i risultati	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	x	-	x	x	x	x	-	x	x	x
Garantire il buon funzionamento degli apparecchi di misurazione necessari	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	x	-	x	x	x	-	-	x	x	x
Istruire o formare e perfezionare altre persone sul comportamento corretto in materia di radioprotezione	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	-	-	x	-	-
Conoscere i limiti delle proprie conoscenze, capacità e competenze in materia di radioprotezione e, se del caso, chiedere l'intervento di uno specialista	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x	-
Definire e applicare misure di prevenzione degli incidenti	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	-	x	-	x	x	x	x	x	-

Competenze / n. professione	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20
Organizzare preventivamente le procedure e i contenuti della comunicazione in caso di incidente	x	-	x	x	x	x	-	-	-	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-
Gestire gli incidenti e valutare la necessità di far intervenire specialisti	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	-	x	-	x	x	x	x	x	-
Valutare gli incidenti e i quasi incidenti e adottare misure di prevenzione per il futuro	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Capire e spiegare la problematica del radon e la strategia di protezione adottata dalla Svizzera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Fornire consulenza conformemente allo stato della tecnica sulle misure di protezione contro il radon nell'ambito di nuove costruzioni o ristrutturazioni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Pianificare e attuare processi di risanamento dal radon secondo lo stato della tecnica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x

**Tabella 3: contenuti ed entità della formazione e del perfezionamento**

Legenda:

- 1: Conoscenze: elencare, schizzare, nominare, descrivere, riprodurre
- 2: Comprensione: interpretare, spiegare, esporre, formulare, presentare
- 3: Applicazione: applicare, allestire, risolvere, eseguire, calcolare, realizzare, configurare

4: Analisi: scegliere, ripartire, analizzare, confrontare

5: Valutazione: valutare, decidere, giudicare, classificare, stimare

\*: Occorre tenere conto dei requisiti concernenti la durata della formazione, i contenuti didattici e il perfezionamento in conformità con l'ADR

\*\* : È necessario un perfezionamento riconosciuto solo se viene esercitata la funzione di perito

(il confronto della ponderazione è possibile solo nell'ambito dello stesso numero di professione)

N. professione	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17*	I18*	I19	I20
<b>Entità della formazione e del perfezionamento</b>																				
Ore di lezione raccomandate della formazione	80 h	24 h	40 h	24 h	24 h	24 h	16 h	8 h	8 h	8 h	32 h	8 h	16 h	16 h	8 h	16 h		24 h	40 h	32 h
Riconoscimento della formazione necessario	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì	sì						
Periodicità massima del perfezionamento	5 anni	-	-	-	5 anni	-	-	5 anni	-	5 anni	-	5 anni	5 anni	5 anni						
Ore di lezione raccomandate del perfezionamento	16 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	-	-	-	8 h	-	-	8 h	-	16 h	-	8 h	8 h	8 h
Riconoscimento del perfezionamento necessario	sì**	no	sì	no	no	no	no	-	-	-	sì	-	-	no	-	sì	sì	no	no	no
<b>Contenuti didattici</b>																				
<b>Basi legali</b>																				
Legge/ordinanza sulla radioprotezione	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1		3	1	3
Ordinanze tecniche specifiche	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-	3	3	-	1		3	1	-
Principio di giustificazione e ottimizzazione	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	3	1	3	3	3	-		3	1	3
Limiti e vincoli	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	1		1	1	2

N. professione	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17*	I18*	I19	I20
Prescrizioni di trasporto (SDR/ADR)	1	1	-	1	3	1	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3		1	-	-
Licenze	4	4	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	4	-		-	-	2
Direttive, regolamenti, raccomandazioni, norme e circolari	2	-	1	2	2	2	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-		-	-	2
Raccomandazioni internazionali (ICRP, IAEA)	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	1	-	1	1	1	-		1	-	1
<b>Coordinamento e amministrazione</b>																				
Statuto giuridico, responsabilità in azienda	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-		-	-	-
Compiti e obblighi del perito	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-		-	-	-
Istruzioni interne	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-		-	-	-
Istruzione in materia di radioprotezione delle persone interessate	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-		-	-	3
Radioprotezione, formazione e perfezionamento del personale con obbligo di formazione	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-		-	-	-
Identificazione, classificazione e sorveglianza delle persone professionalmente esposte a radiazioni	3	-	3	3	-	-	3	-	-	-	3	3	3	3	-	-		-	-	-
Prevenzione degli incidenti	5	3	5	3	3	3	3	-	-	-	3	-	-	-	3	3		3	3	-
Registrazioni, contabilità, notifiche	3	3	3	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-		-	-	-
<b>Fisica delle radiazioni</b>																				
Costituzione dell'atomo/carta dei nuclidi	2	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1

N. professione	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17*	I18*	I19	I20
Decadimenti radioattivi e tipi di radiazioni	3	3	2	2	2	2	-	-	-	1	2	1	2	2	1	1		1	1	2
Interazioni tra radiazioni e materia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1
Definizioni di dose (in radiobiologia)	2	1	2	2	2	1	2	1	1	1	2	2	2	2	1	1		1	1	2
Schermatura e attenuazione	4	2	3	2	2	2	2	2	1	1	2	-	1	-	2	1		2	2	1
Produzione/fabbricazione di sostanze radioattive	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-		-	-	1
Funzionamento di tubi a raggi X/acceleratori	-	-	3	3	-	-	3	1	1	-	-	-	-	-	2	-		-	-	-
<b>Radiobiologia /Pericolosità delle radiazioni</b>																				
Effetti biologici delle radiazioni ionizzanti	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1
Danni precoci e tardivi causati dalle radiazioni	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1		2	2	2
Esposizione della popolazione alle radiazioni	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1		2	2	2
Problematica del radon e protezione nell'ambito della costruzione e della ristrutturazione	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	5
Rischi/effetti delle dosi	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-		-	-	1
<b>Misurazione delle radiazioni</b>																				
Principi di tecnica di misurazione delle radiazioni	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	-	1	1	1	-		1	1	3
Conoscenza degli apparecchi (dipendenza energetica ecc.)	4	4	4	4	4	2	4	-	-	-	4	-	2	2	1	-		3	1	1
Misurazione dell'intensità di dose e della dose ambientale	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	-	1	-	1	1		1	1	1

N. professione	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17*	I18*	I19	I20
Misurazione della contaminazione radioattiva	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-		1	1	1
Misurazione della dose individuale (irradiazione esterna)	1	-	1	1	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	1	-		1	1	1
Sorveglianza dell'incorporazione	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-		1	1	1
Identificazione dei nuclidi	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	1
Determinazione della dose effettiva	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	-	-		1	-	1
<b>Radioprotezione operativa</b>																				
Applicazione pratica degli apparecchi per la misurazione delle radiazioni	4	4	4	4	4	4	4	-	-	-	4	-	4	4	4	3		3	3	4
Zone controllate e sorvegliate	5	2	3	2	2	2	2	3	-	-	-	1	2	2	2	-		3	1	3
Pianificazione del lavoro, metodi di lavoro e impiego dei mezzi di protezione	5	3	3	3	3	3	3	3	-	-	-	-	3	3	3	-		4	3	-
Stoccaggio di sostanze radioattive	3	3	3	3	3	3	-	-	-	2	-	-	3	-	3	-		3	1	1
Messa in sicurezza delle sorgenti	3	3	3	3	3	3	-	-	-	3	3	-	3-	-	3	3		3	3	-
Applicazione del principio di ottimizzazione	5	2	3	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-		2	-	2
Misure di protezione individuale; equipaggiamento personale di protezione	4	3	3	3	3	3	2	2	1	1	2	1	3	2	3	1		3	3	1
Misure tecniche di protezione	4	1	3	1	1	-	3	1	3	1	-	-	3	3	1	-		3	3	-
Decontaminazione di materiale e postazioni di lavoro	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-		3	3	1

N. professione	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17*	I18*	I19	I20
Decontaminazione delle persone	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-		3	3	1
Trattamento delle scorie	4	4	3	3	3	3	-	-	-	3	-	-	3	1	2	-		3	3	1
Immissione di sostanze radioattive nell'ambiente	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-		3	3	1
Controllo dell'ermeticità delle sorgenti sigillate	3	-	1	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-		-	-	-
Manutenzione e controllo dei dispositivi di sicurezza	3	-	3	3	3	-	3	3	3	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
Comportamento in caso di incidente, comunicazione	5	5	5	5	5	5	3	3	3	3	5	3	3	-	3	3		3	3	-
Imballaggio e trasporto di sostanze radioattive	1	1	-	1	3	1	-	-	-	-	4	-	1	-	-	3		-	-	-
Pratica: come comportarsi e lavorare in zone controllate	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		4	3	-
Ispezione di edifici risanati dal radon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	4
Accertamento dell'entità della contaminazione da radon ed elaborazione di una strategia di risanamento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	5

**Persone attive in seno ad autorità, amministrazioni e organizzazioni della protezione della popolazione, dell'esercito e organizzazioni, imprese e persone mobilitate di cui all'articolo 154 ORaP****Tabella 1: formazione necessarie e attività permesse**

Ambito d'applicazione	Formazione necessaria	Attività permesse
<b>N1</b> - Persona responsabile della radioprotezione nel settore della condotta e del sostegno alla condotta	- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 5 tabella 3 adeguata all'attività e alla responsabilità	- Consulenza ai responsabili della propria organizzazione e a terzi per risolvere eventi con pericolo da radiazioni ionizzanti - In caso di evento, disposizione di misure conformi alla radioprotezione - Organizzazione di una protezione adeguata e della dosimetria per i membri della propria organizzazione, terzi e l'ambiente - Formazione di persone della propria organizzazione (N4) e loro istruzione in caso di intervento - Istruzione delle persone mobilitate (N5) per un intervento imminente con pericolo da radiazioni ionizzanti
<b>N2</b> - Persona responsabile della radioprotezione nel settore degli interventi	- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 5	- Gestione di eventi con pericolo da radiazioni ionizzanti - Protezione ottimale di sé stessi, di terzi e dell'ambiente

	tabella 3 adeguata all'attività e alla responsabilità	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione di persone della propria organizzazione (N4) e istruzione in caso di intervento</li> <li>- Istruzione delle persone mobilitate (N5) per un intervento imminente con pericolo da radiazioni ionizzanti</li> </ul>
<b>N3</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Persona responsabile della radioprotezione nel settore della formazione e dell'istruzione delle forze di intervento e delle persone mobilitate</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione riconosciuta in radioprotezione secondo l'allegato 5 tabella 3 adeguata all'attività e alla responsabilità</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione di persone della propria organizzazione (N4) nell'ambito della formazione regolare e loro istruzione in caso di intervento</li> <li>- Istruzione delle persone mobilitate (N5) per un intervento imminente con pericolo da radiazioni ionizzanti</li> </ul>
<b>N4</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Forze di intervento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conoscenze di base in radioprotezione adeguate all'attività e alla responsabilità nel quadro della formazione secondo l'allegato 5, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adempimento dei compiti originari con particolare attenzione al pericolo da radiazioni ionizzanti</li> <li>- Protezione di sé stessi e di terzi</li> </ul>
<b>N5</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Persone mobilitate</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- In caso di evento, istruzione prima dell'intervento secondo l'allegato 5, tabella 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adempimento dei compiti originari con particolare attenzione al pericolo da radiazioni ionizzanti</li> <li>- Protezione di sé stessi e di terzi</li> </ul>

**Tabella 2: competenze**

I corsi di formazione riconosciuti garantiscono che le persone dispongono delle competenze, capacità e conoscenze seguenti:

\* In caso di evento, le competenze vengono trasmesse prima dell'intervento sotto forma di istruzione

Competenze / n. professione	N1	N2	N3	N4	N5*
Garantire la corrispondenza con le autorità competenti	x	x	x	-	-
Organizzare la gestione delle persone professionalmente esposte a radiazioni e predisporre la dosimetria individuale di tutte le persone interessate	x	x	-	-	-
Elaborare le istruzioni interne all'azienda, applicarle e verificare che siano rispettate	x	x	x	-	-
Offrire consulenza in materia di radioprotezione ai servizi/alle persone responsabili e proporre misure adeguate	x	x	x	-	-
Garantire il rispetto dei limiti	x	x	-	-	-
Definire e sorvegliare metodi di lavoro con sorgenti radioattive o impianti conformi alla radioprotezione tenendo conto del principio di ottimizzazione	x	x	-	-	-
Applicare metodi di lavoro con sorgenti radioattive o impianti conformi alla radioprotezione tenendo conto del principio di ottimizzazione	x	x	x	x	x
Definire zone controllate o sorvegliate e le rispettive misure	x	x	-	-	-
Stoccare le sorgenti radioattive in conformità alla legge	x	x	x	-	-
Smaltire o consegnare in conformità alla legge scorie, acque e aria di scarico radioattive	x	x	-	-	-
Declassare materiali o zone in conformità alla legge	x	x	-	-	-
Eseguire correttamente le misurazioni delle radiazioni e interpretare esattamente i risultati	x	x	x	-	-
Garantire il buon funzionamento degli apparecchi di misurazione necessari	x	x	x	-	-
Formare e perfezionare altre persone sul comportamento corretto in materia di radioprotezione	x	x	x	-	-
Istruire altre persone sul comportamento corretto in materia di radioprotezione	x	x	x	-	-
Conoscere i limiti delle proprie conoscenze, capacità e competenze e, se del caso, chiedere l'intervento di uno specialista	x	x	x	x	x

Competenze / n. professione	N1	N2	N3	N4	N5*
Definire e applicare misure di prevenzione degli incidenti	X	-	-	-	-
Gestire gli incidenti e valutare la necessità di far intervenire specialisti	X	X	-	-	-
Valutare gli incidenti e i quasi incidenti	X	X	-	-	-
Organizzare preventivamente le procedure e i contenuti della comunicazione in caso di incidente	X	-	-	-	-
Valutare la situazione radiologica locale e i rischi che comporta	X	X	-	-	-
Valutare i rischi di un intervento pianificato in caso di pericolo da radiazioni ionizzanti per evitare rischi eccessivi e disporre misure	X	X	-	-	-
Dirigere gli interventi in caso di pericolo da radiazioni ionizzanti	X	X	-	-	-
Riconoscere il pericolo da radiazioni ionizzanti nel luogo di intervento e reagire di conseguenza	X	X	-	X	X
Padroneggiare i principi della gestione dei feriti, in particolare gestirne l'afflusso massiccio dopo un incidente radiologico	X	X	-	-	-
Garantire il funzionamento dell'equipaggiamento di radioprotezione	X	X	X	X	X
Recuperare e manipolare le sorgenti radioattive	X	X	-	-	-

### Tabella 3: contenuti ed entità della formazione e del perfezionamento

Legenda:

- 1: Conoscenze: elencare, schizzare, nominare, descrivere, riprodurre
- 2: Comprensione: interpretare, spiegare, esporre, formulare, presentare
- 3: Applicazione: applicare, allestire, risolvere, eseguire, calcolare, realizzare, configurare
- 4: Analisi: scegliere, ripartire, analizzare, confrontare
- 5: Valutazione: valutare, decidere, giudicare, classificare, stimare

Per i gruppi professionali N5, in caso di evento i contenuti vengono trasmessi sotto forma di istruzione (il confronto della ponderazione è possibile solo nell'ambito dello stesso numero di professione)

N. professione	N1	N2	N3	N4	N5*
<b>Entità della formazione e del perfezionamento</b>					
Ore di lezione raccomandate di un corso	24 h	32 h	16 h	-	-
Riconoscimento della formazione necessario	sì	sì	sì	no	no
Periodicità massima del perfezionamento riconosciuto	5 anni	5 anni	5 anni	-	-
Riconoscimento del perfezionamento necessario	no	no	no	no	no
<b>Contenuti didattici</b>					
<b>Basi legali</b>					
Legge/ordinanza sulla radioprotezione	5	3	3	1	-
Principio di giustificazione e ottimizzazione	3	3	1	-	-
Limiti e vincoli	3	3	2	1	1
Ordinanze tecniche specifiche, direttive, regolamenti, raccomandazioni, norme e circolari	4	4	3	1	-
Prescrizioni di trasporto (SDR/ADR)	4	5	2	1	-
Raccomandazioni internazionali (ICRP, IAEA)	1	1	1	-	-
<b>Coordinamento, amministrazione</b>					
Istruzioni interne	5	5	3	-	-
Radioprotezione, formazione e perfezionamento del personale	5	5	5	-	-
Radioprotezione, istruzione delle persone mobilitate	4	4	4	-	-
Sorveglianza delle persone esposte a radiazioni	5	4	-	-	-
Contabilità e notifiche	5	4	2	-	-

N. professione	N1	N2	N3	N4	N5*
Controllo della qualità, esame di stabilità	5	5	3	-	-
Organizzazioni di pronto soccorso e loro contesto	5	3	2	1	-
<b>Fisica delle radiazioni</b>					
Costituzione dell'atomo/carta dei nuclidi	2	2	2	1	-
Decadimenti radioattivi e tipi di radiazioni	2	2	2	1	-
Interazioni tra radiazioni e materia	3	3	2	1	-
Definizioni di dose	2	2	2	-	-
Schermatura e attenuazione	3	3	2	1	-
<b>Radiobiologia/Pericolosità delle radiazioni</b>					
Effetti biologici delle radiazioni ionizzanti	3	2	2	1	-
Esposizione naturale dell'uomo alle radiazioni	2	2	2	1	1
Sensibilità degli organi alle radiazioni ionizzanti	3	2	1	-	-
Danni precoci e tardivi causati dalle radiazioni	3	2	2	-	-
Persone ad alto rischio (bambini piccoli, giovani, gestanti)	3	2	2	2	1
Rischi/effetti delle dosi	3	3	2	1	1
<b>Misurazione delle radiazioni</b>					
Principi di tecnica di misurazione delle radiazioni	3	4	2	-	-
Conoscenza degli apparecchi	3	5	2	1	1

N. professione	N1	N2	N3	N4	N5*
Misurazione dell'intensità di dose e della dose ambientale	3	4	2	-	-
Misurazione della contaminazione radioattiva	4	4	2	-	-
Misurazione della dose individuale (irradiazione esterna)	5	4	2	-	-
Sorveglianza dell'incorporazione	4	2	1	-	-
Identificazione dei nuclidi	3	4	2	-	-
Determinazione della dose effettiva	3	3	-	-	-
<b>Radioprotezione operativa</b>					
Applicazione pratica degli apparecchi per la misurazione delle radiazioni	3	5	2	1	1
Zone controllate e sorvegliate	4	5	2	1	-
Pianificazione del lavoro, metodi di lavoro e impiego dei mezzi di protezione	4	5	2	-	-
Applicazione del principio di ottimizzazione	4	4	2	2	1
Comportamento e lavoro in zone controllate	4	5	2	2	2
Comportamento in caso di incidente; comunicazione	4	4	2	2	2
Misure di protezione individuale; equipaggiamento personale di protezione	4	5	3	3	3
Misure tecniche di protezione	4	5	2	1	-
Decontaminazione di materiale, posti di lavoro e zone colpite	4	5	2	1	-
Decontaminazione delle persone	4	5	2	1	-
Messa in sicurezza delle sorgenti	4	5	1	1	1
Stoccaggio di sostanze radioattive	5	5	2	-	-

---

N. professione	N1	N2	N3	N4	N5*
Immissione di sostanze radioattive nell'ambiente	5	4	2	1	1
Trattamento delle scorie	4	5	2	-	-
Imballaggio e trasporto di sostanze radioattive	4	5	2	1	-

**Tabella 4: servizio/persona responsabile per la formazione**

- 1 I servizi/le persone responsabili conoscono i loro compiti e l'importanza della loro organizzazione nel contesto globale della radioprotezione nazionale.
- 2 In caso di evento sono responsabili per le misure proposte e quelle ordinate.
- 3 Provvedono preventivamente affinché gli strumenti usati e i processi applicati dalla loro organizzazione per adempiere i compiti in caso di evento siano efficaci e assicurano il controllo periodico del livello di formazione con esercitazioni.
- 4 Assicurano i controlli e l'applicazione delle misure di ottimizzazione.
- 5 Assicurano la disponibilità di un numero sufficiente di persone dei gruppi professionali N1-N3 a seconda delle loro dimensioni e della loro struttura.

Provenienza delle persone	Esempi di organizzazioni	Servizio responsabile
Membri di autorità e amministrazioni	Dogane, organi dello stato maggiore del Consiglio federale e dei Dipartimenti federali	Direzione dell'autorità/amministrazione in questione
Persone e organizzazioni della protezione della popolazione	Polizia, pompieri, organizzazioni sanitarie di salvataggio e protezione civile, esercito, organizzazioni cantonali di condotta	Comando/direzione dell'organizzazione in questione
Persone e imprese, come le squadre di misurazione e di radioprotezione per la lotta contro i danni immediati	Organizzazione cantonale incaricata dei prelievi e delle misurazioni	Servizio designato dal Cantone e/o dalla Confederazione
Persone e imprese di trasporto pubblico e privato, per il trasporto di persone e di merci e le operazioni di evacuazione	FFS, AutoPostale SA e imprese di trasporto concessionarie (ITC)	Direzione del gruppo e/o dell'impresa
Persone e imprese per la lotta contro i danni indiretti, come l'adozione di provvedimenti alla fonte volti a impedire un'ulteriore propagazione della contaminazione alle aree circostanti	Imprese	Titolare della licenza e/o direzione dell'impresa
Medici e personale sanitario specializzato per l'assistenza alle persone irradiate o ad altre persone interessate	Ospedali per cure acute, organizzazioni sanitarie per il soccorso e il trasporto dei malati	Dipartimento della sanità o altri servizi designati dal Cantone

---

Provenienza delle persone	Esempi di organizzazioni	Servizio responsabile
Persone e imprese che devono preservare il funzionamento di infrastrutture critiche, nell'ambito delle loro attività professionali e imprenditoriali usuali	Aziende elettriche, Swisscom e altre imprese di telecomunicazioni	Direzione del gruppo e/o dell'impresa
Persone e imprese che devono preservare il funzionamento dei servizi pubblici indispensabili, nell'ambito delle loro attività professionali e imprenditoriali usuali	La Posta, banche, grandi distributori	Direzione del gruppo e/o dell'impresa



# **Ordinanza del DFI sulla radioprotezione per gli acceleratori di particelle impiegati in medicina**

**(Ordinanza sugli acceleratori, OrAc)**

del ...

Avamprogetto per l'indagine conoscitiva

---

*Il Dipartimento federale dell'interno,*

visti gli articoli 24 capoverso 3, 43 capoverso 5, 47 capoverso 2, 98 capoverso 4, 101, 103 capoverso 2 e 112 capoverso 2 dell'ordinanza del ...<sup>1</sup> sulla radioprotezione (ORaP),

*ordina:*

## **Sezione 1: Disposizioni generali**

### **Art. 1**            Scopo, oggetto e campo di applicazione

<sup>1</sup> La presente ordinanza ha lo scopo di proteggere i pazienti, gli utilizzatori nonché terze persone e l'ambiente dalle radiazioni ionizzanti emesse durante la messa in esercizio e l'utilizzazione di acceleratori di elettroni e altri acceleratori di particelle (di seguito: acceleratori) impiegati a fini terapeutici in medicina umana e veterinaria.

<sup>2</sup> Disciplina:

- a. l'installazione e l'esercizio degli acceleratori e della relativa metodica per immagini in megavolt (di seguito: metodica per immagini in MV), in particolare le misure edili di radioprotezione, l'organizzazione e il controllo da parte del titolare della licenza, gli obblighi di diligenza e il programma di garanzia della qualità (articoli 2–27);
- b. la procedura per definire lo stato della scienza e della tecnica vincolante per l'installazione e l'esercizio degli altri acceleratori di particelle impiegati in medicina (articolo 28).

<sup>3</sup> Per l'immissione sul mercato degli acceleratori si applicano le disposizioni dell'ordinanza del 17 ottobre 2001<sup>2</sup> relativa ai dispositivi medici (ODmed).

<sup>4</sup> L'installazione e l'esercizio, incluso il programma di garanzia della qualità dei sistemi di metodica per immagini in kilovolt, per il controllo della posizione, la pianificazione e la simulazione nell'utilizzo di raggi X sono retti dall'ordinanza del xx.xx.xxxx<sup>3</sup> concernente la radioprotezione relativa agli impianti a raggi X per uso medico.

**RS 814.501.513**

<sup>1</sup>    **RS 814.501**

<sup>2</sup>    **RS 812.213**

<sup>3</sup>    **RS 814.542.1**

**Art. 2** Definizioni

Valgono le definizioni riportate nell'articolo 2 e nell'allegato 1 ORaP, nonché nell'allegato 1 della presente ordinanza.

**Art. 3** Deroghe

In singoli casi, l'Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP) può concedere deroghe su domanda alle disposizioni della presente ordinanza, se:

- a. l'esperienza e lo stato della scienza e della tecnica lo richiedono nel caso di un'innovazione tecnica o di una speciale applicazione; e
- b. misure adeguate garantiscono che il rischio radiologico rimane invariato.

**Sezione 2: Misure edili di radioprotezione****Art. 4** Ubicazione degli acceleratori

Gli acceleratori devono essere in esercizio all'interno di un locale di irradiazione. Il dispositivo di comando deve trovarsi all'esterno del locale di irradiazione.

**Art. 5** Locale di irradiazione

<sup>1</sup> Il locale di irradiazione deve essere equipaggiato come zona sorvegliata secondo l'articolo 97 ORaP.

<sup>2</sup> Il locale di irradiazione deve essere schermato conformemente all'articolo 7.

<sup>3</sup> Deve essere possibile lasciare il locale di irradiazione in qualsiasi momento. Il titolare della licenza deve collocare nel locale di irradiazione, ben visibili, le istruzioni su come abbandonare il locale e sulla via di fuga in caso di emergenza.

<sup>4</sup> Il locale di irradiazione deve essere dotato, fatto salvo il capoverso 5, di una porta (porta di accesso) sufficientemente schermata e munita di un dispositivo che consenta l'inizio dell'irradiazione e l'esercizio dell'acceleratore soltanto quando essa è chiusa. Se la porta di accesso è motorizzata, i relativi dispositivi di comando devono essere collocati sia all'esterno sia all'interno del locale di irradiazione. In caso di avaria del dispositivo, deve essere possibile aprire la porta da ambo le parti.

<sup>5</sup> Una porta di accesso non è necessaria se, con l'adeguata disposizione della zona di accesso al locale, è garantito che durante il normale esercizio dell'acceleratore non siano superati da nessuna parte i vincoli per la dose ambientale di una settimana nelle aree accessibili.

<sup>6</sup> Mediante dispositivi adeguati deve essere garantito che durante l'irradiazione il paziente possa essere osservato ininterrottamente dal quadro di comando e che possa comunicare a voce con il personale.

<sup>7</sup> Se effetti fotonucleari possono produrre sostanze radioattive, l'impianto di ventilazione o di climatizzazione va regolato in modo tale che la pressione nel locale di irradiazione sia leggermente inferiore rispetto a quella dell'aria nel locale antistante.

La funzionalità dev'essere verificata periodicamente, in particolare dopo che sono state apportate modifiche edili o tecniche all'esercizio.

#### **Art. 6** Acceleratore

<sup>1</sup> Deve essere possibile iniziare l'irradiazione soltanto da un quadro di comando situato all'esterno del locale di irradiazione.

<sup>2</sup> Il quadro di comando deve essere munito di un dispositivo per l'interruzione immediata dell'irradiazione e del movimento dell'acceleratore, e deve essere protetto contro manipolazioni da parte di persone non autorizzate.

<sup>3</sup> Devono essere previsti dispositivi adeguati affinché l'irradiazione in corso si interrompa immediatamente se qualcuno entra nel locale di irradiazione.

<sup>4</sup> Sia nel locale di irradiazione, su entrambi i lati dell'acceleratore e nel labirinto, sia nel locale di comando deve essere presente almeno un dispositivo d'arresto di emergenza che consenta di interrompere l'irradiazione in qualsiasi momento.

<sup>5</sup> All'ingresso del locale di irradiazione e all'interno del locale di irradiazione devono essere apposti segnali luminosi ben visibili con scritte appropriate che indichino la fase di funzionamento dell'acceleratore. I segnali luminosi devono indicare in rosso la fase di funzionamento «irradiazione».

#### **Art. 7** Schermature

<sup>1</sup> Gli elementi costruttivi perimetrali del locale di irradiazione devono essere dimensionati in modo tale che, nelle condizioni di esercizio previste, non siano superate le dosi ambientali indicate all'articolo 8. Si deve quindi tenere debitamente conto dell'eventuale azione di più sorgenti di radiazioni nel medesimo luogo.

<sup>2</sup> Le basi di calcolo per le schermature necessarie sono indicate nell'allegato 2.

#### **Art. 8** Vincoli per la dose ambientale

<sup>1</sup> In nessun punto delle zone contigue al locale di irradiazione si devono superare le seguenti dosi ambientali:

- a. 0,02 mSv alla settimana nei luoghi all'esterno della zona sorvegliata;
- b. 0,1 mSv alla settimana nei luoghi all'interno della zona sorvegliata.

<sup>2</sup> Nei luoghi all'esterno della zona sorvegliata che non sono previsti per una permanenza prolungata e nei quali non sono installati posti di lavoro, come sale d'attesa, spogliatoi, archivi, magazzini e cantine, servizi igienici, corridoi, scale, vani di ascensore, marciapiedi, strade, spazi verdi e giardini, è consentita una dose ambientale fino a cinque volte superiore a quella indicata al capoverso 1 lettera a.

<sup>3</sup> Nei luoghi in cui nessuno può trattenersi durante il funzionamento dell'acceleratore, la dose ambientale non è soggetta ad alcuna limitazione. Questi luoghi devono essere definiti nella documentazione per il calcolo.

**Art. 9** Documentazione relativa alle misure tecniche edili di radioprotezione

<sup>1</sup> Prima dei lavori di costruzione o d'installazione, deve essere presentata all'UFSP la documentazione relativa alle misure tecniche edili di radioprotezione dei locali in cui sono utilizzati gli acceleratori, necessaria al rilascio della licenza.

<sup>2</sup> La correttezza della documentazione di radioprotezione deve essere esaminata dal perito in radioprotezione ai sensi dell'articolo 16 della legge del 22 marzo 1991<sup>4</sup> sulla radioprotezione.

<sup>3</sup> Tale documentazione comprende i piani di radioprotezione e gli elementi per il calcolo di cui agli allegati 2 e 3.

<sup>4</sup> Per le applicazioni speciali la documentazione per il calcolo dev'essere utilizzata conformemente all'allegato 2, sempreché vi si presti, o adeguata in vista della stessa fattispecie.

**Art. 10** Controllo dell'esecuzione della costruzione

Il perito in radioprotezione controlla che l'esecuzione della costruzione avvenga in maniera corretta, conformemente ai piani di radioprotezione approvati.

**Sezione 3: Messa in esercizio****Art. 11** Collaudo

<sup>1</sup> Prima di consegnare l'acceleratore al titolare della licenza il fornitore deve eseguire un collaudo conformemente alle istruzioni del fabbricante e alle norme armonizzate a livello internazionale applicabili secondo l'ODmed<sup>5</sup>.

<sup>2</sup> In occasione del collaudo devono essere controllati almeno i componenti rilevanti per la sicurezza e la dosimetria con la collaborazione del fisico medico.

<sup>3</sup> Il fornitore può consegnare l'acceleratore al titolare della licenza solo dopo l'esecuzione del collaudo e l'approvazione di quest'ultimo da parte del fisico medico.

<sup>4</sup> Il fisico medico provvede affinché siano stabiliti i livelli di riferimento per gli esami di stabilità di cui all'articolo 21 capoverso 3 e autorizza la messa in funzione dell'acceleratore per trattamenti medici.

**Art. 12** Consegna della documentazione dell'impianto e formazione

<sup>1</sup> Per ogni acceleratore il fornitore deve consegnare le informazioni sui dispositivi secondo l'articolo 7 ODmed<sup>6</sup>.

<sup>2</sup> Il titolare della licenza e il fornitore stilano congiuntamente un libretto d'impianto.

<sup>4</sup> RS 814.50

<sup>5</sup> RS 812.213

<sup>6</sup> RS 812.213

<sup>3</sup> Il titolare della licenza provvede affinché i dati necessari oltre alle informazioni sui dispositivi vengano registrati nel libretto d'impianto, nelle istruzioni per l'uso o nella descrizione tecnica.

<sup>4</sup> Il libretto d'impianto, le istruzioni d'uso e la descrizione tecnica devono essere redatti nella lingua usata abitualmente nell'azienda e contenere almeno i dati di cui all'allegato 4.

<sup>5</sup> Al momento della consegna dell'acceleratore al titolare della licenza, il fornitore deve impartire un'adeguata formazione al personale addetto al funzionamento.

## **Sezione 4: Obblighi di diligenza**

### **Art. 13** Protezione delle persone

<sup>1</sup> Durante l'irradiazione nessuno oltre al paziente deve trattenersi nel locale di irradiazione. Il personale addetto al funzionamento deve sincerarsene prima di lasciare il locale e iniziare l'irradiazione.

<sup>2</sup> Le persone che si trattengono nel locale di irradiazione durante le pause di irradiazione possono ricevere all'interno dello stesso, in condizioni di utilizzo terapeutico conforme alla destinazione, una dose efficace massima di 0,02 mSv alla settimana. Qualora tale valore non possa essere rispettato nonostante adeguamenti all'apparecchiatura o edili, il titolare della licenza deve provvedere ad appropriate limitazioni di accesso.

### **Art. 14** Istruzione del personale

<sup>1</sup> Prima di prendere servizio, il personale neoassunto deve essere istruito dal perito in radioprotezione in merito alle pertinenti regole di radioprotezione.

<sup>2</sup> Il personale addetto alle pulizie può lavorare nella zona sorvegliata soltanto se è stato istruito da una persona con formazione in radioprotezione.

<sup>3</sup> Le istruzioni di cui ai capoversi 1 e 2 devono essere aggiornate a intervalli adeguati.

### **Art. 15** Documentazione relativa alle irradiazioni

<sup>1</sup> Prima dell'irradiazione, il medico curante deve approntare per ogni paziente istruzioni mediche inerenti al trattamento. Le successive modifiche devono essere verbalizzate e motivate.

<sup>2</sup> Prima dell'irradiazione, per ogni paziente si deve stabilire una pianificazione individuale di irradiazione sotto la responsabilità del fisico medico.

<sup>3</sup> In base alla pianificazione individuale di irradiazione, le persone responsabili ai sensi dei capoversi 1 e 2 iscrivono nelle istruzioni di irradiazione specifiche per il singolo paziente le indicazioni necessarie all'esecuzione delle irradiazioni, in particolare quelle relative alla regolazione dell'acceleratore e al posizionamento del paziente. In caso di modifiche della pianificazione di irradiazione le istruzioni devono essere aggiornate.

<sup>4</sup> Il personale addetto al funzionamento dell'acceleratore deve registrare in un attestato di irradiazione le singole irradiazioni al paziente. Tale attestato deve essere a disposizione presso l'acceleratore dove è effettuata l'irradiazione al paziente.

<sup>5</sup> I documenti di cui ai capoversi 1–4 devono includere almeno i dati indicati nell'allegato 5.

<sup>6</sup> I documenti di cui ai capoversi 1–4 possono essere allestiti, memorizzati, elaborati e gestiti con sistemi di elaborazione elettronica dei dati (EED), a condizione che sia garantito che le persone che effettuano l'irradiazione abbiano accesso in qualsiasi momento a tali dati e possano stamparli, e che sia escluso il rischio di una loro involontaria cancellazione.

<sup>7</sup> I documenti di cui ai capoversi 1–4 devono essere conservati conformemente alle norme vigenti per le cartelle cliniche, ma per almeno 20 anni dopo l'ultimo trattamento. La leggibilità di questi documenti dev'essere garantita in caso di nuovi sviluppi o di cambiamento del sistema informatico di radio-oncologia clinica.

## **Sezione 5: Organizzazione interna e controllo**

### **Art. 16 Istruzioni interne di radioprotezione**

Il titolare della licenza provvede a stabilire istruzioni scritte di radioprotezione, in particolare per quanto attiene ai provvedimenti di emergenza e alle regole di comportamento in caso di incidente. Tali prescrizioni devono essere costantemente adeguate alle condizioni attuali e consegnate o rese facilmente accessibili a tutte le persone che utilizzano acceleratori.

### **Art. 17 Documentazione dell'impianto**

Il titolare della licenza provvede affinché la documentazione completa dell'acceleratore ai sensi dell'articolo 12 capoversi 1–4 sia disponibile in qualsiasi momento.

### **Art. 18 Coinvolgimento di fisici medici**

<sup>1</sup> Per assicurare la garanzia della qualità, sorvegliare l'esercizio dell'acceleratore e provvedere alla pianificazione dell'irradiazione secondo l'articolo 19 ORaP, il titolare della licenza deve impiegare nell'azienda almeno il seguente numero di fisici medici assunti a tempo pieno: numero di acceleratori in funzione più uno.

<sup>2</sup> Nel singolo caso l'autorità di vigilanza ordina un maggiore coinvolgimento di fisici medici rispetto a quanto prescritto al capoverso 1 qualora l'esperienza o lo stato della scienza e della tecnica e i rimanenti principi della radioprotezione lo richiedano.

<sup>3</sup> Nel singolo caso l'autorità di vigilanza può autorizzare il coinvolgimento di un numero inferiore di fisici medici rispetto a quanto prescritto al capoverso 1 qualora misure idonee garantiscano che il rischio radiologico rimanga equivalente.

<sup>4</sup> Il titolare della licenza deve fissare per scritto i compiti e le competenze del fisico medico. Deve esserne assicurata e disciplinata per scritto la supplenza.

**Art. 19** Sorveglianza da parte del perito in radioprotezione

Il perito in radioprotezione sorveglia e controlla periodicamente il rispetto delle prescrizioni di radioprotezione all'interno dell'azienda, in particolare l'impiego di tecniche di lavoro appropriate.

**Sezione 6: Garanzia della qualità****Art. 20** Programma di garanzia della qualità

<sup>1</sup> Il titolare della licenza provvede affinché sia applicato un programma di garanzia della qualità che comprenda tanto gli aspetti medici della radioterapia quanto quelli specificamente connessi all'acceleratore e alla fisica medica.

<sup>2</sup> Occorre tenere conto delle esperienze e dello stato della scienza e della tecnica. Nello specifico è necessario tenere conto:

- a. delle raccomandazioni delle organizzazioni scientifiche internazionali e nazionali, in particolare della Società Svizzera di Radiobiologia e di Fisica Medica (SSRFM);
- b. delle norme nazionali e internazionali in materia;
- c. delle guide dell'UFSP.

**Art. 21** Esecuzione

<sup>1</sup> Il titolare della licenza provvede affinché l'acceleratore sia sottoposto almeno una volta all'anno a un esame dello stato. Gli impianti devono essere esaminati da personale tecnico appositamente formato, il quale ne verifica lo stato e la funzionalità conformemente alle specifiche del fabbricante e alle norme internazionali o nazionali. In occasione di tale esame vengono verificati ed eventualmente adeguati i livelli di riferimento per gli esami di stabilità di cui al capoverso 3.

<sup>2</sup> Dopo riparazioni e interventi sull'impianto è sempre necessario un esame dello stato, in cui sono controllati i componenti e gli elementi interessati, sotto la responsabilità del fisico medico.

<sup>3</sup> Il titolare della licenza provvede affinché l'acceleratore sia sottoposto regolarmente all'esame di stabilità. I requisiti sono stabiliti nell'allegato 6. Il fisico medico è responsabile della corretta esecuzione di tale esame.

**Art. 22** Libretto d'impianto

<sup>1</sup> Il fisico medico provvede affinché i risultati della garanzia di qualità quali il collaudo, la manutenzione e l'esame dello stato, il controllo degli elementi determinanti la dose, i controlli periodici e gli esami di stabilità, le anomalie di funzionamento e la loro riparazione e gli eventi siano verbalizzati e documentati nel libretto d'impianto. Il contenuto minimo del libretto d'impianto è indicato nell'allegato 4.

<sup>2</sup> Il libretto d'impianto può essere gestito in forma elettronica, a condizione che ne sia garantita la completezza.

**Art. 23** Sistemi di misura di riferimento

Il titolare della licenza provvede affinché siano utilizzati come campione locale per i dosimetri e i sistemi di monitoraggio sistemi di misura di riferimento che soddisfano i requisiti dell'ordinanza del Dipartimento federale di giustizia e polizia del 7 dicembre 2012<sup>7</sup> sugli strumenti di misurazione delle radiazioni ionizzanti (OSMRI).

**Art. 24** Metodica per immagini in MV e software di pianificazione

<sup>1</sup> La garanzia di qualità della metodica per immagini in MV si basa sulla raccomandazione n. 16 (settembre 2010)<sup>8</sup> della SSRFM.

<sup>2</sup> La garanzia di qualità del software di pianificazione si basa sulla raccomandazione n. 7 (febbraio 1999)<sup>9</sup> della SSRFM.

<sup>3</sup> Il titolare della licenza deve adeguare la garanzia della qualità, qualora l'esperienza o lo stato della scienza e della tecnica lo richiedano, in particolare per quanto riguarda le applicazioni speciali o le innovazioni tecniche.

**Sezione 7: Disposizioni speciali****Art. 25** Obblighi di diligenza concernenti i dispositivi accessori per la pianificazione delle irradiazioni e la simulazione

<sup>1</sup> Se i dispositivi accessori per la pianificazione delle irradiazioni e la simulazione del trattamento sono utilizzati in una rete informatica che comprende anche gli acceleratori e i loro sistemi di verifica, devono essere previsti particolari accorgimenti di sicurezza per il trasferimento dei dati. Il fisico medico provvede affinché sia garantita l'integrità dei dati e ne sia impedita la falsificazione.

<sup>2</sup> Il fisico medico provvede affinché i dispositivi accessori utilizzati per la pianificazione delle irradiazioni siano oggetto di una garanzia di qualità adeguata.

<sup>3</sup> Il fornitore di un sistema di pianificazione delle irradiazioni deve dare, nella descrizione tecnica, indicazioni precise sugli algoritmi utilizzati per il calcolo delle ripartizioni della dose. In particolare deve risultare chiaro a quali condizioni di irradiazione si limita il suo campo di applicazione.

<sup>7</sup> RS 941.210.5.

<sup>8</sup> Raccomandazione n. 16 della Società Svizzera di Radiobiologia e Fisica Medica, «Quality assurance of gantry-mounted image-guided radiotherapy system», ISBN: 3 908 125 48 0. La raccomandazione è disponibile nelle librerie oppure all'indirizzo Internet [www.sgsmp.ch](http://www.sgsmp.ch) (in lingua inglese).

<sup>9</sup> Raccomandazione n. 7 della Società Svizzera di Radiobiologia e Fisica Medica, «Quality control of treatment planning systems for teletherapy», ISBN: 3 908125 23 5. La raccomandazione è disponibile nelle librerie oppure all'indirizzo Internet [www.sgsmp.ch](http://www.sgsmp.ch) (in lingua inglese).

**Art. 26** Comportamento in caso di eventi radiologici medici e incidenti

<sup>1</sup> Il perito di radioprotezione provvede affinché tutti gli eventi radiologici medici e tutti gli incidenti connessi con il funzionamento dell'acceleratore e le irradiazioni siano verbalizzati e registrati nel libretto d'impianto.

<sup>2</sup> Il perito in radioprotezione deve verificare che gli eventi radiologici medici siano notificati ai sensi dell'articolo 62 capoverso 3 ORaP e gli incidenti ai sensi dell'articolo 140 ORaP.

<sup>3</sup> Il perito in radioprotezione deve inoltre rispettare gli obblighi sanciti nell'articolo 15 ODmed<sup>10</sup>.

**Art. 27** Procedura in caso di smantellamento o di sostituzione parziale di un acceleratore

Se vi è la possibilità che parti dell'impianto di accelerazione siano state attivate, prima dello smontaggio o di uno smantellamento dell'impianto occorre verificare se tali parti siano state contaminate. Per il nulla osta concernente le parti dell'impianto attivate sono applicabili gli articoli 117 e 118 ORaP.

**Sezione 8: Altri acceleratori di particelle impiegati in medicina****Art. 28**

<sup>1</sup> Per gli altri acceleratori di particelle impiegati in medicina, oltre alla domanda di licenza, il titolare della licenza deve presentare all'autorità preposta al rilascio delle licenze un rapporto sulla sicurezza secondo l'articolo 137 ORaP.

<sup>2</sup> In base alle indicazioni contenute nel rapporto sulla sicurezza, il richiedente illustra in quali punti si deroga alle prescrizioni della presente ordinanza in che misura si tiene conto dell'esperienza e dello stato della scienza e della tecnica.

**Sezione 9: Disposizioni finali****Art. 29** Abrogazione di un altro atto normativo

L'ordinanza del 15 dicembre 2004<sup>11</sup> sulla radioprotezione per gli acceleratori d'elettroni impiegati in medicina è abrogata.

**Art. 30** Licenze esistenti

I titolari di licenze per utilizzare acceleratori di particelle impiegati in medicina che sono state rilasciate prima dell'entrata in vigore della presente ordinanza devono rispettare le prescrizioni della presente ordinanza.

<sup>10</sup> RS 812.213

<sup>11</sup> [RU 2005 285]

**Art. 31** Entrata in vigore

La presente ordinanza entra in vigore il xx.xxxx.

...

Dipartimento federale dell'interno:

Alain Berset

*Allegato 1*  
(art. 2)

## **Definizioni**

*I singoli termini sono elencati in ordine alfabetico.*

### *Acceleratori di elettroni impiegati in medicina*

Impianti generatori di radiazioni ionizzanti che soddisfano le seguenti condizioni: energia nominale della radiazione da 1 MeV a 50 MeV; intensità massima di dose da  $0,001 \text{ Gy}\cdot\text{s}^{-1}$  a  $1 \text{ Gy}\cdot\text{s}^{-1}$  a 1 m di distanza dalla sorgente di radiazioni; distanza normale di irradiazione da 0,5 m a 2 m.

Di norma gli acceleratori di elettroni si compongono di una sezione acceleratrice degli elettroni, di un equipaggiamento meccanico ed elettrico per il funzionamento e i comandi, di un tavolo di trattamento nonché di apparecchi ausiliari per l'applicazione medica della radiazione.

### *Collaudo*

Esame condotto su un prodotto offerto o fornito, al fine di stabilire se, alla luce dell'applicazione prevista, le specifiche tecniche e i requisiti di sicurezza sono soddisfatti.

### *Esame dello stato*

Esame dello stato di un prodotto in uso e verifica dell'adempimento dei requisiti prescritti. Viene eseguito al termine della manutenzione, di interventi o riparazioni.

### *Esame di stabilità*

Esame periodico di determinati parametri, volto a stabilire gli eventuali scarti dai livelli di riferimento.

### *Manutenzione/revisione*

Garanzia della funzionalità e della sicurezza di un impianto mediante l'adozione di misure preventive secondo le istruzioni del fabbricante, le norme riconosciute e l'ODmed.

*Personale addetto al funzionamento*

Persone tecnicamente qualificate che, conformemente all'ordinanza del 15 settembre 1998<sup>12</sup> concernente le formazioni e le attività permesse in materia di radioprotezione (Ordinanza sulla formazione in radioprotezione), sono autorizzate a far funzionare un acceleratore di elettroni impiegato in medicina. Si tratta in particolare di tecnici specializzati in radiologia medica (ATRM) che operano sotto la responsabilità di un medico competente in materia o di un fisico medico.

*Programma di garanzia della qualità*

La totalità delle misure di progettazione, esecuzione, sorveglianza e direzione, esame e correzione di un'attività o di un processo allo scopo di soddisfare, garantire e migliorare i requisiti di qualità prescritti. Rientra in particolare nella garanzia della qualità anche l'impiego di personale addetto al funzionamento in numero sufficiente e in possesso della formazione del perfezionamento necessari, al quale vanno assegnati compiti e responsabilità ben definiti.

*Skyshine*

Radiazione diffusa, prodotta per diffusione nell'aria di una sorgente primaria di fotoni, raggi gamma o neutroni.

<sup>12</sup> RS 814.501.261

*Allegato 2*  
(art. 7 cpv. 2, art. 9 cpv. 3 e 4)

## **Basi di calcolo**

### **1                    Dati di esercizio**

#### **1.1                  Energie di radiazione e intensità di dose determinanti**

Per il calcolo dello spessore della schermatura di protezione contro la radiazione fotonica si devono utilizzare, tra le energie limite previste dal fabbricante, quelle per le quali il materiale di schermatura prescelto ha lo spessore di attenuazione a un decimo più elevato (conformemente al punto 4.1). Per le schermature di protezione contro la radiazione elettronica si deve utilizzare il valore più elevato della possibile energia degli elettroni.

Indipendentemente da tali energie di radiazione, si devono sempre utilizzare i valori massimi, dati dal fabbricante alla distanza di riferimento  $a_0$  (= 1 m) dal punto di divergenza del fascio di radiazione diretta, delle intensità di dose nell'acqua nel fascio di radiazione diretta fotonica ( $\dot{D}_f$ ) ed elettronica ( $\dot{D}_e$ ), nonché l'intensità della radiazione trasmessa fuori dal fascio di radiazione diretta ( $\dot{D}_d$ ).

#### **1.2                  Dose di base W (carico di esercizio)**

Il valore della dose di base W è dato dal prodotto del numero di irradiazioni singole alla settimana per il valore medio corrispondente della dose assorbita nell'acqua alla distanza di riferimento  $a_0$  (= 1 m) dal punto di divergenza del fascio di radiazione diretta.

Il valore minimo della dose di base per il calcolo della schermatura necessaria è pari a:  $W = 10^6$  mGy alla settimana, escluse le attività organizzate a turni.

Se l'acceleratore viene utilizzato in maggior misura o vengono utilizzate tecniche speciali come IMRT o VMAT, la dose di base deve essere aumentata di conseguenza.

#### **1.3                  Fattore di permanenza T**

Il fattore di permanenza T è la misura del tempo massimo di permanenza delle persone previsto nei luoghi da proteggere quando l'acceleratore è in funzione. Valgono i valori seguenti:

T = 0,2            per tutti i luoghi situati all'esterno della zona sorvegliata non destinati ad una permanenza prolungata e dove non sono installati posti di lavoro, come sale d'aspetto, spogliatoi, archivi, magazzini, cantine, gabinetti, corridoi, scale, trombe di ascensore, marciapiedi, strade, spazi verdi e giardini. Il vincolo della dose ambientale è sempre di 0,02 mSv alla settimana;

$T = 1$  per tutti gli altri luoghi dove possono trattenersi persone;

$T = 0$  per tutti i luoghi dove non può trattenersi nessuno.

## 1.4 Fattore di direzione U

Il fattore di direzione U è una misura che, nel quadro dell'utilizzazione terapeutica prevista, tiene conto della frequenza relativa della radiazione che investe la schermatura da calcolare. Al riguardo sono determinanti le caratteristiche individuali dei relativi locali di irradiazione in base all'uso e alle tecniche di irradiazione. Valgono i valori seguenti:

$U = 1$  per la protezione contro la radiazione trasmessa, la radiazione fotonica secondaria e terziaria e la radiazione neutronica, indipendentemente dalla direzione della radiazione diretta;

$U \geq 0,5$  – per la protezione contro la radiazione diretta orientata verso il pavimento;

– per la protezione contro la radiazione diretta orientata verso le pareti;

$U \geq 0,25$  per la protezione contro la radiazione diretta orientata verso il soffitto;

$U = 0$  per la protezione contro la radiazione diretta, se il fascio di radiazione diretta massimo, incluso un bordo inclinato di  $5^\circ$  rispetto al punto di divergenza, non può venire diretto sul luogo da proteggere.

## 1.5 Combinazione dei fattori U e T

Il prodotto di U per T (vedi punto 3 formula 1) non deve essere inferiore a 0,1. Allo scopo di limitare il rischio di radiazione, l'aumento dell'intensità di dose ambientale derivante dalla concomitanza di una direzione rara dei raggi e della permanenza in luoghi all'esterno della zona sorvegliata non previsti per una permanenza prolungata non deve essere superiore a un fattore 10.

## 2 Componenti della radiazione

### 2.1 Componenti determinanti della radiazione

Non è richiesta una speciale schermatura contro la radiazione elettronica primaria. Se tutte le energie limite dei raggi X e degli elettroni sono inferiori a 10 MeV, nei calcoli delle misure edili di radioprotezione non è necessario tenere conto della radiazione neutronica diretta e diffusa né della radiazione secondaria prodotta per effetto foto-nucleare.

Si deve tenere conto delle componenti della radiazione riportate qui di seguito nella misura in cui sono rilevanti per la protezione all'interno e all'esterno dell'area di esercizio:

- a. radiazione diretta quando si irradia con radiazione fotonica;
- b. radiazione diretta quando si irradia con un fascio di elettroni, radiazione di frenamento (Bremsstrahlung);
- c. radiazione trasmessa;
- d. radiazione fotonica secondaria (radiazione diffusa, compreso lo skyshine);
- e. radiazione terziaria (radiazione fotonica di diffusione secondaria e radiazione trasmessa diffusa);
- f. radiazione neutronica diretta (radiazione neutronica emessa dall'acceleratore);
- g. radiazione neutronica diffusa (dai punti di collisione della radiazione neutronica diretta);
- h. radiazione neutronica emessa per effetto fotonucleare (radiazione neutronica prodotta nelle schermature dalla radiazione fotonica incidente per reazione fotonucleare. Si deve tenere conto di queste componenti soltanto se si utilizzano materiali da costruzione tutti o in parte di numero atomico elevato, in particolare piombo.);
- i. radiazione emessa dalle sostanze radioattive prodotte da reazioni fotonucleari;
- j. raggi gamma prodotti dalla cattura di neutroni.

## **2.2 Radiazione diretta con bordo**

La schermatura contro la radiazione diretta deve includere un bordo inclinato di almeno 5° tutto intorno al fascio di radiazione diretta di massima sezione.

## **2.3 Radiazione con incidenza obliqua**

Se la radiazione diretta o la radiazione trasmessa non incidono perpendicolarmente sulla schermatura, nel relativo calcolo si può tenere conto dell'accresciuta lunghezza del percorso nella direzione del fascio sempreché la radiazione secondaria prodotta dalla schermatura stessa (in particolare la radiazione diffusa) sia sufficientemente attenuata. Tale percorso più lungo di quello di una radiazione con incidenza perpendicolare sul materiale di schermatura può essere assunto come spessore determinante della schermatura per il calcolo secondo il punto 3.

## 2.4 Radiazione sulla porta del locale di irradiazione

Per i locali di irradiazione disposti nel modo usuale e dotati di labirinto di accesso a un ramo, generalmente si può calcolare la radiazione neutronica che colpisce la porta con l'algoritmo indicato al punto 3. La porta del locale di irradiazione deve essere dimensionata in modo da garantire la protezione contro le componenti della radiazione secondo il punto 2.1, lettere a-j, in particolare anche contro i raggi gamma prodotti per cattura di neutroni nella porta stessa.

## 2.5 Skyshine

Se il locale di irradiazione costituisce una zona a sé stante (senza altri piani superiori), oltre alla radiazione diretta o trasmessa proveniente dall'acceleratore, che esce attraverso il soffitto, bisogna analizzare quale dose ambientale produce nei luoghi da proteggere la radiazione fotonica o neutronica diffusa (= skyshine) nell'aria che sovrasta il locale di irradiazione. Si deve eventualmente tenere conto anche di questa radiazione nei calcoli per le schermature. Il rapporto n. 144 del NCRP<sup>13</sup> contiene formule per il calcolo della componente fotonica e neutronica dello skyshine.

## 3 Metodi di calcolo

Lo spessore di protezione contro le singole componenti delle radiazioni che agiscono sul luogo da proteggere, elencate al punto 2.1, lettere a-g, viene determinato secondo le indicazioni e le formule riportate qui di seguito.

Se nel medesimo luogo agiscono contemporaneamente più componenti della radiazione (anche sorgenti d'irradiazione supplementari), la somma dell'intensità di dose ambientale di tutte le componenti non deve superare il vincolo di dose ambientale ammesso. Se necessario occorre aumentare adeguatamente lo spessore delle schermature.-

Schema generale di calcolo:

$$s_i = z_i \cdot n_i, \quad \text{con} \quad n_i = \log_{10} \left( \frac{W \cdot U \cdot T}{H_w} \cdot R_i \cdot q_i \right) \quad (\text{formula 1})$$

con:

i      indice che identifica le rispettive componenti della radiazione

<sup>13</sup> Rapporto n. 144 (2003) del National Council on Radiation Protection and Measurements, *Radiation Protection for Particle Accelerator Facilities*. Il rapporto è disponibile in libreria (ISBN 0-929600-77-0) o all'indirizzo Internet [www.ncrp.com/pubs.html](http://www.ncrp.com/pubs.html)

s	spessore della schermatura, espresso in cm, per ridurre la dose di radiazione provocata al vincolo di dose ambientale secondo l'articolo 8
z	spessore di attenuazione a un decimo, espresso in cm
n	numero degli spessori di attenuazione a un decimo richiesti
W	dose di base (carico di esercizio), espressa in mGy/settimana secondo il punto 1.2
U	fattore di direzione secondo il punto 1.4
T	fattore di permanenza secondo il punto 1.3
H <sub>w</sub>	vincolo di dose ambientale alla settimana secondo l'articolo 8, espresso in mSv/settimana
R	fattore di riduzione per l'intensità di dose secondo la tabella 1
q	coefficiente per il calcolo dell'equivalente di dose provocato dalla radiazione; per i neutroni: q = 10 mSv/mGy; per la radiazione fotonica/elettronica: q = 1 mSv/mGy

L'espressione tra parentesi nella formula 1 esprime il grado di attenuazione della radiazione.

Tabella 1

**Parametri specifici per il calcolo dello spessore della schermatura per le differenti componenti della radiazione, da introdurre nella formula 1:**

Componente della radiazione	Spessore della schermatura s	Spessore di attenuazione a un decimo z	Modo di esercizio	Fattore di riduzione R
Radiazione diretta	s <sub>r</sub>	z <sub>r</sub> (secondo 4.1)	fotoni	$R_r = a_0^2/a_n^2$
(Componente della radiazione di frenamento)	s <sub>b</sub>	z <sub>r</sub> (secondo 4.1)	elettroni	$R_b = (\dot{D}_{re} / \dot{D}_e + k_e) \cdot a_0^2/a_n^2$
Radiazione trasmessa	s <sub>d</sub>	z <sub>r</sub> (secondo 4.1)	fotoni elettroni	$R_d = \dot{D}_d / \dot{D}_r \cdot a_0^2/a_n^2$ $R_d = \dot{D}_d / \dot{D}_e \cdot a_0^2/a_n^2$
Radiazione fotonica secondaria (radiazione diffusa)	s <sub>s</sub>	z <sub>s</sub> (secondo 4.3)	fotoni elettroni	$R_s = 0,01 \cdot F_n/F_o \cdot a_0^2/a_s^2$ $R_s = 0,01 \cdot k_e \cdot F_z/F_o \cdot a_0^2/a_s^2$
Radiazione terziaria (radiazione fotonica di diffusione secondaria e radiazione trasmessa diffusa)	s <sub>t</sub>	z <sub>s</sub> (secondo 4.3)	fotoni elettroni	$R_t = (0,01 \cdot \dot{D}_d / \dot{D}_r + 10^{-6}) \cdot F_t / F_o \cdot a_0^2/a_t^2$ $R_t = (0,01 \cdot \dot{D}_d / \dot{D}_e + 10^{-6}) \cdot F_t \cdot a_0^2/a_t^2$
Radiazione	s <sub>n</sub>	z <sub>n</sub>	fotoni	$R_n = \dot{D}_n / \dot{D}_r \cdot a_0/a_n$

neutronica diretta		(secondo 4.4)	elettroni	$R_n = \dot{D}_n / \dot{D}_e \cdot a_0/a_n$
Radiazione neutronica diffusa	$S_{ns}$	$Z_{ns}$	fotoni	$R_{ns} = 0,1 \cdot \dot{D}_n / \dot{D}_r \cdot a_0/a_{ns} \cdot b/l$
		(secondo 4.4)	elettroni	$R_{ns} = 0,1 \cdot \dot{D}_n / \dot{D}_e \cdot a_0/a_{ns} \cdot b/l$

Nella formula per il calcolo del fattore di riduzione, i simboli indicano:

- $a_0$  1 m (distanza del punto di riferimento dal punto di divergenza);
- $a_n$  distanza, espressa in m, del luogo da proteggere dal punto di divergenza per la radiazione diretta. Per la radiazione di frenamento, la radiazione trasmessa e la radiazione neutronica diretta, l'isocentro come punto di riferimento è considerato la media delle diverse posizioni del gantry;
- $a_s$  distanza, espressa in m, del luogo da proteggere dal punto di collisione del fascio primario (sorgente di radiazioni secondaria); l'isocentro è considerato il punto di riferimento.
- $a_t$  distanza, espressa in m, del luogo da proteggere dal punto di collisione della radiazione parassita (raggi X a diffusione primaria e/o radiazione trasmessa); il baricentro della superficie efficace è considerato il punto di riferimento.
- $a_{ns}$  distanza minima, espressa in m, che un fascio di neutroni senza schermatura deve coprire dall'isocentro per giungere dalla sua sorgente effettiva al luogo da proteggere;
- $b/l$  rapporto larghezza/lunghezza del labirinto formato mediante la sovrapposizione di schermature per contrastare la radiazione neutronica diretta; se le schermature non sono sovrapposte, si deve porre  $b/l = 1$ ;
- $k_e$  fattore per il calcolo delle schermature contro la radiazione di frenamento (Bremsstrahlung) prodotta all'esterno dell'acceleratore durante l'esercizio con fasci di elettroni secondo il punto 4.2;
- $\dot{D}_{re} / \dot{D}_e$  valore massimo del rapporto fra l'intensità di dose della componente parassita delle radiazioni fotoniche nel fascio primario di elettroni e l'intensità di dose della radiazione elettronica nel punto di riferimento;
- $\dot{D}_d / \dot{D}_r$  valore massimo del rapporto fra l'intensità di dose della radiazione trasmessa (senza componente neutronica) e l'intensità di dose dei raggi X, rispettivamente della radiazione elettronica nel punto di riferimento;
- $\dot{D}_d / \dot{D}_e$  valore massimo del rapporto fra l'intensità di dose assorbita nell'acqua dovuta alla radiazione neutronica e l'intensità di dose delle radiazioni fotoniche, rispettivamente della radiazione elettronica nel punto di riferimento;
- $F_n$  sezione massima del fascio di radiazione diretta, espressa in  $m^2$ , a 1 m di distanza dal punto di divergenza;
- $F_t$  sezione effettiva della sorgente di radiazioni terziaria, espressa in  $m^2$  (sezione della superficie di collisione della radiazione trasmessa o della radiazione fotonica diffusa, nella misura in cui non è coperta da un'altra schermatura nella direzione del luogo da proteggere).
- $F_0$  Superficie normale  $F_0 = 1 m^2$

## 4 Spessori di attenuazione a un decimo

### 4.1 Spessore di attenuazione a un decimo $z_r$

I valori si riferiscono alle componenti della radiazione secondo il punto 2.1, lettere a, b e c, ovvero alla tabella 1. Valgono per i fasci ampi e gli spessori corrispondenti a più spessori di attenuazione a un decimo.

Tabella 2

#### Spessori di attenuazione a un decimo $z_r$ , espressi in cm

Energia limite in MeV	Materiale di schermatura (densità, espressa in g/cm <sup>3</sup> )				
	Terra (1,8)	Calcestruzzo (2,2)	Calcestruzzo al bario (3,2)	Ferro (7,8)	Piombo (11,3)
2	23,8	19,5	13,8	7,3	3,7
4	34,2	28,0	19,2	9,0	5,0
6	41,3	33,8	22,7	9,8	5,3
8	46,1	37,7	25,0	10,3	5,5
10	49,5	40,5	26,7	10,5	5,6
12	51,9	42,5	27,3	10,6	5,6
14	54,4	44,5	27,9	10,6	5,6
16	56,0	45,8	28,5	10,7	5,6
18	56,8	46,5	29,1	10,7	5,6
20	57,6	47,1	29,7	10,8	5,5
22	58,3	47,7	29,8	10,8	5,4
24	59,0	48,3	29,9	10,8	5,4
26	59,8	48,9	30,1	10,7	5,4
28	60,5	49,5	30,2	10,7	5,4

## 4.2 Fattore $k_e$ per il calcolo della schermatura contro la radiazione di frenamento (Bremsstrahlung) prodotta all'esterno dell'emettitore di radiazioni durante l'esercizio con fasci di elettroni

Tabella 3

### Fattore $k_e$

Energia degli elettroni in MeV	Materiale di schermatura			
	Acqua	Terra /Alluminio Calcestruzzo / Calcestruzzo al bario	Ferro	Piombo
2	0,0000	0,0005	0,0006	0,0010
4	0,0005	0,0009	0,0016	0,0026
6	0,0012	0,0018	0,0030	0,0053
8	0,0020	0,0029	0,0051	0,0090
10	0,0030	0,0047	0,0077	0,0140
12	0,0040	0,0066	0,0115	0,0195
14	0,0055	0,0090	0,0160	0,0270
16	0,0070	0,0115	0,0200	0,0340
18	0,0090	0,0145	0,0250	0,0425
20	0,0105	0,0175	0,0300	0,0520
22	0,0130	0,0200	0,0360	0,0630
24	0,0155	0,0235	0,0415	0,0730
26	0,0170	0,0265	0,0470	0,0845
28	0,0190	0,0300	0,0535	0,0940

### 4.3 Spessori di attenuazione a un decimo $z_s$ per la radiazione fotonica secondaria e terziaria

Tabella 4

Materiale di schermatura	Terra	Calcestruzzo	Calcestruzzo al bario	Ferro	Vetro al piombo	Piombo
$z_s$ in cm	20	17	9	5	$23/\rho$ $\rho$ variabile	1,5

Per il vetro al piombo si deve utilizzare la densità  $\rho$ , espressa in  $g/cm^3$ , indicata dal fabbricante.

### 4.4 Spessori di attenuazione a un decimo $z_n$ e $z_{ns}$ per la radiazione neutronica

Tabella 5

Materiale di schermatura	Acqua, Paraffina	Calcestruzzo, Calcestruzzo al bario	Ferro, Piombo	
$z_n$ per la radiazione neutronica diretta	1° spessore di attenuazione a un decimo, in cm	15	25	42*
	2° e successivi spessori di attenuazione a un decimo, in cm	10	16	42*
$z_{ns}$ per la radiazione neutronica diffusa		8	13	37*

\* I materiali con numero atomico superiore a 10 richiedono, per la protezione contro i neutroni, uno spessore supplementare pari a 0,3 dello spessore di attenuazione a un decimo di materiale idrogenato dal lato della schermatura opposta alla sorgente dei neutroni.

*Allegato 3*  
(art. 9 cpv. 3)

## **Documentazione relativa alle misure tecniche edili di radioprotezione**

### **1 Piani di radioprotezione**

Nei piani di radioprotezione devono essere visibili tutte le caratteristiche dell'acceleratore e il progetto della sua collocazione necessari alla valutazione della radioprotezione. I documenti, in scala 1:50 o 1:100 e in formato A3 o A4, vanno presentati all'autorità preposta al rilascio delle licenze. Devono in particolare figurarvi i seguenti dati:

- a. la pianta e la sezione verticale del locale di irradiazione e di tutti i locali e spazi adiacenti, con indicazioni relative alla loro utilizzazione; le zone non accessibili devono essere dichiarate come tali;
- b. denominazione, spessore, densità ed eventuale composizione chimica dei materiali da costruzione di pavimenti e soffitti e di tutte le pareti intermedie, porte e finestre comprese;
- c. i dettagli costruttivi della porta di accesso al locale di irradiazione, se esistente;
- d. la disposizione e le dimensioni dell'acceleratore e di tutte le altre parti dell'impianto di irradiazione, tenendo conto di tutte le possibili ubicazioni nel locale;
- e. la posizione dei punti di divergenza per la radiazione fotonica e la radiazione elettronica; le distanze fra i punti di divergenza e l'isocentro; la posizione della traiettoria lungo la quale vengono accelerati gli elettroni;
- f. i punti di riferimento per determinare le distanze fra la sorgente di radiazioni e il luogo da proteggere;
- g. le possibili direzioni del fascio di radiazione diretta e le sue dimensioni massime a 1 m di distanza dal punto di divergenza per la radiazione fotonica e la radiazione elettronica;
- h. le misure di schermatura contro la radiazione ionizzante emessa dai dispositivi accessori (p. es. klystron, magnetron, thyatron);
- i. la proposta di delimitazione della zona sorvegliata;
- j. la posizione degli interruttori di emergenza, dei comandi che azionano la porta di accesso al locale di irradiazione, dei dispositivi di segnalazione dello stato di funzionamento e delle telecamere di sorveglianza.

## 2 Documentazione per il calcolo

### 2.1

La documentazione per il calcolo deve contenere almeno le seguenti indicazioni, tenuto conto delle basi di calcolo indicate nell'allegato 2:

- a. tutte le energie limite della radiazione fotonica e il campo di energia degli elettroni, nonché le rispettive intensità di dose massime, espresse in Gy/min nel fascio primario a 1 m di distanza dal punto di divergenza;
- b. il valore massimo del rapporto fra la dose assorbita nell'acqua per i tipi di radiazione elencati qui di seguito e l'intensità di dose nella radiazione diretta (per la radiazione fotonica [  $\dot{D}_r$  ], rispettivamente per la radiazione elettronica [  $\dot{D}_e$  ]) a 1 m di distanza dal punto di divergenza:
  - radiazione fotonica parassitaria durante l'esercizio con fasci di elettroni, a una distanza di 1 m dal punto di divergenza [  $\dot{D}_{re} / \dot{D}_e$  ]
  - radiazione trasmessa, in tutti i luoghi da proteggere [  $\dot{D}_d / \dot{D}_r$  ] e [  $\dot{D}_d / \dot{D}_e$  ]
  - radiazione neutronica nel fascio di radiazione diretta, a una distanza di 1 m dal punto di divergenza [  $\dot{D}_n / \dot{D}_r$  ] e [  $\dot{D}_n / \dot{D}_e$  ]
- c. la dose di base W, se diversa da  $10^6$  mGy/settimana; il fattore di direzione U; il fattore di permanenza T in tutti i luoghi esposti a radiazione secondo la lettera d, se diverso da 1 (allegato 2 punto 1.3).

### 2.2

Su richiesta dell'autorità cui compete il rilascio delle licenze o dell'autorità di vigilanza, il fornitore deve mettere a disposizione i dati determinanti ai fini della radioprotezione, in particolare:

- a. le indicazioni concernenti le sostanze radioattive prodotte per effetto fotoneutrale e le loro attività nei componenti dell'acceleratore e negli accessori forniti dal fabbricante;
- b. la frequenza di ricambi d'aria necessaria nel locale di irradiazione (a causa dell'attivazione dell'aria, ovvero della formazione di ozono).

*Allegato 4*  
(art. 12 cpv. 4, art. 22 cpv. 1)

## **Indicazioni minime nella documentazione dell'impianto**

### **1 Istruzioni per l'uso**

Le istruzioni per l'uso devono contenere almeno:

- a. indicazioni per l'identificazione dell'impianto;
- b. la dichiarazione di conformità secondo l'articolo 9 capoverso 1 ODmed<sup>14</sup>;
- c. la descrizione di tutti i processi di comando e preparazione per l'irradiazione;
- d. l'indicazione delle condizioni di esercizio con riferimento alle combinazioni ammissibili di parametri di irradiazione quali il tipo di radiazione, l'energia di radiazione, il filtro, l'ampiezza di campo e il modo di irradiazione;
- e. la descrizione e la spiegazione della funzione di tutti gli interblocchi e degli altri dispositivi di sicurezza;
- f. la descrizione di tutti gli specifici comandi e comportamenti da adottare, necessari alla protezione di pazienti, personale e terzi contro un'irradiazione inammissibile durante il funzionamento normale e in caso di incidente;
- g. indicazioni riguardo al collegamento di dispositivi del gestore, come gli interblocchi esterni, i dispositivi di segnalazione ottici e acustici;
- h. raccomandazioni per l'esecuzione dei controlli tecnici periodici e degli interventi di manutenzione richiesti dalla presente ordinanza (piano di controllo e di manutenzione);
- i. raccomandazioni per controlli e interventi di manutenzione non previsti dalla lettera h, nonché per intervalli più brevi tra di essi;
- j. indicazioni sulle parti dell'impianto soggette a usura (p. es. per effetto della radiazione ionizzante), con raccomandazioni in merito agli intervalli per la loro ispezione e sostituzione;
- k. i metodi di sterilizzazione e disinfezione delle parti dell'impianto che possono venire a contatto con il paziente;
- l. indicazioni generali sui metodi che il gestore deve prevedere per il raffreddamento dell'impianto e dei locali, l'illuminazione, la climatizzazione (in particolare la frequenza dei ricambi d'aria nel locale di irradiazione);
- m. altre indicazioni richieste dall'ORaP e dalla presente ordinanza.

<sup>14</sup> RS 812.213

## 2 Descrizione tecnica

Oltre a informazioni sul modo di funzionamento, la descrizione tecnica dell'acceleratore deve in particolare fornire al personale tecnico del gestore istruzioni che gli consentano di eseguire in modo indipendente regolazioni, sostituzioni di parti usurate e piccoli lavori di manutenzione.

Inoltre deve contenere almeno le seguenti informazioni specifiche dell'impianto, rilevanti per la radioprotezione:

- a. dettagli costruttivi dell'acceleratore nei quali siano visibili, in particolare, la tecnica di costruzione del blindaggio, nonché gli altri componenti determinanti per la radioprotezione e l'impiego in radioterapia;
- b. le componenti tipiche di radiazioni parassite nel fascio di radiazione diretta, quali componenti di radiazioni fotoniche in caso di funzionamento con radiazione elettronica, per tutte le energie e grandezze di campo rappresentative; la componente di radiazione neutronica in caso di funzionamento con radiazione fotonica ed elettronica ed energie di almeno 10 MeV;
- c. indicazioni sull'intensità di dose o l'intervallo di intensità di dose in condizioni di riferimento per tutti i tipi di radiazione e tutte le energie disponibili;
- d. indicazioni sulla radiazione trasmessa (compresa la componente neutronica) attraverso diaframmi, collimatore primario e blindaggio per la radiazione fotonica ed elettronica;
- e. istruzioni sul comportamento da seguire in caso di incidente tecnico o radiologico e di eventi radiologici medici.

## 3 Libretto d'impianto

Il libretto d'impianto deve contenere almeno:

- a. la domanda di licenza e i piani di costruzione relativi alla radioprotezione approvati;
- b. la licenza dell'UFSP per l'installazione e l'esercizio dell'impianto;
- c. i verbali e i dati relativi a tutti gli esami e ai controlli eseguiti, quali collaudi, esami dello stato, esami di stabilità e rapporti di manutenzione;
- d. una descrizione tecnica e informazioni specifiche sull'impianto;
- e. istruzioni sul programma di garanzia della qualità;
- f. la registrazione delle avarie e delle loro riparazioni nonché indicazioni sul luogo di conservazione e sull'accesso agli eventi radiologici medici e incidenti registrati e alla loro riparazione;
- g. indicazioni sull'organizzazione della clinica di radioterapia e il suo programma di radioprotezione, nella misura in cui sono rilevanti per l'applicazione pratica della terapia.

*Allegato 5*  
(art. 15 cpv. 5)

## **Indicazioni minime nella documentazione relativa alle irradiazioni**

### **1 Prescrizione medica del trattamento**

La prescrizione medica del trattamento comprende almeno:

- a. l'identificazione del paziente;
- b. i dati anamnestici (in particolare gravidanza) e una breve descrizione della malattia;
- c. lo scopo del trattamento e il programma globale di trattamento;
- d. i volumi di irradiazione definiti anatomicamente e gli organi a rischio, se necessario motivati da informazioni ottenute mediante metodica per immagini;
- e. la dose per frazione e la dose totale nei volumi bersaglio e negli organi a rischio;
- f. le modalità di frazionamento dell'irradiazione;
- g. direttive in merito alla sorveglianza del trattamento (programma di garanzia della qualità);
- h. la data e l'identificazione del medico responsabile della prescrizione del trattamento.

### **2 Istruzioni relative all'irradiazione specifica del paziente**

Le istruzioni relative al trattamento comprendono almeno:

- a. l'identificazione del paziente;
- b. il metodo radioterapeutico da applicare e i documenti di pianificazione;
- c. la posizione del volume bersaglio e degli organi a rischio, eventualmente i punti di riferimento anatomici;
- d. lo svolgimento dell'irradiazione (in particolare il numero di campi, il numero di frazioni al giorno e il totale, gli intervalli fra le frazioni);
- e. i parametri geometrici di regolazione della sorgente e del tavolo di trattamento (in particolare la grandezza e l'angolazione del campo, i parametri di posizionamento, la distanza fuoco pelle) nonché indicazioni sulle modalità di posizionamento e contenimento del paziente;

- f. i parametri fisici di irradiazione (in particolare il modo di irradiazione, il tipo di radiazione ed energia, le dosi per frazioni e il totale nei volumi bersaglio e negli organi a rischio, le unità monitor);
- g. gli accessori specifici del campo (filtro a cuneo, blocchi schermanti, compensatori, collimatore multilamellare, ecc.);
- h. le misure di controllo (immagini portali, dosimetria in vivo, esami di laboratorio, ecc.);
- i. la data e l'identificazione delle persone responsabili della pianificazione delle irradiazioni (medico, fisico medico).

### **3 Attestato di irradiazione**

L'attestato di irradiazione comprende almeno:

- a. l'identificazione del paziente;
- b. la data, l'ora e il numero della seduta;
- c. l'impianto di irradiazione, se le sedute di trattamento vengono effettuate con più impianti;
- d. il modo di irradiazione, il tipo di radiazione ed energia;
- e. la designazione dei campi di radiazione o della sequenza di radiazione;
- f. la dose applicata per campo o sequenza di radiazione (in unità monitor);
- g. la dose nel volume bersaglio (per frazione e cumulativamente per l'intero trattamento) e la dose cumulata negli organi a rischio;
- h. la dose cumulata conseguente alla metodica per immagini;
- i. i parametri geometrici e fisici di irradiazione che si discostano da quelli della prescrizione del trattamento specifica per il paziente;
- j. l'identificazione della persona responsabile dell'esecuzione dell'irradiazione.

*Allegato 6*  
(art. 21 cpv. 3)

## **Entità ed esecuzione degli esami di stabilità**

### **1 In generale**

Gli esami di stabilità dell'acceleratore hanno lo scopo primario di scoprire tempestivamente alterazioni sostanziali delle caratteristiche dell'impianto, in particolare quelle riguardanti gli indicatori di qualità dell'apparecchiatura, durante tutto il suo funzionamento. Se vengono superate le tolleranze fissate o vengono accertate altre anomalie, si devono effettuare le corrispondenti nuove tarature e/o riparazioni.

Per determinare i valori di partenza degli esami di stabilità, bisogna eseguire, subito dopo il collaudo e gli interventi di manutenzione o altri esami dello stato, una prova secondo il procedimento previsto per gli esami di stabilità.

Si possono tralasciare gli esami di stabilità dei dispositivi e degli indicatori di qualità dell'apparecchiatura per i quali misure di costruzione garantiscono che essi vengono verificati, almeno una volta al giorno, prima dell'inizio dell'impiego terapeutico, da un dispositivo automatico in configurazione ridondante, che assicura il rispetto delle tolleranze fissate e segnala gli eventuali scarti.

La portata degli esami di stabilità va adeguata di conseguenza quando vengono introdotti nuovi metodi di irradiazione e innovazioni tecniche.

### **2 Esami di stabilità**

L'entità, la periodicità e i metodi degli esami di stabilità si basano sulle raccomandazioni della SSRFM n. 11 (novembre 2003)<sup>15</sup> e n. 15 (settembre 2007)<sup>16</sup>:

Il titolare della licenza deve adeguare la periodicità e i metodi degli esami di stabilità, qualora l'esperienza o lo stato della scienza e della tecnica lo richiedano, in particolare riguardo ad applicazioni speciali o a innovazioni tecniche.

<sup>15</sup> Raccomandazione n. 11 della Società Svizzera di Radiobiologia e di Fisica Medica, «Quality Control of Medical Electron Accelerators», ISBN: 3 908 125 57 X. La raccomandazione è disponibile nelle librerie oppure all'indirizzo Internet [www.sgsmp.ch](http://www.sgsmp.ch) (in lingua inglese).

<sup>16</sup> Raccomandazione n. 15 della Società Svizzera di Radiobiologia e di Fisica Medica «Quality control for Intensity-modulated radiation therapy», ISBN: 3 908 125 41 3. La raccomandazione è disponibile nelle librerie oppure all'indirizzo Internet [www.sgsmp.ch](http://www.sgsmp.ch) (in lingua inglese).

# **Ordinanza del DFI sulla dosimetria individuale e ambientale (Ordinanza sulla dosimetria)**

del ...

Avamprogetto per l'indagine conoscitiva

---

*Il Dipartimento federale dell'interno (DFI), d'intesa con l'Ispettorato federale della sicurezza nucleare (IFSN),*

visto l'articolo 79 capoverso 1 dell'ordinanza del...<sup>1</sup> sulla radioprotezione (ORaP),  
*ordina:*

## **Capitolo 1: Disposizioni generali**

### **Art. 1**            Oggetto

La presente ordinanza disciplina le disposizioni tecniche relative alla dosimetria individuale e ambientale e stabilisce i requisiti per i sistemi di dosimetria.

### **Art. 2**            Definizioni

Per la presente ordinanza si applicano le definizioni di cui all'articolo 2 e all'allegato 1 ORaP nonché quelle ai sensi dell'allegato 1 della presente ordinanza.

### **Art. 3**            Vigilanza

L'autorità di riconoscimento di cui all'articolo 82 ORaP è competente per la vigilanza dei servizi di dosimetria individuale.

### **Art. 4**            Oggetto del riconoscimento di un servizio di dosimetria individuale

Il riconoscimento del servizio di dosimetria individuale si estende ai seguenti oggetti:

- a. determinazione delle grandezze di misura;
- b. tipi di radiazioni e di radionuclidi misurati;
- c. metodi di misura applicati;
- d. formato della notifica delle dosi.

### **Art. 5**            Pubblicazione del riconoscimento

L'autorità di riconoscimento pubblica la lista dei servizi di dosimetria individuale.

**RS 814.501.43**

<sup>1</sup> **RS 814.501**

**Art. 6** Rilevamento dei componenti essenziali dell'irradiazione

<sup>1</sup> Se è dimostrato che la dose efficace, risultante o dalle radiazioni di fotoni o di neutroni, non può essere superiore al 10 per cento rispetto alla dose globale annua di una persona, si può rinunciare, con l'accordo dell'autorità di vigilanza, all'accertamento individuale di questo componente.

<sup>2</sup> Il rilevamento della dose efficace risultante dall'incorporazione nelle zone controllate di cui all'articolo 91 capoverso 2 ORaP è disciplinato nelle schede caratteristiche specifiche dei radionuclidi di cui all'allegato 15.

<sup>3</sup> Per i lavori effettuati nelle zone di cui all'articolo 96 ORaP si può rinunciare, con l'accordo dell'autorità di vigilanza, al rilevamento individuale della dose efficace risultante dall'incorporazione per quei nuclidi che, complessivamente, non forniscono un contributo superiore a 1 mSv dell'intera dose annua di una persona.

<sup>4</sup> Se in una zona di lavoro ai sensi dell'articolo 95 ORaP, viene superata un'utilizzazione annua specifica del nuclide di 200 livelli di licenza (LA) nello svolgimento di un'attività con sorgenti radioattive non sigillate o di 20 livelli di licenza nell'esecuzione di attività con sorgenti volatili o gassose deve essere eseguita una sorveglianza dell'incorporazione.

**Art. 7** Dosimetria delle persone mobilitate in caso di aumento di radioattività

<sup>1</sup> I livelli di dose accertati sulle persone mobilitate vanno iscritti nel protocollo e tenuti a disposizione dell'Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP).

<sup>2</sup> La dosimetria può essere eseguita da un servizio di dosimetria individuale riconosciuto. Il Dipartimento federale della difesa, della protezione della popolazione e dello sport (DDPS) disciplina possibilità alternative per l'esecuzione della dosimetria sulle persone mobilitate.

<sup>3</sup> Se si sospetta un'incorporazione, si deve procedere a un controllo dell'incorporazione secondo l'articolo 34.

<sup>4</sup> In campi di radiazione sufficientemente conosciuti e omogenei si può rinunciare alla misura individuale della dose individuale a condizione che essa sia accertata mediante calcolo.

**Capitolo 2: Irradiazione esterna di persone****Sezione 1: Esecuzione della dosimetria****Art. 8** Modalità per l'utilizzo del dosimetro

Il dosimetro per l'intero corpo deve essere portato all'altezza del petto mentre le donne incinte devono portarlo all'altezza del ventre.

**Art. 9** Utilizzo di più dosimetri

<sup>1</sup> Le persone sorvegliate devono portare diversi dosimetri quando il livello di dose di un singolo dosimetro non è rappresentativo per la determinazione della dose efficace a causa dell'inomogeneità del campo di radiazioni.

<sup>2</sup> L'autorità di vigilanza stabilisce nel singolo caso:

- a. il metodo di rilevazione della dose efficace sulla base delle dosi delle diverse parti del corpo;
- b. le modalità di notifica al servizio di dosimetria individuale.

<sup>3</sup> Le persone professionalmente esposte a radiazioni, che durante l'esecuzione di lavori in radiologia interventistica in qualità di responsabili o di incaricati dell'esame devono rimanere in prossimità dei pazienti, sono obbligate a utilizzare un secondo dosimetro.

**Art. 10** Modalità per l'utilizzo con un grembiule di radioprotezione

<sup>1</sup> Il dosimetro deve essere portato sotto il grembiule di radioprotezione all'altezza del petto. In caso di utilizzo di un secondo dosimetro, questo deve essere portato sopra il grembiule di radioprotezione all'altezza del petto e deve essere contrassegnato appositamente dal servizio di dosimetria individuale.

<sup>2</sup> Con due dosimetri, la dose individuale totale è calcolata come segue:

$$H_{totale}(10) = H_{sotto}(10) + a \cdot H_{sopra}(10)$$

$$H_{totale}(0.07) = H_{sotto}(0.07) + H_{sopra}(0.07)$$

dove  $H_{sotto}$  significa dose misurata sotto il grembiule di radioprotezione e  $H_{sopra}$  significa dose misurata sopra il grembiule di radioprotezione;  $a = 0.1$ , se il grembiule di radioprotezione non protegge la tiroide, e  $a = 0.05$ , se la protegge.

<sup>3</sup> Il titolare della licenza segnala al servizio di dosimetria individuale:

- a. le persone che necessitano di un secondo dosimetro;
- b. se portano una protezione per la tiroide.

<sup>4</sup> Il servizio di dosimetria individuale calcola la dose individuale totale e segnala  $H_{sotto}$ ,  $H_{sopra}$  e  $H_{totale}$  all'azienda e al registro centrale delle dosi.

**Art. 11** Dose per il cristallino

<sup>1</sup> L'equivalente di dose per il cristallino viene equiparato alla dose superficiale individuale  $H_p(0.07)$  misurata con il dosimetro per l'intero corpo. In alternativa può essere misurata con un dosimetro per il cristallino e segnalata.

<sup>2</sup> In campi di radiazione inhomogenei, nei quali la dose per l'intero corpo non è rappresentativa della dose per il cristallino, l'autorità di vigilanza può esigere nel singolo caso che venga portato un secondo dosimetro in prossimità degli occhi.

<sup>3</sup> In caso di utilizzo di due dosimetri per l'intero corpo con il grembiule di radioprotezione, la dose per il cristallino equivale alla dose superficiale individuale totale  $H_{totale}(0.07)$  di cui all'articolo 10 capoverso 2.

<sup>4</sup> In caso di utilizzo di occhiali protettivi il perito stabilisce d'accordo con l'autorità di vigilanza un fattore di correzione individuale  $f_L < 1$  e lo comunica al servizio di dosimetria individuale. Il servizio di dosimetria individuale calcola e segnala la dose individuale per il cristallino all'azienda e al registro centrale delle dosi come segue:

$$1 \text{ dosimetro per l'intero corpo: } H_{\text{cristallino}}(0.07) = f_L * H_p(0.07)$$

$$2 \text{ dosimetri per l'intero corpo: } H_{\text{cristallino}}(0.07) = H_{\text{sotto}}(0.07) + f_L * H_{\text{sopra}}(0.07)$$

I valori  $H_{\text{sotto}}(0.07)$  e  $H_{\text{sopra}}$  sono fissati in base all'articolo 10 capoverso 2).

#### **Art. 12** Dosimetro per le estremità

<sup>1</sup> Nello svolgimento di attività con sorgenti di radiazione che possano raggiungere elevate intensità di dose a livello delle mani, deve essere portato anche un dosimetro per le estremità. Si tratta in particolare delle seguenti attività:

- a. manipolazioni in zone di lavoro con emettitori  $\gamma$  in caso di utilizzazione superiore a 200 LA all'anno;
- b. manipolazioni in zone di lavoro con emettitori  $\beta$  con  $E_{\beta \text{ max}} > 1 \text{ MeV}$  nella zona di lavoro di tipo B o in caso di utilizzazione superiore a 200 LA all'anno;
- c. esami in ambito di dose forte della radiologia interventistica;
- d. lavori di regolazione di impianti analitici a raggi X.

<sup>2</sup> L'autorità di vigilanza può esigere nel singolo caso l'impiego di un dosimetro per le estremità anche per altre attività durante le quali la dose delle estremità possa superare i 25 mSv all'anno.

<sup>3</sup> Il dosimetro per le estremità deve essere portato, nei limiti del possibile, sulle parti in cui ci si deve attendere la dose più elevata.

#### **Art. 13** Accertamento delle dosi per le estremità nella manipolazione di sorgenti non sigillate

<sup>1</sup> Nella manipolazione di sorgenti non sigillate la dose per le estremità viene calcolata con un fattore di correzione a partire dalla dose misurata dal dosimetro ad anello nel modo seguente:

$$H_{\text{extr}} = f_E * H_p(0.07)$$

dove  $H_p(0.07)$  è la dose misurata dal dosimetro ad anello e  $f_E$  il fattore di correzione. Il fattore di correzione ammonta a  $f_E = 5$ .

<sup>2</sup> Con l'accordo dell'autorità di vigilanza, il titolare della licenza può stabilire e utilizzare fattori di correzione individuali attraverso misurazioni adeguate.

<sup>3</sup> Il titolare della licenza segnala al servizio di dosimetria individuale le persone che lavorano con sorgenti non sigillate e i rispettivi fattori di correzione individuali.

<sup>4</sup> Il servizio di dosimetria individuale calcola la dose individuale per le estremità e segnala  $H_p(0.07)$ ,  $f_E$  e  $H_{\text{extr}}$  all'azienda e al registro centrale delle dosi.

**Art. 14** Utilizzo di un dosimetro individuale attivo come secondo dosimetro

L'autorità di vigilanza può esigere in singoli casi l'impiego di dosimetri individuali attivi (APD) in particolare per:

- a. garantire un controllo tempestivo dell'esposizione delle persone nel campo di radiazioni (dosimetria per specifica attività lavorativa);
- b. avviare misure in caso di raggiungimento o superamento delle soglie d'allarme;
- c. informare e sensibilizzare in tempo reale le persone esposte a radiazioni sulle dosi che ricevono durante lo svolgimento di un'attività;
- d. ottimizzare il comportamento delle persone esposte al campo di radiazioni e quindi ridurre la dose individuale e collettiva.

**Art. 15** Accertamento della dose del personale di volo

<sup>1</sup> L'operatore di aeromobili aeree accerta la dose individuale del personale di volo esposto professionalmente alle radiazioni mediante un software riconosciuto dall'autorità preposta al rilascio della licenza.

<sup>2</sup> Il software deve essere conforme allo stato della tecnica.

**Art. 16** Protrazione del periodo di misura

Una protrazione del periodo di misura di cui all'articolo 73 capoverso 2 e all'articolo 74 capoverso 2 ORaP di oltre un mese o un trimestre è possibile con l'accordo dell'autorità di vigilanza, in particolare se:

- a. le persone interessate sono controllate anche da un sistema di dosimetria individuale supplementare a lettura diretta; o
- b. esiste una dosimetria locale con indicazione dell'intensità di dose o con allarme.

**Sezione 2: Requisiti tecnici dei sistemi di dosimetria****Art. 17** Requisiti generali

I sistemi di misura di cui all'articolo 80 capoverso 2 lettera d ORaP devono permettere la determinazione delle grandezze operative, di cui all'allegato 4 ORaP per la dosimetria individuale in caso di irradiazione esterna.

**Art. 18** Requisiti per le condizioni ordinarie

La deviazione del livello della dose  $H_m$ , accertato in condizioni di routine dal livello di riferimento della grandezza operativa  $H_t$ , per quanto concerne le radiazioni fotoniche, deve rimanere entro i limiti fissati all'allegato 2.

**Art. 19**      Requisiti per il riconoscimento

<sup>1</sup> I sistemi di dosimetria devono adempire i requisiti di cui agli allegati 3–9.

<sup>2</sup> La deviazione del livello di dose accertato dal livello di riferimento, nelle condizioni di riferimento di cui all'articolo 23, non deve essere superiore a  $\pm 10$  per cento.

<sup>3</sup> L'autorità di riconoscimento può permettere nel singolo caso l'applicazione di un fattore di normalizzazione relativo alle condizioni di riferimento, se i dosimetri sono portati in un campo di radiazioni conosciuto che si differenzia sensibilmente dal campo di radiazioni di riferimento.

<sup>4</sup> L'autorità di riconoscimento può, per quanto concerne la dipendenza in funzione dell'energia o il campo di misura, concedere deroghe ai requisiti di cui agli allegati 3–9. A questo scopo, è necessario che l'operatore del servizio di dosimetria dimostri che:

- a. il suo sistema di dosimetria è utilizzato in campi di radiazione che forniscono un contributo di dose significativo solo in un intervallo di energia parziale; oppure
- b. per ragioni fisiche o grazie a misure tecniche è impossibile che, durante l'irradiazione, sia superato un determinato valore massimo di dose.

**Art. 20**      Requisiti supplementari per il riconoscimento di APD

<sup>1</sup> Un APD deve aver superato una prova di omologazione secondo le norme tecniche riconosciute.

<sup>2</sup> Mediante misure e provvedimenti appropriati si deve garantire che i dati dosimetrici non possano essere cancellati prima del trasferimento nei dispositivi di memorizzazione del servizio di dosimetria individuale.

<sup>3</sup> La dipendenza della misura della dose dall'intensità di dose, se del caso anche per radiazioni pulsanti, deve essere specificata.

<sup>4</sup> Il dosimetro deve rispondere alle esigenze del luogo di impiego.

**Art. 21**      Requisiti degli APD come secondi dosimetri

<sup>1</sup> I requisiti degli APD supplementari secondo l'articolo 14 sono stabiliti dall'autorità di vigilanza per applicazioni concrete. Le applicazioni includono:

- a. i requisiti minimi di misura;
- b. la calibrazione e la tracciabilità
- c. l'impostazione delle soglie di allarme; e
- d. la garanzia di qualità.

<sup>2</sup> I livelli di dose accertati mediante un APD devono essere analizzati e registrati dopo ogni periodo di lavoro.

**Art. 22** Misure di interconfronto

<sup>1</sup> Nell'ambito delle misure di interconfronto di cui all'articolo 84 capoverso 2 ORaP deve essere verificata la precisione di misura alle condizioni di riferimento secondo l'articolo 23.

<sup>2</sup> Se i livelli di dose accertati nelle condizioni di riferimento divergono del 10 per cento dal livello di riferimento, il servizio di dosimetria individuale deve stabilire la causa ed eventualmente eseguire una nuova calibrazione del sistema di dosimetria.

<sup>3</sup> Se nell'ambito di misure di interconfronto sono eseguiti test complementari, i requisiti di cui all'articolo 18 e agli allegati 3–9 devono essere adempiti, tenuto conto di eventuali eccezioni conformemente agli articoli 19 capoversi 3 e 4.

**Sezione 3: Definizioni e condizioni tecniche****Art. 23** Condizioni di riferimento

Le condizioni di riferimento per il fantoccio di cui all'articolo 24, nell'ambito di dose tra 2 e 10 mSv, sono definite per i fasci di radiazione seguenti:

- a. fotoni: sorgente di cesio 137;
- b. elettroni: sorgente di stronzio/ittrio 90;
- c. neutroni: sorgente di americio/berillio 90.

**Art. 24** Definizione del fantoccio

<sup>1</sup> Il fantoccio per i dosimetri individuali e i dosimetri per il cristallino consiste in un recipiente a forma di parallelepipedo in polimetilmetacrilato (plexiglas) di dimensione  $30 \times 30 \times 15$  cm<sup>3</sup>, con pareti dello spessore di 10 mm (anteriormente di 2,5 mm). Il recipiente è riempito d'acqua.

<sup>2</sup> Il fantoccio per i dosimetri delle estremità consiste in una barra cilindrica in plexiglas con un diametro di 19 mm e una lunghezza di 300 mm.

**Art. 25** Grandezze di misura

<sup>1</sup> Le grandezze operative per la dosimetria individuale devono essere ricavate da coefficienti di conversione di cui all'allegato 10 dalle seguenti grandezze di misura:

- a. profilo del kerma nell'aria ( $K_a$ ) per fotoni;
- b. dose assorbita nell'aria ( $D_a$ ) o fluena ( $\Phi$ ) per elettroni;
- c. fluena ( $\Phi$ ) per neutroni.

<sup>2</sup> I sistemi di misura devono poter essere rapportati a standard nazionali attraverso le grandezze di cui al capoverso 1 lettere a–c.

**Art. 26** Geometria di irradiazione per fotoni e neutroni

Il fascio di radiazione deve essere centrato sul fantoccio e incidere perpendicolarmente ad esso. Il punto di riferimento è il centro del lato anteriore della superficie del fantoccio dietro il dosimetro. La distanza tra la sorgente e il fantoccio, per l'irradiazione di quest'ultimo, deve essere di almeno 2 m. Il fascio di radiazione deve coprire l'intero fantoccio.

**Art. 27** Geometria di irradiazione per raggi beta

Il fascio di radiazione deve essere centrato sul fantoccio e incidere perpendicolarmente ad esso. Il punto di riferimento è il centro del lato anteriore della superficie del fantoccio dietro il dosimetro. La distanza tra la sorgente e il fantoccio, per l'irradiazione di quest'ultimo, deve essere di almeno 20 cm e al massimo di 50 cm. Il fascio di radiazione deve coprire l'intero fantoccio.

**Art. 28** Fasci di radiazione di riferimento

I fasci di radiazione di riferimento, di cui all'allegato 10, devono corrispondere alle norme ISO<sup>2</sup> 4037<sup>3</sup> (irradiazione di fotoni), ISO 8529<sup>4</sup> (irradiazione di neutroni) e ISO 6980<sup>5</sup> (irradiazione beta).

<sup>2</sup> International Organization for Standardization.

Le norme tecniche ISO riportate in questa ordinanza possono essere consultate gratuitamente presso l'Ufficio federale della sanità pubblica, 3003 Berna oppure ottenute contro pagamento presso l'Associazione svizzera di normalizzazione, Bürglistrasse 29, 8400 Winterthur, [www.snv.ch](http://www.snv.ch).

<sup>3</sup> ISO 4037-1, edizione: 1996-12

Radiazioni X e radiazioni gamma di riferimento per tarare dosimetri e rivelatori di rateo di dose e per determinare la loro risposta in funzione dell'energia – Parte 1: Caratteristiche delle radiazioni e metodi di produzione.

ISO 4037-2, edizione: 1997-12

Radiazioni X e radiazioni gamma di riferimento per tarare dosimetri e rivelatori di rateo di dose e per determinare la loro risposta in funzione dell'energia – Parte 2: Dosimetria per la radioprotezione negli intervalli di energia compresi tra 8 keV e 1,3 MeV, e tra 4 MeV e 9 MeV.

ISO 4037-3, edizione: 1999-06

Radiazioni X e radiazioni gamma di riferimento per tarare dosimetri e rivelatori di rateo di dose e per determinare la loro risposta in funzione dell'energia – Parte 3: Calibrazione di dosimetri di zona (o di ambiente) e di dosimetri individuali e misura della loro risposta in funzione dell'energia e dell'angolo di incidenza.

ISO 4037-4, edizione: 2004-10

Radiazioni X e radiazioni gamma di riferimento per tarare dosimetri e rivelatori di rateo di dose e per determinare la loro risposta in funzione dell'energia – Parte 4: Calibrazione di dosimetri di zona (o di ambiente) e di dosimetri individuali in fasci di radiazione di riferimento X di debole energia.

<sup>4</sup> ISO 8529-1, edizione: 2001-02

Fasci di radiazione di neutroni di riferimento - Parte 1: Caratteristiche e metodi di produzione.

ISO 8529-2, edizione: 2000-08

Fasci di radiazione di neutroni di riferimento – Parte 2: Basi per calibrare apparecchi di misura per la radioprotezione in relazione alle grandezze di misura fondamentali che caratterizzano il fascio di radiazione.

ISO 8529-3, edizione: 1998-11

**Art. 29** Condizioni per la verifica della dipendenza energetica

La dipendenza energetica deve essere verificata irradiando il fantoccio perpendicolarmente secondo l'articolo 24 ad un livello di riferimento della grandezza di misura operativa tra 2 e 10 mSv.

**Art. 30** Condizioni per la verifica della dipendenza angolare

La dipendenza angolare deve essere verificata irradiando il fantoccio secondo l'articolo 24 con incidenza a diversi angoli e ad un livello di riferimento della grandezza di misura operativa tra 2 e 10 mSv.

**Art. 31** Condizioni per la verifica della riproducibilità

La riproducibilità deve essere verificata nelle condizioni di riferimento. A questo fine dev'essere accertata la dispersione delle dosi, che è segnalata da diversi dosimetri irradiati in condizioni identiche.

**Art. 32** Fading

L'effetto di fading sul livello di dose deve essere accertato in condizioni normali d'esercizio, durante un periodo di misura.

**Art. 33** Arrotondamento dei livelli di dose

<sup>1</sup> I valori di misura in mSv devono essere arrotondati al primo decimale dai servizi di dosimetria individuale dopo deduzione del valore di fondo.

<sup>2</sup> In deroga a quanto sopra, per i dosimetri individuali utilizzati nel caso di radiazioni fotoniche, nell'ambito di dose più basso ( $<0,1$  mSv) i valori misurati inferiori a 0,075 mSv devono essere arrotondati a 0. I valori misurati uguali o superiori a 0,075 mSv devono essere arrotondati a 0,1 mSv.

**Capitolo 3: Irradiazione interna di persone****Sezione 1: Esecuzione della dosimetria****Art. 34** Sorveglianza dell'incorporazione

<sup>1</sup> La sorveglianza dell'incorporazione individuale consiste nella misura dell'attività accumulata nel corpo o dell'attività da esso espulsa.

<sup>2</sup> Il metodo di misura deve adempire i requisiti di cui all'allegato 15.

Fasci di radiazione di neutroni di riferimento – Parte 3: Calibrazione di dosimetri di zona (o di ambiente) e di dosimetri individuali e misura della loro risposta in funzione dell'energia dei neutroni e dell'angolo di incidenza.

5 ISO 6980, edizione: 1996-10

Radiazioni beta di riferimento per tarare dosimetri e rivelatori di rateo di dose e per determinare la loro risposta in funzione dell'energia.

<sup>3</sup> Se all'autorità di riconoscimento è apportata la prova che un altro metodo di misura o un altro intervallo di sorveglianza sono equivalenti o migliori rispetto a quelli menzionati nell'allegato 15, sono ammessi adeguamenti nelle misure di incorporazione di cui all'articolo 35 capoverso 1 lettera b.

#### **Art. 35** Procedura di misura

<sup>1</sup> La sorveglianza dell'incorporazione deve avvenire mediante:

- a. una misurazione di sondaggio eseguita dall'azienda conformemente ai requisiti dell'autorità di vigilanza;
- b. una misura di incorporazione con apparecchiature adeguate eseguita da un servizio di dosimetria individuale riconosciuto.

<sup>2</sup> I risultati della misurazione di sondaggio non sono utilizzati per l'accertamento della dose.

<sup>3</sup> Se il risultato di una misurazione di sondaggio è superiore alla soglia di misura specifica del nuclide secondo l'allegato 15, deve essere eseguita una misura di incorporazione.

#### **Art. 36** Intervalli di sorveglianza

<sup>1</sup> Gli intervalli di sorveglianza per determinati nuclidi sono fissati nell'allegato 15.

<sup>2</sup> Per i nuclidi che non sono contenuti nell'allegato 15 gli intervalli di sorveglianza devono essere scelti in modo che un'incorporazione avvenuta effettivamente all'inizio o al termine dell'intervallo, per quanto possibile, non sia sottovalutata o sopravvalutata di un fattore superiore a 3.

<sup>3</sup> Per quanto concerne le sostanze radioattive con tempo di dimezzamento molto breve (< 1 giorno), la sorveglianza dell'incorporazione deve avvenire mediante frequenti misurazioni di sondaggio, per esempio ogni giorno lavorativo.

<sup>4</sup> Se il periodo di lavoro in una zona controllata è più breve di un intervallo di sorveglianza per un nuclide ivi manipolato o per un nuclide rilevante per la dose incorporata, al termine del periodo di lavoro deve essere eseguita una misurazione di sondaggio.

#### **Art. 37** Miscele di nuclidi

<sup>1</sup> Qualora si possa ammettere l'esistenza di una composizione immutata di nuclidi, si può limitare la misura dell'incorporazione a un nuclide guida.

<sup>2</sup> La determinazione della dose sulla base della misura del nuclide guida sorvegliato deve essere documentata.

#### **Art. 38** Misura della concentrazione di attività nell'aria respirabile

In casi particolari l'autorità di vigilanza può permettere una misura della concentrazione di attività nell'aria respirabile, qualora ritenga che un controllo dell'incorporazione individuale sia inadeguato.

**Art. 39** Nuclidi speciali

Se per determinati nuclidi non ci sono servizi di misura di incorporazione riconosciuti, le autorità di vigilanza decidono a quali servizi affidare l'esecuzione dei relativi esami e quali procedure devono essere seguite (frequenza e metodo di misura).

**Art. 40** Accertamento della dose in caso di esposizione al radon

<sup>1</sup> L'accertamento della dose in caso di esposizione al radon secondo l'articolo 63 capoverso 1 lettera d ORaP è eseguito da un servizio di dosimetria individuale riconosciuto per il radon o dal titolare della licenza.

<sup>2</sup> L'accertamento della dose avviene secondo l'allegato 12.

<sup>3</sup> L'autorità di vigilanza definisce il fattore di equilibrio ( $F$ ) di concerto con il titolare della licenza.

<sup>4</sup> Il titolare della licenza può, con l'accordo dell'autorità di vigilanza, determinare e utilizzare autonomamente attraverso misure adeguate un fattore di equilibrio ( $F$ ).

**Sezione 2:****Esecuzione di misurazioni di sondaggio e condizioni per il riconoscimento di servizi di misura dell'incorporazione****Art. 41** Misurazioni di sondaggio

<sup>1</sup> Negli apparecchi per le misurazioni di sondaggio, la soglia di misura specifica del nuclide deve essere stabilita mediante una calibrazione o una misura di interconfronto e verificata ogni tre anni.

<sup>2</sup> Devono essere documentate in direttive aziendali interne:

- a. la procedura scelta per le misurazioni di sondaggio, in particolare misurazione dell'intensità di dose, analisi dell'urina mediante misurazione a scintillazione liquida, misurazione della tiroide;
- b. la calibrazione; e
- c. le misure di garanzia della qualità. .

<sup>3</sup> I risultati delle misurazioni di sondaggio devono essere messi a verbale individualmente.

**Art. 42** Riconoscimento dei servizi di misura di incorporazione

<sup>1</sup> Il riconoscimento di un servizio di misura di incorporazione di cui agli articoli 80-82 ORaP avviene per nuclidi definiti.

<sup>2</sup> Nell'analisi dell'escreto, devono poter essere determinate le attività misurate, rispettivamente le concentrazioni di attività:

- a. tra 10 e 100 volte il valore della soglia di misura di cui all'allegato 13; e
- b. con una deviazione massima dal livello di riferimento del 20 per cento.

<sup>3</sup> Per le misure dirette, deve poter essere determinata l'attività in un fantoccio approvato dall'autorità di riconoscimento:

- a. il cui valore si situa tra la soglia di misura, di cui all'allegato 15 e 100 volte il suo valore;
- b. con una deviazione massima dal valore di misura del 20 per cento.

<sup>4</sup> I sistemi di misura devono corrispondere allo stato della tecnica e devono poter essere rapportati a standard appropriati attraverso una catena ininterrotta di misurazioni comparative.

### **Sezione 3: Modelli standard per i calcoli**

#### **Art. 43**          Calcolo degli standard

<sup>1</sup> Il calcolo degli standard delle dosi efficaci impegnate deve essere eseguito secondo l'allegato 11.

<sup>2</sup> I dati specifici relativi ai nuclidi da utilizzare per i calcoli sono menzionati nell'allegato 15.

<sup>3</sup> Per il calcolo della dose nell'esercizio di routine si assume che il momento dell'incorporazione si situi a metà dell'intervallo di sorveglianza. Se si conosce il momento di incorporazione se ne tiene conto al momento del calcolo.

<sup>4</sup> Se è dimostrato che il materiale radioattivo nella forma impiegata presenta un metabolismo nel corpo che deroga dal modello standard, con l'accordo dell'autorità di riconoscimento va utilizzato un modello che descriva meglio il caso in questione.

### **Capitolo 4: Dosimetria ambientale**

#### **Sezione 1: Definizioni generali e prescrizioni**

#### **Art. 44**          Scopo della dosimetria ambientale

Con l'ausilio della dosimetria ambientale si deve determinare la dose ambientale rispettivamente l'intensità di dose ambientale all'esterno delle aziende per:

- a. la prova della radiazione diretta (incl. skyshine) proveniente dalle aziende;
- b. la prova delle deviazioni dal valore naturale di fondo determinate da sostanze radioattive; e
- c. l'accertamento di informazioni supplementari su campi di radiazione e sulla ripartizione della dose dopo incidenti.

**Art. 45** Sistemi di dosimetria per l'esecuzione della dosimetria ambientale

<sup>1</sup> I sistemi di dosimetria ambientale sono suddivisi in quattro tipi:

- a. Tipo 1: dosimetri passivi fissi con un tempo d'esposizione di norma di almeno un mese;
- b. Tipo 2: apparecchi di misura dell'intensità di dose fissi con trasmissione automatica dei valori misurati;
- c. Tipo 3: apparecchi di misura dell'intensità di dose mobili;
- d. Tipo 4: sistemi di misura della spettrometria con algoritmo di analisi per l'intensità di dose.

<sup>2</sup> L'equivalente di dose ambientale  $H^*(10)$  è la grandezza dosimetrica da accertare mediante i sistemi di dosimetria ambientale. La riferibilità dei sistemi di misura a standard nazionali deve avvenire conformemente all'allegato 14 attraverso:

- a. kerma in aria ( $K_a$ ) per fotoni;
- b. fluenza ( $\Phi$ ) per neutroni.

**Art. 46** Garanzia di qualità

<sup>1</sup> Dev'essere predisposto un programma di garanzia della qualità per i sistemi di misura.

<sup>2</sup> La calibrazione dev'essere riconducibile a standard nazionali.

<sup>3</sup> La verifica della stabilità di misurazione dei sistemi di dosimetria ambientale di tipo 2 e 3 è retta dall'articolo 15 dell'ordinanza del DFGP del 7 dicembre 2012<sup>6</sup> sugli strumenti di misurazione delle radiazioni ionizzanti (OSMRI).

<sup>4</sup> L'accertamento dell'intensità di dose ambientale mediante sistemi di dosimetria ambientale di tipo 4 dev'essere verificato in forma sperimentale.

**Art. 47** Misure di interconfronto e controlli

<sup>1</sup> Nell'ambito delle misure di interconfronto dei sistemi di tipo 1 dev'essere verificata la precisione di misura alle condizioni di riferimento. Tali misure sono eseguite regolarmente.

<sup>2</sup> Se i livelli di dose accertati nell'ambito delle misure di interconfronto e dei controlli alle condizioni di riferimento secondo l'articolo 48 divergono del 20 per cento dal livello di riferimento, l'operatore del sistema di dosimetria ambientale deve stabilire le cause e adottare le misure correttive, per esempio eseguendo una nuova calibrazione.

<sup>3</sup> Se nell'ambito delle misure di interconfronto sono eseguiti test complementari, devono essere adempiti i requisiti di cui all'allegato 13.

<sup>4</sup> Anche i sistemi di tipo 4, se esistenti, devono essere verificati nell'ambito delle misure di interconfronto.

<sup>6</sup> RS 941.210.5

## Sezione 2: Prescrizioni tecniche

### Art. 48 Condizioni di riferimento

<sup>1</sup> Per le irradiazioni di riferimento con fotoni e neutroni devono essere utilizzati i campi di radiazione prescritti per la taratura secondo l'OSMRI.

<sup>2</sup> Le condizioni di irradiazione devono essere conformi alle prescrizioni della OSMRI.

<sup>3</sup> Per sistemi di tipo 1 l'irradiazione deve avvenire con una dose tra 0,5 e 5 mSv, per sistemi di tipo 2 e 3 con un'intensità di dose tra 0,1 e 10 mSv/h.

### Art. 49 Requisiti tecnici

<sup>1</sup> I sistemi di dosimetria ambientale devono essere conformi allo stato della tecnica e adempire i requisiti di cui all'allegato 13.

<sup>2</sup> Per l'accertamento della dose è permessa l'applicazione di un fattore di normalizzazione relativo alle condizioni di riferimento, se i dosimetri sono installati in un campo di radiazioni conosciuto che si differenzia sensibilmente dal campo di radiazioni di riferimento.

<sup>3</sup> Per quanto concerne la dipendenza energetica, sono concesse deroghe ai requisiti di cui all'allegato 13, a condizione che il sistema di dosimetria sia impiegato in campi di radiazione che forniscono un contributo di dose significativo solo in un intervallo di energia parziale.

## Capitolo 5: Disposizioni finali

### Art. 50 Abrogazione di un altro atto normativo

L'ordinanza del 7 ottobre 1999<sup>7</sup> sulla dosimetria individuale è abrogata.

### Art. 51 Entrata in vigore

La presente ordinanza entra in vigore il ....

Dipartimento federale dell'interno:

Alain Berset

<sup>7</sup> RU...2000 804; RU 2007 5699

## **Definizioni**

### ***Premessa***

**Le definizioni sono elencate in ordine alfabetico.**

### **Incorporazione cronica**

Assorbimento cronico nell'organismo umano per ingestione, inalazione o penetrazione percutanea di sostanze radioattive.

### **Fading**

Differenza relativa, espressa in unità percentuali del livello di riferimento (%/mese) tra il valore misurato e quello di riferimento in funzione del lasso di tempo tra l'irradiazione e la valutazione.

### **Fattore di equilibrio F**

Il fattore di equilibrio F è dato dal rapporto tra la concentrazione di attività del radon equivalente all'equilibrio e la reale concentrazione di attività del radon.

Per Rn-222 il fattore di equilibrio è 1, se la totalità dei prodotti di decadimento del radon si trovano nell'aria (e non si verifica quindi l'effetto plate-out). Il fattore di equilibrio scende invece attorno allo zero, se tutti i prodotti di decadimento del radon vengono eliminati continuamente dall'aria (attraverso l'effetto plate-out ottenuto per esempio con i sistemi per la depurazione dell'aria). Per i locali abitativi si calcola in genere un fattore di equilibrio  $F=0.4$ .

### **Fluenza**

La fluenza in un punto incluso in un campo di radiazioni è pari al numero di particelle entranti in una piccola sfera centrata nel punto diviso per l'area del cerchio di raggio pari a quello della sfera ( $\text{cm}^{-2}$ ).

### **Misura di incorporazione**

Determinazione della dose efficace impegnata E50, sulla base della misura dell'attività corporea o di quella escreta.

### **Kerma**

Il kerma in un punto nella materia è pari alla somma delle energie cinetiche delle particelle ionizzanti cariche prodotte dalle radiazioni ionizzanti neutre, per unità di massa (**kinetic energy released in material**) ( $\text{J/kg}$ , Gy).

**Misurazione di sondaggio**

Procedimento di misura volto a rilevare incorporazioni, effettuato senza stabilire la dose efficace corrispondente.

**Nuclide guida**

Nuclide rappresentativo di una miscela di nuclidi per quanto riguarda la determinazione della dose.

**Tempo di dimezzamento effettivo**

Il tempo di dimezzamento *effettivo* è calcolato a partire dal tempo di dimezzamento *biologico* e da quello *fisico* di un radionuclide secondo la relazione:

$$T_{1/2 \text{ eff}} = \frac{T_{1/2 \text{ biol}} \cdot T_{1/2 \text{ fisico}}}{T_{1/2 \text{ biol}} + T_{1/2 \text{ fisico}}}$$

Allegato 2<sup>8</sup>  
(art. 18)

## Requisiti per le condizioni ordinarie dei dosimetri individuali per radiazioni fotoniche

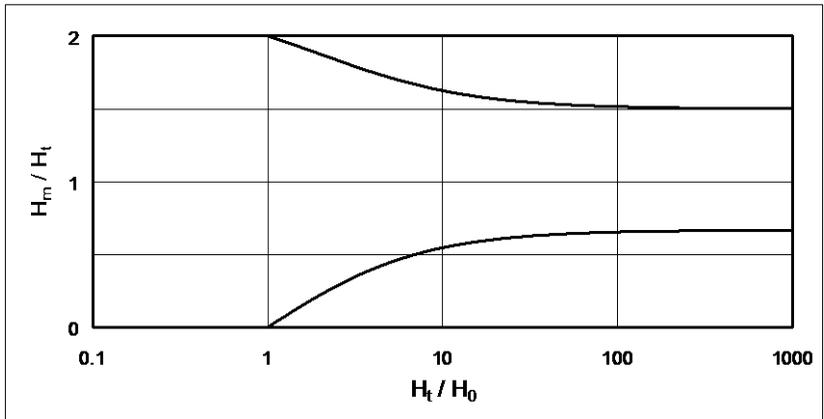
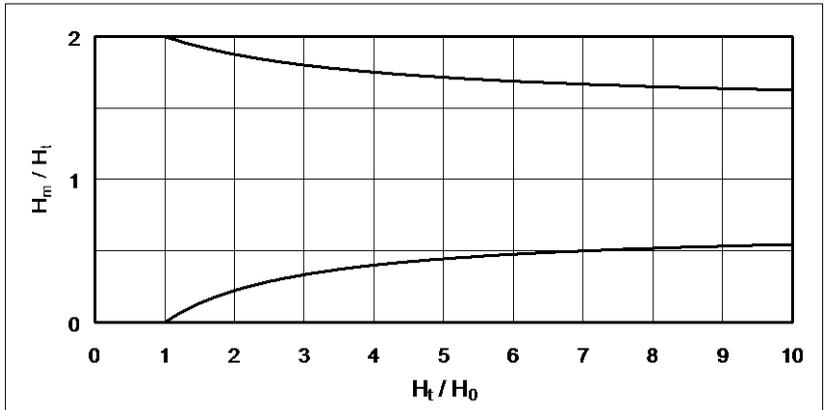
per  $H_t \leq H_0$ :  $0 \leq H_m \leq 2H_0$

per  $H_t > H_0$ :  $\frac{1}{1.5} \left( 1 - \frac{2H_0}{H_0 + H_t} \right) \leq H_m / H_t \leq 1.5 \left( 1 + \frac{H_0}{2H_0 + H_t} \right)$

$H_t$  è il livello di riferimento della grandezza operativa

$H_m$  è il livello di dose determinato nelle condizioni di misura di routine

$H_0$  è la dose minima che deve essere misurabile (cfr. allegati 3 e 6)



<sup>8</sup> Aggiornato giusta il n. II cpv. 1 dell'O del DFI e del DATEC del 7 nov. 2007, in vigore dal 1° gen. 2008 (RU 2007 5699).

*Allegato 3*  
(art. 19 e 22 cpv. 3)

## Requisiti di un dosimetro individuale per radiazioni fotoniche

- a. Grandezze di misura  
 $H_p(10)$  e  $H_p(0,07)$
- b. Dose minima che deve essere misurabile  
 $H_0 = 0,1$  mSv per  $H_p(10)$   
 $H_0 = 1$  mSv per  $H_p(0,07)$
- c. Campo di misura  
 $H_0$  fino a 5 Sv
- d. Linearità  
Deviazione < 15 % tra 1 mSv e 5 Sv
- e. Dipendenza energetica  
Per radiazione fotonica compresa tra 20 keV e 5 MeV

$$0,7 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 1,3 \quad \text{per } H_p(10)$$

Per radiazione fotonica compresa tra 10 keV e 300 keV; fino a 5 MeV in condizioni di equilibrio degli elettroni secondari

$$0,7 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 1,3 \quad \text{per } H_p(0,07)$$

- f. Dipendenza direzionale  
< 20 %    fino a 60° per energie > 60 keV
- g. Riproducibilità  
Deviazione standard  $s \leq 10\%$  per  $H_p(10)$  e  $H_p(0,07)$
- h. Fading  
Effetto < 10 %/mese

*Allegato 4*  
(art. 19 e 22 cpv. 3)

### **Requisiti di un dosimetro individuale per radiazioni beta**

- a. Grandezza di misura  
 $H_p(0,07)$
- b. Dose minima che deve essere misurabile  
 $H_0 = 1 \text{ mSv}$
- c. Campo di misura  
 $H_0$  fino a 5 Sv
- d. Linearità  
Deviazione < 15% tra 1 mSv e 5 Sv
- e. Dipendenza energetica  
Per la radiazione beta del tallio-204 o del kripton-85:

$$0,1 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 2,0$$

Nel caso in cui il sistema è calibrato mediante radiazione fotonica, si applica la condizione aggiuntiva seguente per la radiazione beta dello stronzio-90/ittrio-90:

$$0,5 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 2,0$$

- f. Riproducibilità  
Deviazione standard  $s \leq 10\%$
- g. Fading  
Effetto < 10 %/mese

*Allegato 5*  
(art. 19 e 22 cpv. 3)

## **Requisiti di un dosimetro individuale per radiazioni neutroniche**

- a. Grandezza di misura  
 $H_p(10)$
- b. Dose minima che deve essere misurabile  
 $H_0 = 0,5 \text{ mSv}$
- c. Campo di misura  
 $H_0$  fino a 5 Sv
- d. Linearità  
Deviazione < 30 % tra 1 mSv e 5 Sv
- e. Dipendenza energetica

$$0,3 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 3,0$$

per gli spettri di radiazione per i quali è utilizzato il dosimetro.

- f. Riproducibilità  
Deviazione standard  $s \leq 50\%$
- g. Fading  
Effetto < 30 %/mese

*Allegato 6*  
(art. 19 e 22 cpv. 3)

### **Requisiti di un dosimetro per le estremità per fotoni**

- a. Grandezza di misura  
 $H_p(0,07)$
- b. Dose minima che deve essere misurabile  
 $H_0 = 1 \text{ mSv}$
- c. Campo di misura  
 $H_0$  fino a 5 Sv
- d. Linearità  
Deviazione < 15 % tra [1 mSv e 5 Sv]
- e. Dipendenza energetica  
Per fotoni di energia compresa tra 10 keV e 300 keV; fino a 1,5 MeV in condizioni di equilibrio degli elettroni secondari  
$$0,5 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 2,0$$
- f. Dipendenza direzionale  
< 20 % fino a 60° per energie > 60 keV
- g. Riproducibilità  
Deviazione standard  $s \leq 15\%$
- h. Fading  
Effetto < 10 %/mese

*Allegato 7*  
(art. 19 e 22 cpv. 3)

## **Requisiti di un dosimetro per le estremità per radiazioni beta**

- a. Grandezza di misura  
 $H_p(0,07)$
- b. Dose minima che deve essere misurabile  
 $H_0 = 1 \text{ mSv}$
- c. Campo di misura  
 $H_0$  fino a 5 Sv
- d. Linearità  
Deviazione < 15 % tra 1 mSv e 5 Sv
- e. Dipendenza energetica  
Per la radiazione beta del tallio-204 o del kripton-85:

$$0,1 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 2,0$$

Nel caso in cui il sistema sia calibrato mediante radiazione fotonica, si applica la condizione aggiuntiva seguente per la radiazione beta dello stronzio-90/ ittrio-90:

$$0,5 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 2,0$$

- f. Riproducibilità  
Deviazione standard  $s \leq 15\%$
- g. Fading  
Effetto < 10 %/mese

*Allegato 8*  
(art. 19 e 22)

### **Requisiti di un dosimetro per il cristallino per radiazioni fotoni- che**

- a. Grandezza di misura  
 $H_p(0,07)$
- b. Dose minima che deve essere misurabile  
 $H_0 = 1 \text{ mSv}$
- c. Campo di misura  
 $H_0$  fino a 5 Sv
- d. Linearità  
Deviazione < 15 % tra 1 mSv e 5 Sv
- e. Dipendenza energetica  
Per fotoni di energia compresa tra 10 keV e 300 keV; fino a 1,5 MeV in  
condizioni di equilibrio degli elettroni secondari

$$0,5 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 2,0$$

- f. Dipendenza direzionale  
< 20 % fino a 60° per energie > 60 keV
- g. Riproducibilità  
Deviazione standard  $s \leq 15\%$
- h. Fading  
Effetto < 10 %/mese

*Allegato 9*  
(art. 19 e 22)

## **Requisiti di un dosimetro per il cristallino per radiazioni beta**

- a. Grandezza di misura  
 $H_p(0,07)$
- b. Dose minima che deve essere misurabile  
 $H_0 = 1 \text{ mSv}$
- c. Campo di misura  
 $H_0$  fino a 5 Sv
- d. Linearità  
Deviazione < 15% tra 1 mSv e 5 Sv
- e. Dipendenza energetica  
Per la radiazione beta del tallio-204 o del kripton-85:

$$0,1 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 2,0$$

Nel caso in cui il sistema sia calibrato mediante radiazione fotonica, si applica la condizione aggiuntiva seguente per la radiazione beta dello stronzio-90/ittrio-90:

$$0,5 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 2,0$$

- f. Riproducibilità  
Deviazione standard  $s \leq 15\%$
- g. Fading  
Effetto < 10%/mese

Allegato 10<sup>9</sup>  
(art. 25 e 28)

## Coefficienti di conversione per la dosimetria individuale

### a. Coefficienti di conversione per fotoni

Coefficienti di conversione da kerma in aria a dose profonda individuale  $H_p(10)$  e a dose superficiale individuale  $H_p(0,07)$  applicabili ad un dosimetro individuale posizionato su un fantoccio a forma di parallelepipedo (art. 24)

Qualità/ Sorgente	Energia media (keV)	Coefficienti di conversione (Sv/Gy)									
		$h_p(10; \alpha)$ per un angolo $\alpha$ di					$h_p(0,07; \alpha)$ per un angolo $\alpha$ di				
		0°	15°	30°	45°	60°	0°	15°	30°	45°	60°
N-15	12						0,96	0,95	0,95	0,95	0,93
N-20	16						0,98	0,98	0,98	0,98	0,97
N-25	20	0,55	0,54	0,50	0,41	0,28	1,03	1,03	1,03	1,02	1,02
N-30	24	0,79	0,77	0,74	0,65	0,49	1,10	1,10	1,10	1,09	1,07
N-40	33	1,17	1,15	1,12	1,02	0,85	1,27	1,26	1,26	1,23	1,19
N-60	48	1,65	1,63	1,59	1,47	1,27	1,55	1,54	1,53	1,49	1,42
Am-241	59	1,89	1,87	1,83	1,72	1,50	1,72	1,71	1,69	1,65	1,57
N-80	65	1,88	1,86	1,83	1,71	1,50	1,72	1,70	1,70	1,65	1,58
N-100	83	1,88	1,87	1,82	1,73	1,53	1,72	1,70	1,70	1,66	1,60
N-120	100	1,81	1,79	1,76	1,68	1,51	1,67	1,66	1,65	1,62	1,58
N-150	118	1,73	1,71	1,68	1,61	1,46	1,61	1,60	1,60	1,58	1,54
N-200	164	1,57	1,56	1,55	1,49	1,38	1,49	1,49	1,49	1,49	1,46
N-250	208	1,48	1,48	1,47	1,42	1,33	1,42	1,42	1,42	1,43	1,43
N-300	250	1,42	1,42	1,41	1,38	1,30	1,38	1,38	1,38	1,40	1,40
Cs-137	662	1,21	1,22	1,22	1,22	1,19	1,21	1,21	1,22	1,23	1,26
Co-60	1250	1,15	1,15	1,15	1,16	1,14	1,15	1,15	1,15	1,16	1,14
Ti (Target)	5140	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11

Bibliografia: ICRP 74<sup>1</sup>, ISO 4037-3<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> International Commission on Radiological Protection, [www.icrp.org](http://www.icrp.org)

<sup>2</sup> International Organization for Standardization, [www.iso.org](http://www.iso.org)

Coefficienti di conversione da kerma in aria a dose individuale in superficie  $H_p(0,07)$  applicabili ad un dosimetro per estremità posizionato su un fantoccio a forma di barra cilindrica in plexiglas ISO in PMMA (art. 24)

Qualità	Energia media (keV)	Coefficienti di conversione $h_p(0,07)$ (Sv/Gy)
N-15	12	0,95
N-20	16	0,98
N-25	20	1,00
N-30	24	1,03
N-40	33	1,07
N-60	48	1,11
Am-241	59	1,14
N-80	65	1,15
N-100	83	1,17
N-120	100	1,17

<sup>9</sup> Aggiornato giusta il n. II cpv. 1 dell'O del DFI e del DATEC del 7 nov. 2007, in vigore dal 1° gen. 2008 (RU 2007 5699).

Qualità	Energia media (keV)	Coefficienti di conversione $h_p(0,07)$ (Sv/Gy)
N-150	118	1,17
N-200	164	1,16
N-250	208	1,15
N-300	250	1,14
Cs-137	662	1,12

Bibliografia: ISO 4037-3, Grosswendt, Radiat. Prot. Dosim. 59 (1995), 165-179.

### b. Coefficienti di conversione per neutroni

Coefficienti di conversione  $h_{p\Phi}(10; \alpha)$  da fluenza neutronica  $\Phi$  a dose profonda individuale  $H_p(10)$  applicabile a un dosimetro individuale posizionato su un fantoccio a forma di parallelepipedo (art. 24)

Sorgente di neutroni/ Energia dei neutroni (MeV)	$h_{p\Phi}(10; \alpha)$ in pSvcm <sup>2</sup> per un angolo $\alpha$ di				
	0°	15°	30°	45°	60°
<sup>252</sup> Cf (D <sub>2</sub> O-moderato)	110	109	109	102	87,4
<sup>252</sup> Cf	400	397	409	389	346
<sup>241</sup> Am-Be ( $\alpha, n$ )	411	409	424	415	383
Neutroni termici	11,4	10,6	9,11	6,61	4,04
0,024	20,2	19,9	17,2	13,6	7,85
0,144	134	131	121	102	69,9
0,250	215	214	201	173	125
0,57	355	349	347	313	245
1,2	433	427	440	412	355
2,5	437	434	454	441	410
2,8	433	431	451	441	412
3,2	429	427	447	439	412
5,0	420	418	437	435	409
14,8	561	563	581	572	576
19,0	600	596	621	614	620
30	515	515	515	515	515
50	400	400	400	400	400
75	330	330	330	330	330
100	285	285	285	285	285

Bibliografia: ISO 8529-3, ICRP 74.

#### Spiegazione:

I valori superiori a 30 MeV devono essere considerati come identici ai coefficienti di conversione per la determinazione di  $H^*(10)$ .

**c. Coefficienti di conversione per elettroni**

Energia (MeV)	Coefficiente di conversione $H_p(0,07)/\Phi$ (nSvcm <sup>2</sup> )
0,10	1,661
0,15	1,229
0,20	0,834
0,30	0,542
0,40	0,455
0,50	0,403
0,60	0,366
0,70	0,344
0,80	0,329
1,00	0,312
1,50	0,287
2,00	0,279
2,50	0,278
3,00	0,276

Bibliografia: ICRP 74.

**d. Coefficienti di conversione specifici per sorgenti beta standard di uso comune**

Sorgente	Coefficiente di conversione $H_p(0,07)/D_a$ (Sv/Gy)
Stronzio/ittrio-90	1,24
Tallio-204	1,20
Krypton-85	1,16
Promezio-147	0,23

Bibliografia: comunicazione NPL<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> National Physical Laboratory, [www.npl.co.uk](http://www.npl.co.uk)

Allegato II  
(art. 43)

## Interpretazione di una misura di incorporazione

Per l'interpretazione in situazioni normali, si suppone che l'incorporazione sia dovuta a inalazione. La dose efficace impegnata  $E_{50}$ , grandezza dosimetrica operativa in caso di incorporazione, si ottiene moltiplicando l'attività incorporata  $I$  per la grandezza di apprezzamento  $e_{inal}$  (cfr. allegato 3 ORaP):

$$E_{50} = e_{inal} \cdot I \quad (1)$$

La frazione di attività che si trova al tempo  $t$  dopo incorporazione per inalazione, in un organo o escreto, è data dalla funzione  $m(t)$ :

$$M(t) = I \cdot m(t) \quad (2)$$

dove  $M(t)$  è l'attività nell'organo o escreto (valore misurato). La dose efficace impegnata  $E_{50}$  si ottiene così da  $M(t)$ :

$$E_{50} = e_{inal} \cdot I = e_{inal} \frac{M(t)}{m(t)} = M(t) \cdot \frac{e_{inal}}{m(t)} \quad (3)$$

Quando è noto l'intervallo di tempo  $t$  tra il momento dell'incorporazione e quello della misura, la dose efficace impegnata  $E_{50}$  si calcola partendo da  $M(t)$  con la formula (3).

Al momento del controllo di routine, si presuppone che l'incorporazione abbia avuto luogo a metà dell'intervallo  $T$  tra 2 misure (cosicché  $t = T/2$ ). La dose efficace impegnata  $E_{50}$  si ottiene dalla grandezza di misura  $M$  e dai valori tabulati di  $e_{inal}/m(t)$  nonché dalla seguente relazione:

$$E_{50} = e_{inal} \cdot \frac{M(t)}{m(T/2)} = M(t) \cdot \frac{e_{inal}}{m(T/2)} \quad (4)$$

Qualora si abbia un'incorporazione nettamente superiore al limite di rivelazione e il tempo di dimezzamento sia paragonabile o superiore ad un intervallo di sorveglianza, tale incorporazione avrà un'incidenza sulle misure successive. In tal caso dovrà essere calcolato e sottratto il contributo delle incorporazioni precedenti la misura in corso. Tale correzione è calcolata per estrapolazione dell'incorporazione precedente  $I_a$  al momento della nuova misura, mediante il fattore  $m(\Delta t)$ .  $\Delta t$  è l'intervallo di tempo tra il momento (presunto) dell'incorporazione precedente e quello della nuova misura. Il contributo  $M_n$  alla nuova misura  $M(t)$ , proveniente dalla nuova incorporazione è calcolato mediante il valore  $M_a$  della misura precedente come segue:

$$M_n(t) = M(t) - I_a \cdot m(\Delta t) = M(t) - \frac{M_a}{m(T/2)} \cdot m(\Delta t) \quad (5)$$

La dose efficace impegnata  $E_{50}^n$  data dalla nuova incorporazione si calcola mediante la formula (4) come segue:

$$E_{50}^n = M_n(t) \cdot \frac{e_{inal}}{m(T/2)} = M(t) \cdot \frac{e_{inal}}{m(T/2)} - M_a \cdot \frac{e_{inal}}{m(T/2)} \cdot \frac{m(\Delta t)}{m(T/2)} \quad (6)$$

o mediante la dose efficace impegnata  $E_{50}^a$  dovuta all'incorporazione precedente:

$$E_{50}^n = M(t) \cdot \frac{e_{inal}}{m(T/2)} - E_{50}^a \cdot \frac{m(\Delta t)}{m(T/2)} = M(t) \cdot \frac{e_{inal}}{m(T/2)} - E_{50}^a \cdot k(\Delta t) \quad (7)$$

Nel caso di controlli di routine, i fattori

$$k(\Delta t) = m(\Delta t) / m(T/2) \quad (8)$$

possono essere calcolati dai valori di  $m(t)$ . Il lasso di tempo  $\Delta t$  è pari a  $(n+1/2)T$ , dove  $n$  è il numero degli intervalli che separano il momento dell'incorporazione da quello della misura. I valori  $m(t)$  si trovano nella pubblicazione 78 dell'ICRP, sotto forma di tabelle e grafici. Nel caso in cui  $\Delta t = 3 \cdot T/2$  i valori  $k(\Delta t)$  figurano nell'allegato 15. In pratica si terrà conto di tali correzioni solo se esse risultano superiori del 10 per cento rispetto alla dose ottenuta.

Nelle situazioni pratiche in cui si può supporre che l'incorporazione sia cronica (p. es. H3, I-125), si utilizzeranno i fattori previsti per questo caso dati nell'allegato 15.

*Allegato 12*  
(art. 40)

**Accertamento delle dosi conseguente a un'esposizione al radon**

La dose efficace del personale deve essere accertata qualora la concentrazione di radon integrata nel corso dell'orario di lavoro mensile effettivo sul posto di lavoro superi i 170 kBq/m<sup>3</sup>. La rispettiva conversione viene effettuata in base al coefficiente di rischio nominale per un'esposizione al radon di una persona sul posto di lavoro contenuto nella pubblicazione ICRP 115 (2010) e in base al coefficiente di rischio totale di cancro e di effetti ereditari contenuto nella pubblicazione ICRP 103 (2007).

Il fattore di conversione della dose per una concentrazione di radon in equilibrio (fattore di equilibrio F=1) è:

$$c_B = 1.87 \times 10^{-5} \text{ mSv/Bqhm}^{-3}$$

Il fattore di equilibrio F è dato dal rapporto tra la concentrazione di attività del radon equivalente all'equilibrio e la reale concentrazione di attività del radon. Per Rn-222 il fattore di equilibrio è 1, se la totalità dei prodotti di decadimento del radon si trovano nell'aria. Il fattore di equilibrio scende invece attorno allo zero, se tutti i prodotti di decadimento del radon vengono eliminati continuamente dall'aria (per es. attraverso sistemi per la depurazione dell'aria).

La dose efficace impegnata accumulata nel corso di un mese dev'essere calcolata con la seguente formula:

$$E = F \times c_B \times \text{concentrazione di radon integrata in un mese (kBqhm}^3)$$

La dose efficace impegnata accumulata in un anno si ottiene moltiplicando la dose efficace impegnata accumulata nel corso di un mese per il numero di mesi nei quali la persona è stata esposta.

Esempio di dose efficace impegnata accumulata in un anno da una persona, esposta per tutto l'anno (12 mesi) a una concentrazione mensile integrata di radon di 170 kBq/m<sup>3</sup>:

Fattore di equilibrio	Dose efficace impegnata [mSv/a]
F = 0.1	3.8
F = 0.2	7.6
F = 0.4	15.3
F = 0,8	38.2

*Allegato 13*  
(art. 47 e 49)

## **Requisiti dei sistemi di dosimetria ambientale**

### **A tipo 1**

#### **1 Radiazioni fotoniche**

- a. Grandezza di misura  
H\*(10)
- b. Campo di misura  
0.05 mSv fino a 100 mSv
- c. Linearità  
Deviazione < 15 % tra 0.1 mSv e 100 mSv
- d. Dipendenza energetica  
Deviazione < 30 % tra 50 keV e 5 MeV
- e. Dipendenza direzionale  
Deviazione < 20 % per energie > 50 keV
- g. Riproducibilità  
Deviazione standard  $s < 10$  %
- h. Fading  
Effetto < 20 % / periodo di esposizione

#### **2 Radiazioni neutroniche**

- a. Grandezza di misura  
H\*(10)
- b. Campo di misura  
0.05 mSv fino a 10 mSv
- c. Linearità  
Deviazione < 30 % tra 0.1 mSv e 10 mSv
- d. Dipendenza energetica  
Deviazione < fattore 2 per gli spettri di radiazione per i quali è utilizzato il dosimetro
- e. Riproducibilità  
Deviazione standard  $s < 30$  %
- f. Fading  
Effetto < 20 % / periodo di esposizione

**B tipi 2 e 3****Radiazioni fotoniche**

- a. Grandezza di misura  
 $H^*(10)$
- b. Campo di misura  
50 nSv/h fino a 100 mSv/h
- c. Linearità  
Deviazione < 15 % fino a 100 mSv/h
- d. Dipendenza energetica  
Deviazione < 30 % tra 50 keV e 5 MeV
- e. Dipendenza direzionale  
Deviazione < 20 % per energie > 50 keV

**Radiazioni neutroniche**

- a. Grandezza di misura  
 $H^*(10)$
- b. Campo di misura  
100 nSv/h fino a 100 mSv/h
- c. Linearità  
Deviazione < 30 % fino a 100 mSv/h
- d. Dipendenza energetica  
Deviazione < fattore 2 per gli spettri di radiazione per i quali è utilizzato il dosimetro

**C tipo 4****Radiazioni fotoniche**

- a. Grandezza di misura  
 $H^*(10)$
- b. Campo di misura  
50 nSv/h fino a 10 uSv/h

*Allegato 14*

(Art. 45)

**Coefficienti di conversione per la dosimetria ambientale****a. Coefficienti di conversione per fotoni****Coefficienti di conversione di kerma in aria in equivalente di dose ambientale  $H^*(10)$** 

Sorgente Qualità	Energia media (keV)	$h^*(10)$ (Sv/Gy)
N - 60	48	1.59
Am - 241	59	1.74
N - 80	65	1.73
N - 100	83	1.71
N - 120	100	1.64
N - 150	118	1.58
N - 200	164	1.46
N - 250	208	1.39
N - 300	250	1.35
Cs - 137	662	1.20
Co - 60	1250	1.16
Ti (Target)	5140	1.11

Riferimenti: ICRP 74, ISO 4037-3

**b. Coefficienti di conversione per neutroni**

**Coefficienti di conversione  $h^*\Phi(10)$  per la conversione della fluenza per neutroni  $\Phi$  in equivalente di dose ambientale  $H^*(10)$**

Sorgente di neutroni/ Energia dei neutroni (MeV)	$h^*\Phi(10)$ pSv.cm <sup>2</sup>
<sup>252</sup> Cf (D <sub>2</sub> O-moderato)	105
<sup>252</sup> Cf	385
<sup>241</sup> Am-Be ( $\alpha,n$ )	391
Neutroni termici	10.6
0,024	19.3
0,144	127
0,250	203
0,57	343
1,2	425
2,5	416
2,8	413
3,2	411
5,0	405
14,8	536
19	584
30	515
50	400
75	330
100	285
150	245
200	260

Riferimenti: ISO 8529-3, ICRP 74.

*Allegato 15*  
(art. 34, 35, 36, 42 e 43)

## **Schede caratteristiche specifiche dei radionuclidi**

### A. Panoramica delle schede

---

Elenco dei radionuclidi:

---

1. H-3 sotto forma di acqua triziata HTO
2. C-11
3. C-14
4. O-15
5. F-18
6. P-32
7. P-33
8. S-35
9. Ca-45
10. Cr-51
11. Fe-59
12. Co-57
13. Co-58
14. Co-60
15. Zn-65
16. Ga-67
17. Ga-68
18. Sr-85
19. Sr-89
20. Sr-90
21. Y-90
22. Tc-99m
23. In-111
24. I-123
25. I-124
26. I-125
27. I-131
28. Ba-133
29. Cs-134
30. Cs-137
31. Eu-152

---

Elenco dei radionuclidi:

---

- 32. Sm-153
  - 33. Eu-154
  - 34. Er-169
  - 35. Lu-177
  - 36. Re-186
  - 37. Re-188
  - 38. Tl-201
  - 39. Ra-223
  - 40. Ra-226
  - 41. Th-232
  - 42. U-235
  - 43. U-238
  - 44. Np-237
  - 45. Pu-239
  - 46. Am-241
-

B. Schede

**1. H-3 sotto forma di acqua triziata HTO**

**1.1. Metabolismo**

Il trizio, sotto forma di idrossido (acqua triziata), può essere incorporato per inalazione, ingestione o assorbimento percutaneo. Il 97 % del trizio si ricombina velocemente con l'acqua corporea e viene eliminato, principalmente sotto forma di urina, con un tempo di dimezzamento di 10 giorni. Il rimanente 3 % si fissa a livello organico e viene eliminato con un tempo di dimezzamento di 40 giorni. Per questo motivo l'irradiazione in pratica è proporzionale alla concentrazione di trizio nelle urine. I lavoratori che manipolano vernici luminescenti, delle lancette o dei quadranti luminosi degli orologi, sono esposti ad una incorporazione cronica di trizio. In questo caso si stabilisce nei liquidi corporei e quindi nelle urine un regime di equilibrio e la dose deve essere calcolata mediante un modello di incorporazione cronica.

**1.2 Metodi di misura**

**Misurazione di sondaggio**

Misura diretta di un campione di urina mediante contatore a scintillazione liquida.

*Soglia di misura:* 42 000 Bq/l

**Misura d'incorporazione**

Misura della concentrazione  $C_u$  di H-3 nelle urine, in Bq/l mediante contatore a scintillazione liquida.

**1.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura**

T <sub>sondaggio</sub> :	30 giorni	T <sub>misura</sub> :	30 giorni	t <sub>evento</sub> :	1 giorno
--------------------------	-----------	-----------------------	-----------	-----------------------	----------

**1.4 Correzione in caso di incorporazione antecedente**

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
	1	$0,78 \times 10^{-9}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$0,86 \times 10^{-9}$
$C_u$ : Risultato della misura in Bq/l	3	$0,90 \times 10^{-9}$
$e_{inh}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$0,95 \times 10^{-9}$
$m(t)$ : Frazione escreta nelle urine giornalmente (=1,4 l) in l <sup>-1</sup>	5	$1,1 \times 10^{-9}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$1,1 \times 10^{-9}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	7	$1,2 \times 10^{-9}$
<b>Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni</b>	15	$2,0 \times 10^{-9}$
	30	$5,3 \times 10^{-9}$
	45	$13 \times 10^{-9}$

**1.5 Interpretazione in caso di incorporazione cronica**

Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni:  $E_{50} = C_u \cdot 1,4 \cdot 10^{-9}$  (Sv per intervallo di sorveglianza)

## 2. C-11

### 2.1. Metabolismo

A causa della sua breve durata di vita (tempo di dimezzamento 20,38 min.), prima di essere eliminato questo nuclide decade in gran parte completamente nel corpo. Il carbonio-11 inalato o ingerito causa inoltre il contributo di dose più elevato nei polmoni (inalazione) o nel tratto gastro-intestinale (ingestione).

### 2.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio (obbligatoria)

Misura diretta della radiazione a livello dello stomaco/dell'addome almeno ogni 4 ore o sorveglianza continua dell'aria (4000 Bq/m<sup>3</sup>) e misurazione diretta della radiazione a livello dello stomaco/dell'addome dopo ogni allarme.

*Soglia di misura:* 1 µSv/h a livello dello stomaco

#### Misura d'incorporazione

A causa del breve tempo di dimezzamento fisico, una misura di incorporazione non è possibile.

### 2.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T <sub>sondaggio</sub> : 4 ore	T <sub>misura</sub> : –	t <sub>evento</sub> : immediatamente
--------------------------------	-------------------------	--------------------------------------

### 2.4 Interpretazione

Se la soglia di misura è superata, occorre che un perito, d'intesa con l'autorità di vigilanza, verifichi e interpreti i dati per determinare la dose efficace impegnata E<sub>50</sub>.

### 3. C-14

#### 3.1 Metabolismo

Il modello standard è stato sviluppato per composti del carbonio che vengono metabolizzati o utilizzati come sorgente energetica (carbonio alimentare). Si assume che tali composti, in caso di inalazione, siano assorbiti al 100 % dall'organismo e che si ripartiscano uniformemente nel corpo attraverso il sistema circolatorio. Essi vengono in seguito eliminati attraverso le urine in misura pari all'1,7 % con un tempo di dimezzamento biologico di 40 giorni. Molti dei composti organici marcati con carbonio-14 non sono assorbiti dall'organismo e sono eliminati, principalmente per via urinaria, con tempi di dimezzamento biologici dell'ordine di ore o di giorni.

#### 3.2 Metodi di misura

**Misurazione di sondaggio** (obbligatoria, tranne che per il carbonio alimentare)  
 Misura diretta di un campione di urina mediante contatore a scintillazione liquida.  
*Soglia di misura:* 200 Bq/l.  
 Quando la soglia di misura viene superata si eseguono misure giornaliere. È obbligatoria una misura di incorporazione qualora la soglia di misura sia superata durante una settimana.  
**Misura d'incorporazione**  
 Misura della concentrazione  $C_u$  di C-14 nelle urine in Bq/l, mediante contatore a scintillazione liquida.

#### 3.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$ : 1 settimana	$T_{\text{misura}}$ : 30 giorni	$t_{\text{evento}}$ : 1 giorno
--------------------------------------	---------------------------------	--------------------------------

#### 3.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

Se il periodo biologico è significativamente inferiore a 40 giorni, si procede ad un calcolo della dose specifica conformemente all'articolo 40 capoverso 4.

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	$t$ [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv-1/Bq]
	1	$4,3 \times 10^{-6}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$2,9 \times 10^{-6}$
$C_u$ : Risultato della misura in Bq/l	3	$2,9 \times 10^{-6}$
$e_{inh}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$2,9 \times 10^{-6}$
$m(t)$ : Frazione escreta nelle urine giornalmente (=1,4 l) in l <sup>-1</sup>	5	$3,0 \times 10^{-6}$
$t$ : Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$3,0 \times 10^{-6}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	7	$3,1 \times 10^{-6}$
<b>Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni</b>	15	$3,5 \times 10^{-6}$
	30	$4,5 \times 10^{-6}$
	45	$5,8 \times 10^{-6}$

#### 3.5 Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni:  $E_{50} = C_u \cdot 3,5 \cdot 10^{-6} - E_{50}^a \cdot 0,60$

## 4. O-15

### 4.1 Metabolismo

A causa della sua breve durata di vita (tempo di dimezzamento 122,2 s), l'ossigeno-15 incorporato decade nel corpo, prima di essere eliminato. L'ossigeno-15 inalato o ingerito causa inoltre il più elevato contributo di dose nei polmoni (inalazione) o nel tratto gastrointestinale (ingestione). L'80 % dell'ossigeno inalato nei polmoni è subito espirato, senza essere assimilato; il resto va a finire in tutto il corpo attraverso la circolazione sanguigna.

### 4.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio (obbligatoria)

Misura diretta della radiazione a livello dello stomaco/dell'addome o sorveglianza continua dell'aria ( $4000 \text{ Bq/m}^3$ ) e misurazione diretta della radiazione a livello dello stomaco/dell'addome dopo ogni allarme.

*Soglia di misura:* 1  $\mu\text{Sv/h}$  a livello dello stomaco

#### Misura d'incorporazione

A causa del breve tempo di dimezzamento fisico, una misura d'incorporazione non è possibile.

### 4.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$ :	in caso di allarme	$T_{\text{misura}}$ :	–	$t_{\text{evento}}$ :	immediatamente
--------------------------	--------------------	-----------------------	---	-----------------------	----------------

### 4.4 Interpretazione

Se la soglia di misura è superata, occorre che un perito, d'intesa con l'autorità di vigilanza, verifichi e interpreti i dati per determinare la dose efficace impegnata  $E_{50}$ .

## 5. F-18

### 5.1 Metabolismo

A causa della sua breve durata di vita (tempo di dimezzamento 109,77 min.), prima di essere eliminato questo nuclide decade in gran parte completamente nel corpo. Il fluoro-18 inalato o ingerito causa inoltre il contributo di dose più elevato nei polmoni (inalazione) o nel tratto gastro-intestinale (ingestione).

### 5.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio (obbligatoria)

Misura diretta della radiazione a livello dello stomaco/dell'addome o sorveglianza continua dell'aria (4000 Bq/m<sup>3</sup>) e misurazione diretta della radiazione a livello dello stomaco/dell'addome dopo ogni allarme.

*Soglia di misura:* 1 µSv/h a livello dello stomaco.

#### Misura d'incorporazione

A causa del breve tempo di dimezzamento fisico, una misura d'incorporazione non è possibile.

### 5.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T <sub>sondaggio</sub> : 4 ore	T <sub>misura</sub> : –	t <sub>evento</sub> : immediatamente
--------------------------------	-------------------------	--------------------------------------

### 5.4 Interpretazione

Se la soglia di misura è superata, occorre che un perito, d'intesa con l'autorità di vigilanza, verifichi e interpreti i dati per determinare la dose efficace impegnata E<sub>50</sub>.

## 6. P-32

### 6.1 Metabolismo

Circa il 70 % del fosfato inalato (classe di assorbimento M) viene rapidamente eliminato attraverso le vie respiratorie, l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1=0,8$ ) e le vie urinarie. Il fosfato che raggiunge la circolazione sanguigna viene riassorbito per il 70 % circa dai tessuti molli e dal tessuto osseo. La permanenza di questa frazione è determinata dal tempo di dimezzamento fisico e dall'eliminazione relativamente rapida dai tessuti molli per via urinaria (tempo di dimezzamento: 19 giorni).

### 6.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Misura diretta di un campione di urina mediante contatore a scintillazione liquida.

*Soglia di misura:* 200 Bq/l

#### Misura d'incorporazione

Misura della concentrazione  $C_u$  di P-32 nelle urine in Bq/l mediante contatore a scintillazione liquida.

### 6.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T <sub>sondaggio</sub> : 30 giorni	T <sub>misura</sub> : 30 giorni	t <sub>evento</sub> : 2 giorni
------------------------------------	---------------------------------	--------------------------------

### 6.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv <sup>-1</sup> /Bq]
	1	$0,011 \times 10^{-5}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$0,018 \times 10^{-5}$
$C_u$ : Risultato della misura in Bq/l	3	$0,029 \times 10^{-5}$
$e_{inh}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$0,043 \times 10^{-5}$
$m(t)$ : Frazione escreta nelle urine giornalmente (=1,4 l) in l <sup>-1</sup>	5	$0,056 \times 10^{-5}$
$t$ : Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$0,073 \times 10^{-5}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	7	$0,090 \times 10^{-5}$
<b>Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni</b>	15	$0,27 \times 10^{-5}$
	30	$0,92 \times 10^{-5}$
	45	$3,1 \times 10^{-5}$

### 6.5 Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni:  $E_{50} = C_u \cdot 2,7 \cdot 10^{-6} - E_{50}^a \cdot 0,09$

## 7. P-33

### 7.1 Metabolismo

Circa il 70 % del fosfato inalato (classe di assorbimento M) viene rapidamente eliminato attraverso le vie respiratorie, l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1=0,8$ ) e le vie urinarie. Il fosfato che raggiunge la circolazione sanguigna viene riassorbito per il 70 % circa dai tessuti molli e dal tessuto osseo. La permanenza di questa frazione è determinata dal tempo di dimezzamento fisico e dall'eliminazione relativamente rapida dai tessuti molli per via urinaria (tempo di dimezzamento: 19 giorni).

### 7.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Misura diretta di un campione di urina mediante contatore a scintillazione liquida.

*Soglia di misura:* 200 Bq/l

#### Misura d'incorporazione

Misura della concentrazione  $C_u$  di P-33 nelle urine in Bq/l mediante contatore a scintillazione liquida.

### 7.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$ :	30 giorni	$T_{\text{misura}}$ :	30 giorni	$t_{\text{evento}}$ :	2 giorni
--------------------------	-----------	-----------------------	-----------	-----------------------	----------

### 7.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv-1/Bq]
	1	$0,049 \times 10^{-6}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$0,079 \times 10^{-6}$
$C_u$ : Risultato della misura in Bq/l	3	$0,12 \times 10^{-6}$
$e_{inh}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$0,18 \times 10^{-6}$
$m(t)$ : Frazione escreta nelle urine giornalmente (=1,4 l) in l <sup>-1</sup>	5	$0,23 \times 10^{-6}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$0,28 \times 10^{-6}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	7	$0,34 \times 10^{-6}$
<b>Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni</b>	15	$0,87 \times 10^{-6}$
	30	$2,2 \times 10^{-6}$
	45	$5,4 \times 10^{-6}$

### 7.5 Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni:	$E_{50} = C_u \cdot 0,87 \cdot 10^{-6} - E_{50}^a \cdot 0,16$
---	---

## 8. S-35

### 8.1 Metabolismo

In caso di inalazione, l'85 % dei composti inorganici a base di zolfo (classe di assorbimento M) sono rapidamente eliminati attraverso le vie respiratorie, l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1=0,8$ ) e le vie urinarie. La frazione che raggiunge la circolazione sanguigna è semplicemente accumulata in misura del 20 % nei tessuti molli. Il tempo di dimezzamento biologico di questa componente è di 20 giorni. Una piccola frazione è accumulata a lungo termine e decade secondo il tempo di dimezzamento fisico di 87 giorni.

### 8.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Misura diretta di un campione di urina mediante contatore a scintillazione liquida.

*Soglia di misura:* 150 Bq/l

#### Misura d'incorporazione

Misura della concentrazione  $C_u$  di S-35 nelle urine in Bq/l mediante contatore a scintillazione liquida dopo estrazione chimica (precipitazione dei solfati).

### 8.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$ :	60 giorni	$T_{\text{misura}}$ :	60 giorni	$t_{\text{evento}}$ :	1 giorno
--------------------------	-----------	-----------------------	-----------	-----------------------	----------

### 8.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{\text{inh}}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{\text{inh}}/m(t)$ [Sv-1/Bq]
	1	$0,0070 \times 10^{-6}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$0,057 \times 10^{-6}$
$C_u$ : Risultato della misura in Bq/l	3	$0,42 \times 10^{-6}$
$e_{\text{inh}}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$0,77 \times 10^{-6}$
$m(t)$ : Frazione escreta nelle urine giornalmente (=1,4 l) in $l^{-1}$	5	$0,81 \times 10^{-6}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$0,86 \times 10^{-6}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	7	$0,91 \times 10^{-6}$
	15	$1,2 \times 10^{-6}$
<b>Intervallo di sorveglianza T = 60 giorni</b>	30	$2,1 \times 10^{-6}$
	60	$5,7 \times 10^{-6}$
	90	$14 \times 10^{-6}$

### 8.5 Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 60 giorni:  $E_{50} = C_u \cdot 2,1 \cdot 10^{-6} - E_{50}^a \cdot 0,15$

## 9. Ca-45

### 9.1 Metabolismo

Circa il 90 % del calcio inalato (classe di assorbimento M) viene rapidamente eliminato attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1=0,3$ ). Il calcio che raggiunge la circolazione sanguigna è riassorbito dal tessuto osseo e dai tessuti molli. Nel caso del calcio-45, il tempo di dimezzamento fisico di 163 giorni determina nell'adulto il tempo di permanenza nel tessuto osseo. Il tempo di dimezzamento biologico determina invece la permanenza nei tessuti molli. Da qui il calcio viene eliminato in parti uguali attraverso le urine e le feci.

### 9.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Misura diretta di un campione di urina mediante contatore a scintillazione liquida.

*Soglia di misura:* 150 Bq/l

#### Misura d'incorporazione

Misura della concentrazione  $C_u$  di Ca-45 nelle urine in Bq/l, mediante contatore a scintillazione liquida.

### 9.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$ :	30 giorni	$T_{\text{misura}}$ :	30 giorni	$t_{\text{evento}}$ :	2 giorni
--------------------------	-----------	-----------------------	-----------	-----------------------	----------

### 9.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{\text{inh}}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{\text{inh}}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
	1	$0,29 \times 10^{-6}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$0,63 \times 10^{-6}$
$C_u$ : Risultato della misura in Bq/l	3	$0,87 \times 10^{-6}$
$e_{\text{inh}}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$1,1 \times 10^{-6}$
$m(t)$ : Frazione escreta nelle urine giornalmente (=1,4 l) in l <sup>-1</sup>	5	$1,2 \times 10^{-6}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$1,5 \times 10^{-6}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	7	$1,6 \times 10^{-6}$
<b>Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni</b>	15	$3,2 \times 10^{-6}$
	30	$8,1 \times 10^{-6}$
	45	$17 \times 10^{-6}$

### 9.5 Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni:  $E_{50} = C_u \cdot 3,2 \cdot 10^{-6} - E_{50}^g \cdot 0,19$

## 10. Cr-51

### 10.1 Metabolismo

Il cromo è assorbito e ritenuto dal corpo in modo diverso, a seconda della sua formula chimica (Cr-III o Cr-VI). Poiché nel modello dosimetrico si assume che le piccole quantità di cromo-III inalato sono ossidate in cromo-VI nei polmoni, e che d'altro canto il cromo-VI in circolazione è ridotto a cromo-III, le differenze spariscono quasi completamente. Il cromo inalato (classe di assorbimento M) viene rapidamente eliminato attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1=0,1$ ). Il cromo che raggiunge la circolazione sanguigna è accumulato più a lungo termine in ragione del 25% dal corpo intero. Nel caso del cromo-51 questo effetto è evitato dal tempo di dimezzamento fisico di 28 giorni.

### 10.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Misura diretta della radiazione gamma per mezzo di uno strumento di rivelazione dell'attività toracica.

*Soglia di misura:* 120 000 Bq

#### Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Cr-51 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

### 10.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T <sub>sondaggio</sub> :	30 giorni	T <sub>misura</sub> :	30 giorni	t <sub>evento</sub> :	immediatamente
--------------------------	-----------	-----------------------	-----------	-----------------------	----------------

### 10.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$0,071 \times 10^{-9}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$0,13 \times 10^{-9}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$0,23 \times 10^{-9}$
$e_{inh}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$0,31 \times 10^{-9}$
$m(t)$ : Frazione di ritenzione	5	$0,37 \times 10^{-9}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$0,41 \times 10^{-9}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	7	$0,45 \times 10^{-9}$
<b>Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni</b>	15	$0,67 \times 10^{-9}$
	30	$1,2 \times 10^{-9}$
	45	$2,0 \times 10^{-9}$

### 10.5 Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni:  $E_{50} = M \cdot 0,67 \cdot 10^{-9} - E_{50}^a \cdot 0,34$

## 11. Fe-59

### 11.1 Metabolismo

Circa il 10 % del ferro inalato (classe di assorbimento M) viene riassorbito dal corpo, la parte rimanente viene eliminata sull'arco di ore o di giorni attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1=0,1$ ). L'attività riassorbita è incorporata al 70 % dall'emoglobina mentre il resto viene accumulato dagli altri organi. Una volta assorbito, il ferro è trattenuto nel corpo. Per un contenuto corporeo di circa 3,5 g, la quantità escreta giornalmente è di circa 0,6 mg. Di conseguenza per il ferro-59 è il tempo di dimezzamento fisico di 44,5 giorni che determina la durata della contaminazione dell'organismo.

### 11.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Misura diretta della radiazione gamma per mezzo di uno strumento di rivelazione dell'attività toracica.

*Soglia di misura:* 2 500 Bq

#### Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Fe-59 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

### 11.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T <sub>sondaggio</sub> :	30 giorni	T <sub>misura</sub> :	30 giorni	t <sub>evento</sub> :	immediatamente
--------------------------	-----------	-----------------------	-----------	-----------------------	----------------

### 11.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$0,64 \times 10^{-8}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$1,1 \times 10^{-8}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$1,8 \times 10^{-8}$
$e_{inh}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$2,3 \times 10^{-8}$
$m(t)$ : Frazione di ritenzione	5	$2,7 \times 10^{-8}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$2,7 \times 10^{-8}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	7	$2,9 \times 10^{-8}$
<b>Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni</b>	15	$3,4 \times 10^{-8}$
	30	$4,4 \times 10^{-8}$
	45	$5,8 \times 10^{-8}$
	60	$7,4 \times 10^{-8}$

### 11.5 Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni:  $E_{50} = M \cdot 3,4 \cdot 10^{-8} - E_{50}^a \cdot 0,59$

## 12. Co-57

### 12.1 Metabolismo

Il 90 % del cobalto inalato (classe di assorbimento S) viene eliminato, sull'arco di ore o di giorni, attraverso le vie respiratorie, l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1=0,05$ ) e le vie urinarie. Un 10 % scarso permane più tempo nel corpo, principalmente nei polmoni. Nel caso del cobalto-57 la durata della permanenza di tale frazione è data principalmente dal tempo di dimezzamento fisico di 271 giorni.

### 12.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Misura diretta della radiazione gamma per mezzo di uno strumento di rivelazione dell'attività toracica.

*Soglia di misura:* 25 000 Bq

#### Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Co-57 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

### 12.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T <sub>sondaggio</sub> :	180 giorni	T <sub>misura</sub> :	180 giorni	t <sub>evento</sub> :	immediatamente
--------------------------	------------	-----------------------	------------	-----------------------	----------------

### 12.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$1,22 \times 10^{-9}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$2,40 \times 10^{-9}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$4,29 \times 10^{-9}$
$e_{inh}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$6,19 \times 10^{-9}$
$m(t)$ : Frazione di ritenzione	5	$7,58 \times 10^{-9}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$8,37 \times 10^{-9}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	7	$8,78 \times 10^{-9}$
	15	$10,1 \times 10^{-9}$
	30	$12,0 \times 10^{-9}$
	60	$15,3 \times 10^{-9}$
<b>Intervallo di sorveglianza T = 180 giorni</b>	90	$18,4 \times 10^{-9}$
	180	$27,5 \times 10^{-9}$
	270	$38,2 \times 10^{-9}$

### 12.5 Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 180 giorni:  $E_{50} = M \cdot 1,84 \cdot 10^{-8} - E_{50}^a \cdot 0,48$

## 13. Co-58

### 13.1 Metabolismo

Il 90 % del cobalto inalato (classe di assorbimento S) viene eliminato, sull'arco di ore o di giorni, attraverso le vie respiratorie, l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1=0,05$ ) e le vie urinarie. Un 10 % scarso permane più tempo nel corpo, principalmente nei polmoni. Nel caso del cobalto-58 la durata della permanenza di tale frazione è data principalmente dal tempo di dimezzamento fisico di 70,8 giorni.

### 13.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Misura diretta della radiazione gamma per mezzo di uno strumento di rivelazione dell'attività toracica.

*Soglia di misura:* 2600 Bq

#### Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Co-58 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

### 13.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T <sub>sondaggio</sub> :	30 giorni	T <sub>misura</sub> :	30 giorni	t <sub>evento</sub> :	immediatamente
--------------------------	-----------	-----------------------	-----------	-----------------------	----------------

### 13.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$0,35 \times 10^{-8}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$0,68 \times 10^{-8}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$1,2 \times 10^{-8}$
$e_{inh}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$1,8 \times 10^{-8}$
m(t): Frazione di ritenzione	5	$2,2 \times 10^{-8}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$2,5 \times 10^{-8}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	7	$2,6 \times 10^{-8}$
<b>Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni</b>	15	$3,2 \times 10^{-8}$
	30	$4,3 \times 10^{-8}$
	45	$5,3 \times 10^{-8}$
	60	$6,8 \times 10^{-8}$
	90	$10 \times 10^{-8}$

### 13.5 Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni:  $E_{50} = M \cdot 3,2 \cdot 10^{-8} - E_{50}^a \cdot 0,60$

## 14. Co-60

### 14.1 Metabolismo

Il 90 % del cobalto inalato (classe di assorbimento S) viene eliminato, sull'arco di ore o di giorni, attraverso le vie respiratorie, l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1=0,05$ ) e le vie urinarie. Un 10 % scarso permane più tempo nel corpo, principalmente nei polmoni. Nel caso del cobalto-60 la durata della permanenza di tale frazione è data principalmente, a causa del lungo tempo di dimezzamento fisico, dai meccanismi di clearance polmonare.

### 14.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Misura diretta della radiazione gamma per mezzo di uno strumento di rivelazione dell'attività toracica.

*Soglia di misura:* 1200 Bq

#### Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Co-60 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

### 14.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T <sub>sondaggio</sub> :	180 giorni	T <sub>misura</sub> :	180 giorni	t <sub>evento</sub> :	immediatamente
--------------------------	------------	-----------------------	------------	-----------------------	----------------

### 14.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$0,35 \times 10^{-7}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$0,68 \times 10^{-7}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$1,2 \times 10^{-7}$
$e_{inh}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$1,7 \times 10^{-7}$
$m(t)$ : Frazione di ritenzione	5	$2,1 \times 10^{-7}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$2,3 \times 10^{-7}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	7	$2,5 \times 10^{-7}$
	15	$2,8 \times 10^{-7}$
	30	$3,1 \times 10^{-7}$
	60	$3,8 \times 10^{-7}$
<b>Intervallo di sorveglianza T = 180 giorni</b>	90	$4,3 \times 10^{-7}$
	180	$5,3 \times 10^{-7}$
	270	$6,1 \times 10^{-7}$

### 14.5 Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 180 giorni:  $E_{50} = M \cdot 4,3 \cdot 10^{-7} - E_{50}^a \cdot 0,70$

## 15. Zn-65

### 15.1 Metabolismo

Circa il 90 % dello zinco inalato (classe di assorbimento S) viene rapidamente eliminato attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1=0,5$ ). Il resto si suddivide, attraverso la circolazione sanguigna, per l'80 % in tutto il corpo e per il 20 % nello scheletro. L'attività accumulata nello scheletro e il 70 % di quella distribuitasi in tutto il corpo sono eliminate con un tempo di dimezzamento biologico di 400 giorni. Il resto decade con un tempo di dimezzamento biologico di 20 giorni.

### 15.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Misura diretta della radiazione gamma per mezzo di uno strumento di rivelazione dell'attività toracica.

*Soglia di misura:* 25 000 Bq

#### Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Zn-65 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

### 15.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$ :	180 giorni	$T_{\text{misura}}$ :	180 giorni	$t_{\text{evento}}$ :	immediatamente
--------------------------	------------	-----------------------	------------	-----------------------	----------------

### 15.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{\text{inh}}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{\text{inh}}/m(t)$ [Sv/Bq]
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv M: Risultato della misura in Bq $e_{\text{inh}}$ : Fattore di dose in Sv/Bq $m(t)$ : Frazione di ritenzione t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione. Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	1	$5,19 \times 10^{-9}$
	2	$7,39 \times 10^{-9}$
	3	$9,06 \times 10^{-9}$
	4	$10,0 \times 10^{-9}$
	5	$10,4 \times 10^{-9}$
	6	$10,7 \times 10^{-9}$
	7	$10,9 \times 10^{-9}$
	15	$11,8 \times 10^{-9}$
	30	$13,5 \times 10^{-9}$
	<b>Intervallo di sorveglianza T = 180 giorni</b>	90
	180	$29,4 \times 10^{-9}$
	270	$43,4 \times 10^{-9}$
	360	$63,6 \times 10^{-9}$

### 15.5 Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 180 giorni:  $E_{50} = M \cdot 1,94 \cdot 10^{-8} - E_{50}^a \cdot 0,45$

## 16. Ga-67

### 16.1 Metabolismo

Il gallio inalato (ipotesi: ossido; classe di assorbimento M) viene eliminato, sull'arco di ore o di giorni, attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1=0,001$ ). Il gallio che raggiunge la circolazione sanguigna è principalmente ridistribuito in tutto il corpo. Il 30 % viene eliminato molto rapidamente. Il resto viene eliminato con un tempo di dimezzamento biologico di 50 giorni.

### 16.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Misura diretta della radiazione gamma per mezzo di uno strumento di rivelazione dell'attività toracica.

*Soglia di misura:* 5500 Bq

#### Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Ga-67 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

### 16.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T <sub>sondaggio</sub> :	7 giorni	T <sub>misura</sub> :	7 giorni	t <sub>evento</sub> :	immediatamente
--------------------------	----------	-----------------------	----------	-----------------------	----------------

### 16.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$		t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
		1	$0,70 \times 10^{-9}$
		2	$1,65 \times 10^{-9}$
		3	$3,55 \times 10^{-9}$
	<b>Intervallo di sorveglianza T = 7 giorni</b>	4	$6,32 \times 10^{-9}$
		5	$9,49 \times 10^{-9}$
E <sub>50</sub> :	Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	6	$12,9 \times 10^{-9}$
M:	Risultato della misura in Bq	7	$16,7 \times 10^{-9}$
e <sub>inh</sub> :	Fattore di dose in Sv/Bq	8	$21,2 \times 10^{-9}$
m(t):	Frazione di ritenzione	9	$26,7 \times 10^{-9}$
t:	Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione	10	$33,3 \times 10^{-9}$
		14	$81,6 \times 10^{-9}$

### 16.5 Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 7 giorni:	$E_{50} = M \cdot 3,55 \cdot 10^{-9} - E_{50}^a \cdot 0,11$
--	---

## 17. Ga-68

### 17.1 Metabolismo

A causa della sua breve durata di vita (tempo di dimezzamento 68 min.), prima di essere eliminato questo nuclide decade in gran parte completamente nel corpo. Il gallio-68 inalato o ingerito causa inoltre il contributo di dose più elevato nei polmoni (inalazione) o nel tratto gastro-intestinale (ingestione).

### 17.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio (obbligatoria)

Misura diretta della radiazione a livello dello stomaco/dell'addome almeno ogni 4 ore.

*Soglia di misura:* 1  $\mu$  Sv/h a livello dello stomaco

#### Misura d'incorporazione

A causa del breve tempo di dimezzamento fisico, una misura d'incorporazione non è possibile.

### 17.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T <sub>sondaggio</sub> :	4 ore	T <sub>misura</sub> :	–	t <sub>evento</sub> :	immediatamente
--------------------------	-------	-----------------------	---	-----------------------	----------------

### 17.4 Interpretazione

Se la soglia di misura è superata, occorre che un perito, d'intesa con l'autorità di vigilanza, verifichi e interpreti i dati per determinare la dose efficace impegnata E<sub>50</sub>.

## 18. Sr-85

### 18.1 Metabolismo

Il 90 % dello stronzio-85 inalato (classe di assorbimento S) viene eliminato, sull'arco di ore o di giorni, attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1=0,01$ ). Circa il 5 % rimane fissato nei polmoni per lungo tempo. La permanenza di questa frazione è data dal tempo di dimezzamento fisico dello stronzio-85. La piccola quantità di stronzio che raggiunge la circolazione sanguigna viene assorbita dal tessuto osseo o eliminata, principalmente per via urinaria.

### 18.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Misura diretta della radiazione gamma per mezzo di uno strumento di rivelazione dell'attività toracica.

*Soglia di misura:* 6400 Bq

#### Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Sr-85 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

### 18.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$ :	30 giorni	$T_{\text{misura}}$ :	30 giorni	$t_{\text{evento}}$ :	immediatamente
--------------------------	-----------	-----------------------	-----------	-----------------------	----------------

### 18.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{\text{inh}}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{\text{inh}}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$0,13 \times 10^{-8}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$0,26 \times 10^{-8}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$0,49 \times 10^{-8}$
$e_{\text{inh}}$ : Dosisfaktor in Sv/Bq	4	$0,72 \times 10^{-8}$
$m(t)$ : Frazione di ritenzione	5	$0,90 \times 10^{-8}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$1,0 \times 10^{-8}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	7	$1,1 \times 10^{-8}$
<b>Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni</b>	15	$1,3 \times 10^{-8}$
	30	$1,7 \times 10^{-8}$
	45	$2,2 \times 10^{-8}$
	60	$2,8 \times 10^{-8}$
	90	$4,3 \times 10^{-8}$

### 18.5 Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni:  $E_{50} = M \cdot 1,3 \cdot 10^{-8} - E_{50}^a \cdot 0,59$

## 19. Sr-89

### 19.1 Metabolismo

Il 90 % dello stronzio-89 inalato (classe di assorbimento S) viene eliminato, sull'arco di ore o di giorni, attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1=0,01$ ). Circa il 5 % rimane fissato nei polmoni per lungo tempo. La permanenza di questa frazione è data dal tempo di dimezzamento fisico dello stronzio-89. La piccola quantità di stronzio che raggiunge la circolazione sanguigna viene assorbita dal tessuto osseo o eliminata, principalmente per via urinaria.

### 19.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Misura diretta di un campione di urina mediante contatore a scintillazione liquida.

*Soglia di misura:* 0,5 Bq/l

#### Misura d'incorporazione

Misura, dopo separazione chimica, della concentrazione  $C_u$  di Sr-89 nelle urine in Bq/l, mediante contatore a scintillazione liquida.

### 19.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$ :	30 giorni	$T_{\text{misura}}$ :	30 giorni	$t_{\text{evento}}$ :	1 giorno
--------------------------	-----------	-----------------------	-----------	-----------------------	----------

### 19.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{\text{inh}}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{\text{inh}}/m(t)$ [Sv-1/Bq]
	1	$0,0098 \times 10^{-3}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$0,024 \times 10^{-3}$
$C_u$ : Risultato della misura in Bq/l	3	$0,037 \times 10^{-3}$
$e_{\text{inh}}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$0,049 \times 10^{-3}$
$m(t)$ : Frazione escreta nelle urine giornalmente (=1,4 l) in l <sup>-1</sup>	5	$0,065 \times 10^{-3}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$0,080 \times 10^{-3}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	7	$0,096 \times 10^{-3}$
<b>Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni</b>	15	$0,26 \times 10^{-3}$
	30	$0,65 \times 10^{-3}$
	45	$1,5 \times 10^{-3}$
	60	$2,6 \times 10^{-3}$

### 19.5 Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni:  $E_{50} = C_u \cdot 0,26 \cdot 10^{-3} - E_{50}^a \cdot 0,17$

## 20. Sr-90

### 20.1 Metabolismo

Il 90 % dello stronzio-90 inalato (classe di assorbimento S) viene eliminato, sull'arco di ore o di giorni, attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1=0,01$ ). Circa il 5 % rimane fissato nei polmoni per lungo tempo. La durata di tale permanenza è determinata, a causa del lungo tempo di dimezzamento fisico, dai meccanismi di clearance polmonare. Lo stronzio che raggiunge la circolazione sanguigna viene assorbito dal tessuto osseo o eliminato, principalmente per via urinaria.

### 20.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Misura diretta di un campione di urina mediante contatore a scintillazione liquida.

*Soglia di misura:* 0,05 Bq/l

#### Misura d'incorporazione

Misura della concentrazione  $C_u$  di Sr-90 nelle urine in Bq/l, mediante contatore a scintillazione liquida.

### 20.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$ :	30 giorni	$T_{\text{misura}}$ :	30 giorni	$t_{\text{evento}}$ :	1 giorno
--------------------------	-----------	-----------------------	-----------	-----------------------	----------

### 20.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = C_u \{e_{\text{inh}}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{\text{inh}}/m(t)$ [Sv-1/Bq]
	1	$0,13 \times 10^{-3}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$0,32 \times 10^{-3}$
$C_u$ : Risultato della misura in Bq/l	3	$0,49 \times 10^{-3}$
$e_{\text{inh}}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$0,67 \times 10^{-3}$
$m(t)$ : Frazione escreta nelle urine giornalmente (=1,4) in $l^{-1}$	5	$0,83 \times 10^{-3}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$0,98 \times 10^{-3}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	7	$1,2 \times 10^{-3}$
<b>Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni</b>	15	$2,7 \times 10^{-3}$
	30	$6,0 \times 10^{-3}$
	45	$11 \times 10^{-3}$
	60	$16 \times 10^{-3}$

### 20.5 Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni:	$E_{50} = C_u \cdot 2,7 \cdot 10^{-3} - E_{50}^a \cdot 0,25$
---	--

## 21. Y-90

### 21.1 Metabolismo

L'ittrio inalato (classe di assorbimento M) viene rapidamente eliminato attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1=0,0001$ ). Circa il 5 % rimane fissato nei polmoni per lungo tempo. La permanenza di questa frazione nel corpo è determinata dal tempo di dimezzamento fisico di 2,67 giorni. La piccola quantità di ittrio che raggiunge la circolazione sanguigna viene assorbita dal tessuto osseo e dal fegato (65 %) oppure direttamente eliminata.

### 21.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Una volta tolti i guanti, misura della contaminazione delle mani mediante un apposito rivelatore.

*Soglia di misura:* 3000 Bq cm<sup>-2</sup>

#### Misura d'incorporazione

Misura della concentrazione  $C_u$  di Y-90 nelle urine in Bq/l, mediante contatore proporzionale dopo preparazione chimica.

### 21.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$ :	dopo ogni impiego	$T_{\text{misura}}$ :	in caso di superamento della soglia di misura	$t_{\text{evento}}$ :	1 giorno
--------------------------	-------------------	-----------------------	---	-----------------------	----------

### 21.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{\text{inh}}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{\text{inh}}/m(t)$ [Sv-1/Bq]
	1	$9,48 \times 10^{-7}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$1,30 \times 10^{-5}$
$C_u$ : Risultato della misura in Bq/l	3	$1,01 \times 10^{-4}$
$e_{\text{inh}}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$1,95 \times 10^{-4}$
$m(t)$ : Frazione escreta nelle urine giornalmente (=1,4 l) in l <sup>-1</sup>	5	$2,64 \times 10^{-4}$
$t$ : Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$3,48 \times 10^{-4}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	7	$4,59 \times 10^{-4}$
	10	$1,05 \times 10^{-3}$
	15	$4,13 \times 10^{-3}$
	20	$1,63 \times 10^{-2}$
	30	$2,49 \times 10^{-1}$

## 22. Tc-99m

### 22.1 Metabolismo

Il tecnezio si fissa in modo attivo a livello della tiroide, delle ghiandole salivari, dello stomaco e dell'intestino. Si assume che il resto dell'attività si ripartisca uniformemente in tutto l'organismo. L'escrezione ha luogo per via urinaria e attraverso le feci (frazione di riassorbimento  $f_1=0,8$ ).

### 22.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio (obbligatoria)

Misura diretta della radiazione a livello dello stomaco o della tiroide.

*Soglia di misura:* 1  $\mu\text{Sv/h}$

#### Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Tc-99m in Bq per mezzo di un contatore corpo intero.

### 22.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondag-}}$ gio:	al termine della giornata	$T_{\text{misura}}$ :	in caso di supera- mento della soglia di misura	$t_{\text{evento}}$ :	immedia- tamente
------------------------------	------------------------------	-----------------------	---	-----------------------	---------------------

### 22.4 Interpretazione

A causa del breve tempo di dimezzamento fisico (6 ore), non è possibile un'interpretazione standard. In situazioni normali le incorporazioni (kBq) comportano deboli dosi ( $10^{-5}$  mSv). Qualora si verificassero incidenti o superamenti della soglia di misura, si rendono necessarie una verifica e un'interpretazione specifica.

## 23. In-111

### 23.1 Metabolismo

L'indio inalato (classe di assorbimento M) viene rapidamente eliminato attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1=0,02$ ). L'indio che raggiunge la circolazione sanguigna si ripartisce in modo relativamente omogeneo in tutto il corpo. Si presume che questa quota non venga più eliminata. Quindi la permanenza nel corpo dell'indio-111 è determinata dal tempo di dimezzamento fisico di 2,8 giorni.

### 23.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Misura diretta della radiazione gamma per mezzo di uno strumento di rivelazione dell'attività toracica.

*Soglia di misura:* 5000 Bq

#### Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di In-111 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

### 23.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T <sub>sondaggio</sub> : 7 giorni	T <sub>misura</sub> : 7 giorni	t <sub>evento</sub> : immediatamente
-----------------------------------	--------------------------------	--------------------------------------

### 23.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
E <sub>50</sub> : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	1	$0,80 \times 10^{-9}$
	2	$1,88 \times 10^{-9}$
	3	$3,99 \times 10^{-9}$
<b>Intervallo di sorveglianza T = 7 giorni</b>	4	$6,97 \times 10^{-9}$
M: Risultato della misura in Bq	5	$10,4 \times 10^{-9}$
	6	$14,2 \times 10^{-9}$
e <sub>inh</sub> : Fattore di dose in Sv/Bq	7	$18,7 \times 10^{-9}$
m(t): Frazione di ritenzione	8	$24,2 \times 10^{-9}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione. Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume t = T/2	9	$31,2 \times 10^{-9}$
	10	$40,1 \times 10^{-9}$
	14	$109 \times 10^{-9}$

### 23.5 Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 7 giorni:	$E_{50} = M \cdot 3,99 \cdot 10^{-9} - E_{50}^a \cdot 0,10$
--	---

## 24. I-123

### 24.1 Metabolismo

Il 50 % dello iodio inalato (classe di assorbimento F) viene esalato. La rimanente metà raggiunge rapidamente la circolazione sanguigna (frazione di riassorbimento  $f_1=1$ ). Da qui il 30 % circa è riassorbito in un giorno nella ghiandola tiroidea ed il 70 % viene eliminato per via urinaria. Il tempo di dimezzamento biologico nella tiroide è di 80 giorni. La permanenza nella tiroide dello iodio-123 è quindi determinata dal tempo di dimezzamento fisico di 13,2 ore.

### 24.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Misura diretta dell'attività fissata dalla ghiandola tiroidea con un rivelatore di contaminazione.

*Soglia di misura:* 1400 Bq

#### Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di I-123 in Bq mediante un rivelatore tiroideo.

### 24.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$ :	al termine della giornata (= 12 ore)	$T_{\text{misura}}$ :	in caso di superamento della soglia di misura	$t_{\text{evento}}$ :	6-12 ore
--------------------------	--------------------------------------	-----------------------	---	-----------------------	----------

### 24.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{\text{inh}}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{\text{inh}}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1/4	$0,0022 \times 10^{-6}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	1/2	$0,0020 \times 10^{-6}$
M: Risultato della misura in Bq	1	$0,0029 \times 10^{-6}$
$e_{\text{inh}}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	1,5	$0,0052 \times 10^{-6}$
$m(t)$ : Frazione di ritenzione	2	$0,010 \times 10^{-6}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	3	$0,034 \times 10^{-6}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume $t = T/2$	4	$0,12 \times 10^{-6}$
	5	$0,44 \times 10^{-6}$
	6	$1,5 \times 10^{-6}$
	7	$5,5 \times 10^{-6}$

## 25. I-124

### 25.1 Metabolismo

Il 50 % dello iodio inalato (classe di assorbimento F) viene esalato. La rimanente metà raggiunge rapidamente la circolazione sanguigna (frazione di riassorbimento  $f_1=1$ ). Da qui il 30 % circa è riassorbito in un giorno nella ghiandola tiroidea ed il 70 % viene eliminato per via urinaria. Il tempo di dimezzamento biologico nella tiroide è di 80 giorni. La permanenza nella tiroide dello iodio-124 è quindi determinata dal tempo di dimezzamento fisico di 4,2 giorni.

### 25.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Misura diretta dell'attività fissata nella ghiandola tiroidea mediante un rivelatore di contaminazione.

*Soglia di misura:* 3000 Bq

#### Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di I-124 M in Bq mediante un rivelatore tiroideo.

### 25.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$	7 giorni	$T_{\text{misura}}$	14 giorni	$t_{\text{evento}}$	6-12 ore
------------------------	----------	---------------------	-----------	---------------------	----------

### 25.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{\text{inh}}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{\text{inh}}/m(t)$ [Sv/Bq]	
	1	$0,56 \times 10^{-7}$	
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$0,62 \times 10^{-7}$	
M: Risultato della misura in Bq	3	$0,74 \times 10^{-7}$	
$e_{\text{inh}}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$0,88 \times 10^{-7}$	
$m(t)$ : Frazione di ritenzione	5	$1,04 \times 10^{-7}$	
	6	$1,24 \times 10^{-7}$	
	<b>Intervallo di sorveglianza T = 14 giorni</b>	7	$1,48 \times 10^{-7}$
		10	$2,49 \times 10^{-7}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione. Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	14	$5,00 \times 10^{-7}$	
		15	$5,94 \times 10^{-7}$
		21	$14,1 \times 10^{-7}$

### 25.5 Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 14 giorni:  $E_{50} = M \cdot 1,48 \cdot 10^{-7} - E_{50}^a \cdot 0,10$

## 26. I-125

### 26.1 Metabolismo

Il 50 % dello iodio inalato (classe di assorbimento F) viene esalato. La rimanente metà raggiunge rapidamente la circolazione sanguigna (frazione di riassorbimento  $f_1=1$ ). Da qui il 30 % circa è riassorbito in un giorno nella ghiandola tiroidea ed il 70 % viene eliminato per via urinaria. Il tempo di dimezzamento biologico nella tiroide è di 80 giorni e quello fisico è di 60 giorni.

### 26.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Misura diretta dell'attività fissata dalla ghiandola tiroidea con un rivelatore di contaminazione.

*Soglia di misura:* 1300 Bq

#### Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di I-125 M in Bq mediante un rivelatore tiroideo.

### 26.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T <sub>sondaggio</sub> :	30 giorni	T <sub>misura</sub> :	90 giorni	t <sub>evento</sub> :	6-12 ore
--------------------------	-----------	-----------------------	-----------	-----------------------	----------

### 26.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$0,56 \times 10^{-7}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$0,52 \times 10^{-7}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$0,52 \times 10^{-7}$
$e_{inh}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$0,56 \times 10^{-7}$
$m(t)$ : Frazione di ritenzione	5	$0,56 \times 10^{-7}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$0,56 \times 10^{-7}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	7	$0,56 \times 10^{-7}$
	15	$0,66 \times 10^{-7}$
	30	$0,90 \times 10^{-7}$
<b>Intervallo di sorveglianza T = 90 giorni</b>	45	$1,2 \times 10^{-7}$
	60	$1,6 \times 10^{-7}$
	90	$2,6 \times 10^{-7}$
	135	$6,1 \times 10^{-7}$

### 26.5 Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 90 giorni:  $E_{50} = M \cdot 1,2 \cdot 10^{-7} - E_{50}^a \cdot 0,20$

## 27. I-131

### 27.1 Metabolismo

Il 50 % dello iodio inalato (classe di assorbimento F) viene esalato. La rimanente metà raggiunge rapidamente la circolazione sanguigna (frazione di riassorbimento  $f_1=1$ ). Da qui il 30 % circa è riassorbito in un giorno nella ghiandola tiroidea e il 70 % viene eliminato per via urinaria. Il tempo di dimezzamento biologico nella tiroide è di 80 giorni. La permanenza nella tiroide dello iodio-131 è quindi determinata dal tempo di dimezzamento fisico di 8 giorni.

### 27.2. Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Misura diretta dell'attività fissata dalla ghiandola tiroidea mediante un rivelatore di contaminazione.

*Soglia di misura:* 2000 Bq

#### Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di I-131 M in Bq mediante un rivelatore tiroideo.

### 27.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$ :	7 giorni	$T_{\text{misura}}$ :	30 giorni	$t_{\text{evento}}$ :	6-12 ore
--------------------------	----------	-----------------------	-----------	-----------------------	----------

### 27.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{\text{inh}}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{\text{inh}}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$0,092 \times 10^{-6}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$0,092 \times 10^{-6}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$0,10 \times 10^{-6}$
$e_{\text{inh}}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$0,11 \times 10^{-6}$
$m(t)$ : Frazione di ritenzione	5	$0,12 \times 10^{-6}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$0,13 \times 10^{-6}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	7	$0,15 \times 10^{-6}$
<b>Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni</b>	15	$0,31 \times 10^{-6}$
	30	$1,3 \times 10^{-6}$
	45	$5,2 \times 10^{-6}$

### 27.5 Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni:  $E_{50} = M \cdot 0,31 \cdot 10^{-6} - E_{50}^a \cdot 0,06$

## 28. Ba-133

### 28.1 Metabolismo

Il metabolismo del bario nell'organismo dipende molto dalla solubilità del relativo composto, ma sostanzialmente il bario si comporta analogamente al Ca o allo Sr. I composti di bario solubili (classe di assorbimento F) raggiungono la circolazione sanguigna molto rapidamente e quasi completamente, quelli poco solubili vengono eliminati dai polmoni nel corso di pochi giorni, rispettivamente per il 50 % circa attraverso la circolazione sanguigna e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1 = 0,1$ ), e parzialmente espulsi attraverso le feci. Il bario che raggiunge la circolazione sanguigna viene assorbito dal tessuto osseo o nuovamente eliminato, primariamente per via urinaria.

### 28.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Misura diretta della radiazione gamma per mezzo di uno strumento di rivelazione dell'attività toracica.

*Soglia di misura:* 6000 Bq

#### Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Ba-133 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

### 28.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T <sub>sondaggio</sub> :	180 giorni	T <sub>misura</sub> :	180 giorni	t <sub>evento</sub> :	immediatamente
--------------------------	------------	-----------------------	------------	-----------------------	----------------

### 28.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$3.69 \times 10^{-9}$
E <sub>50</sub> : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$6.60 \times 10^{-9}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$1.10 \times 10^{-8}$
e <sub>inh</sub> : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$1.64 \times 10^{-8}$
m(t): Frazione di ritenzione	5	$2.20 \times 10^{-8}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione. Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	6	$2.75 \times 10^{-8}$
	7	$3.24 \times 10^{-8}$
	15	$4.79 \times 10^{-8}$
	30	$5.78 \times 10^{-8}$
	60	$6.89 \times 10^{-8}$
	90	$7.99 \times 10^{-8}$
	180	$1.06 \times 10^{-7}$
	270	$1.25 \times 10^{-7}$

## 29. Cs-134

### 29.1 Metabolismo

Il 50 % del cesio inalato (classe di assorbimento F) viene esalato. La restante metà raggiunge rapidamente la circolazione sanguigna (frazione di riassorbimento  $f_1=1$ ). Tale frazione si ripartisce uniformemente nel corpo intero. Il 10 % di questa attività viene eliminata con un tempo di dimezzamento biologico di 2 giorni principalmente attraverso le vie urinarie; il restante 90 % viene eliminato con un tempo di dimezzamento biologico di 110 giorni negli uomini e 70 giorni nelle donne. Per il controllo dell'incorporazione si utilizza il tempo di dimezzamento corrispondente al metabolismo maschile.

### 29.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Misura diretta della radiazione gamma per mezzo di uno strumento di rivelazione dell'attività toracica. Poiché il cesio passa rapidamente dai polmoni al corpo, non ci si può attendere che tale misura comprenda tutto il cesio inalato. Si suppone così che venga misurato solo il 50 % dell'attività incorporata.

*Soglia di misura:* 6000 Bq

#### Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Cs-134 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

### 29.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$ : 180 giorni	$T_{\text{misura}}$ : 180 giorni	$t_{\text{evento}}$ : immediatamente
-------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------

### 29.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$0,16 \times 10^{-7}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$0,19 \times 10^{-7}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$0,21 \times 10^{-7}$
$e_{inh}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$0,22 \times 10^{-7}$
$m(t)$ : Frazione di ritenzione	5	$0,22 \times 10^{-7}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione. Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	6	$0,23 \times 10^{-7}$
	7	$0,23 \times 10^{-7}$
	15	$0,25 \times 10^{-7}$
	30	$0,27 \times 10^{-7}$
	60	$0,34 \times 10^{-7}$
<b>Intervallo di sorveglianza T = 180 giorni</b>	90	$0,42 \times 10^{-7}$
	180	$0,80 \times 10^{-7}$
	270	$1,5 \times 10^{-7}$

### 29.5 Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza  $T = 180$  giorni:

$$E_{50} = M \cdot 0,42 \cdot 10^{-7} - E_{50}^a \cdot 0,28$$

### 30. Cs-137

#### 30.1 Metabolismo

Il 50 % del cesio inalato (classe di assorbimento F) viene esalato. La restante metà raggiunge rapidamente la circolazione sanguigna (frazione di riassorbimento  $f_1=1$ ). Tale frazione si ripartisce uniformemente nel corpo intero. Il 10 % di questa attività viene eliminata con un tempo di dimezzamento biologico di 2 giorni principalmente attraverso le vie urinarie; il restante 90 % viene eliminato con un tempo di dimezzamento biologico di 110 giorni negli uomini e 70 giorni nelle donne. Per il controllo dell'incorporazione si utilizza il tempo di dimezzamento corrispondente al metabolismo maschile.

#### 30.2 Metodi di misura

##### Misurazione di sondaggio

Misura diretta della radiazione gamma per mezzo di uno strumento di rivelazione dell'attività toracica. Poiché il cesio passa rapidamente dai polmoni al corpo, non ci si può attendere che tale misura comprenda tutto il cesio inalato. Si suppone così che venga misurato solo il 50 % dell'attività incorporata

*Soglia di misura:* 9000 Bq

##### Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Cs-137 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

#### 30.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$ :	180 giorni	$T_{\text{misura}}$ :	180 giorni	$t_{\text{evento}}$ :	immediatamente
--------------------------	------------	-----------------------	------------	-----------------------	----------------

#### 30.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$1,1 \times 10^{-8}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$1,3 \times 10^{-8}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$1,5 \times 10^{-8}$
$e_{inh}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$1,5 \times 10^{-8}$
$m(t)$ : Frazione di ritenzione	5	$1,6 \times 10^{-8}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione. Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	6	$1,6 \times 10^{-8}$
	7	$1,6 \times 10^{-8}$
	15	$1,7 \times 10^{-8}$
	30	$1,9 \times 10^{-8}$
	60	$2,2 \times 10^{-8}$
<b>Intervallo di sorveglianza T = 180 giorni</b>	90	$2,8 \times 10^{-8}$
	180	$4,8 \times 10^{-8}$
	270	$8,6 \times 10^{-8}$

**30.5 Correzione in caso di incorporazione antecedente**

Intervallo di sorveglianza T = 180 giorni:	$E_{50} = M \cdot 2,8 \cdot 10^{-8} - E_{50}^a \cdot 0,33$
--	--

## 31. Eu-152

### 31.1 Metabolismo

L'europio inalato (classe di assorbimento M) viene in gran parte eliminato rapidamente attraverso il naso e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1 = 0,005$ ). L'europio che raggiunge la circolazione sanguigna viene assorbito dal tessuto osseo o raggiunge il fegato (tempo di dimezzamento biologico 3500 giorni) per il 40 % circa, mentre il 6 % raggiunge i reni, dove viene eliminato con un tempo di dimezzamento biologico di circa 10 giorni.

### 31.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Misura diretta della radiazione gamma per mezzo di uno strumento di rivelazione dell'attività toracica.

*Soglia di misura:* 1000 Bq

#### Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Eu-152 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

### 31.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T <sub>sondaggio</sub> :	180 giorni	T <sub>misura</sub> :	180 giorni	t <sub>evento</sub> :	immediatamente
--------------------------	------------	-----------------------	------------	-----------------------	----------------

### 31.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$5.48 \times 10^{-8}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$1.04 \times 10^{-7}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$1.80 \times 10^{-7}$
$e_{inh}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$2.52 \times 10^{-7}$
$m(t)$ : Frazione di ritenzione	5	$3.02 \times 10^{-7}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione. Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	6	$3.27 \times 10^{-7}$
	7	$3.39 \times 10^{-7}$
	15	$3.65 \times 10^{-7}$
	30	$4.01 \times 10^{-7}$
	60	$4.49 \times 10^{-7}$
	90	$4.81 \times 10^{-7}$
	180	$5.29 \times 10^{-7}$
	270	$5.64 \times 10^{-7}$

## 32. Sm-153

### 32.1 Metabolismo

Il samario inalato (classe di assorbimento M) viene rapidamente eliminato attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1=0,0005$ ). La piccola quantità di samario che raggiunge la circolazione sanguigna viene assorbita, per il 90 %, dal tessuto osseo e dal fegato, con un tempo di dimezzamento biologico di 3500 anni. La permanenza del samario-153 nel corpo è quindi determinata dal tempo di dimezzamento fisico di 46,7 ore.

### 32.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio (obbligatoria)

Una volta tolti i guanti, misura della contaminazione delle mani mediante un apposito rivelatore.

*Soglia di misura:* 3000 Bq cm<sup>-2</sup>

#### Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Sm-153 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

### 32.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T <sub>sondaggio</sub> :	dopo ogni impiego	T <sub>misura</sub> :	in caso di superamento della soglia di misura	t <sub>evento</sub> :	immediatamente
--------------------------	-------------------	-----------------------	---	-----------------------	----------------

### 32.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$1,96 \times 10^{-9}$
E <sub>50</sub> : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$5,31 \times 10^{-9}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$1,30 \times 10^{-8}$
e <sub>inh</sub> : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$2,61 \times 10^{-8}$
m(t): Frazione di ritenzione	5	$4,42 \times 10^{-8}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$6,83 \times 10^{-8}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume t = T/2	7	$1,01 \times 10^{-7}$
	10	$3,05 \times 10^{-7}$
	15	$1,87 \times 10^{-6}$
	20	$1,14 \times 10^{-5}$
	30	$4,22 \times 10^{-4}$

### 33. Eu-154

#### 33.1 Metabolismo

L'europio inalato (classe di assorbimento M) viene in gran parte eliminato rapidamente attraverso il naso e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1 = 0,005$ ). L'europio che raggiunge la circolazione sanguigna viene assorbito dal tessuto osseo o raggiunge il fegato (tempo di dimezzamento biologico 3500 giorni) per il 40 % circa, mentre il 6 % raggiunge i reni, dove viene eliminato con un tempo di dimezzamento biologico di circa 10 giorni.

#### 33.2 Metodi di misura

##### Misurazione di sondaggio

Misura diretta della radiazione gamma per mezzo di uno strumento di rivelazione dell'attività toracica.

*Soglia di misura:* 800 Bq

##### Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Eu-154 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

#### 33.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$ : 180 giorni	$T_{\text{misura}}$ : 180 giorni	$t_{\text{evento}}$ : immediatamente
-------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------

#### 33.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{\text{inh}}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{\text{inh}}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$7.10 \times 10^{-8}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$1.35 \times 10^{-7}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$2.33 \times 10^{-7}$
$e_{\text{inh}}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$3.27 \times 10^{-7}$
$m(t)$ : Frazione di ritenzione	5	$3.92 \times 10^{-7}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione. Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	6	$4.24 \times 10^{-7}$
	7	$4.40 \times 10^{-7}$
	15	$4.74 \times 10^{-7}$
	30	$5.21 \times 10^{-7}$
	60	$5.85 \times 10^{-7}$
	90	$6.27 \times 10^{-7}$
	180	$6.95 \times 10^{-7}$
	270	$7.46 \times 10^{-7}$

## 34. Er-169

### 34. Metabolismo

L'erbio inalato (classe di assorbimento M) viene rapidamente eliminato attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1=0,0005$ ). Circa il 5 % rimane fissato nei polmoni per lungo tempo. La permanenza di questa frazione nel corpo è determinata dal tempo di dimezzamento fisico di 9,4 giorni. La piccola quantità di erbio che raggiunge la circolazione sanguigna viene assorbita per il 65 % dal tessuto osseo e dal fegato, oppure direttamente eliminata.

### 34.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio (obbligatoria)

Una volta tolti i guanti, misura della contaminazione delle mani mediante un apposito rivelatore.

*Soglia di misura:* 10 000 Bq cm<sup>-2</sup>

#### Misura d'incorporazione

Misura della concentrazione  $C_u$  di Er-169 nelle urine in Bq/l, mediante contatore proporzionale dopo preparazione chimica.

### 34.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$ :	dopo ogni impiego	$T_{\text{misura}}$ :	in caso di superamento della soglia di misura	$t_{\text{evento}}$ :	1 giorno
--------------------------	-------------------	-----------------------	---	-----------------------	----------

### 34.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{\text{inh}}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{\text{inh}}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
	1	$4,25 \times 10^{-7}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$4,75 \times 10^{-6}$
$C_u$ : Risultato della misura in Bq/l	3	$2,95 \times 10^{-5}$
$e_{\text{inh}}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$4,60 \times 10^{-5}$
$m(t)$ : Frazione escreta nelle urine giornalmente (=1,4 l) in l <sup>-1</sup>	5	$5,17 \times 10^{-5}$
$t$ : Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$5,65 \times 10^{-5}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	7	$6,16 \times 10^{-5}$
	10	$8,05 \times 10^{-5}$
	15	$1,24 \times 10^{-4}$
	20	$1,91 \times 10^{-4}$
	30	$4,47 \times 10^{-4}$

## 35. Lu-177

### 35.1 Metabolismo

Il lutezio inalato (classe di assorbimento M) viene rapidamente eliminato attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1=0,0005$ ). La piccola quantità di lutezio che raggiunge la circolazione sanguigna viene assorbita per il 62 % circa dal corpo (soprattutto dal tessuto osseo), con un tempo di dimezzamento biologico di 3500 anni. Il resto viene eliminato in misura analoga attraverso le feci e le urine. La permanenza del lutezio-177 nel corpo è determinata dal tempo di dimezzamento fisico di 6,7 giorni.

### 35.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio (obbligatoria)

Una volta tolti i guanti, misura della contaminazione delle mani mediante un apposito rivelatore.

*Soglia di misura:* 3000 Bq cm<sup>-2</sup>

#### Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Lu-177 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

### 35.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T <sub>sondaggio</sub> :	dopo ogni impiego	T <sub>misura</sub> :	in caso di superamento della soglia di misura	t <sub>evento</sub> :	immediatamente
--------------------------	-------------------	-----------------------	---	-----------------------	----------------

### 35.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$3,48 \times 10^{-9}$
E <sub>50</sub> : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$7,63 \times 10^{-9}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$1,56 \times 10^{-8}$
e <sub>inh</sub> : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$2,58 \times 10^{-8}$
m(t): Frazione di ritenzione	5	$3,57 \times 10^{-8}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$4,38 \times 10^{-8}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume t = T/2	7	$5,08 \times 10^{-8}$
	10	$7,27 \times 10^{-8}$
	15	$1,27 \times 10^{-7}$
	20	$2,23 \times 10^{-7}$
	30	$6,75 \times 10^{-7}$

### 36. Re-186

#### 36.1 Metabolismo

Il renio inalato (classe di assorbimento M) raggiunge rapidamente la tiroide, lo stomaco, il fegato e l'intestino. Si ritiene che il resto dell'attività si ripartisca uniformemente in tutto l'organismo. Circa il 70 % del renio viene eliminato attraverso feci e urine in parti uguali (frazione di riassorbimento  $f_1 = 0,8$ ) con un tempo di dimezzamento biologico di 1,6 giorni.

#### 36.2 Metodi di misura

##### Misurazione di sondaggio

Una volta tolti i guanti, misura della contaminazione delle mani mediante un apposito rivelatore.

*Soglia di misura:* 3000 Bq cm<sup>-2</sup>

##### Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Re-186 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

#### 36.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T <sub>sondaggio</sub> :	dopo ogni impiego	T <sub>misura</sub> :	in caso di superamento della soglia di misura	t <sub>evento</sub> :	immediatamente
--------------------------	-------------------	-----------------------	---	-----------------------	----------------

#### 36.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$2,74 \times 10^{-9}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$4,90 \times 10^{-9}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$8,22 \times 10^{-9}$
$e_{inh}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$1,30 \times 10^{-8}$
m(t): Frazione di ritenzione	5	$1,94 \times 10^{-8}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$2,80 \times 10^{-8}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	7	$3,90 \times 10^{-8}$
	10	$9,09 \times 10^{-8}$
	15	$2,89 \times 10^{-7}$
	20	$8,28 \times 10^{-7}$
	30	$6,22 \times 10^{-6}$

## 37. Re-188

### 37.1 Metabolismo

Il renio inalato (classe di assorbimento M) raggiunge rapidamente la tiroide, lo stomaco, il fegato e l'intestino. Si ritiene che il resto dell'attività si ripartisca uniformemente in tutto l'organismo. Circa il 70 % del renio viene eliminato attraverso feci e urine in parti uguali (frazione di riassorbimento  $f_1 = 0,8$ ) con un tempo di dimezzamento biologico di 1,6 giorni.

### 37.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Una volta tolti i guanti, misura della contaminazione delle mani mediante un apposito rivelatore.

*Soglia di misura:* 3000 Bq cm<sup>-2</sup>

#### Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Re-188 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

### 37.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T <sub>sondag- gio:</sub>	dopo ogni impiego	T <sub>misura:</sub>	in caso di supera- mento della soglia di misura	t <sub>evento:</sub>	immediata- mente
-------------------------------	----------------------	----------------------	---	----------------------	---------------------

### 37.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$		t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
		1	$3,75 \times 10^{-9}$
E <sub>50</sub> :	Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$1,49 \times 10^{-8}$
M:	Risultato della misura in Bq	3	$5,53 \times 10^{-8}$
e <sub>inh</sub> :	Fattore di dose in Sv/Bq	4	$1,93 \times 10^{-7}$
m(t):	Frazione di ritenzione	5	$6,43 \times 10^{-7}$
t:	Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$2,06 \times 10^{-6}$
	Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume t = T/2	7	$6,33 \times 10^{-6}$
		10	$1,61 \times 10^{-4}$
		15	$2,75 \times 10^{-2}$

## 38. Tl-201

### 35.1 Metabolismo

Il 50 % del tallio inalato (classe di assorbimento F) viene esalato. La restante metà raggiunge rapidamente la circolazione sanguigna (frazione di riassorbimento  $f_1=1$ ). Nella misura del 97 %, questa parte viene ripartita omogeneamente in tutto il corpo; il 3 % restante si deposita nei reni. Il tallio è eliminato con un tempo di dimezzamento biologico di 10 giorni.

### 38.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Misura diretta della radiazione gamma per mezzo di uno strumento di rivelazione dell'attività toracica.

*Soglia di misura:* 55 000 Bq

#### Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Tl-201 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

### 38.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T <sub>sondaggio</sub> :	14 giorni	T <sub>misura</sub> :	14 giorni	t <sub>evento</sub> :	immediatamente
--------------------------	-----------	-----------------------	-----------	-----------------------	----------------

### 38.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$0,16 \times 10^{-9}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$0,25 \times 10^{-9}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$0,35 \times 10^{-9}$
$e_{inh}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$0,48 \times 10^{-9}$
m(t): Frazione di ritenzione	5	$0,66 \times 10^{-9}$
	6	$0,89 \times 10^{-9}$
	<b>Intervallo di sorveglianza T = 14 giorni</b>	
	7	$1,19 \times 10^{-9}$
	8	$1,61 \times 10^{-9}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione. Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	9	$2,16 \times 10^{-9}$
	10	$2,91 \times 10^{-9}$
	14	$9,55 \times 10^{-9}$
	21	$56,7 \times 10^{-9}$

## 39. Ra-223

### 39.1 Metabolismo

Il radio inalato (classe di assorbimento M) viene eliminato, sull'arco di ore o di giorni, attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1=0,2$ ). Circa il 5 % rimane fissato nei polmoni per lungo tempo. La permanenza nei polmoni è determinata dai meccanismi di clearance polmonare. Il radio che raggiunge la circolazione sanguigna si deposita soprattutto nel tessuto osseo.

### 39.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Una volta tolti i guanti, misura della contaminazione delle mani mediante un apposito rivelatore.

*Soglia di misura:* 300 Bq cm<sup>-2</sup>

#### Misura d'incorporazione

Misure della concentrazione  $C_u$  di Ra-223 e dei nuclidi figli nelle urine in Bq/l.

### 39.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$ :	dopo ogni impiego	$T_{\text{misura}}$ :	in caso di superamento della soglia di misura	$t_{\text{evento}}$ :	1 giorno
--------------------------	-------------------	-----------------------	---	-----------------------	----------

### 39.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{\text{inh}}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{\text{inh}}/m(t)$ [Sv-l/Bq]
	1	$5.23 \times 10^{-3}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$3.05 \times 10^{-2}$
$C_u$ : Risultato della misura in Bq/l	3	$4.79 \times 10^{-2}$
$e_{\text{inh}}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$7.16 \times 10^{-2}$
$m(t)$ : Frazione escreta nelle urine giornalmente (=1,4 l) in l <sup>-1</sup>	5	$1.06 \times 10^{-1}$
$t$ : Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$1.54 \times 10^{-1}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	7	$2.20 \times 10^{-1}$
	8	$3.06 \times 10^{-1}$
	9	$4.16 \times 10^{-1}$
	10	$5.48 \times 10^{-1}$
	30	5.21
	40	$1.10 \times 10^1$

## 40. Ra-226

### 40.1 Metabolismo

Il radio inalato (classe di assorbimento M) viene eliminato, sull'arco di ore o di giorni, attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1=0,2$ ). Circa il 5 % rimane fissato nei polmoni per lungo tempo. La permanenza nei polmoni è determinata dai meccanismi di clearance polmonare. Il radio che raggiunge la circolazione sanguigna si deposita soprattutto nel tessuto osseo.

### 40.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Misura della concentrazione di attività  $\alpha$  nell'aria del luogo di lavoro.

*Soglia di misura:* 380 Bq h/m<sup>3</sup> (valore integrato su un anno)

#### Misura d'incorporazione

Misure della concentrazione  $C_u$  di Ra-226 e dei nuclidi figli nelle urine in Bq/l.

### 40.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T <sub>sondaggio</sub> :	–	T <sub>misura</sub> :	180 giorni	tevento:	immediatamente
--------------------------	---	-----------------------	------------	----------	----------------

### 40.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = C_u \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
	1	$0,20 \times 10^{-2}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$0,99 \times 10^{-2}$
$C_u$ : Risultato della misura in Bq/l	3	$1,50 \times 10^{-2}$
$E_{inh}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$2,11 \times 10^{-2}$
$m(t)$ : Frazione escreta nelle urine giornalmente (=1,4 l) in l <sup>-1</sup>	5	$2,93 \times 10^{-2}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$4,03 \times 10^{-2}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto si assume $t = T/2$	7	$5,42 \times 10^{-2}$
	15	$17,6 \times 10^{-2}$
	30	$32,6 \times 10^{-2}$
	60	$48,8 \times 10^{-2}$
<b>Intervallo di sorveglianza T = 180 giorni</b>	90	$68,8 \times 10^{-2}$
	180	$151 \times 10^{-2}$
	270	$275 \times 10^{-2}$

### 40.5 Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 180 giorni:  $E_{50} = M \cdot 6,9 \cdot 10^{-1} - E_{50}^a \cdot 0,25$

## 41. Th-232

### 41.1 Metabolismo

Il 90 % del torio-232 inalato (ipotesi: ossido o idrossido, classe di assorbimento S) viene eliminato, sull'arco di ore o di giorni, attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1=2 \times 10^{-4}$ ). Circa il 5 % rimane fissato nei polmoni per lungo tempo. La permanenza nei polmoni è determinata, a causa del lungo tempo di dimezzamento fisico, dai meccanismi di clearance polmonare. Il torio che raggiunge la circolazione sanguigna viene principalmente depositato a lungo termine nel tessuto osseo, dove rilascia una dose relativamente elevata al midollo osseo a causa della continua ristrutturazione ossea.

### 41.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio (obbligatoria)

Misura della concentrazione di torio-232 nell'aria del luogo di lavoro (sorveglianza dell'aria).

*Soglia di misura:* 70 Bq h/m<sup>3</sup> (valore integrato su un anno)

In caso di superamento della soglia di misura, vengono raccolte e misurate le feci e le urine dei primi 3 giorni. Se la misura risulta superiore a 10 volte la soglia, si effettua anche una misura con un rivelatore a corpo intero.

A complemento delle misurazioni di sondaggio, si effettua ogni anno una misura della concentrazione  $C_u$  di Th-232 nelle urine in Bq/l.

### 41.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T <sub>sondaggio</sub> :	–	T <sub>misura</sub> :	360 giorni	t <sub>evento</sub> :	immediatamente
--------------------------	---	-----------------------	------------	-----------------------	----------------

### 41.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

Ciascun risultato positivo deve essere analizzato singolarmente.

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$ $E_{50} = M_{st} \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$ $E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	nel caso di misura delle urine nel caso di misura delle feci nel caso di misura dell'intero corpo	t [giorni]	Urine $e_{inh}/m(t)$ [Sv/l/Bq]	Feci $e_{inh}/m(t)$ [Sv/g/Bq]	Corpo intero $e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
		1	1,3	$0,011 \times 10^{-2}$	$0,24 \times 10^{-4}$
$E_{50}$ :	Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	5,1	$0,0075 \times 10^{-2}$	$0,48 \times 10^{-4}$
$C_u$ :	Risultato della misura in Bq/l (urine)	3	8,8	$0,014 \times 10^{-2}$	$0,86 \times 10^{-4}$
$M_{st}$ :	Risultato della misura in Bq/g (feci)	4	11	$0,034 \times 10^{-2}$	$1,3 \times 10^{-4}$
M:	Risultato della misura in Bq (corpo intero)	5	12	$0,086 \times 10^{-2}$	$1,6 \times 10^{-4}$
$e_{inh}$ :	Fattore di dose in Sv/Bq	6	13	$0,21 \times 10^{-2}$	$1,8 \times 10^{-4}$
m(t):	Frazione di escrezione giornaliera nelle urine (=1,4 l) in l <sup>-1</sup> o nelle feci in g <sup>-1</sup> o ritenzione nell'intero corpo.	7	15	$0,48 \times 10^{-2}$	$1,9 \times 10^{-4}$
		15	22	$2,4 \times 10^{-2}$	$2,1 \times 10^{-4}$
		30	28	$3,4 \times 10^{-2}$	$2,4 \times 10^{-4}$
		45	34	$4,8 \times 10^{-2}$	$2,6 \times 10^{-4}$
t:	Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	90	44	$11 \times 10^{-2}$	$3,1 \times 10^{-4}$

---

Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume $t = T/2$	180	53	$32 \times 10^{-2}$	$3,6 \times 10^{-4}$
--	-----	----	---------------------	----------------------

## 42. U-235

### 42.1 Metabolismo

Il 90 % circa dell'uranio inalato (ipotesi: ossido, classe di assorbimento S) viene eliminato, sull'arco di ore o di giorni, attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1=2\times 10^{-3}$ ). Circa il 5 % rimane fissato nei polmoni per lungo tempo. La permanenza nei polmoni è determinata dai meccanismi di clearance polmonare. L'uranio che raggiunge la circolazione sanguigna viene eliminato molto efficacemente attraverso i reni. La dose polmonare domina; la ritenzione ossea è di poca importanza. Nel caso di composti solubili come  $UF_6$ , bisogna prestare attenzione anche alla tossicità chimica.

### 42.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Misura della concentrazione di U-235 nell'aria del luogo di lavoro (sorveglianza dell'aria respirabile).

*Soglia di misura:* 140 Bq h/m<sup>3</sup> (valore integrato su un anno)

In caso di superamento della soglia di misura, vengono raccolte e misurate le feci e le urine dei primi 3 giorni.

#### Misura d'incorporazione

Misura della concentrazione  $C_u$  di U-235 nelle urine in Bq/l.

### 42.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$ :	–	$T_{\text{misura}}$ :	90 giorni	$t_{\text{evento}}$ :	immediatamente
--------------------------	---	-----------------------	-----------	-----------------------	----------------

### 42.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

Ogni risultato positivo deve essere analizzato singolarmente.

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$ $E_{50} = M_{st} \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	Urine $e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]	Feci $e_{inh}/m(t)$ [Sv·g/Bq]
	1	0,012	$0,055 \times 10^{-3}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	0,19	$0,038 \times 10^{-3}$
$C_u$ : Risultato della misura in Bq/l (urine)	3	0,33	$0,073 \times 10^{-3}$
$M_{st}$ : Risultato della misura in Bq/g (feci)	4	0,36	$0,17 \times 10^{-3}$
$e_{inh}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	5	0,39	$0,44 \times 10^{-3}$
$m(t)$ : Frazione di escrezione giornaliera nelle urine (=1,4 l) in l <sup>-1</sup> o nelle feci in g <sup>-1</sup> .	6	0,43	$1,1 \times 10^{-3}$
	7	0,45	$2,4 \times 10^{-3}$
$t$ : Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	15	0,71	$12 \times 10^{-3}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume $t = T/2$	30	1,1	$17 \times 10^{-3}$
	45	1,4	$24 \times 10^{-3}$
	90	2,0	$55 \times 10^{-3}$
	180	2,6	$165 \times 10^{-3}$

### 43. U-238

#### 43.1 Metabolismo

Il 90 % circa dell'uranio inalato (ipotesi: ossido, classe di assorbimento S) viene eliminato, sull'arco di ore o di giorni, attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1=2 \times 10^{-3}$ ). Circa il 5% rimane fissato nei polmoni per lungo tempo. La permanenza nei polmoni è determinata dai meccanismi di clearance polmonare. L'uranio che raggiunge la circolazione sanguigna viene eliminato molto efficacemente attraverso i reni. La dose polmonare domina; la ritenzione ossea è di poca importanza. Nel caso di composti di uranio solubili come l' $UF_6$  domina la tossicità chimica.

#### 43.2 Metodi di misura

##### Misurazione di sondaggio

Misura della concentrazione di U-238 nell'aria del luogo di lavoro (sorveglianza dell'aria).

*Soglia di misura:* 150 Bq h/m<sup>3</sup> (valore integrato su un anno)

In caso di superamento della soglia di misura, vengono raccolte e misurate le feci e le urine dei primi 3 giorni.

##### Misura d'incorporazione

Misura della concentrazione  $C_u$  di U-238 nelle urine in Bq/l.

#### 43.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$ :	–	$T_{\text{misura}}$ :	90 giorni	$t_{\text{evento}}$ :	immediatamente
--------------------------	---	-----------------------	-----------	-----------------------	----------------

#### 43.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

Ogni risultato positivo deve essere analizzato singolarmente.

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$ $E_{50} = M_{st} \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	Urine $e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]	Feci $e_{inh}/m(t)$ [Sv·g/Bq]
	1	0,011	$0,052 \times 10^{-3}$
$E_{50}$ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	0,18	$0,036 \times 10^{-3}$
$C_u$ : Risultato della misura in Bq/l (urine)	3	0,31	$0,068 \times 10^{-3}$
$M_{st}$ : Risultato della misura in Bq/g (feci)	4	0,33	$0,16 \times 10^{-3}$
$e_{inh}$ : Fattore di dose in Sv/Bq	5	0,36	$0,41 \times 10^{-3}$
$m(t)$ : Frazione di escrezione giornaliera nelle urine (=1,4 l) in l <sup>-1</sup> o nelle feci in g <sup>-1</sup> .	6	0,40	$1,0 \times 10^{-3}$
	7	0,42	$2,3 \times 10^{-3}$
	15	0,67	$12 \times 10^{-3}$
	30	1,0	$16 \times 10^{-3}$
	45	1,3	$23 \times 10^{-3}$
	90	1,9	$52 \times 10^{-3}$
	180	2,4	$154 \times 10^{-3}$

## 44. Np-237

### 44.1 Metabolismo

Il 90 % circa del nettunio inalato (ipotesi: classe di assorbimento M) viene eliminato, sull'arco di ore o di giorni, attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1=5 \times 10^{-4}$ ). Circa il 5 % rimane fissato nei polmoni per lungo tempo. La permanenza relativamente breve nei polmoni è determinata dai meccanismi di clearance polmonare. Il nettunio che raggiunge la circolazione sanguigna viene depositato per tempi lunghi nel tessuto osseo e nel fegato. Il midollo osseo e le cellule germinali ricevono così delle dosi relativamente elevate. Quando la clearance polmonare è avanzata, l'eliminazione ha luogo principalmente per via urinaria.

### 44.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Misura della concentrazione di Np-237 nell'aria del luogo di lavoro (sorveglianza dell'aria).

*Soglia di misura:* 60 Bq h/m<sup>3</sup> (valore integrato su un anno)

In caso di superamento della soglia di misura, vengono raccolte e misurate le feci e le urine dei primi 3 giorni.

#### Misura d'incorporazione

Misura della concentrazione  $C_u$  di Np-237 nelle urine in Bq/l

### 44.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$ :	–	$T_{\text{misura}}$ :	90 giorni	$t_{\text{evento}}$ :	immediatamente
--------------------------	---	-----------------------	-----------	-----------------------	----------------

### 44.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

Ogni risultato positivo deve essere analizzato singolarmente.

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{\text{inh}}/m(t)\}$ $E_{50} = M_{\text{st}} \cdot \{e_{\text{inh}}/m(t)\}$ $E_{50} = M \cdot \{e_{\text{inh}}/m(t)\}$	nel caso di misura delle urine, nel caso di misura delle feci nel caso di misura dei polmoni	t [giorni]	Urine $e_{\text{inh}}/m(t)$ [Sv·l/Bq]	Feci $e_{\text{inh}}/m(t)$ [Sv·g/Bq]	Giorni $e_{\text{inh}}/m(t)$ [Sv/Bq]
		1	$3,4 \times 10^{-3}$	$0,014 \times 10^{-2}$	$2,6 \times 10^{-4}$
$E_{50}$ :	Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$1,6 \times 10^{-2}$	$0,010 \times 10^{-2}$	$2,7 \times 10^{-4}$
$C_u$ :	Risultato della misura in Bq/l (urine)	3	$3,0 \times 10^{-2}$	$0,019 \times 10^{-2}$	$2,7 \times 10^{-4}$
$M_{\text{st}}$ :	Risultato della misura in Bq/g (feci)	4	$4,4 \times 10^{-2}$	$0,045 \times 10^{-2}$	$2,8 \times 10^{-4}$
M:	Risultato della misura in Bq (polmoni)	5	$6,2 \times 10^{-2}$	$0,12 \times 10^{-2}$	$2,8 \times 10^{-4}$
$e_{\text{inh}}$ :	Fattore di dose in Sv/Bq	6	$8,1 \times 10^{-2}$	$0,28 \times 10^{-2}$	$2,8 \times 10^{-4}$
$m(t)$ :	Frazione di escrezione giornaliera nelle urine (=1,4 l) in l <sup>-1</sup> o nelle feci in g <sup>-1</sup> o ritenzione nei polmoni.	7	0,11	$0,65 \times 10^{-2}$	$2,9 \times 10^{-4}$
		15	0,21	$3,6 \times 10^{-2}$	$3,3 \times 10^{-4}$
		30	0,27	$5,4 \times 10^{-2}$	$3,9 \times 10^{-4}$
t:	Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	45	0,32	$7,9 \times 10^{-2}$	$4,5 \times 10^{-4}$
	Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume $t = T/2$	90	0,48	0,23	$6,8 \times 10^{-4}$
		180	0,78	1,0	$13 \times 10^{-4}$

## 45. Pu-239

### 45.1 Metabolismo

Il 90 % circa del plutonio inalato (ipotesi: ossido, classe di assorbimento S) viene eliminato, sull'arco di ore o di giorni, attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1=1 \times 10^{-5}$ ). Circa il 5 % rimane fissato nei polmoni per lungo tempo. La permanenza nei polmoni è determinata dai meccanismi di clearance polmonare. Il plutonio che raggiunge la circolazione sanguigna viene depositato e vi resta a lungo termine nel fegato e nel tessuto osseo, dose rilascia una dose relativamente elevata al midollo osseo a causa della continua ristrutturazione ossea.

### 45.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio (obbligatoria)

Misura della concentrazione di Pu-239 nell'aria del luogo di lavoro (sorveglianza dell'aria).

*Soglia di misura:* 100 Bq h/m<sup>3</sup> (valore integrato su un anno)

In caso di superamento della soglia di misura, vengono raccolte e misurate le feci e le urine dei primi 3 giorni.

A complemento della misurazione di sondaggio si effettua ogni anno una misura della concentrazione  $C_u$  di Pu-239 nelle urine in Bq/l.

### 45.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T <sub>sondaggio</sub> :	–	T <sub>misura</sub> :	360 giorni	t <sub>evento</sub> :	immediatamente
--------------------------	---	-----------------------	------------	-----------------------	----------------

### 45.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

Ogni risultato positivo deve essere analizzato singolarmente.

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$ $E_{50} = M_{st} \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	nel caso di misura delle urine nel caso di misura delle feci	t [giorni]	Urine $e_{inh}/m(t)$ [Sv-l/Bq]	Feci $e_{inh}/m(t)$ [Sv-g/Bq]
		1	5,1	$0,0075 \times 10^{-2}$
		2	8,3	$0,0052 \times 10^{-2}$
		3	14	$0,0099 \times 10^{-2}$
		4	20	$0,024 \times 10^{-2}$
		5	26	$0,059 \times 10^{-2}$
		6	31	$0,15 \times 10^{-2}$
		7	37	$0,33 \times 10^{-2}$
		15	61	$1,7 \times 10^{-2}$
		30	68	$2,4 \times 10^{-2}$
		45	68	$3,3 \times 10^{-2}$
		90	73	$7,5 \times 10^{-2}$
		180	73	$22 \times 10^{-2}$

## 46. Am-241

### 46.1 Metabolismo

Il 90 % circa dell'americio inalato (tutti i composti; ipotesi: classe di assorbimento M) viene eliminato, sull'arco di ore o di giorni, attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento  $f_1=5 \times 10^{-4}$ ). Circa il 5 % rimane fissato nei polmoni per lungo tempo. La permanenza relativamente breve nei polmoni è determinata dai meccanismi di clearance polmonare. L'americio che raggiunge la circolazione sanguigna viene depositato per tempi lunghi nel tessuto osseo e nel fegato. Il midollo osseo e le cellule germinali ricevono così delle dosi relativamente elevate. Quando la clearance polmonare è avanzata, l'eliminazione ha luogo principalmente per via urinaria.

### 46.2 Metodi di misura

#### Misurazione di sondaggio

Misura della concentrazione di Am-241 nell'aria del luogo di lavoro (sorveglianza dell'aria).

*Soglia di misura:* 30 Bq h/m<sup>3</sup> (valore integrato su un anno)

In caso di superamento della soglia di misura, vengono raccolte e misurate le feci e le urine dei primi 3 giorni. Se la misura è superiore a 10 volte la soglia, si determina anche l'attività nei polmoni mediante uno strumento di misura per l'attività toracica.

#### Misura d'incorporazione

Misura della concentrazione  $C_u$  di Am-241 nelle urine in Bq/l

### 46.3 Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$ :	—	$T_{\text{misura}}$ :	90 giorni	$t_{\text{evento}}$ :	immediatamente
--------------------------	---	-----------------------	-----------	-----------------------	----------------

### 46.4 Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

Ogni risultato positivo deve essere analizzato singolarmente.

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$ $E_{50} = M_{st} \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$ $E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	nel caso di misura delle urine nel caso di misura delle feci nel caso di misura dei polmoni	t [gior ni]	Urine $e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]	Feci $e_{inh}/m(t)$ [Sv·g/Bq]	Polmoni $e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
		1	0,021	$0,025 \times 10^{-2}$	$4,7 \times 10^{-4}$
$E_{50}$ :	Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	0,16	$0,018 \times 10^{-2}$	$4,8 \times 10^{-4}$
$C_u$ :	Risultato della misura in Bq/l (urine)	3	0,29	$0,034 \times 10^{-2}$	$4,9 \times 10^{-4}$
$M_{st}$ :	Risultato della misura in Bq/g (feci)	4	0,42	$0,082 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-4}$
M:	Risultato della misura in Bq (polmoni)	5	0,53	$0,21 \times 10^{-2}$	$5,1 \times 10^{-4}$
$e_{inh}$ :	Fattore di dose in Sv/Bq	6	0,60	$0,51 \times 10^{-2}$	$5,1 \times 10^{-4}$
m(t):	Frazione di escrezione giornaliera nelle urine (=1,4 l) in l <sup>-1</sup> o nelle feci in g <sup>-1</sup> o ritenzione nei polmoni.	7	0,65	$1,2 \times 10^{-2}$	$5,2 \times 10^{-4}$
		15	0,97	$6,4 \times 10^{-2}$	$5,9 \times 10^{-4}$
		30	1,5	$9,6 \times 10^{-2}$	$7,1 \times 10^{-4}$
t:	Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	45	1,8	$14 \times 10^{-2}$	$8,2 \times 10^{-4}$
	Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume $t = T/2$	90	2,4	$41 \times 10^{-2}$	$12 \times 10^{-4}$
		180	3,4	$159 \times 10^{-2}$	$23 \times 10^{-4}$

## C Spiegazioni riguardanti le schede caratteristiche specifiche

Le schede caratteristiche specifiche dei radionuclidi sono stabilite secondo uno schema unificato. Ogni scheda comprende 5 parti. Nella prima viene dato un cenno del metabolismo dell'isotopo. I metodi di misura di incorporazione e di sondaggio sono indicati nella seconda parte. Quando la soglia di misura non viene superata, in generale si può assumere che la dose effettiva impegnata annuale non supera 1 mSv. Nella parte seguente sono indicati gli intervalli di sorveglianza. Gli ultimi due paragrafi permettono l'interpretazione dei risultati delle misure secondo l'allegato 9.

Bibliografia:	1. Metabolismo	ICRP 30 <sup>1</sup> , ICRP 78, ICRP 119
	2. $m(t)$ :	ICRP 78, BfS <sup>2</sup>
	3. $e_{inh}$ :	ICRP 68 (identica al BSS <sup>3</sup> e alla direttiva 96/29/Euratom <sup>4</sup> )

---

<sup>1</sup> International Commission on Radiological Protection, [www.icrp.org](http://www.icrp.org)

<sup>2</sup> Deutsches Bundesamt für Strahlenschutz [Ufficio federale tedesco per la radio-protezione], [www.bfs.de](http://www.bfs.de)

<sup>3</sup> International Atomic Energy Agency (IAEA): International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources (1996), Safety Series No. 115, [www.iaea.org](http://www.iaea.org).

<sup>4</sup> Direttiva 96/29/Euratom del Consiglio del 13 maggio 1996 che stabilisce le norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i pericoli derivanti dalle radiazioni ionizzanti, GU L 159 del 29.6.1996, pag. 1 segg.

---

# **Ordinanza concernente gli emolumenti nel campo della radioprotezione (OEm-RaP)**

del ...

Avamprogetto per l'indagine conoscitiva

---

*Il Consiglio federale svizzero,*

visto l'articolo 42 della legge del 22 marzo 1991<sup>1</sup> sulla radioprotezione (LRaP),  
*ordina:*

## **Art. 1**            Oggetto

La presente ordinanza disciplina gli emolumenti per provvedimenti, prestazioni e decisioni dell'Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP), degli organi da esso incaricati e dell'Istituto Paul Scherrer (IPS), nel campo della radioprotezione.

## **Art. 2**            Applicabilità dell'ordinanza generale sugli emolumenti

Per quanto la presente ordinanza non disponga altrimenti, si applicano le disposizioni dell'ordinanza generale dell'8 settembre 2004<sup>2</sup> sugli emolumenti (OgeEm).

## **Art. 3**            Assoggettamento

Chi chiede un provvedimento, una prestazione o una decisione secondo l'articolo 1 deve pagare un emolumento.

## **Art. 4**            Esenzione dagli emolumenti

Le autorità e le aziende della Confederazione sono esentate da qualsiasi emolumento se chiedono prestazioni per se stesse. Fanno eccezione i servizi incaricati dello smaltimento delle scorie radioattive.

## **Art. 5**            Rinuncia alla riscossione di emolumenti

<sup>1</sup> In singoli casi debitamente motivati si può rinunciare a riscuotere emolumenti, in particolare:

- a. per lo smaltimento di sorgenti radioattive la cui formazione è avvenuta quando la LRaP non era ancora applicabile o il cui proprietario non è o non è più identificabile;

**RS 814.56**

<sup>1</sup>    **RS 814.50**

<sup>2</sup>    **RS 172.041.1**

- b. per prestazioni che devono essere effettuate per salvaguardare la sicurezza della popolazione in caso di evento, se chi ne è stato la causa non è più identificabile.

<sup>2</sup> Se il proprietario o il responsabile di cui al capoverso 1 lettere a e b può essere identificato in un secondo tempo, l'UFSP può fatturare il corrispondente emolumento con effetto retroattivo.

#### **Art. 6** Calcolo degli emolumenti

<sup>1</sup> Gli emolumenti sono calcolati secondo gli importi forfetari stabiliti nell'allegato.

<sup>2</sup> Per provvedimenti, prestazioni e decisioni che non sono menzionati nell'allegato o per i quali nell'allegato è stabilito un emolumento in funzione del dispendio, gli emolumenti sono calcolati in funzione del dispendio di tempo. La tariffa oraria si situa, a seconda delle conoscenze specifiche necessarie e del livello di funzione del personale incaricato, tra i 100 e i 200 franchi. Il tempo di viaggio e il tempo d'attesa sono calcolati come tempo di lavoro.

#### **Art. 7** Supplemento d'emolumento

L'UFSP, gli organi da esso incaricati e l'IPS possono esigere un supplemento fino al 50 per cento dell'emolumento per prestazioni fornite urgentemente fuori dell'orario normale di lavoro su domanda, oppure che comportano un onere amministrativo straordinario.

#### **Art. 8** Esborsi

Sono considerate esborsi, oltre alle spese previste nell'articolo 6 OgeEm<sup>3</sup>, le spese supplementari concernenti una determinata prestazione, segnatamente gli onorari secondo gli articoli 8/1-8/4 dell'ordinanza del 25 novembre 1998<sup>4</sup> sull'organizzazione del Governo e dell'Amministrazione.

#### **Art. 9** Fatturazione, decisione circa gli emolumenti

<sup>1</sup> Se affida un compito a un altro organo, l'UFSP può abilitare quest'ultimo a fatturare esso stesso gli emolumenti.

<sup>2</sup> In caso di controversia concernente la fattura, l'UFSP pronuncia una decisione circa gli emolumenti.

#### **Art. 10** Abrogazione di un altro atto normativo

L'ordinanza del 5 luglio 2006<sup>5</sup> concernente gli emolumenti nel campo della radio-protezione è abrogata.

<sup>3</sup> RS 172.041.1

<sup>4</sup> RS 172.010.1

<sup>5</sup> RU 2006 2949, 2013 3407

**Art. 11**            Disposizione transitoria

Ai provvedimenti, alle prestazioni e alle decisioni non ancora conclusi rispettivamente non ancora passati in giudicato all'entrata in vigore della presente ordinanza si applicano le prescrizioni della presente ordinanza.

**Art. 12**            Entrata in vigore

La presente ordinanza entra in vigore il ....

...

In nome del Consiglio federale svizzero:

La presidente della Confederazione,  
Simonetta Sommaruga  
La cancelliera della Confederazione,  
Corina Casanova

## Importi forfetari

### A. Licenze per la manipolazione di radiazioni ionizzanti (art. 21 ORaP)

Franchi

#### I. Applicazioni mediche

1.	Impianti in ospedali distrettuali/regionali, ospedali cantonali, istituti privati, ospedali universitari, studi dentistici, cliniche dentarie	
1.1	Piccoli impianti a raggi X per uso odontoiatrico fino a 70 kV	400
1.2	Ortopantomografi / impianti di radiografia panoramica, ortopantomografi con teleradiografia, tomografi volumetrici digitali	650
2.	Impianti in studi medici e chiropratici	
2.1	Impianti a raggi X per radiografie	650
2.2	Impianti a raggi X per radiografie e radioscopie	700
3.	Impianti in ospedali distrettuali/regionali, ospedali cantonali, istituti privati, ospedali universitari	
3.1	Impianti a raggi X per radiografie	950
3.2	Impianti a raggi X per radiografie e radioscopie	1000
3.3	Mammografi	950
3.4	Simulatori	1000
3.5	Impianti a raggi X per terapia superficiale	950
3.6	Impianti a raggi X per terapia profonda	1600
3.7	Impianti per applicazioni ad alto dosaggio in cardiologia e radiologia interventistica	1150
3.8	Tomografi computerizzati	1600
3.9	Apparecchi «afterloading», unità irradianti	2000
3.10	Acceleratori lineari	2600
4.	Medicina nucleare	
4.1	Diagnostica, zona di lavoro di tipo C	1400
4.2	Terapia, zona di lavoro di tipo B/C	2600
4.3	Dispositivi PET-TC	2000
4.4	Dispositivi SPECT-TC	1750
4.5	Camere per pazienti	1400
5.	Impianti usati in medicina veterinaria, medicina legale, ricerca, formazione	

		Franchi
5.1	Piccoli impianti a raggi X per uso odontoiatrico fino a 70 kV	400
5.2	Impianti a raggi X per radiografie	650
5.3	Impianti a raggi X per radiografie e radioscopie	700
5.4	Tomografi computerizzati	1150
5.5	Acceleratori lineari	2600
6.	Densitometri ossei	500

## II. Applicazioni non mediche

1.	Impianti a raggi X per uso non medico	
1.1	Con protezione totale	500
1.2	Senza protezione totale	800
2.	Acceleratori per uso non medico	1400
3.	Impianti di controllo delle acque di scarico	1400
4.	Commercio, noleggio, garanzia della qualità	
4.1	<i>Esclusivamente</i> commercio (acquisto, fornitura) o noleggio di impianti o <i>esclusivamente</i> realizzazione di misure volte a garantire la qualità su impianti, su apparecchi di misurazione e diagnostici in medicina nucleare nonché su sistemi supplementari di diagnostica medica ai sensi dell'articolo 21 capoverso 1 lettera c ORaP.	2100
4.2	Commercio (acquisto, fornitura), installazione, collaudo, manutenzione, esame dello stato, controllo successivo, esperimenti, dimostrazioni, presentazioni, consegna per l'esercizio diagnostico di impianti in ambito di dose debole e medio ai sensi dell'articolo 37 lettere a e b ORaP <i>inclusa</i> la realizzazione di misure volte a garantire la qualità su impianti, su apparecchi di misurazione e diagnostici in medicina nucleare nonché su sistemi supplementari di diagnostica medica ai sensi dell'articolo 21 capoverso 1 lettera c ORaP.	3900
4.3	Commercio (acquisto, fornitura), installazione, collaudo, manutenzione, esame del funzionamento, controllo successivo, esperimenti, dimostrazioni, presentazioni, consegna per l'esercizio diagnostico/terapeutico di impianti in ambito di dose forte ai sensi dell'articolo 37 lettera c ORaP <i>inclusa</i> la realizzazione di misure volte a garantire la qualità su impianti, su apparecchi di misurazione e diagnostici in medicina nucleare nonché su sistemi supplementari di diagnostica medica ai sensi dell'articolo 21	5100

		Franchi
capoverso 1 lettera c ORaP.		
5.	Commercio con sorgenti radioattive	550
6.	Scuole	
6.1	Manipolazione di sorgenti o impianti	650
7.	Manipolazione di sorgenti sigillate	
7.1	Fino a 10 sorgenti	650
7.2	Più di 10 sorgenti	1150
8.	Manipolazione di sorgenti ad alta attività	
8.1	Fino a 3 sorgenti	800
8.2	Più di 3 sorgenti	1400
9.	Manipolazione di sorgenti radioattive non sigillate	
9.1	Manipolazione semplice nella zona controllata	650
9.2	Zona di lavoro di tipo C	1100
9.3	Zona di lavoro di tipo B	1400
10.	Licenza di trasporto	800
11.	Licenza per aziende nel campo di vigilanza della Suva	200

## **B. Riconoscimento di formazioni e perfezionamenti (art. 17 ORaP)**

		Franchi
1.	Riconoscimento di corsi e cicli di formazione in radioprotezione	1000
2.	Riconoscimento di corsi e cicli di perfezionamento in radioprotezione	500

## **C. Riconoscimento di servizi di dosimetria individuale (art. 80 ORaP)**

		Franchi
1.	Riconoscimento da parte dell'UFSP di servizi di dosimetria individuale nel campo di vigilanza dell'UFSP o della Suva	1200
2.	Riconoscimento da parte dell'UFSP di servizi di dosimetria individuale accreditati nel campo di vigilanza dell'UFSP o della	500

---



---

Franchi
Suva

---

**D. Riconoscimento di servizi di misurazione del radon (art. 168 ORaP)**

---

Franchi
Riconoscimento di servizi di misurazione del radon
500

---

**E. Emolumenti unici in relazione a licenze e riconoscimenti**

---

Franchi	
1. Rilascio di una licenza provvisoria per la sostituzione urgente di un impianto esistente	100
2. Licenza separata per l'importazione/l'esportazione di sorgenti radioattive sigillate ad alta attività	350
3. Riconoscimenti di formazioni individuali in radioprotezione (art. 15 ORaP)	250

---

**F. Misure (art. 27 cap. 3 ORaP)**

---

Franchi	
1. Misure gamma	300
2. Misure in scintillatori liquidi	200

---

**G. Condizionamento, deposito intermedio e deposito in strati geologici profondi di scorie radioattive che devono essere consegnate (art. 132 e 133 ORaP)**

---

Franchi	
1. Condizionamento e deposito intermedio	
1.1 Scorie condizionate al m <sup>3</sup>	17500
1.2 Scorie non condizionate (volume effettivo delle scorie)	
a. Sorgenti radioattive sigillate	
<i>Emettitori β/γ</i>	

		Franchi
	Per sorgente Q2: $10^{-4} A_2^6 < Q2 \leq 10^{-3} A_2$	3875
	Per sorgente Q3: $10^{-3} A_2 < Q3 \leq 10^{-1} A_2$	5766
	Per sorgente Q4: $10^{-1} A_2 < Q4$	in funzione del dispen- dio
	<i>Emettitori <math>\alpha</math></i>	
	Per sorgente QA2: $10^{-3} A_2 < QA2 \leq 10^{-1} A_2$	3875
	Per sorgente QA3: $10^{-1} A_2 < QA3$	in funzione del dispen- dio
	b. Altre scorie non condizionate al m <sup>3</sup>	90000
1.3	Minimo per le piccole quantità	100
2.	Deposito in strati geologici profondi	
2.1	Scorie condizionate al m <sup>3</sup>	24000
2.2	Scorie non condizionate	
	a. Sorgenti radioattive sigillate	
	<i>Emettitori <math>\beta/\gamma</math></i>	
	Per sorgente Q2: $10^{-4} A_2 < Q2 \leq 10^{-3} A_2$	800
	Per sorgente Q3: $10^{-3} A_2 < Q3 \leq 10^{-1} A_2$	3500
	Per sorgente Q4: $10^{-1} A_2 < Q4$	in funzione del dispen- dio
	<i>Emettitori <math>\alpha</math></i>	
	Per sorgente QA2: $10^{-3} A_2 < QA2 \leq 10^{-1} A_2$	800
	Per sorgente QA3: $10^{-1} A_2 < QA3$	in funzione del dispen- dio

<sup>6</sup> I valori  $A_2$  figurano nell'Accordo europeo relativo al trasporto internazionale su strada delle merci pericolose (ADR).

---

---

	Franchi
b. Altre scorie non condizionate al m <sup>3</sup>	24000

---





# Documento di base concernente la revisione delle ordinanze in materia di radioprotezione

Versione per l'indagine conoscitiva, ottobre 2015

## 1 Situazione iniziale

### 1.1 Legislazione svizzera in materia di radioprotezione

La legislazione svizzera in materia di radioprotezione è fondata sull'articolo 118 capoverso 2 lettera c della Costituzione federale<sup>1</sup>, che attribuisce alla Confederazione la competenza di emanare prescrizioni sulle radiazioni ionizzanti. La legislazione in materia di radioprotezione comprende tutti i principali ambiti riguardanti le radiazioni ionizzanti (formazione, licenze, vigilanza, dosimetria, rifiuti, ambiente, ricerca, emergenze ecc.) e si basa su concetti unitari per tutti i campi (medicina, ricerca, industria, impianti nucleari). Le radiazioni non ionizzanti non sono disciplinate da essa.

I principali atti normativi della legislazione in materia di radioprotezione sono costituiti dalla legge del 22 marzo 1991<sup>2</sup> sulla radioprotezione (LRaP) e dall'ordinanza del 22 giugno 1994<sup>3</sup> sulla radioprotezione (ORaP). Su di esse si fondano altre ordinanze concernenti la radioprotezione che disciplinano soprattutto gli aspetti tecnici.

### 1.2 Direttive internazionali

La International Commission on Radiological Protection (ICRP) verifica periodicamente lo stato della ricerca in merito alle conseguenze sulla salute delle radiazioni ionizzanti e, su questa base, emana raccomandazioni in materia di radioprotezione. Tali raccomandazioni sono riconosciute a livello internazionale e servono come base per la legislazione nazionale.

La legislazione svizzera in materia di radioprotezione si basa sulle raccomandazioni emanate dall'ICRP nel 1990 (ICRP 60). Nel 2007 è stata pubblicata una nuova versione delle raccomandazioni (ICRP 103), che sostituisce quella del 1990 e mette in atto recenti scoperte scientifiche.

In base alle raccomandazioni ICRP 103, nel 2014 la International Atomic Energy Agency (IAEA) ha emanato direttive internazionali (International Basic Safety Standards; IAEA BSS), che devono servire come modello per la legislazione nazionale, sebbene gli Stati membri, tra cui la Svizzera, non siano obbligati a recepirle.

Orientandosi anch'essa alle raccomandazioni dell'ICRP e in stretta collaborazione con l'IAEA, la Comunità europea dell'energia atomica (Euratom) ha varato una direttiva in materia di radioprotezione, la BSS Euratom<sup>4</sup>.

La direttiva BSS Euratom è stata pubblicata nella Gazzetta ufficiale dell'Unione europea il 17 gennaio 2014. Gli Stati membri dell'UE hanno tempo fino al 6 febbraio 2018 per recepirla nel diritto nazionale. Alcuni ambiti, tra cui i limiti di dose e i livelli di esenzione, sono vincolanti e devono essere applicati fedelmente. In altri ambiti, tra cui il radon, gli Stati membri usufruiscono di una maggiore libertà, che consente di considerare le specificità nazionali.

---

<sup>1</sup> RS 101

<sup>2</sup> RS 814.50

<sup>3</sup> RS 814.501

<sup>4</sup> Direttiva 2013/59/Euratom

## 1.3 Principi della revisione

L'articolo 9 L RaP sancisce che devono essere adottate misure per limitare l'esposizione alle radiazioni secondo lo stato più avanzato della scienza e della tecnica. La legislazione svizzera in materia di radioprotezione viene dunque sottoposta a revisione conformemente alle pertinenti raccomandazioni internazionali. In primo luogo viene tenuta in considerazione la proposta di attuare la direttiva BSS Euratom, almeno negli ambiti in cui lo scambio con i paesi limitrofi è rilevante, pur tenendo conto delle specificità nazionali e mantenendo le soluzioni consolidate.

L'elevato livello di protezione è salvaguardato, tuttavia deve poter essere introdotto, nei limiti del possibile, un sistema graduato in base al rischio.

## 2 Pacchetto di revisioni

### 2.1 Legge

La L RaP contiene i principi della radioprotezione, della giustificazione, dell'ottimizzazione e della limitazione delle dosi. Tali principi rimangono immutati, pertanto la L RaP non viene rivista in questa fase.

### 2.2 Ordinanze

#### 2.2.1 Ordinanze del Consiglio federale

1. RS 814.501: ordinanza sulla radioprotezione (**ORaP**)
2. RS 814.56: ordinanza concernente gli emolumenti nel campo della radioprotezione (**OEm-RaP**)

#### 2.2.2 Ordinanze del DFI

3. RS 814.501.43: ordinanza del DFI sulla dosimetria individuale e ambientale (**ordinanza sulla dosimetria**)  
*nome precedente:* ordinanza sulla dosimetria individuale (ordinanza sulla dosimetria)
4. RS 814.501.261: ordinanza del DFI concernente le formazioni, i perfezionamenti e le attività permesse in materia di radioprotezione (**ordinanza sulla formazione in radioprotezione**)  
*nome precedente:* ordinanza concernente le formazioni e le attività permesse in materia di radioprotezione (ordinanza sulla formazione in radioprotezione)
5. RS 814.501.51: ordinanza del DFI sulla radioprotezione applicata agli impianti generatori di radiazioni ionizzanti utilizzati a scopi non medici (**ordinanza sulla radioprotezione degli impianti**)  
*nome precedente:* ordinanza sulla radioprotezione applicata agli impianti generatori di radiazioni ionizzanti utilizzati a scopi non medici (**ordinanza sulla radioprotezione degli impianti**)
6. RS 814.501.512: ordinanza del DFI concernente la manipolazione di sorgenti radioattive sigillate in medicina (**OSM**)  
*nome precedente:* ordinanza del DFI concernente la manipolazione di sorgenti radioattive sigillate in medicina (ordinanza sulle sorgenti radioattive in medicina, OSRM)
7. RS 814.501.513: ordinanza del DFI sulla radioprotezione per gli acceleratori di particelle impiegati in medicina (**ordinanza sugli acceleratori; OrAc**)  
*nome precedente:* ordinanza del DFI sulla radioprotezione per gli acceleratori di elettroni impiegati in medicina (ordinanza sugli acceleratori, OrAc)
8. RS 814.542.1: ordinanza del DFI concernente la radioprotezione nei sistemi a raggi X per uso medico (**ordinanza sui raggi X; OrX**)  
*nome precedente:* ordinanza concernente la radioprotezione relativa agli impianti a raggi X per uso medico (ordinanza sui raggi X)
9. RS 814.554: ordinanza del DFI concernente la manipolazione di sorgenti radioattive (**MSRa**)  
*nome precedente:* ordinanza concernente la manipolazione di sorgenti radioattive non sigillate
10. RS 814.557: ordinanza del DFI sulle scorie radioattive che devono essere consegnate

## 3 Novità

### 3.1 Ordinanza sulla radioprotezione

Le direttive internazionali hanno sviluppato ulteriormente l'approccio sinora seguito in materia di radioprotezione, basato su attività e interventi, e ora considerano diverse situazioni di esposizione nelle quali le persone possono trovarsi: situazioni di esposizione pianificate, situazioni di esposizione esistenti, situazioni di esposizione di emergenza. Ciò consente di prevedere misure e obiettivi di protezione adeguati e proporzionati alle diverse situazioni e di metterli coerentemente in pratica. Questa filosofia viene ripresa nell'ORaP.

In tutti gli ambiti interessati dalla radioprotezione è fondamentale una buona formazione delle persone responsabili. Al fine di mantenere e aggiornare le competenze acquisite viene introdotto l'**obbligo del perfezionamento** periodico.

#### 3.1.1 Situazioni di esposizione pianificate

In prevalenza le situazioni di esposizione sono pianificate. Si parla di **esposizioni professionali** se sul posto di lavoro vengono manipolati materiali radioattivi o impianti che producono radiazioni ionizzanti. L'**esposizione della popolazione** entra in gioco, ad esempio, nell'esercizio di un impianto o nello smaltimento di scorie radioattive. Tra le situazioni pianificate rientra pure la voluta **esposizione di pazienti** in medicina. Queste attività sono soggette a un obbligo di licenza e alla vigilanza esercitata dall'Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP), dall'Ispettorato federale della sicurezza nucleare (IFSN) o dall'Istituto nazionale svizzero di assicurazione contro gli infortuni (Suva).

La procedura e il lavoro necessario per il rilascio delle licenze e la vigilanza si basano sul sistema graduato in base al rischio. Per i rischi di modesta entità la procedura di rilascio della licenza è semplificata e l'attività di vigilanza è fortemente ridotta.

Per limitare l'esposizione alle radiazioni si applicano limiti di dose per la popolazione e l'esposizione professionale. Nell'esposizione medica non vigono limiti di dose, poiché al rischio delle radiazioni si contrappone l'utilità individuale per i pazienti.

#### a) Esposizione professionale

Nell'ambito delle esposizioni professionali sono ora tenute in maggiore considerazione anche le sorgenti di radiazioni naturali. Ciò riguarda i posti di lavoro fortemente contaminati da **radon**, e le industrie che lavorano con **materiali contenenti radionuclidi presenti in natura**. Queste imprese dovranno ottenere una licenza e sorvegliare direttamente la dose di radiazione cui è sottoposto il proprio personale.

Anche il **personale di volo** è ora considerato tra le categorie professionalmente esposte a radiazioni e la dose deve essere stabilita individualmente. In Europa è già una consuetudine e anche in Svizzera la maggior parte delle compagnie aeree vi si attiene. Il personale di volo rappresenta un numero cospicuo di persone esposte, che ricevono una dose relativamente elevata di radiazioni. La competente autorità di vigilanza è l'Ufficio federale dell'aviazione civile (UFAC).

I limiti di dose rimangono generalmente uguali. Tuttavia, in base alle nuove scoperte scientifiche, il limite sul posto di lavoro per l'esposizione del **crystalino** è fortemente ridotto. Alle persone professionalmente esposte a radiazioni è offerta così una migliore protezione dalla cataratta.

#### b) Esposizione della popolazione

Per limitare l'esposizione della popolazione, la quantità di radioattività che può essere immessa nell'acqua e nell'aria è stabilita mediante **limiti d'immissione**. Vengono inoltre introdotti livelli di indagine per garantire la sorveglianza dell'ambiente e, qualora necessario, adottare provvedimenti di ottimizzazione. Per i radionuclidi naturali vengono ampiamente attuati i requisiti della direttiva europea relativa alle sostanze radioattive presenti nelle acque destinate al consumo umano<sup>5</sup>, per i radionuclidi artificiali sono previsti requisiti più severi.

I **livelli di esenzione** definiscono l'attività a partire dalla quale una sostanza radioattiva può essere trattata come una sostanza inattiva. I livelli di esenzione nell'ORaP sono adeguati a quelli delle direttive internazionali. È un aspetto importante, per evitare problemi con sostanze o rifiuti nel traffico merci

---

<sup>5</sup> Direttiva 2013/51/Euratom

transfrontaliero. Ciò significa un adeguamento verso l'alto o verso il basso secondo il nuclide, con ripercussioni sulla quantità futura di scorie radioattive (cfr. capitolo 4.1.5).

Nel caso in cui sorgenti radioattive finiscano inavvertitamente nei rifiuti, è possibile che la radioattività passi all'ambiente oppure che vengano prodotti metalli contaminati nel riciclaggio dei metalli. Gli impianti di incenerimento dei rifiuti e le aziende che lavorano i metalli devono pertanto controllare la presenza di queste **sorgenti radioattive orfane** con adeguate procedure di sorveglianza. Per poter monitorare l'importazione/l'esportazione involontaria o illegale di sorgenti radioattive orfane, in futuro l'UFSP organizzerà controlli prioritari per l'importazione, l'esportazione e il transito di merci in collaborazione con la Direzione generale delle dogane.

### c) Esposizione di pazienti

Dal momento che all'esposizione di pazienti non si applicano limiti di dose, gli aspetti dell'ottimizzazione e della giustificazione rivestono un'importanza ancora maggiore. Per l'ottimizzazione esiste già un sistema consolidato, tuttavia sinora non veniva verificato che l'indicazione di applicare radiazioni fosse giustificata. Nell'ORaP sono ora create le basi giuridiche per svolgere **audit clinici**, già consueti all'estero, nei quali la giustificazione di applicazioni mediche in radiologia, radio-oncologia e medicina nucleare è verificata da pari (peer review). Dovranno inoltre essere elaborate **direttive per l'invio** (referral guidelines) per i medici che prescrivono applicazioni di radiazioni. Le direttive saranno elaborate da un futuro gruppo di esperti della Commissione federale della radioprotezione (CPR) ed emanate dall'UFSP.

#### 3.1.2 Situazioni di esposizione di emergenza

Se nell'eventualità di un incidente o di un attentato la popolazione è o può essere esposta a radiazioni al di sopra dei limiti di dose, si tratta di una situazione di esposizione di emergenza, che richiede l'adozione immediata di misure. Dal momento che in queste situazioni applicare limiti di dose potrebbe essere inappropriato, in conformità alle raccomandazioni internazionali sono introdotti livelli di riferimento per proteggere la **popolazione** e le **persone professionalmente esposte** nell'emergenza. I livelli di riferimento si collocano al di sopra dei limiti di dose. L'ORaP stabilisce le condizioni quadro per le misure di protezione della salute nelle situazioni di emergenza e disciplina le competenze per predisporre le misure nell'emergenza. Le disposizioni sulle misure immediate nell'emergenza sono contenute nell'ordinanza sugli interventi NBCN<sup>6</sup> e nell'ordinanza sulla protezione d'emergenza<sup>7</sup>.

#### 3.1.3 Situazioni di esposizione esistenti

Si tratta di situazioni già esistenti nel momento in cui deve essere presa una decisione in merito al controllo di esse. Non sono necessarie misure immediate. Anche qui vengono applicati livelli di riferimento invece che limiti di dose, che possono essere superati dai primi. I livelli di riferimento e le misure adottate si basano fortemente sulla proporzionalità.

In base agli studi epidemiologici, le direttive internazionali e l'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) esortano a ridurre il livello di riferimento per il **radon** nei locali dove le persone abitano o soggiornano. Queste raccomandazioni sono ora attuate con l'ORaP. Invece di un limite di 1000 Bq/m<sup>3</sup> vige ora un livello di riferimento di 300 Bq/m<sup>3</sup>. In base alla proporzionalità, il nuovo livello di riferimento deve essere rispettato soprattutto per le nuove costruzioni e le ristrutturazioni.

Saranno introdotte nuove disposizioni concernenti i **siti e gli oggetti radiologicamente contaminati** da attività precedenti. Ne sono attualmente un esempio le contaminazioni da radio, causate negli anni Sessanta dai lavori a domicilio per l'industria orologiera.

## 3.2 Ordinanza concernente gli emolumenti nel campo della radioprotezione

Le aliquote degli emolumenti, rimaste perlopiù invariate dal 1999, sono state ricalcolate in modo dettagliato per tutti i tipi di licenza. L'obiettivo principale consiste in una copertura il più possibile integrale dei costi per i lavori svolti dalle autorità. I necessari aumenti degli emolumenti riguardano dunque tutte le imprese che operano con radiazioni ionizzanti. Gli aumenti sono ragionevoli ed equi per tutte le imprese

---

<sup>6</sup> RS 520.17

<sup>7</sup> RS 732.33

interessate, poiché tengono conto dei lavori svolti dalle autorità, del potenziale di rischio della rispettiva manipolazione di radiazioni ionizzanti e dell'adeguamento all'attuale livello dei prezzi. I nuovi emolumenti riguardano in particolare le grandi aziende sanitarie tra cui gli ospedali, gli istituti radiologici e i centri di ricerca. In media gli emolumenti aumentano del 20 per cento circa. Hanno un peso maggiore, sempre sulla scorta di calcoli aggiornati, gli aumenti degli emolumenti per il condizionamento, il deposito intermedio e l'eliminazione di scorie radioattive che devono essere consegnate.

I nuovi importi forfetari comprendono tutti i lavori svolti dalle autorità per il rilascio e l'adeguamento delle licenze nonché per la vigilanza (il cosiddetto emolumento «all-in-one»). Questo cambiamento di prassi comporta uno sgravio amministrativo per le autorità, ma anche per i titolari di licenze, dal momento che per la durata della licenza, fissata a dieci anni, l'emolumento è riscosso, ossia deve essere pagato, una sola volta.

### **3.3 Ordinanza sulla dosimetria**

Le principali modifiche a questa ordinanza consistono nel concretizzare le novità introdotte nell'ORaP. È stato inoltre tenuto conto delle esperienze acquisite con l'attività di vigilanza, ad esempio una regolamentazione più concreta delle situazioni in cui devono essere portati dosimetri supplementari. Sarà disciplinata anche la dosimetria passiva dell'ambiente, per la quale sinora mancavano disposizioni giuridiche.

Poiché l'ORaP prevede che siano determinate le dosi individuali per il personale di volo e le persone in posti di lavoro contaminati da radon, l'ordinanza disciplina come determinare queste dosi.

Dal momento che l'ORaP stabilisce un nuovo limite per la dose del cristallino molto al di sotto di quello precedente, l'osservanza del limite dovrà essere controllata mediante un'adeguata dosimetria. Sarà stabilito un metodo il più possibile semplice e funzionale.

In vista dello smantellamento delle centrali nucleari, alle schede dati dei nuclidi per la sorveglianza dell'incorporazione vengono aggiunti quattro nuclidi, importanti in questo ambito.

### **3.4 Ordinanza sulla formazione in radioprotezione**

Per la formazione in radioprotezione saranno regolamentati non solo i contenuti didattici, ma anche le competenze da acquisire. Per alcune persone appartenenti a organizzazioni della protezione della popolazione e dell'esercito nonché per gli esercenti di infrastrutture critiche e altre persone o organizzazioni mobilitate è ora richiesta una formazione riconosciuta. Per tutte le persone che operano con radiazioni ionizzanti è stato introdotto l'obbligo di perfezionarsi periodicamente in radioprotezione. L'ordinanza considera inoltre nuove professioni.

### **3.5 Ordinanza sulla radioprotezione degli impianti**

L'ordinanza è adeguata allo stato della tecnica e alle attività e agli impianti attuali. Oltre alle disposizioni concernenti gli impianti con dispositivo di protezione totale, sono regolamentati anche gli impianti con dispositivo di protezione parziale. L'ordinanza è inoltre armonizzata con le altre disposizioni di esecuzione, in particolare con l'OrX e la MSRa.

### **3.6 Ordinanza concernente la manipolazione di sorgenti radioattive**

Oltre alla manipolazione di sorgenti radioattive non sigillate, la MSRa disciplina la manipolazione di sorgenti sigillate non destinate a uso medico, sinora regolamentata soltanto nell'ORaP. Secondo le raccomandazioni formulate dall'International Atomic Energy Agency (IAEA), sono definite le misure per il miglioramento della messa in sicurezza di sorgenti ad alta attività. I criteri di dimissione per i pazienti sottoposti a una terapia di medicina nucleare sono resi meno severi e allineati alle raccomandazioni europee. Sono inoltre precisate le misure volte a garantire la qualità e la portata del coinvolgimento di fisici medici per le applicazioni di medicina nucleare.

### **3.7 Ordinanza concernente la manipolazione di sorgenti radioattive sigillate in medicina**

Due nuovi allegati disciplinano i requisiti atti a garantire la qualità per le sorgenti radioattive in medicina e le unità d'irradiazione, nonché quelli per l'utilizzo e l'esame degli apparecchi di misurazione. È inoltre stabilita la portata minima del coinvolgimento di fisici medici.

### **3.8 Ordinanza sugli acceleratori**

L'ordinanza sugli acceleratori regolamenta ora non solo gli acceleratori di elettroni impiegati in medicina, ma anche gli impianti per la terapia protonica. Viene definita la portata minima del coinvolgimento di fisici medici. Le disposizioni che non si riferiscono agli aspetti della radioprotezione come, ad esempio, il rispetto dell'ordinanza contro l'inquinamento atmosferico o i requisiti per evitare che le persone possano rimanere incastrate nella porta del locale di irradiazione, sono state stralciate.

### **3.9 Ordinanza sui raggi X**

L'ordinanza disciplina ora l'intera catena di rilevazione di un sistema a raggi X, dalla produzione di radiazioni passando per il ricevitore d'immagine e l'elaborazione dell'immagine fino all'osservazione da parte del medico. Il coinvolgimento di fisici medici ai sensi dell'ORaP viene precisato per i sistemi a raggi X. I requisiti delle installazioni tecniche sono adeguati allo stato attuale della tecnica. Gli allegati alla vigente ordinanza sui raggi X concernenti i requisiti volti a garantire la qualità dei sistemi a raggi X sono scorporati e pubblicati come guide da parte dell'UFSP. Questa forma consente di adeguarsi tempestivamente al rapido progresso nell'ambito della tecnologia dei raggi X.

### **3.10 Ordinanza sulle scorie radioattive che devono essere consegnate**

A questa ordinanza sono state apportate solo piccole modifiche di natura tecnica e precisazioni.

## **4 Ripercussioni**

### **4.1.1 Confederazione**

La nuova filosofia di un «metodo graduato in base al rischio» nel sistema delle licenze e della vigilanza implica una focalizzazione sui rischi elevati. Le risorse a livello di autorità possono così essere impiegate in modo mirato dove esiste un potenziale notevole di pericolo per l'essere umano (pazienti, lavoratori, popolazione) e l'ambiente. D'ora in poi saranno tuttavia soggette all'obbligo di licenza più aziende, ad esempio quelle con posti di lavoro esposti al radon o nelle quali si manipolano materiali contenenti radionuclidi presenti in natura (NORM). Anche la vigilanza da esercitare su queste aziende e la dosimetria generano un aumento degli oneri. Dal momento che il personale di volo sarà considerato come esposto a radiazioni, l'UFAC è la nuova autorità di vigilanza per i pertinenti articoli dell'ordinanza sulla radioprotezione.

In seguito alla revisione dell'ORaP, inoltre, l'UFSP sarà chiamato a svolgere compiti del tutto nuovi, per i quali occorrono maggiori risorse. Tra questi si annoverano l'introduzione di audit clinici nella medicina, l'introduzione dell'obbligo di perfezionamento per gli esperti e dell'obbligo di misurazione per gli impianti di incenerimento dei rifiuti nonché quelli di lavorazione dei metalli, oltre ai nuovi controlli che dovranno essere attuati alla dogana, che comportano un onere supplementare per l'Amministrazione federale delle dogane.

Le maggiori entrate dovute alle aliquote modificate nell'ordinanza sugli emolumenti ammonteranno a circa 150 000 - 200 000 franchi l'anno.

### **4.1.2 Cantoni**

I Cantoni provvedono già alla protezione della popolazione contro il radon. Contrariamente a prima non esistono più zone ad elevata concentrazione di radon. Ad eccezione delle scuole e delle scuole dell'infanzia, i Cantoni non hanno più compiti di misurazione. D'ora in poi i Cantoni garantiranno l'osservanza

delle misure di protezione contro il radon nell'ambito della procedura di rilascio dei permessi di costruzione per i nuovi edifici e le ristrutturazioni. Tale procedura è già consuetudine in alcuni Cantoni. La nuova prassi aumenterà il lavoro di coordinamento tra i dipartimenti della sanità e quelli del territorio all'interno dei Cantoni.

#### 4.1.3 Titolari di licenza

Gli attuali titolari di licenza sono interessati da alcune novità, ad esempio l'introduzione dell'obbligo di perfezionamento per gli esperti, gli adeguamenti degli emolumenti e alcuni cambiamenti organizzativi (tra cui la suddivisione delle attuali zone controllate in zone sorvegliate e zone controllate). Per le novità che comportano un onere iniziale leggermente superiore sono previsti periodi transitori.

Per la metà delle licenze attualmente valide (11 000 circa) l'adozione della procedura semplificata di rilascio della licenza comporta uno sgravio amministrativo per i titolari. Le attività soggette all'obbligo di licenza e con un ridotto potenziale di pericolo per le persone e l'ambiente saranno valutate dall'UFSP secondo la procedura semplificata. Ciò riguarda, tra l'altro, le applicazioni nella medicina che si collocano in ambito di dose debole (p. es. i piccoli impianti a raggi X negli ambulatori odontoiatrici). I titolari di queste licenze non sono tenuti, ad esempio, a presentare piani di radioprotezione o analisi dei pericoli e possono determinare la dosimetria per il proprio personale con frequenza trimestrale.

In seguito alla revisione della normativa alcune aziende (150 circa) saranno assoggettate ex novo all'obbligo di licenza (manipolazione del radon e dei materiali NORM, riciclaggio di scorie radioattive, manipolazione di sorgenti radioattive orfane oppure esecuzione di misure volte a garantire la qualità nei sistemi di ricezione e riproduzione delle immagini).

#### 4.1.4 Ospedali e istituti radiologici

Si presuppone che in Svizzera, così come all'estero, esista un potenziale di miglioramento per un numero elevato di indagini e trattamenti con radiazioni ionizzanti, in particolare nella giustificazione di queste applicazioni. Con l'introduzione di **audit clinici** all'interno degli ospedali e degli istituti radiologici è possibile ridurre al minimo le indagini e i trattamenti ingiustificati con radiazioni ionizzanti e ottimizzare i processi e le risorse.

Dopo lo svolgimento di audit pilota, previsti per il 2015, sarà possibile calcolare i costi con maggiore precisione. In ogni scenario ipotizzato sinora i potenziali risparmi superano nettamente i costi.

In alcune aziende occorrerà un numero maggiore di **fisici medici**, poiché la nuova normativa regola chiaramente quanti ne occorrono per le diverse applicazioni.

#### 4.1.5 Rifiuti: centrali nucleari, medicina, industria, ricerca

In alcuni ambiti i livelli di esenzione modificati comportano una riduzione dei rifiuti, mentre in altri le scorie radioattive aumenteranno. Il Gruppo di lavoro della Confederazione per lo smaltimento delle scorie radioattive (AGNEB) ha redatto un rapporto in materia, nel quale sono illustrate le conseguenze dei nuovi livelli di esenzione sulla quantità delle scorie radioattive d'esercizio e di **disattivazione** per le centrali nucleari e la ricerca. Nell'ambito della disattivazione delle centrali nucleari e degli impianti di ricerca l'acquisizione dei nuovi livelli di esenzione comporta quasi il raddoppio delle quantità di scorie, che può essere tuttavia in gran parte compensato da un coerente stoccaggio di 30 anni per il decadimento radioattivo (stoccaggio per sfruttare i tempi di dimezzamento relativamente brevi di alcuni radionuclidi), sinora non previsto nella pianificazione delle centrali nucleari. I nuovi livelli di esenzione non hanno praticamente alcuna conseguenza sulla quantità delle scorie d'esercizio delle centrali nucleari.

Anche la quantità delle scorie d'esercizio provenienti dall'industria e dalla ricerca non è praticamente toccata dai nuovi livelli di esenzione. Nella medicina la quantità di scorie è molto esigua, pertanto i nuovi livelli di esenzione non hanno ripercussioni.

#### 4.1.6 Proprietari immobiliari

Nel caso in cui siano costruiti locali abitativi a contatto con il terreno o una cantina naturale, per una nuova casa unifamiliare occorre calcolare circa 2000 franchi di costi aggiuntivi per la **protezione contro il radon** (che rappresentano meno dello 0,5% dei costi complessivi di una nuova costruzione). Anche le misure di impermeabilizzazione contro l'umidità proteggono dal radon. Un efficace risanamento da radon costa di norma tra i 4000 e gli 8000 franchi per una casa unifamiliare. Queste spese si riducono

notevolmente se il risanamento da radon è eseguito in concomitanza con altri lavori all'involucro dell'edificio. Il livello di riferimento offre una maggiore flessibilità rispetto al limite sinora applicato, soprattutto per il risanamento da radon. In circa 15 000 edifici esistenti in Svizzera il nuovo livello di riferimento di 300 Bq/m<sup>3</sup> è superato.

#### **4.1.7 Aziende con sorgenti di radiazioni naturali**

Le aziende nelle quali l'esposizione professionale alle radiazioni è dovuta a sorgenti di radiazioni naturali devono d'ora in poi ottenere una licenza e sottoporre il proprio personale a dosimetria.

I materiali contenenti radionuclidi presenti in natura (**NORM**) riguardano le seguenti aziende: impianti di filtraggio delle acque sotterranee, produzione di gas naturale, estrazione di energia geotermica, industria dello zirconio e dello zirconio, produzione di cemento e fonderie. Si stima che in Svizzera esistano circa 25 impianti NORM interessati dalla nuova normativa.

I posti di lavoro esposti al radon sono soprattutto nelle miniere, nelle grotte e negli impianti di approvvigionamento. Si ipotizza che riguarderanno circa 25 aziende.

Le **compagnie aeree** che volano a quote superiori agli 8000 metri sono ora tenute a monitorare direttamente la dose cui è esposto il proprio personale. La maggior parte di esse lo fa già.

#### **4.1.8 Aziende con sorgenti radioattive orfane**

Le aziende fortemente esposte al pericolo che emergano sorgenti radioattive orfane devono poterle individuare con appropriate procedure di sorveglianza. A tal fine potrebbe essere necessario procurare dispositivi di misurazione e formare adeguatamente il personale. Saranno interessati circa 30-50 impianti di riciclaggio dei metalli e incenerimento di rifiuti. Molti di essi hanno già ottemperato a questi requisiti su base volontaria in considerazione dei possibili rischi economici dovuti a una diffusione delle sorgenti.

#### **4.1.9 Aziende che svolgono misure volte a garantire la qualità**

Le aziende, che svolgono misure volte a garantire la qualità nei sistemi di ricezione e di riproduzione delle immagini nella medicina umana e veterinaria nonché negli apparecchi di misurazione e di indagine della medicina nucleare, devono d'ora in poi ottenere una licenza per questa attività. Le aziende interessate sono circa trenta.

# **Ordinanza del DFI concernente la manipolazione di sorgenti radioattive sigillate in medicina**

**(OSM)**

del ...

Avamprogetto per la indagine conoscitiva

---

*Il Dipartimento federale dell'interno,*

visti gli articoli 24 capoverso 3, 47 capoverso 2, 98 capoverso 4, 101, 103 capoverso 2, 111 capoverso 2, 112 capoverso 2 e 114 dell'ordinanza del ...<sup>1</sup> sulla radioprotezione (ORaP),

*ordina:*

## **Capitolo 1: Disposizioni generali**

**Art. 1**           Scopo, campo d'applicazione, definizioni

<sup>1</sup> La presente ordinanza si prefigge di provvedere alla protezione dalle radiazioni ionizzanti di pazienti, utilizzatori e terzi durante la manipolazione di sorgenti radioattive sigillate a scopo diagnostico e terapeutico in medicina e in veterinaria (sorgenti mediche).

<sup>2</sup> Per l'immissione in commercio di sorgenti radioattive sigillate si applicano le prescrizioni dell'ordinanza del 17 ottobre 2001<sup>2</sup> relativa ai dispositivi medici (ODmed).

<sup>3</sup> Si applicano le definizioni di cui all'articolo 2 e all'allegato 1 ORaP nonché all'allegato 1 della presente ordinanza.

**Art. 2**           Tecnica di costruzione, contrassegno ed esame delle sorgenti mediche

<sup>1</sup> Tecnica di costruzione, contrassegno ed esame delle sorgenti mediche devono essere conformi a quanto stabilito negli articoli 105–107 ORaP.

<sup>2</sup> Il fornitore di sorgenti mediche e di unità d'irradiazione per uso medico deve tenere a disposizione dell'Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP) i documenti relativi alla tecnica di costruzione rilevanti ai fini della radioprotezione.

**RS 814.501.512**

<sup>1</sup>   **RS 814.501**

<sup>2</sup>   **RS 812.213**

<sup>3</sup> Le unità d'irradiazione devono, in termini di sicurezza, parametri operativi e prestazioni, essere conformi allo stato della scienza e della tecnica. Di conseguenza devono tenere conto delle norme internazionali pertinenti, in particolare le norme della Commissione elettrotecnica internazionale (CEI) e le norme armonizzate a livello europeo.

### **Art. 3**            Certificato di sorgente

Il fornitore deve allegare a ogni sorgente medica un certificato di sorgente, redatto dal fabbricante, contenente almeno i seguenti dati:

- a. classificazione ISO sulla base di una prova di omologazione;
- b. radionuclide, forma fisica e chimica, attività, tipo e dimensioni dell'involucro, data di fabbricazione e di misurazione;
- c. risultati dell'esame di ermeticità e certificazione dell'assenza di contaminazione.

### **Art. 4**            Deroghe

In singoli casi, l'Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP) può concedere deroghe su domanda alle disposizioni della presente ordinanza, se:

- a. l'esperienza e lo stato della scienza e della tecnica lo richiedono nel caso di un'innovazione tecnica o di una speciale applicazione; e
- b. misure adeguate garantiscono che il rischio radiologico rimane invariato.

### **Art. 5**            Documentazione delle irradiazioni

<sup>1</sup> Tutti i dati necessari per la determinazione delle dosi assorbite nel corso dei singoli trattamenti d'irradiazione a cui è stato sottoposto un paziente devono essere riportati in un apposito protocollo d'irradiazione. Devono essere riportate anche le dosi derivanti dalla diagnostica per immagini per la pianificazione delle irradiazioni, nonché per i controlli del posizionamento e i controlli a posteriori.

<sup>2</sup> Il protocollo può essere steso, conservato e gestito con i metodi dell'elaborazione elettronica dei dati, a condizione che l'accesso ai dati sia garantito e che sia esclusa la cancellazione non intenzionale degli stessi.

<sup>3</sup> I dati devono essere conservati conformemente alle norme vigenti per le cartelle cliniche, ma per almeno 20 anni dopo l'ultima irradiazione.

### **Art. 6**            Coinvolgimento di fisici medici

<sup>1</sup> Per la messa in esercizio, per la pianificazione delle irradiazioni durante l'applicazione, nonché per il controllo regolare della qualità e della sicurezza delle sorgenti mediche si deve coinvolgere un fisico medico ai sensi dell'articolo 19 ORaP.

<sup>2</sup> Per ogni tipo di applicazione deve essere disponibile una capacità di lavoro adeguata, tuttavia un minimo del 20 per cento di posto.

<sup>3</sup> In singoli casi l'autorità di vigilanza ordina un maggiore coinvolgimento di fisici medici rispetto a quanto prescritto nel capoverso 2 qualora l'esperienza o lo stato della scienza e della tecnica e i rimanenti principi della radioprotezione lo richiedano.

<sup>4</sup> Nel singolo caso l'autorità di vigilanza può autorizzare il coinvolgimento di un numero inferiore di fisici medici rispetto a quanto prescritto al capoverso 2 qualora misure idonee garantiscano che il rischio radiologico rimanga equivalente.

<sup>5</sup> Il titolare della licenza deve stabilire per scritto i compiti e le competenze del fisico medico. Deve esserne assicurata e disciplinata per scritto la supplenza.

## Capitolo 2: Misure edili di radioprotezione e attrezzatura

### Art. 7 Vincoli per la dose ambientale

<sup>1</sup> Nelle aree contigue ai locali nei quali sono impiegate o immagazzinate sorgenti mediche, le dosi ambientali non devono superare in nessun punto i valori seguenti:

- |    |                           |   |
|----|---------------------------|---|
| a. | 0,02 mSv in una settimana | nei luoghi dove persone non esposte professionalmente a radiazioni possono sostare per lungo tempo oppure senza che il titolare della licenza ne possa controllare la presenza; |
| b. | 0,1 mSv in una settimana  | nei luoghi dove possono sostare solo persone esposte professionalmente a radiazioni o che non sono destinati a una sosta prolungata.  |

<sup>2</sup> Nei luoghi dove non possono sostare persone durante l'applicazione delle sorgenti mediche, la dose ambientale non è soggetta ad alcuna limitazione.

### Art. 8 Calcolo delle schermature

<sup>1</sup> Gli elementi costruttivi perimetrali dei locali all'interno dei quali sono utilizzate o immagazzinate sorgenti mediche devono essere dimensionati in modo che, considerati i parametri d'esercizio previsti, i vincoli della dose ambientale di cui all'articolo 7 non siano superati. Si deve tener conto in maniera adeguata dell'azione simultanea di più sorgenti di radiazioni nello stesso punto.

<sup>2</sup> Le basi di calcolo per il dimensionamento delle necessarie schermature figurano agli allegati 2 e 3.

<sup>3</sup> Se, nel caso di applicazioni speciali, gli allegati 2 e 3 portano a un risultato errato, le basi di calcolo applicabili devono essere stabilite nel singolo caso in base all'esperienza e allo stato della scienza e della tecnica.

**Art. 9** Ubicazione delle unità d'irradiazione

L'esercizio delle unità d'irradiazione deve avvenire all'interno di un locale d'irradiazione. Il dispositivo di comando deve essere posizionato all'esterno del locale d'irradiazione.

**Art. 10** Requisiti del locale d'irradiazione

<sup>1</sup> Il locale d'irradiazione deve essere allestito come zona sorvegliata secondo l'articolo 97 ORaP.

<sup>2</sup> Il locale d'irradiazione, oltre a soddisfare le disposizioni di cui all'articolo 8 concernenti la schermatura delle superfici perimetrali, deve rispondere ai seguenti requisiti:

- a. le porte di accesso al locale devono essere dotate di un dispositivo che interrompa l'irradiazione quando le stesse vengono aperte; il caricamento delle sorgenti deve poter avvenire solo a partire dal tavolo di comando;
- b. il locale d'irradiazione deve poter essere abbandonato in qualsiasi momento; l'indicazione delle modalità di abbandono del locale in caso di pericolo deve essere ben visibile nel locale;
- c. lo stato di esercizio dell'impianto deve essere indicato mediante un segnale ben visibile all'interno del locale e sul dispositivo di comando;
- d. il paziente deve poter essere osservato ininterrottamente durante l'irradiazione e deve poter comunicare a voce con il personale;
- e. un cartello, scritto nella lingua abitualmente usata dall'azienda ed apposto in posizione ben visibile nel locale di comando, deve fornire istruzioni sul modo di procedere in caso di guasto al dispositivo di trasporto automatico della sorgente o al sistema di chiusura dell'unità d'irradiazione;
- f. il locale d'irradiazione e il locale di comando devono essere dotati di un dispositivo di emergenza mediante il quale sia possibile interrompere in qualsiasi momento l'irradiazione;
- g. i locali d'irradiazione devono rispondere almeno ai requisiti corrispondenti alla classe di resistenza al fuoco F60 o T30, secondo la direttiva antincendio del 1° gennaio 2015<sup>3</sup> dell'Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio.
- h. il locale d'irradiazione deve essere dotato di un sistema di sorveglianza dell'intensità di dose ambientale, indipendente dall'impianto, il quale, all'apertura delle porte, emetta un segnale acustico chiaramente udibile in presenza di intensità di dose elevata; alternativamente, il personale di servizio deve portare su di sé un apparecchio dosimetrico dotato di allarme

<sup>3</sup> Questa direttiva antincendio (10-15i) e la relativa norma di protezione antincendio (1-15i) possono essere richieste all'Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio (AICAA), Bundesgasse 20, Casella postale, CH - 3001 Berna oppure consultate gratuitamente su Internet al sito [www.vkf.ch](http://www.vkf.ch) (e-mail: [mail@vkf.ch](mailto:mail@vkf.ch)).

acustico. I requisiti degli apparecchi devono essere conformi a quanto stabilito nell'allegato 6 numero 1.3.

<sup>3</sup> I locali d'irradiazione all'interno dei quali sono in esercizio dispositivi after-loading devono soddisfare inoltre i seguenti requisiti:

- a. la posizione prevista per il lettino del paziente dal piano di radioprotezione deve essere contrassegnata in maniera ben visibile sul pavimento del locale d'irradiazione;
- b. all'interno del locale d'irradiazione deve trovarsi un contenitore di piombo appropriato in grado di accogliere, in caso di guasto al sistema di trasporto, la sorgente e il relativo applicatore.

#### **Art. 11**            Requisiti dei locali di applicazione

<sup>1</sup> I locali nei quali l'applicazione delle sorgenti mediche avviene con metodi manuali, in particolare le sale operatorie, devono disporre, insieme ad una sufficiente schermatura delle superfici perimetrali secondo l'articolo 8, di schermi mobili appropriati. Questi devono essere dimensionati in modo tale che, dietro gli stessi, l'intensità di dose ambientale non superi il valore di 25  $\mu\text{Sv/h}$ .

<sup>2</sup> Durante l'applicazione di sorgenti mediche con applicatore si deve disporre di un contenitore schermato appropriato in grado di accogliere, in caso di avaria, la sorgente medica e il relativo applicatore.

#### **Art. 12**            Requisiti delle stanze dei pazienti sottoposti a radioterapia

<sup>1</sup> Le stanze dei pazienti sottoposti a radioterapia devono disporre, oltre che di superfici perimetrali adeguatamente schermate secondo l'articolo 8, di schermi mobili appropriati.

<sup>2</sup> Nel caso in cui durante una terapia si debbano assistere pazienti immobilizzati a letto, lungo il letto del paziente deve essere posto un pannello schermante fisso alto almeno 110 cm. Questo pannello deve essere dimensionato in modo tale che l'intensità di dose ambientale misurata dietro di esso non superi il valore di 25  $\mu\text{Sv/h}$ .

#### **Art. 13**            Requisiti dei luoghi di deposito

<sup>1</sup> I luoghi di deposito delle sorgenti mediche, in particolare locali, armadi, casseforti, contenitori, devono adempiere i seguenti requisiti:

- a. devono rispondere almeno ai requisiti corrispondenti alla classe di resistenza al fuoco F30 secondo la direttiva antincendio del 1° gennaio 2015<sup>4</sup> dell'Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio, se l'attività complessiva delle sorgenti mediche depositate è di almeno 100

<sup>4</sup> Questa direttiva antincendio (10-15i) e la relativa norma protezione antincendio (1-15i) possono essere richieste all'Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio (AICAA), Bundesgasse 20, Casella postale, CH - 3001 Berna oppure consultate gratuitamente su Internet al sito [www.vkf.ch](http://www.vkf.ch) (e-mail: [mail@vkf.ch](mailto:mail@vkf.ch)).

volte il livello di licenza di cui all'allegato 3 colonna 10 ORaP, e almeno alla classe di resistenza al fuoco F60 per il deposito di sorgenti sigillate ad alta attività di cui all'allegato 8 ORaP;

- b. le singole sorgenti mediche e le unità d'irradiazione devono essere conservate in modo tale che i vincoli della dose ambientale di cui all'articolo 7 non possano essere superati;
- c. se più sorgenti radioattive sono immagazzinate nello stesso deposito, esse devono essere disposte in modo tale che la manipolazione di una singola sorgente pregiudichi il meno possibile la schermatura delle altre.

<sup>2</sup> I luoghi di deposito devono essere designati come tali. Devono essere organizzati come zone controllate o sorvegliate e possono servire esclusivamente al deposito di sorgenti radioattive.

#### **Art. 14** Documentazione relativa alle misure edili di radioprotezione

<sup>1</sup> Per i locali adibiti all'esercizio di sorgenti mediche si deve presentare all'UFSP, insieme alla domanda di licenza, la documentazione relativa alle misure edili di radioprotezione, corredata dei seguenti dati:

- a. pianta e sezione dei locali e delle aree contigue in scala 1:20 o in scala 1:50; devono essere riportati la disposizione delle sorgenti mediche e i punti di riferimento utilizzati per il calcolo delle distanze;
- b. tabelle di calcolo secondo l'allegato 4, contenenti i dati riportati negli allegati 2 e 3.

<sup>2</sup> I piani devono essere presentati nei formati A4 o A3.

<sup>3</sup> La correttezza della documentazione di radioprotezione deve essere esaminata dal perito in radioprotezione ai sensi dell'articolo 16 della legge del 22 marzo 1991<sup>5</sup> sulla radioprotezione (LRaP).

#### **Art. 15** Controllo dell'esecuzione della costruzione

Il perito in radioprotezione controlla che l'esecuzione della costruzione avvenga in maniera corretta, conformemente ai piani di radioprotezione approvati.

### **Capitolo 3: Radioprotezione operativa**

#### **Sezione 1: Misure di carattere generale**

#### **Art. 16** Deposito, accesso, inventario delle sorgenti

<sup>1</sup> Le sorgenti mediche devono essere conservate in luoghi di deposito conformemente all'articolo 13 in modo tale che esse siano accessibili solo alle persone autorizzate a farne uso.

<sup>5</sup> RS 814.50

<sup>2</sup> Il titolare della licenza provvede alla tenuta di un inventario delle sorgenti e al suo costante aggiornamento.

<sup>3</sup> Il titolare della licenza provvede affinché, immediatamente dopo aver concluso il trattamento di un paziente, tutte le sorgenti mediche non fissate ad una unità d'irradiazione siano conservate di nuovo conformemente al capoverso 1. Nel far questo, ogni volta si deve controllare che l'inventario sia completo. Questa disposizione non si applica alle sorgenti mediche che rimangono nel corpo del paziente dopo il trattamento.

#### **Art. 17** Sicurezza delle sorgenti sigillate ad alta attività

<sup>1</sup> Il titolare della licenza garantisce con misure appropriate che le sorgenti sigillate ad alta attività siano al sicuro da sottrazione e interventi non autorizzati. Le misure di sicurezza devono essere stabilite da un piano di sicurezza approvato dall'autorità preposta al rilascio della licenza.

<sup>2</sup> Il titolare della licenza garantisce con misure appropriate che l'accesso alle sorgenti sigillate ad alta attività sia consentito solo alle persone autorizzate.

<sup>3</sup> Le informazioni sensibili per la sicurezza di sorgenti sigillate ad alta attività devono essere protette con misure tecniche e amministrative dall'accesso non autorizzato.

<sup>4</sup> La presenza e l'integrità delle sorgenti sigillate ad alta attività deve essere controllata regolarmente. La periodicità deve essere stabilita nel piano di sicurezza.

#### **Art. 18** Apparecchi di misura

<sup>1</sup> Per la manipolazione di sorgenti mediche devono essere disponibili, in qualsiasi momento e per ogni settore di applicazione, apparecchi di misura appropriati secondo l'allegato 6 numero 1.

<sup>2</sup> Gli apparecchi di misura di cui al capoverso 1 devono essere controllati regolarmente secondo l'allegato 6 numero 2.

#### **Art. 19** Controllo dell'ermeticità e della contaminazione

<sup>1</sup> Almeno una volta l'anno si deve controllare, con metodi appropriati, l'ermeticità delle sorgenti mediche, ossia la contaminazione che queste potrebbero provocare.

<sup>2</sup> I metodi d'esame e i risultati ottenuti devono essere riportati in un protocollo.

#### **Art. 20** Obbligo di notifica

La notifica ai sensi dell'articolo 33 ORaP deve avvenire immediatamente in caso di perdita o danneggiamento di sorgenti mediche e prima che l'operazione venga intrapresa in caso di eliminazione, sostituzione o cambiamento del luogo di conservazione.

**Art. 21** Eliminazione

Le sorgenti mediche non più utilizzate devono essere destinate alla riutilizzazione oppure smaltite come scorie radioattive conformemente alle disposizioni in materia.

**Art. 22** Trasporto di sorgenti mediche all'interno dell'area aziendale

<sup>1</sup> Durante il trasporto all'interno dell'area aziendale, le sorgenti mediche devono essere direttamente sorvegliate in permanenza oppure si deve garantire che non siano accessibili a persone non autorizzate. Occorre garantire che terzi non vengano a trovarsi inutilmente esposti a radiazioni.

<sup>2</sup> L'imballaggio o il contenitore devono soddisfare i seguenti requisiti:

- a. devono essere dotati all'esterno di segnali di pericolo riconoscibili con chiarezza secondo l'allegato 5 ORaP;
- b. devono schermare le radiazioni in modo tale che l'intensità di dose ambientale, misurata alla distanza di 1 m dalla superficie esterna, non superi il valore di 0,1 mSv/h e, sulla superficie stessa, il valore di 2 mSv/h;
- c. non possono presentare sulla superficie esterna nessuna contaminazione trasmissibile superiore ai valori fissati nell'allegato 3 colonna 12 ORaP.

<sup>3</sup> In casi singoli, i trasporti possono essere eseguiti anche senza l'imballaggio o il contenitore di cui al capoverso 2, a condizione che il perito in radioprotezione competente abbia dato il proprio consenso e che la radioprotezione sia garantita.

<sup>4</sup> In caso di consegna o di spedizione di sorgenti mediche, il cui imballaggio o contenitore rispetti le prescrizioni per i trasporti all'esterno dell'area aziendale, non devono essere adottate misure aggiuntive per il trasporto all'interno dell'area aziendale in vista dell'osservanza dei requisiti di cui al capoverso 2 lettera b.

<sup>5</sup> Ai trasporti all'esterno dell'area aziendale si applica l'articolo 113 ORaP.

**Art. 23** Radioprotezione all'interno dell'azienda

<sup>1</sup> Il titolare della licenza provvede affinché siano emanate istruzioni scritte in materia di radioprotezione, in particolare quelle concernenti le misure di primo intervento e le regole di comportamento in caso di incidente. Le istruzioni devono essere continuamente adeguate alle condizioni attuali e devono essere consegnate o rese facilmente accessibili a tutte le persone che manipolano sorgenti mediche.

<sup>2</sup> Le persone di nuova assunzione devono, prima di prendere servizio, essere istruite da un perito responsabile della protezione, nel campo di attività corrispondente, sulle regole correnti e fondamentali della radioprotezione.

<sup>3</sup> Il personale di pulizia può lavorare all'interno delle zone controllate solo se è stato in precedenza istruito da una persona con formazione in radioprotezione.

<sup>4</sup> Il perito in radioprotezione sorveglia e controlla periodicamente l'osservanza delle prescrizioni in materia di radioprotezione nell'azienda e l'applicazione di una tecnica di lavoro appropriata.

**Art. 24** Istruzioni per il corpo dei pompieri

Il corpo dei pompieri competente deve essere informato per scritto dal titolare della licenza su:

- a. l'ubicazione delle zone controllate e sorvegliate;
- b. la presenza di sorgenti radioattive;
- c. eventuali procedure particolari che il corpo dei pompieri deve seguire in caso di incendio.

**Art. 25** Limitazione di permanenza durante l'irradiazione

La permanenza di persone in prossimità di pazienti sottoposti a radioterapia deve essere limitata, durante il trattamento, al minimo assoluto. Nei trattamenti con l'impiego di unità d'irradiazione nessuno, all'infuori del paziente, può trovarsi all'interno del locale d'irradiazione.

**Art. 26** Garanzia della qualità

<sup>1</sup> Il titolare della licenza provvede all'applicazione regolare di un programma di garanzia della qualità che comprenda tanto gli aspetti medici del trattamento di irradiazione quanto quelli specificamente connessi agli apparecchi e alla fisica medica.

<sup>2</sup> Si deve tenere conto dell'esperienza e dello stato della scienza e della tecnica. A tal fine si devono tenere conto:

- a. delle norme nazionali e internazionali pertinenti e le raccomandazioni delle organizzazioni specializzate nazionali e internazionali;
- b. delle guide dell'UFSP.

<sup>3</sup> Per l'esecuzione dei controlli di qualità tecnici si deve tenere conto dei requisiti di cui all'allegato 5.

**Sezione 2: Applicazione di sorgenti mediche senza unità d'irradiazione****Art. 27** Preparazione dell'applicazione, controlli di qualità

<sup>1</sup> Prima dell'applicazione delle sorgenti mediche è necessario controllare la loro attività con un apparecchio di misura appropriato secondo l'allegato 6 numero 1.1.

<sup>2</sup> Il titolare della licenza provvede affinché vengano eseguiti controlli di qualità regolari secondo l'allegato 5 numero 1.

<sup>3</sup> I risultati dei controlli di cui ai capoversi 1 e 2 devono essere riportati in un protocollo.

**Art. 28** Soggiorno e ricovero dei pazienti sottoposti a trattamento

<sup>1</sup> Se l'intensità di dose ambientale a 1 m di distanza dal paziente supera il valore di 5  $\mu\text{Sv/h}$ , questi deve essere separato dai pazienti non trattati con sorgenti mediche e ricoverato in una stanza di terapia convenientemente schermata. L'autorità di vigilanza può concedere deroghe.

<sup>2</sup> I pazienti sottoposti a radioterapia devono essere ricoverati in stanze separate, isolati dagli altri pazienti non trattati con sorgenti mediche, per tutto il tempo in cui possono verificarsi esposizioni inammissibili di terze persone, secondo i valori limite indicati dall'ORaP.

**Art. 29** Dimissione di pazienti

<sup>1</sup> I pazienti trattati con sorgenti mediche senza unità d'irradiazione possono essere dimessi dalla zona controllata o sorvegliata o dall'ospedale solo se è possibile dimostrare, in base ad un controllo eseguito con un appropriato apparecchio di misura delle radiazioni, che sul loro corpo o al suo interno, non si trovano più sorgenti. I risultati delle misure devono essere riportati in un protocollo.

<sup>2</sup> Qualora pazienti in trattamento con sorgenti mediche debbano essere dimessi con le sorgenti ancora all'interno del loro corpo ci si deve assicurare che l'esposizione alle radiazioni non superi il valore di 5 mSv in un anno per il personale curante non professionale e di 1 mSv in un anno per le altre persone.

<sup>3</sup> La dimissione secondo il capoverso 2 necessita l'approvazione dell'UFSP. Il medico responsabile deve farne preventivamente richiesta e dimostrare, ad esempio facendo riferimento alla situazione personale del paziente, alla valutazione approssimata delle dosi a cui sono esposte le persone in prossimità del paziente o alle regole di comportamento ordinate, che i familiari e altri terzi non sono in pericolo o che non possono trovarsi esposti a radiazioni inammissibili secondo i valori limiti dell'ORaP.

<sup>4</sup> Per le dimissioni secondo il capoverso 2 di pazienti sottoposti a terapia alla prostata con impianto permanente di semi di I-125 non è necessaria l'approvazione dell'UFSP di cui al capoverso 3.

<sup>5</sup> La massima esposizione alle radiazioni delle persone di cui al capoverso 2 è da considerarsi rispettata se i vincoli della dose ambientale di 5  $\mu\text{Sv}$  all'ora a 1 m di distanza dal paziente di cui al capoverso 4 non viene superato al momento della sua dimissione.

<sup>6</sup> Prima della dimissione secondo il capoverso 2, il medico responsabile è tenuto a spiegare al paziente, nel corso di un colloquio personale, le regole di comportamento necessarie concernenti la radioprotezione dei familiari e di altre persone. Al paziente è consegnato un promemoria, con relativa spiegazione, che informa sulla terapia seguita e sulle regole da rispettare per un determinato periodo di tempo.

### **Sezione 3: Applicazione di sorgenti mediche mediante unità d'irradiazione**

#### **Art. 30** Manuale di istruzioni e libretto di impianto

<sup>1</sup> Per ogni unità d'irradiazione il fornitore deve consegnare l'informazione sui dispositivi secondo l'articolo 7 ODmed<sup>6</sup>.

<sup>2</sup> Il titolare della licenza e il fornitore approntano insieme un libretto di impianto:

<sup>3</sup> Il titolare della licenza veglia affinché oltre all'informazione sui dispositivi, nel libretto di impianto o nel manuale di istruzioni figurino le indicazioni richieste .

<sup>4</sup> Il titolare della licenza veglia affinché questa documentazione sia sempre disponibile.

<sup>5</sup> Il manuale di istruzioni deve contenere almeno:

- a. i dati di identificazione dell'impianto;
- b. le istruzioni per un esercizio e un'applicazione corretti dell'impianto;
- c. le istruzioni relative alla manutenzione periodica e ai controlli;
- d. la dichiarazione di conformità del fabbricante conformemente all'ODmed.

<sup>6</sup> Il libretto di impianto deve contenere almeno:

- a. la domanda di licenza e i piani di costruzione relativi alla radioprotezione;
- b. la licenza dell'UFSP per l'installazione e l'esercizio dell'impianto;
- c. i protocolli e i dati relativi a tutti gli esami e ai controlli eseguiti, quali il collaudo, l'esame di condizione e di stabilità, i rapporti sulla manutenzione, gli esami relativi alla contaminazione;
- d. i certificati delle sorgenti secondo l'articolo 3;
- e. indicazioni sul luogo di conservazione e di accesso alla documentazione relativa a eventi radiologici e incidenti registrati, nonché agli interventi per porvi rimedio.

<sup>7</sup> Il manuale di istruzioni deve essere redatto nella lingua abitualmente usata dall'azienda.

<sup>8</sup> La contabilità elettronica è possibile a condizione che ne sia mantenuta l'integrità.

#### **Art. 31** Controlli di qualità

<sup>1</sup> Il titolare della licenza provvede affinché vengano eseguiti controlli di qualità regolari secondo l'allegato 5 numero 2.

<sup>2</sup> I risultati dei controlli di cui al capoverso 1 devono essere riportati in un protocollo e inseriti nel libretto d'impianto.

<sup>6</sup> RS 812.213

## Capitolo 4: Disposizioni finali

### **Art. 32** Abrogazione di un altro atto normativo

L'ordinanza del 15 novembre 2001<sup>7</sup> concernente la manipolazione di sorgenti radioattive sigillate in medicina è abrogata.

### **Art. 33** Licenze esistenti

I titolari di licenze per la manipolazione di sorgenti mediche, rilasciate prima dell'entrata in vigore della presente ordinanza devono rispettare le prescrizioni della presente ordinanza.

### **Art. 34** Entrata in vigore

La presente ordinanza entra in vigore il ...

...

Dipartimento federale dell'interno:  
Alain Berset

<sup>7</sup> [RU 2001 2848]

*Allegato 1*  
(art. 1 cpv. 3)

## **Definizioni**

*I singoli termini sono elencati in ordine alfabetico.*

### *Brachiterapia*

Tecnica radioterapeutica nella quale la distanza tra la sorgente medica primaria e il tessuto esposto a irradiazioni è inferiore a 10 cm. La sorgente medica è applicata sul corpo o nel corpo del paziente (terapia endocavitaria o interstiziale).

### *Collaudo*

Controllo effettuato su un prodotto fornito o destinato ad essere fornito al fine di stabilire se le prestazioni sono conformi ai requisiti tecnici e alle esigenze in materia di sicurezza per l'applicazione prevista.

### *Dispositivi after-loading*

Dispositivi per la brachiterapia con sorgenti gamma emittenti azionati mediante telecomando manuale o automatico. Le sorgenti sono mosse e disposte in applicatori al fine di generare un'adeguata distribuzione spaziale di dose e, al termine di un periodo di tempo prestabilito, sono fatte rientrare automaticamente nel contenitore di conservazione.

### *Esame dello stato*

Esame dello stato di un prodotto in uso e verifica dell'adempimento dei requisiti prescritti. Ha lo scopo di dimostrare il mantenimento della qualità, della funzionalità e della sicurezza richieste e viene eseguito subito dopo una manutenzione, un intervento o una riparazione.

### *Esame di stabilità*

Controllo di determinati parametri volti a stabilire le divergenze rispetto a livelli di riferimento ed effettuati a intervalli regolari. Ha lo scopo di individuare tempestivamente un peggioramento delle qualità, della funzionalità e della sicurezza tramite il controllo delle divergenze di determinati parametri rispetto a livelli di riferimento, e di consentire di adottare apposite misure.

### *Garanzia di qualità*

Pianificazione, sorveglianza, controllo e correzione nella realizzazione di un prodotto oppure nello svolgimento di un'attività, allo scopo di soddisfare requisiti di qualità prefissati.

### *Impianti d'irradiazione a raggi gamma*

Dispositivi per la generazione di campi d'irradiazione a raggi gamma per la teleterapia.

### *Irradiazione ad alta intensità di dose (irradiazione HDR)*

Irradiazione con dispositivo after-loading con il quale si applica nel punto dosimetrico di riferimento un'intensità di dose assorbita superiore a 12 Gy/h.

### *Irradiazione a bassa intensità di dose (irradiazione LDR)*

Irradiazione con dispositivo after-loading con il quale si applica nel punto dosimetrico di riferimento un'intensità di dose assorbita inferiore a 2 Gy/h.

### *Irradiazione a media intensità di dose (irradiazione MDR)*

Irradiazione con dispositivo after-loading con il quale si applica nel punto dosimetrico di riferimento un'intensità di dose assorbita compresa tra 2 e 12 Gy/h.

### *Locale di comando*

Locale nel quale è situato il quadro di comando e dal quale è possibile sorvegliare il paziente durante il trattamento.

### *Locale d'irradiazione*

Locale nel quale si procede all'applicazione terapeutica di radiazioni ionizzanti.

### *Luoghi non destinati alla permanenza prolungata*

Sale d'aspetto, spogliatoi, archivi, magazzini, cantine non adibite a posti di lavoro fissi, servizi igienici, corridoi, scale, vani di ascensori, marciapiedi, strade, cantieri, prati, giardini.

### *Manutenzione*

Garanzia della funzionalità e della sicurezza di un dispositivo grazie all'adozione di misure preventive secondo le indicazioni del fabbricante, norme riconosciute e l'ODmed.

### *Protocollo d'irradiazione*

Documento riassuntivo, riferito a un paziente specifico, delle applicazioni radioterapeutiche e dell'esposizione alle radiazioni.

*Radiazione primaria*

Radiazione ionizzante all'interno del fascio primario. Questo è lo spazio delimitato dai raggi geometrici emessi dalla sorgente di radiazione primaria e la cui traiettoria lambisce i bordi efficaci dei dispositivi di diaframma.

*Radiazione secondaria*

Radiazione ionizzante generata dall'interazione della radiazione primaria con la materia.

*Radiazione terziaria*

Radiazione ionizzante generata dall'interazione della radiazione secondaria con la materia.

*Radiazione trasmessa*

Radiazione ionizzante che attraversa le schermature previste per assorbire le radiazioni oppure per attenuarne l'intensità in misura tale da soddisfare i requisiti in materia di radioprotezione.

*Resistenza al fuoco*

Il termine resistenza al fuoco è definito nelle prescrizioni antincendio (norme antincendio, direttive antincendio e disposizioni di controllo) dell'Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio (AICAA). Il comportamento al fuoco dei materiali delle parti di costruzione è caratterizzato dalla durata della resistenza al fuoco. Questa è determinata dalla durata minima misurata in minuti durante la quale una parte di costruzione deve adempiere le esigenze richieste (classe di resistenza al fuoco F30/T30/R30 = durata di resistenza al fuoco superiore a 30 minuti per: F = parti di costruzione portanti e parti delimitanti i locali, T = chiusure mobili, quali porte e portoni, R = chiusure a tenuta di fumo e di fuoco).

*Sorgenti mediche*

Sorgenti radioattive sigillate, applicate sull'uomo oppure l'animale a fini diagnostici o terapeutici. Le sorgenti sono inserite in unità d'irradiazione oppure applicate manualmente sotto forma di aghi, fili, bastoncini, sferette, semi ecc.

*Stanza per pazienti sottoposti a terapia*

Stanza speciale per pazienti degenti in ospedale nella quale si svolgono applicazioni terapeutiche di sorgenti mediche.

*Teleterapia*

Tecnica radioterapeutica con impianti a raggi gamma nella quale la distanza tra la sorgente di radiazione primaria e il tessuto da irradiare è superiore a 10 cm.

*Unità d'irradiazione*

Apparecchio contenente una o più sorgenti radioattive sigillate, utilizzato a scopo di irradiazione terapeutica (impianto d'irradiazione a raggi gamma, dispositivo after-loading). Le sorgenti sono rinchiusi in un involucro schermato, con il quale restano meccanicamente collegate in ogni condizione d'esercizio.

*Allegato 2*  
(art. 8 cpv. 2)

## **Basi di calcolo delle schermature necessarie nei dispositivi after-loading e nelle stanze di terapia**

### **1 Dati del fabbricante e del gestore**

La documentazione relativa alle misure edili di radioprotezione secondo l'articolo 14 deve contenere i seguenti dati:

- a. indicazioni di carattere generale quali ubicazione, denominazione del locale e tipo di impianto;
- b. dati concernenti i piani costruttivi di radioprotezione quali scala dei disegni, progettista e data del progetto;
- c. dati relativi alla sorgente medica secondo l'articolo 3 lettera b
- d. carico d'esercizio ( $W_A$ ) dell'unità d'irradiazione;
- e. tabelle di calcolo secondo l'allegato 4.

### **2 Carico d'esercizio $W_A$ (frequenza d'esercizio)**

Il carico d'esercizio indica il grado di utilizzazione del dispositivo after-loading. Esso è dato dal prodotto del numero possibile di irradiazioni singole alla settimana per il valore medio della dose equivalente misurato alla distanza di 1 m dalla sorgente medica. Il dimensionamento della parte edile della radioprotezione deve essere calcolato in base al carico d'esercizio presumibile del dispositivo after-loading. I valori minimi del carico d'esercizio da assumere per il calcolo sono i seguenti:

- a. per gli impianti d'irradiazione con intensità di dose alta e media (HDR):  
300 mSv in una settimana
- b. per gli impianti d'irradiazione a bassa intensità di dose (LDR):  
150 mSv in una settimana

Se sono previsti carichi d'esercizio più elevati, il dimensionamento delle schermature di radioprotezione deve essere adattato in conseguenza.

Le schermature delle stanze per terapia devono essere dimensionate in vista di un'occupazione permanente delle stesse.

### 3 Misure edili di radioprotezione

Le misure edili di radioprotezione sono in linea di massima da attuare in maniera tale che i punti da proteggere siano sufficientemente protetti sia contro l'irradiazione diretta sia contro l'irradiazione indiretta.

La maggior parte delle superfici perimetrali dei locali è esposta principalmente a irradiazione diretta non attenuata. La loro schermatura viene calcolata come indicato al numero 3.1, potendo trascurare l'irradiazione indiretta.

L'area di accesso al locale d'irradiazione è tipicamente delimitata da una porta di accesso seguita da un labirinto di accesso. L'area di accesso può essere colpita in maniera determinante da entrambe le componenti d'irradiazione e, se del caso, deve essere schermata come segue:

- a. contro l'irradiazione diretta secondo il numero 3.1: tramite la parete del labirinto (contro l'irradiazione diretta non attenuata) e la porta (contro l'irradiazione diretta attenuata);
- b. contro l'irradiazione indiretta secondo il numero 3.2: tramite la porta

L'azione di entrambe le componenti d'irradiazione sullo stesso punto da proteggere deve essere considerata impiegando, nel calcolo dei fattori di attenuazione secondo i numeri 3.1 e 3.2, valori ridotti per la dose ambientale ammessa, in modo che la loro somma non superi la dose ambientale ammessa secondo l'articolo 7.

#### 3.1 Misure edili di radioprotezione contro l'irradiazione diretta

Il fattore di attenuazione  $F$  è il rapporto tra la dose ambientale misurata senza schermo e quella misurata con lo schermo. Il calcolo del fattore di attenuazione  $F$  rispetto alla radiazione agente direttamente sul punto da proteggere avviene applicando la formula:

$$F = \frac{W_A \cdot a_0^2}{H_w \cdot a^2}$$

con:

$F$	fattore di attenuazione rispetto all'irradiazione diretta
$W_A$	carico d'esercizio in mSv/settimana secondo la sezione 2
$H_w$	dose ambientale ammessa secondo l'articolo 7 in mSv/settimana
$a$	distanza tra la sorgente medica e il luogo da proteggere, in m, tenendo presente la distanza minima tra la posizione contrassegnata per il lettino del paziente ai sensi dell'articolo 10 capoverso 3 lettera a e il luogo da proteggere

$a_0$  distanza di riferimento (1 m)

Qualora vi sia una schermatura costituita da più schermature parziali consecutive con fattori di attenuazione  $F_1, F_2, \dots, F_n$ , il fattore di attenuazione complessivo  $F$  è dato dal prodotto dei singoli fattori di attenuazione  $F_1 \cdot F_2 \cdot \dots \cdot F_n$ .

### **3.2 Misure edili di radioprotezione contro l'irradiazione indiretta**

Nel calcolare il fattore di attenuazione  $F_D$  rispetto alla radiazione diffusa (indiretta) si deve considerare solo il 10 per cento della radiazione diretta e utilizzare come parametro  $a$  la somma di  $a_1$  e  $a_2$

con:

$a_1$  distanza media tra sorgente medica e baricentri delle superfici diffuse interessate in m

$a_2$  distanza media tra baricentri delle superfici diffuse interessate e luogo da proteggere in m

## **4 Calcolo dello spessore delle schermature**

Per il calcolo dello spessore delle schermature si applica la formula:

$$CAD = \log(F) \text{ o } \log(F_D)$$

con:

$CAD$  numero di spessori di attenuazione ad un decimo mediante il quale si può determinare lo spessore della schermatura necessaria secondo la tabella 1

$F(F_D)$  fattori di attenuazione calcolati secondo 3.1 e 3.2, eventualmente utilizzando i valori ridotti per la dose ambientale ammessa secondo la sezione 3 in caso di azione determinante di entrambe le componenti d'irradiazione sullo stesso luogo da proteggere

$\log$  il logaritmo a base decimale

*Tabella 1***Spessore di attenuazione ad un decimo per diversi nuclidi/materiali**

Materiale	Piombo	Vetro al piombo	Ferro	Calcestruzzo al bario	Calcestruzzo	Mattoni
Densità in g/cm <sup>3</sup>	11.34	Variabile, $\rho$	7.8	3.2	2.3	1.4
Co-60	4 cm	$47/\rho$ cm	7 cm	16 cm	22 cm	36 cm
Cs-137	2.1 cm	$32/\rho$ cm	5.5 cm	12 cm	17 cm	28 cm
Ir-192	1.7 cm	$25/\rho$ cm	4.5 cm	10 cm	14 cm	23 cm

*Allegato 3*  
(art. 8 cpv. 2)

## **Impianti d'irradiazione a raggi gamma: basi di calcolo delle schermature necessarie**

### **1. Dati del fabbricante e del gestore**

La documentazione relativa alle misure edili di radioprotezione secondo l'articolo 14 deve contenere i seguenti dati:

- a. indicazioni di carattere generale quali ubicazione, denominazione del locale e tipo di impianto;
- b. dati concernenti i piani costruttivi di radioprotezione quali scala dei disegni, progettista e data del progetto;
- c. dati relativi alla sorgente medica secondo l'articolo 3 lettera b);
- d. carico d'esercizio ( $W_A$ ) dell'unità d'irradiazione;
- e. tabelle di calcolo secondo l'allegato 5.

### **2. Carico d'esercizio $W_A$ (frequenza d'esercizio)**

Il carico d'esercizio indica il grado di utilizzazione dell'unità d'irradiazione. Il dimensionamento della parte edile della radioprotezione deve essere calcolato in base al carico d'esercizio presumibile. I valori minimi del carico di esercizio da assumere per il calcolo sono i seguenti:

- a. per gli impianti d'irradiazione a raggi gamma con Co-60:  $W_A = 10^6$  mSv/settimana;
- b. per gli impianti d'irradiazione a raggi gamma con Cs-137:  $W_A = 10^5$  mSv/settimana.

Se sono utilizzati altri nuclidi o sono previsti carichi di esercizio più elevati, il carico di esercizio  $W_A$  si ottiene moltiplicando il numero settimanale di irradiazioni singole previsto per la dose ambientale media relativamente al campo massimo di irradiazione e alla distanza di riferimento  $a_0 = 100$  cm dalla sorgente medica.

### **3. Fattori direzionali**

Il fattore direzionale  $U$  tiene conto della direzione del fascio di radiazione primaria in relazione alla misura edile di radioprotezione da definire. A questo scopo sono da considerare tutte le direzioni che il fascio di radiazione primaria può assumere nelle condizioni operative previste.

Per la protezione contro il fascio di radiazione primaria si assume  $U = 1$ , quando è previsto l'impiego regolare del fascio di radiazione primaria nella direzione del luogo da proteggere.

Per la protezione dal fascio di radiazione primaria si assume  $U = 0.1$ , quando il fascio è diretto verso il luogo da proteggere solo nel 10 per cento del tempo oppure nel caso di irradiazione dinamica.

Per la protezione contro la radiazione fotonica secondaria e contro la radiazione trasmessa, si assume  $U = 1$ , indipendentemente dalla direzione del fascio di radiazione primaria.

Per la protezione contro la radiazione fotonica secondaria, riflessa dalle pareti colpite dalla radiazione primaria solo nel 10 per cento del tempo di esercizio, si assume, in deroga al capoverso precedente,  $U = 0,1$ .

## 4. Calcolo dei fattori di attenuazione F

### 4.1 Schema generale di calcolo

Lo spessore delle schermature contro ciascuna componente dell'irradiazione agente sul luogo da proteggere si desume dal fattore di attenuazione di cui alle figure da 1 a 4. Il calcolo del fattore di attenuazione delle misure edili di radioprotezione, contro ogni componente dell'irradiazione agente sul luogo da proteggere, si calcola con la seguente formula:

$$F_i = \frac{W_A \cdot U \cdot K_i}{H_w} \quad (1)$$

con:

- F      fattore di attenuazione
- i      indice che caratterizza la componente della radiazione in questione
- $W_A$     carico di esercizio in mSv/settimana secondo il numero 2
- U      fattore direzionale secondo il numero 3
- $K_i$     fattore di riduzione dell'intensità di dose secondo i numeri da 4.2 a 4.6. Esso è il rapporto tra l'intensità di dose della radiazione da schermare sul luogo da proteggere e l'intensità di dose della radiazione primaria misurata alla distanza  $a_0=100$  cm dalla sorgente
- $H_w$     dose ambientale ammessa secondo l'articolo 7 in mSv/settimana

Se la radiazione colpisce obliquamente la parete, le misure edili di radioprotezione devono essere dimensionate come se la radiazione avesse un impatto perpendicolare sulla parete.

## 4.2 Fattori di attenuazione nel caso delle misure edili di radioprotezione contro la radiazione primaria (P)

Per il calcolo del fattore di attenuazione  $F_P$  delle misure edili di radioprotezione contro la radiazione primaria si ricorre alla formula (1) di cui al numero 4.1.

Il fattore di riduzione  $K_P$  è dato dalla formula:

$$K_P = \frac{a_o^2}{a_P^2} \quad (2)$$

con:

$a_0$  100 cm

$a_P$  distanza in cm tra il luogo da proteggere e la sorgente medica

Lo spessore  $S_P$  delle schermature si desume dalla figura 1 per Co-60 e dalla figura 2 per Cs-137 in funzione del fattore di attenuazione  $F_P$ .

## 4.3 Fattori di attenuazione nel caso di misure edili di radioprotezione contro la radiazione trasmessa (T)

Per il calcolo del fattore di attenuazione  $F_T$  delle schermature contro la radiazione trasmessa, quando l'impianto d'irradiazione a raggi gamma si trova in posizione di emissione, si applica la formula (1) di cui al paragrafo 4.1.

Il fattore di riduzione  $K_T$  è dato dalla formula:

$$K_T = g_T \frac{a_o^2}{a_T^2} \quad (3)$$

con:

$g_T$   $5 \times 10^{-3}$  rapporto tra l'intensità di dose della radiazione trasmessa, misurata alla distanza di  $a_0 = 100$  cm dalla sorgente medica e con l'impianto d'irradiazione a raggi gamma in posizione di emissione, e l'intensità di dose misurata sull'asse del fascio di radiazione primaria alla distanza  $a_0 = 100$  cm dalla sorgente medica.

$a_0$  100 cm

$a_T$  distanza tra luogo da proteggere e sorgente medica.

Lo spessore  $S_T$  delle schermature si desume dalla figura 1 per Co-60 e dalla figura 2 per Cs-137 in funzione del fattore di attenuazione  $F_T$ .

#### 4.4 Fattori di attenuazione nel caso di misure edili di radioprotezione contro la radiazione secondaria (S) emanante dai pazienti

Per il calcolo del fattore di attenuazione  $F_S$  delle schermature contro la radiazione secondaria si applica la formula (1) del paragrafo 4.1.

Il fattore di riduzione  $K_S$  da applicare alla radiazione secondaria emanante dai pazienti si calcola con la formula:

$$K_S = \frac{A_{\max}}{A_0} \cdot g_S \cdot \frac{a_1^2}{a_S^2} \quad (4)$$

con:

$A_{\max}$	grandezza massima del campo alla distanza $a_0=100$ cm dalla sorgente
$A_0$	100 cm <sup>2</sup>
$g_S$	valore massimo del rapporto tra l'intensità di dose della radiazione secondaria misurata alla distanza $a_1=100$ cm dal paziente e l'intensità di dose della radiazione primaria misurata per una grandezza di campo $A_0=100$ cm <sup>2</sup> ed alla distanza $a_0=100$ cm dalla sorgente, secondo la tabella 2
$a_1$	100 cm
$a_S$	distanza tra il luogo da proteggere e il punto di impatto del fascio di radiazione primaria.

Tabella 2

**$g_S$  in funzione del più piccolo angolo  $\varphi_S$  che la direzione del fascio di radiazione primaria può formare con la direzione che assume la radiazione emanante dal paziente nell'impatto con il luogo da proteggere.**

$\varphi_S$	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	> 90°
$g_S$	$12 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$

Lo spessore  $S_S$  delle schermature si desume dalla figura 3 per Co-60 e dalla figura 4 per Cs-137 in funzione del fattore di attenuazione  $F_S$ .

#### 4.5 Fattori di attenuazione nel caso di misure edili di radioprotezione contro la radiazione secondaria (W) riflessa dalle pareti

Per il calcolo del fattore di attenuazione  $F_W$  delle schermature contro la radiazione secondaria riflessa da pareti, pavimenti e soffitti (qui di seguito abbreviati con «pareti») si applica la formula (1) di cui al paragrafo 4.1.

Il fattore di riduzione  $K_W$  per la radiazione secondaria riflessa dalle pareti si calcola con la formula:

$$K_W = \frac{A_w}{A_1} \cdot g_W \cdot \frac{a_0^2}{a_Q^2} \cdot \frac{a_1^2}{a_w^2} \quad (5)$$

con:

- $A_w$  sezione del fascio di radiazione primaria nel punto di impatto in condizioni di campo massimo e che non risulta coperto da altre schermature nella sua traiettoria in direzione del luogo da proteggere
- $A_1$  100 cm<sup>2</sup>
- $g_w$  valore massimo del rapporto tra l'intensità di dose della radiazione secondaria misurata alla distanza  $a_1=100$  cm dal punto di impatto della radiazione primaria e l'intensità di dose della radiazione primaria per una sezione del fascio di radiazione primaria  $A_1 = 100$  cm<sup>2</sup> in questo stesso punto, secondo la tabella 3.
- $a_0$  100 cm
- $a_1$  100 cm
- $a_Q$  distanza del punto di impatto della radiazione primaria dalla sorgente medica
- $a_w$  distanza tra il luogo da proteggere e il punto di impatto del fascio di radiazione primaria

*Tabella 3*

**$g_w$  in funzione del più piccolo angolo  $\varphi_w$  che può formare la direzione del fascio di radiazione primaria con la direzione in cui deve essere misurata la protezione contro la radiazione secondaria:**

$\varphi_w$	80°	90°	> 110°
$g_w$	$2 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$0,6 \cdot 10^{-4}$

Lo spessore  $S_w$  delle schermature contro la radiazione secondaria riflessa dalle pareti si ricava dalla seguente formula in funzione del fattore di attenuazione  $F_w$

$$S_w = Z_w \cdot \log(F_w) \quad (6)$$

con:

- $Z_w$  spessore di attenuazione ad un decimo, secondo la tabella 4
- $F_w$  fattore di attenuazione secondo il numero 4.4

Tabella 4

### Spessore di attenuazione ad un decimo per la radiazione secondaria riflessa dalle pareti

Materiale di schermatura	Piombo	Ferro	Calcestruzzo	Calcestruzzo al bario
Densità (g/cm <sup>3</sup> )	11,3	7,8	2,3	3,2
Spessore di attenuazione ad un decimo Z <sub>w</sub>	0.5 cm	5 cm	14 cm	7 cm

#### 4.6 Fattori di attenuazione nel caso di misure edili di radioprotezione contro la radiazione terziaria (T3)

Per il calcolo del fattore di attenuazione F<sub>T3</sub> delle schermature contro la radiazione terziaria si applica la formula (1) di cui al paragrafo 4.1

Il fattore di riduzione per la radiazione terziaria si calcola secondo la formula:

$$K_{T3} = \frac{A_{T3}}{a_1} \cdot g_{T3} \cdot \frac{a_2^2}{a_{T3}^2} \cdot (K_S + K_W) \quad (7)$$

con:

- A<sub>T3</sub> sezione del punto d'impatto della radiazione secondaria con la parete non coperta da altre schermature nella direzione del luogo da proteggere
- a<sub>1</sub> 100 cm<sup>2</sup>
- g<sub>T3</sub> rapporto tra l'intensità di dose della radiazione terziaria misurata alla distanza a<sub>2</sub> = 100 cm dal punto di impatto della radiazione secondaria e l'intensità di dose della radiazione secondaria in detto punto di impatto per una superficie diffusa pari a a<sub>1</sub> = 100 cm<sup>2</sup>  
All'interno del campo di validità della presente ordinanza si assume g<sub>T3</sub> = 1 • 10<sup>-4</sup>
- a<sub>2</sub> 100 cm
- a<sub>T3</sub> distanza del luogo da proteggere dal punto di impatto della radiazione secondaria
- K<sub>S</sub> fattore di riduzione della radiazione secondaria secondo il numero 4.3, in cui per a<sub>S</sub> si deve assumere la distanza tra l'origine della radiazione secondaria ed il punto di impatto da cui si diparte la radiazione terziaria.
- K<sub>W</sub> fattore di riduzione per la radiazione secondaria secondo il numero 4.4, in cui per a<sub>W</sub> si deve assumere la distanza tra il punto di impatto della radiazione utile ed il punto di impatto della radiazione secondaria.

Lo spessore  $S_{T3}$  delle schermature di protezione contro la radiazione terziaria si ricava dalla seguente formula in funzione del fattore di attenuazione  $F_{T3}$

$$S_{T3} = Z_{T3} \cdot \log(F_{T3}) \quad (8)$$

con:

$Z_{T3}$

$F_{T3}$

spessore  
fattore di

*Tabella 5*

**Spessore di attenuazione ad un decimo per la radiazione terziaria**

Materiale di schermatura	Piombo	Ferro	Calcestruzzo	Calcestruzzo al bario
Densità (g/cm <sup>3</sup> )	11,3	7,8	2,3	3,2
Spessore di attenuazione ad un decimo $Z_{T3}$	0.2 cm	4 cm	12 cm	4 cm

Figura 1

**Fattori di attenuazione  $F_P$  e  $F_T$  relativi alle radiazioni primaria e trasmessa di Co-60 in funzione dello spessore, per diversi tipi di materiali schermanti**

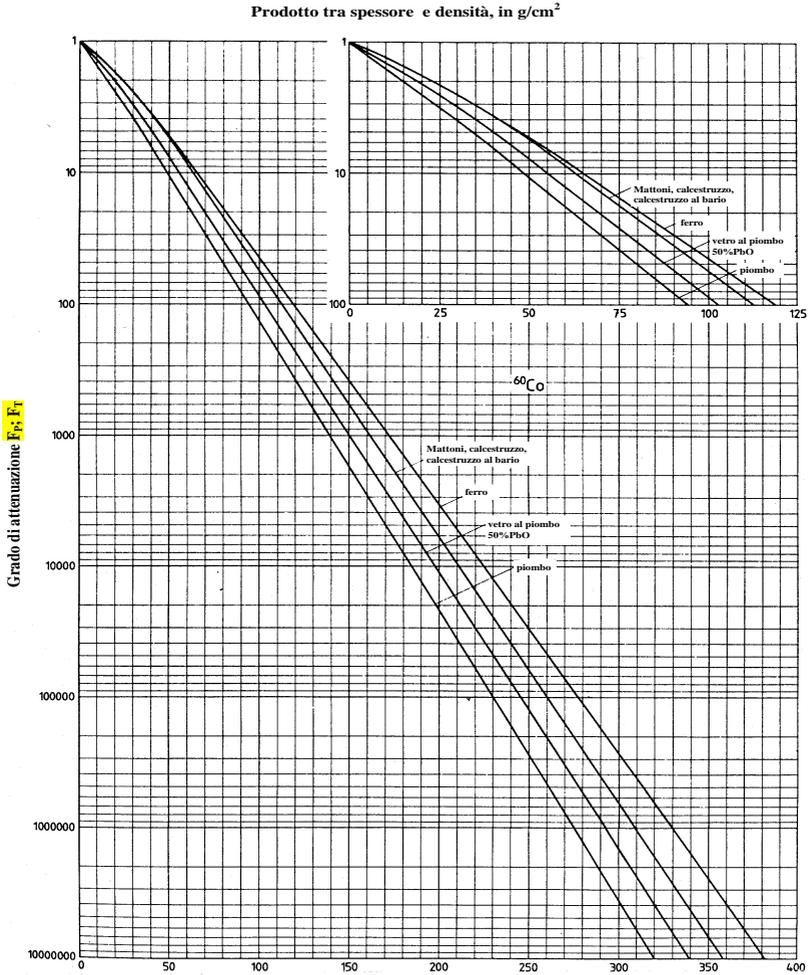


Figura 2

**Fattori di attenuazione  $F_P$  e  $F_T$  relativi alle radiazioni primaria e trasmessa di Cs-137 in funzione dello spessore, per diversi tipi di materiali schermanti**

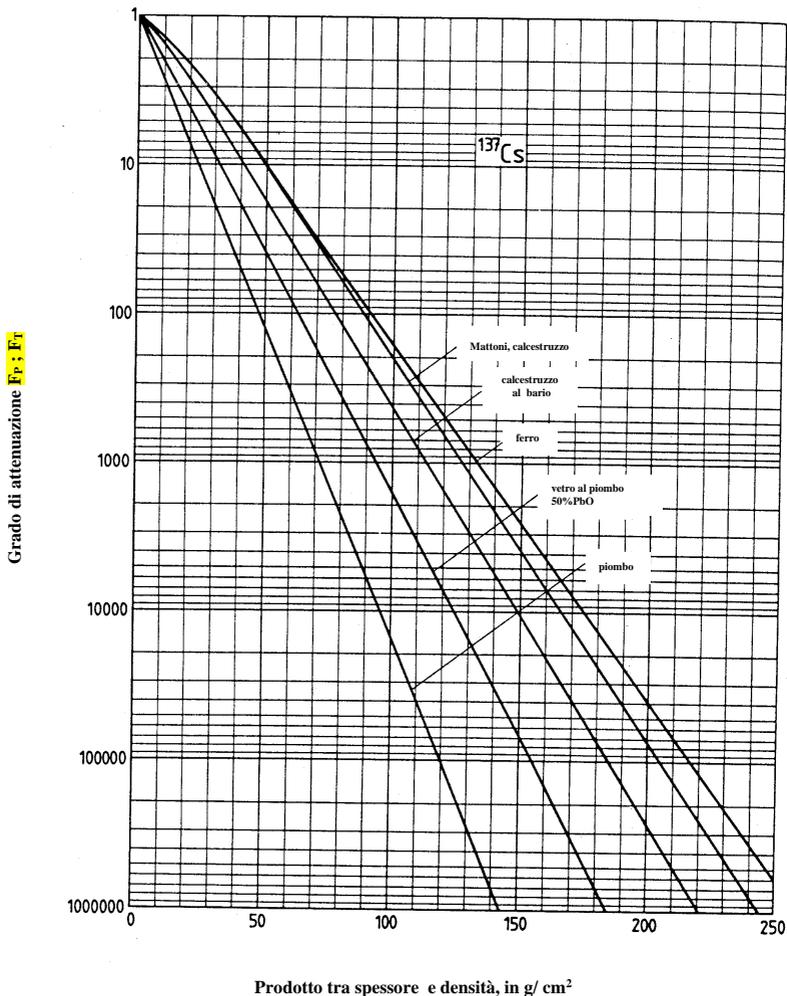


Figura 3

Fattore di attenuazione  $F_s$  relativo alla radiazione diffusa di Co-60 e di Cs-137 in funzione dello spessore per i materiali: mattoni, calcestruzzo, calcestruzzo al bario e ferro, e in funzione dell'angolo di diffusione  $\varphi$ s

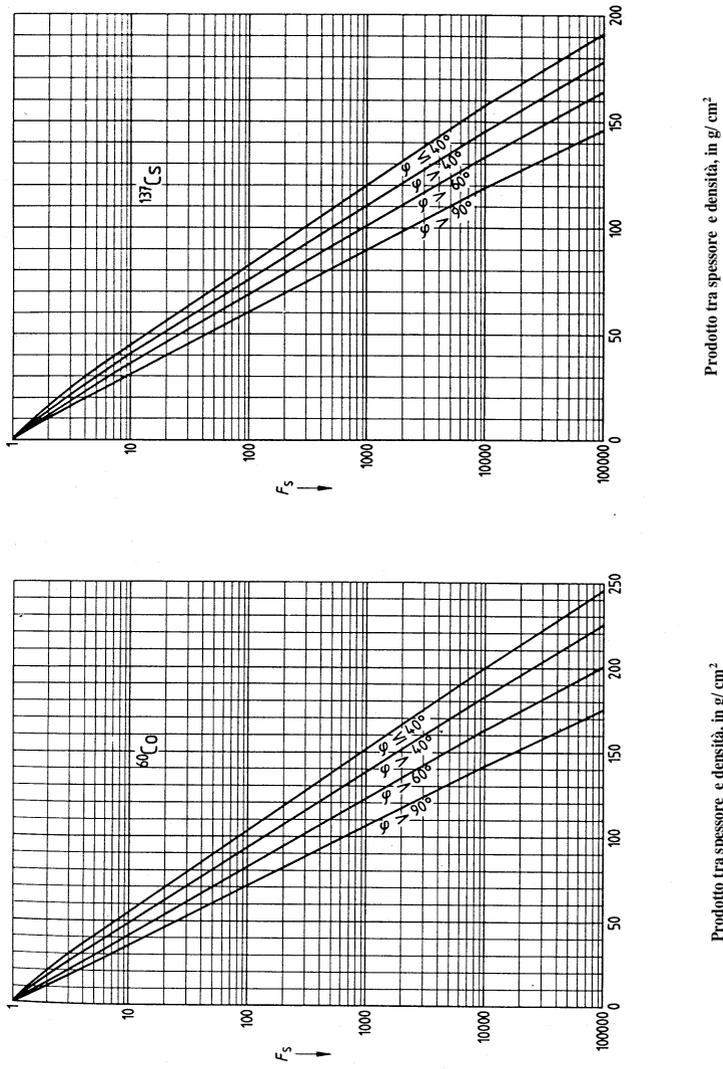
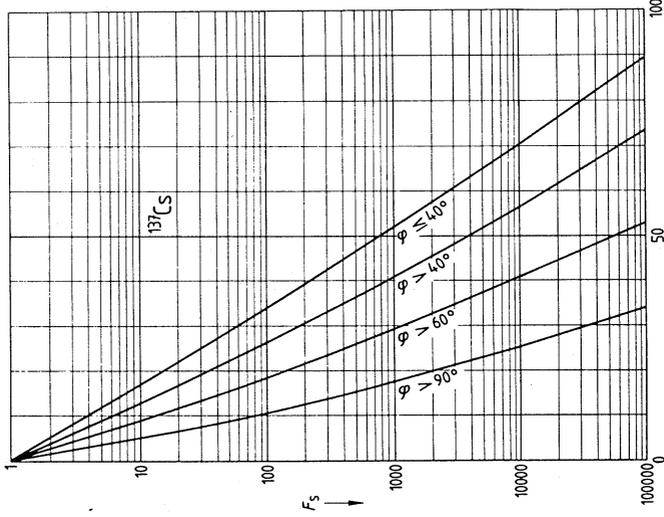
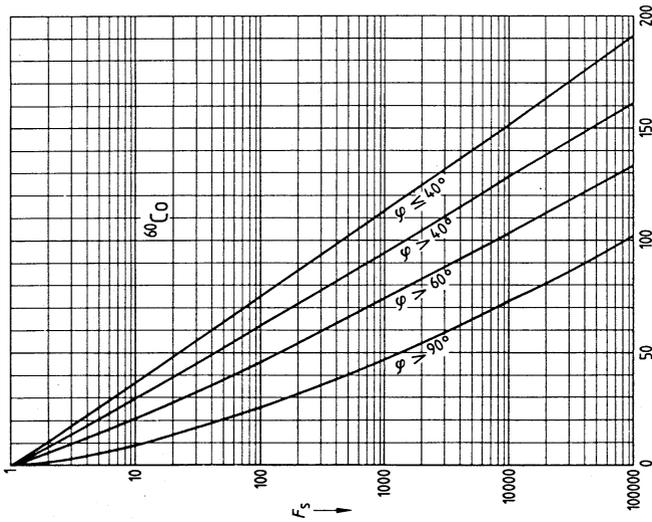


Figura 4

**Fattore di attenuazione  $F_s$  per la radiazione diffusa di Co-60 e di Cs-137 in funzione dello spessore di piombo e dell'angolo di diffusione  $\varphi$ s**



Prodotto tra spessore e densità, in  $\text{g}/\text{cm}^2$



Prodotto tra spessore e densità, in  $\text{g}/\text{cm}^2$

*Allegato 4*  
(art. 14 cpv. 1 lett. b)

### Modello di tabella di calcolo per dispositivi after-loading

La tabella di calcolo per i dispositivi after-loading deve contenere i dati qui di seguito riportati:

- a. scopo cui è adibita l'area contigua al locale d'irradiazione secondo l'articolo 7;
- b. vincolo della dose ambientale nell'area contigua secondo l'articolo 7;
- c. distanza «a» tra la sorgente medica e l'area da proteggere, tenendo presente la distanza minima della posizione contrassegnata per il lettino del paziente;
- d. fattori di attenuazione  $F$  o  $F_D$  secondo l'allegato 2, numeri 3 e 4;
- e. materiale utilizzato per le schermature delle superfici perimetrali del locale, spessore e densità dello stesso;
- f. spessori di attenuazione ad un decimo dei materiali impiegati per la schermatura delle superfici perimetrali del locale, secondo l'allegato 2, tabella 1.

Nuclide:		Attività: [GBq]		Carico d'esercizio $W_A$ : [mSv/sett.]			Piano:			
Denominazione dell'impianto:				Denominazione del locale:			Altezza del locale:		cm	
	a.	b.	c.	d.	d.	e.	e.	e.	f.	
Pos.	Area contigua	H [mSv/sett.]	F	$F_D$	CAD necess. log(F)	Materiale	Massa volumica apparente [g/cm <sup>3</sup> ]	Spessore [cm]	CAD dispon.	Schermatura supplementare necessaria [cm]
...										

**Modello di tabella di calcolo per impianti d'irradiazione a raggi gamma**

Le tabelle di calcolo per gli impianti d'irradiazione a raggi gamma devono contenere i dati qui di seguito riportati:

- scopo a cui è adibita l'area contigua al locale d'irradiazione secondo l'articolo 7;
- vincolo della dose ambientale nell'area contigua secondo l'articolo 7;
- fattore direzionale secondo l'allegato 3 paragrafo 3;
- distanza dell'area da proteggere dai singoli componenti della radiazione  $a_i = a_P, a_T, a_S, a_Q, a_{T3}$ ;
- fattore di riduzione dell'intensità di dose del rispettivo componente della radiazione  $K_i = K_P, K_T, K_S, K_W, K_{T3}$ ;
- fattore di attenuazione  $F_i$  del rispettivo componente della radiazione  $F_i = F_P, F_T, F_S, F_W, F_{T3}$ ;
- prodotto tra spessore e densità in  $\text{g/cm}^2$  (densità di superficie) secondo l'allegato 3, figure 1-4;
- materiale utilizzato per le schermature delle superfici perimetrali del locale, spessore e densità dello stesso;
- prodotto tra spessore e densità (di superficie) del materiale presente nelle superfici perimetrali del locale.

Nuclide:		Attività: TBq		Carico d'esercizio $W_A$ : [mSv/sett.]				Piano:					
Denominazione dell'impianto:						Denominazione del locale:			Altezza del locale: cm				
	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	h.	h.	i.		
Pos.	Area contigua	H [mSv/sett.]	U	$a_i$ [m]	$K_i$	$F_i$	Indice compon. irrad.	Densità di superfi- cie [g/cm <sup>2</sup> ]	Materiale	Massa volumica apparente [g/cm <sup>3</sup> ]	Spessore [cm]	Densità di superficie disponibile [g/cm <sup>2</sup> ]	Schermatura supplementare necessaria [cm]
...													

*Allegato 5*  
(art. 26 cpv. 3, art. 27 cpv. 2, art. 31 cpv. 1)

## **Controlli di qualità di sorgenti mediche e unità d'irradiazione**

### **1. Sorgenti mediche senza unità d'irradiazione**

Nella manipolazione di sorgenti mediche deve essere applicato regolarmente un programma di garanzia della qualità che disciplini i controlli e gli esami necessari, la loro periodicità e le responsabilità. Deve tenere conto almeno degli aspetti seguenti:

- a. completezza dell'inventario delle sorgenti;
- b. sicurezza nel trasporto e nella conservazione delle sorgenti mediche;
- c. controllo su ermeticità e danneggiamento delle sorgenti mediche;
- d. controllo dell'attività delle sorgenti mediche;
- e. qualità e sicurezza del metodo di applicazione (inclusi eventuali accessori necessari).

### **2. Sorgenti mediche in unità d'irradiazione**

Per l'installazione e durante tutta la durata dell'esercizio delle unità d'irradiazione deve essere applicato regolarmente un programma di garanzia della qualità che comprenda gli esami elencati di seguito.

#### a. Collaudo

Prima di consegnare un'unità d'irradiazione al gestore, il fornitore deve eseguire il collaudo. Durante quest'ultimo devono essere controllati i componenti rilevanti per la sicurezza e la dose con il coinvolgimento del fisico medico responsabile dell'esercizio.

In occasione del collaudo devono essere stabili anche i livelli di riferimento per i successivi esami di stabilità.

#### b. Esame dello stato

Le unità d'irradiazione devono essere sottoposte almeno una volta l'anno a un esame dello stato. Questo si svolge nel quadro di una revisione/manutenzione effettuata da una ditta specializzata. Durante quest'ultimo devono essere controllati i componenti rilevanti per la sicurezza e la dose con il coinvolgimento del fisico medico responsabile dell'esercizio. Dopo riparazioni e interventi è sempre necessario un esame dello stato.

In occasione dell'esame dello stato devono essere stabili anche i livelli di riferimento per i successivi esami di stabilità.

#### c. Esame di stabilità

Le unità d'irradiazione devono essere sottoposte almeno una volta ogni trimestre a un esame di stabilità da parte del gestore oppure da terzi incaricati. Il fisico medico responsabile dell'esercizio è responsabile dei controlli dosimetrici.

d. Esecuzione degli esami

Durante l'esecuzione degli esami occorre tenere conto dell'esperienza e dello stato della scienza e della tecnica. A tal fine si devono tenere conto:

1. dei dati del fabbricante;
2. delle norme nazionali e internazionali pertinenti (norme CEI);
3. delle raccomandazioni delle organizzazioni specializzate nazionali e internazionali, in particolare della Società svizzera di radiobiologia e fisica medica (SSRFM);
4. delle guide dell'UFSP.

Per i dispositivi after-loading HDR si deve osservare la raccomandazione n. 13<sup>8</sup> della SSRFM «Dosimetry and Quality Assurance in High Dose Rate Brachytherapy with Iridium-192».

I fornitori, i fabbricanti o le ditte specializzate che eseguono controlli di qualità su unità d'irradiazione devono disporre di un'apposita autorizzazione dell'UFSP e di personale tecnico specializzato appositamente formato.

Per punti specifici da esaminare, gli intervalli tra gli esami possono essere ridotti rispetto alle periodicità minime indicate.

Gli intervalli e l'entità di revisione/manutenzione devono essere conformi alle disposizioni dell'ODmed<sup>9</sup> e vengono stabiliti dal fabbricante.

<sup>8</sup> Raccomandazione n. 13 della Società Svizzera di Radiobiologia e di Fisica Medica, "Dosimetry and Quality Assurance in High Dose Rate Brachytherapy with Iridium-192", gennaio 2005, ISBN: 3 908 125 36-7. La raccomandazione può essere acquistata in libreria o consultata su Internet al sito [www.sgsmp.ch](http://www.sgsmp.ch)

<sup>9</sup> RS 812.213

*Allegato 6*  
(art. 10 cpv. 2 lett. h, art. 18, art. 27 cpv. 1)

## **Requisiti e controllo di apparecchi di misura per l'uso durante la manipolazione di sorgenti mediche**

### **1. Tipo e campo d'applicazione**

Per il controllo di sorgenti mediche e per la sorveglianza della radioprotezione devono essere disponibili, in quantità sufficiente, apparecchi di misura appropriati al campo d'applicazione corrispondente secondo la lista riportata di seguito.

#### **1.1 Misurazione dell'attività di sorgenti mediche**

Sistemi di misurazione con camera di ionizzazione a pozzetto per determinare l'attività di sorgenti mediche (Ir-192-HDR). I requisiti sono retti dagli articoli 16 e 17 OSMRI.

#### **1.2 Sorveglianza delle aree contigue**

- Apparecchio portatile per la misura della contaminazione con sonda interna o esterna per il controllo dell'ermeticità delle sorgenti mediche e di possibili contaminazioni (superficie di misurazione minima circa 9 cm<sup>2</sup>).

- Apparecchio per la misura dell'intensità di dose per il controllo e la sorveglianza delle dosi ambientali nelle aree contigue a sorgenti mediche e per il rilevamento di sorgenti mediche.

Se l'apparecchio per la misura dell'intensità di dose è previsto per l'utilizzo in aree in cui le intensità di dose ambientale attese sono superiori a 100 µSv/h, i requisiti sono retti dagli articoli 13 e 14 OSMRI.

#### **1.3 Sorveglianza dei locali e delle persone**

- Apparecchio per la misura dell'intensità di dose con funzione di allarme e soglia di mobilità definita per la sorveglianza dell'intensità di dose ambientale nei locali d'irradiazione (sorveglianza dei locali indipendente dall'impianto).

Oppure

- Strumento personale di segnalazione acustica dell'intensità di dose con funzione di allarme e soglia di mobilità definita per la sorveglianza dell'intensità di dose ambientale durante le attività nei locali d'irradiazione.

### **2. Tipo e periodicità degli esami**

Per garantire la funzionalità degli apparecchi di misura il titolare della licenza provvede affinché vengano eseguiti esami regolari secondo la lista riportata di seguito.

#### **2.1 Tipi di esami**

Taratura

La taratura è la verifica ufficiale e la conferma che un singolo apparecchio di misura soddisfa le prescrizioni legali in materia e può ottenere il nullaosta per

l'utilizzazione secondo lo scopo previsto. Un'eventuale divergenza dal campione di riferimento (riferibilità) constatata con la calibrazione nel corso della taratura deve rientrare nel margine di errore tollerato dalla legge. A operazione ultimata, è emesso un certificato di taratura con una determinata validità, alla cui scadenza è necessario rinnovare l'operazione di taratura. Le tarature possono essere eseguite unicamente dai laboratori riconosciuti dall'Istituto federale di metrologia (METAS) e sono rette dai requisiti di cui agli articoli 14, 15, 17 e 18 OSMRI.

#### Calibrazione

Durante la calibrazione si determina il rapporto tra il valore effettivo della grandezza da misurare e il valore indicato dall'apparecchio di misura.

L'apparecchio di misura viene messo a confronto con un campione di riferimento (sorgente radioattiva calibrata) e vengono individuate le divergenze. I risultati sono riportati in un certificato di calibrazione. Gli apparecchi di misura devono essere calibrati dal fabbricante o da un altro servizio riconosciuto in base a condizioni prestabilite. La data dell'ultima calibrazione deve essere indicata sull'apparecchio.

#### Esame di stabilità

Con l'esame di stabilità si esamina a intervalli regolari la divergenza tra i valori riportati dall'apparecchio di misura e il livello di riferimento per verificare la conformità alla tolleranza predisposta. Viene eseguito dall'utilizzatore. Subito dopo la taratura o la calibrazione di un apparecchio di misura deve essere stabilito un livello di riferimento per l'esame di stabilità periodico, mediante una sorgente radioattiva appropriata (sorgente di livello di riferimento, sorgente di controllo, sorgente piana). La geometria di misura, le sorgenti radioattive utilizzate, i livelli di riferimento e i risultati degli esami di stabilità devono essere fissati in una direttiva interna all'azienda e riportati in un protocollo. Dopo una riparazione o in caso di divergenza dal livello di riferimento superiore alla tolleranza predisposta, l'apparecchio di misura deve essere sottoposto nuovamente a registrazione e a taratura o calibrazione.

#### Controllo del funzionamento

Il controllo del funzionamento deve avvenire mediante sorgenti di radiazione adeguate. Viene eseguito dall'utilizzatore e contempla:

- un test delle batterie;
  - controlli del valore di fondo (radiazione di background);
  - la verifica del funzionamento attraverso una sorgente di radiazione (p. es. sorgente di livello di riferimento) o in un campo di radiazione conosciuto.
- Questo procedimento è volto a verificare se l'apparecchio di misura di radioprotezione reagisce alle radiazioni. I risultati dei controlli non vanno messi a protocollo.

## 2.2 Periodicità degli esami

Strumento di misura / tipo di esame	Sistema di misura con camera di ionizzazione a pozzetto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apparecchio portatile per la misura della contaminazione</li> <li>- Apparecchio di misura dell'intensità di dose <sup>1)</sup></li> <li>- Apparecchio di misura dell'intensità di dose per la sorveglianza dei locali</li> <li>- Strumento personale di segnalazione dell'intensità di dose</li> </ul>
Taratura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- prima del primo impiego</li> <li>- ogni 4 anni</li> <li>- ritaratura se la divergenza supera lo 0,5 % rispetto al certificato di taratura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i><sup>1)</sup> solo per apparecchi di misura dell'intensità di dose e per valori attesi &gt; 100 µSv/h</i></li> <li>- prima del primo impiego</li> <li>- ogni 3 anni</li> <li>- ritaratura se la divergenza dal livello di riferimento supera il 10 %</li> </ul>
Calibrazione		<ul style="list-style-type: none"> <li><i><sup>1)</sup> non per apparecchi di misura dell'intensità di dose e per valori attesi &gt; 100 µSv/h</i></li> <li>- prima del primo impiego</li> <li>- dopo la registrazione/riparazione</li> <li>- se la divergenza dal livello di riferimento supera il 10 %</li> </ul>
Esame di stabilità	- ogni 3 mesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- annualmente</li> <li>- determinazione del livello di riferimento dopo la calibrazione o la taratura</li> </ul>
Controllo del funzionamento		<ul style="list-style-type: none"> <li>- giornalmente o prima di ogni impiego per gli apparecchi mobili</li> <li>- mensilmente per gli apparecchi fissi di sorveglianza dei locali</li> </ul>

### 3. Servizi responsabili

#### 3.1 Servizi di taratura

I servizi di taratura riconosciuti dal METAS al momento dell'entrata in vigore della presente ordinanza sono i seguenti:

- Istituto Paul Scherrer, IPS, Villigen;
- Institut de radiophysique appliquée, IRA, CHUV Losanna.

#### 3.2 Servizi di calibrazione

I servizi di calibrazione sono i fabbricanti degli apparecchi di misura o altri servizi riconosciuti (IPS, IRA). Devono disporre delle seguenti competenze tecniche:

- conoscenza del funzionamento dell'apparecchio di misura da calibrare;
- conoscenza nella determinazione delle incertezze di misura;
- conoscenza della riferibilità dei campioni usati;
- infrastruttura tecnica di misurazione adeguata;
- modalità di documentazione e convalida della procedura di calibrazione;
- modalità di attuazione delle misure di garanzia della qualità.

Il certificato di calibrazione rilasciato dal servizio di calibrazione deve contenere i seguenti elementi:

- il nome del mandante e del mandatario;
- la descrizione e l'identificazione inequivocabile dell'apparecchio di misura;
- la data della calibrazione;
- il nome e la firma della persona incaricata della calibrazione;
- i dati sulla riferibilità;
- la portata della calibrazione;
- una breve descrizione della procedura e delle condizioni di misura;
- i risultati della misura e l'indicazione delle incertezze di misura.



# **Ordinanza del DFI concernente la radioprotezione nei sistemi a raggi X per uso medico**

**(Ordinanza sui raggi X, OrX)**

del ...

Avamprogetto per indagine conoscitiva

---

*Il Dipartimento federale dell'interno,*

visti gli articoli 24 capoverso 3, 47 capoverso 2, 98 capoverso 4, 101, 103 capoverso 2 e 112 capoverso 2 dell'ordinanza sulla radioprotezione del ...<sup>1</sup> (ORaP),

*ordina:*

## **Sezione 1: Disposizioni generali**

### **Art. 1**           Scopo e campo d'applicazione

<sup>1</sup> Con la presente ordinanza si intende provvedere alla protezione dalle radiazioni ionizzanti dei pazienti, del personale e di terzi durante la messa in servizio e l'esercizio dei sistemi a raggi X per uso medico (sistemi a raggi X).

<sup>2</sup> Si applica a sistemi a raggi X con tensione del tubo fino a 300 kilovolt (kV), che producono artificialmente radiazioni fotoniche di energia superiore a 5 kiloelettronvolt (keV) e che sono utilizzati a scopo diagnostico o terapeutico su esseri umani o animali.

<sup>3</sup> Sono inclusi anche:

- a. i sistemi radiologici di riproduzione dell'immagine per il controllo del posizionamento, la pianificazione e la simulazione nella radioterapia;
- b. i sistemi a raggi X che servono a scopi medici formativi, dimostrativi o di ricerca oppure che sono utilizzati nella medicina legale.

<sup>4</sup> La presente ordinanza disciplina in particolare:

- a. la giustificazione e l'ottimizzazione delle esposizioni mediche (sezione 1);
- b. le misure edili di radioprotezione (sezione 2);
- c. la messa in servizio (sezione 3);
- d. l'uso (sezione 4);
- e. la garanzia della qualità, in particolare il controllo e la manutenzione (sezione 5).

**RS 814.542.1**

<sup>1</sup> **RS 814.501**

<sup>5</sup> La messa in commercio dei sistemi a raggi X è disciplinata dall'ordinanza del 17 ottobre 2001<sup>2</sup> relativa ai dispositivi medici (ODmed).

## **Art. 2** Definizioni

Sono applicabili le definizioni contenute nell'articolo 2 e nell'allegato 1 all'ORaP e quelle dell'allegato 1 alla presente ordinanza.

## **Art. 3** Sistemi a raggi X per altri scopi

Ai sistemi a raggi X utilizzati a scopi medici formativi, dimostrativi o di ricerca oppure utilizzati nella medicina legale, ma non a scopo diagnostico o terapeutico su esseri umani o animali, si applicano i requisiti della presente ordinanza validi per gli impianti della medicina veterinaria.

## **Art. 4** Giustificazione

La prescrizione di un esame radiologico necessita di una giustificazione secondo gli articoli 39–40 ORaP. La prescrizione deve essere scritta nella cartella clinica.

## **Art. 5** Ottimizzazione di esposizioni mediche

<sup>1</sup> Gli esami diagnostici devono essere coordinati secondo la tecnica di esame ottimizzata di cui all'articolo 43 ORaP, in modo tale che le informazioni diagnostiche necessarie siano ricavate con l'impiego di dosi minime.

<sup>2</sup> Si deve tenere conto dell'esperienza e dello stato della scienza e della tecnica. A tal fine si devono tenere conto:

- a. le raccomandazioni delle organizzazioni specializzate nazionali e internazionali;
- b. i livelli diagnostici di riferimento pubblicati dall'UFSP;
- c. le guide dell'UFSP.

<sup>3</sup> La prassi radiografica deve essere periodicamente controllata e ottimizzata.

## **Art. 6** Osservazione

Il paziente deve poter essere osservato durante la radiografia, la radioscopia o l'esposizione alle radiazioni.

## **Art. 7** Coinvolgimento di fisici medici

<sup>1</sup> Per l'ottimizzazione, il perfezionamento e la gestione della qualità per le applicazioni di radiologia interventistica, per la fluoroscopia in ambito di dose medio in sala operatoria e nella tomografia computerizzata, il titolare della licenza deve coinvolge-

<sup>2</sup> RS 812.213

re un fisico medico secondo l'articolo 19 ORaP. Nel far ciò si devono tenere conto delle raccomandazioni internazionali e nazionali.

<sup>2</sup> Come requisito minimo di coinvolgimento per ciascun impianto valgono i seguenti valori:

- a. tomografi computerizzati: 3 giorni all'anno
- b. impianti per la fluoroscopia in ambito di dose forte: 4 giorni all'anno
- c. impianti per la fluoroscopia in ambito di dose medio: 1 giorno all'anno

<sup>3</sup> In singoli casi l'autorità di vigilanza ordina un maggiore coinvolgimento di fisici medici rispetto a quanto prescritto nel capoverso 2 qualora l'esperienza o lo stato della scienza e della tecnica e i rimanenti principi della radioprotezione lo richiedano.

<sup>4</sup> Nel singolo caso l'autorità di vigilanza può autorizzare il coinvolgimento di un numero inferiore di fisici medici rispetto a quanto prescritto al capoverso 2 qualora misure idonee garantiscano che il rischio radiologico rimanga equivalente.

<sup>5</sup> Se necessario, occorre pianificare il coinvolgimento di fisici medici per le altre applicazioni in ambito di dose medio e debole secondo l'articolo 19 ORaP.

<sup>6</sup> Per ogni impianto a raggi X per uso terapeutico occorre coinvolgere un fisico medico secondo l'articolo 19 ORaP per la garanzia della qualità di cui agli articoli 26-31.

## **Art. 8** Deroghe

In singoli casi, l'Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP) può concedere deroghe su domanda alle disposizioni della presente ordinanza, se:

- a. l'esperienza e lo stato della scienza e della tecnica lo richiedono nel caso di un'innovazione tecnica o di una speciale applicazione; e
- b. misure adeguate garantiscono che il rischio radiologico rimane invariato.

## **Sezione 2: Misure edili di radioprotezione**

### **Art. 9** Vincoli per la dose ambientale

<sup>1</sup> I locali nei quali sono in esercizio impianti a raggi X devono essere opportunamente schermati tenendo conto dei parametri di esercizio previsti, in modo che in nessun luogo all'esterno di questi locali, dove potrebbero trattarsi in maniera prolungata persone non professionalmente esposte a radiazioni, la dose ambientale risulti superiore a 0,02 mSv in una settimana.

<sup>2</sup> Nelle aree contigue, dove non possono trattarsi in maniera prolungata persone non professionalmente esposte a radiazioni, la dose ambientale può raggiungere 0,1 mSv in una settimana. Tali aree possono essere, in particolare, sale d'attesa, spogliatoi, servizi igienici, corridoi, scale, vani di ascensori, marciapiedi, strade, prati, giardini, locali senza posti stabili di lavoro quali archivi, magazzini o cantine.

<sup>3</sup> I pannelli di protezione nelle stanze di radiologia e le superfici perimetrali delle stesse devono essere dimensionati in modo che in nessun punto dei settori contigui dove soggiornano solo persone professionalmente esposte a radiazioni la dose ambientale possa superare 0,1 mSv in una settimana.

<sup>4</sup> Nei luoghi in cui non deve trovarsi nessuno durante il funzionamento dell'impianto, la dose ambientale non sottostà a restrizioni.

#### **Art. 10**            Dati per il calcolo dei dispositivi di schermatura

Le misure edili di radioprotezione devono essere calcolate sulla base dei parametri prevedibili, segnatamente la frequenza d'esercizio dell'impianto, la tensione del tubo e le distanze secondo l'allegato 3.

#### **Art. 11**            Calcolo dei dispositivi di schermatura contro la radiazione diretta

<sup>1</sup> Le parti di locali (pareti, pavimenti, soffitti, porte, finestre, ecc.) che possono essere colpite, nelle condizioni d'esercizio previste, da radiazione diretta devono essere dimensionate conformemente agli allegati 3, 5 e 10.

<sup>2</sup> Il valore di schermatura delle aree di cui all'articolo 6 capoversi 2 e 3 può essere calcolato conformemente agli allegati 3, 6 e 10.

#### **Art. 12**            Calcolo dei dispositivi di schermatura contro le radiazioni parassite

<sup>1</sup> Per tutte le parti di locale che non sono colpite dalla radiazione diretta i valori di schermatura sono calcolati secondo gli allegati 3, 7 e 10.

<sup>2</sup> Per la schermatura di aree di cui all'articolo 6 capoversi 2 e 3, il valore di schermatura contro le radiazioni parassite può essere calcolato secondo gli allegati 3, 8 e 10.

<sup>3</sup> Il valore di schermatura delle pareti di locali in cui si effettuano tomografie computerizzate deve essere calcolato secondo gli allegati 3, 9 e 10.

<sup>4</sup> Il valore di schermatura delle pareti di locali in cui sono in esercizio piccoli impianti ad uso odontoiatrico deve essere calcolato secondo gli allegati 3, 7, 8 e 10.

#### **Art. 13**            Dispositivi edili di schermatura e locali di irradiazione

<sup>1</sup> L'equivalente di piombo va scritto in modo indelebile su porte, finestre e pareti che contengono dispositivi di schermatura supplementari.

<sup>2</sup> I dispositivi amovibili di protezione per finestre che richiedono più di 0,5 mm di equivalente di piombo e per porte colpite da radiazione diretta devono essere provvisti di un dispositivo elettrico di blocco che consenta l'inserimento del tubo a raggi X soltanto se il dispositivo di protezione si trova in posizione corretta e se le porte sono completamente chiuse.

<sup>3</sup> All'esterno delle sale di radiologia, l'azione protettiva degli schermi calcolati secondo gli allegati 8 e 9 deve essere assicurata sino a una altezza di almeno 200 cm dal pavimento.

<sup>4</sup> I pannelli di protezione e gli schermi non costituenti parte integrante dell'impianto a raggi X devono avere un'altezza di almeno 200 cm e una larghezza di almeno 70 cm. Essi devono essere stabilmente fissati al locale o all'impianto.

<sup>5</sup> Nei reparti per cure intense devono essere a disposizione e utilizzati pannelli protettivi mobili. Essi devono recare la scritta «pannello di radioprotezione» e avere le dimensioni minime seguenti:

- a. altezza 150 cm;
- b. larghezza 100 cm;
- c. effetto schermante 0,25 mm di equivalente di piombo.

<sup>6</sup> Gli impianti a raggi X per uso terapeutico con tensioni del tubo superiori a 50 kV devono essere installati in un locale di irradiazione avente i seguenti requisiti:

- a. le porte del locale di irradiazione sono provviste di un dispositivo la cui apertura interrompe l'irradiazione; il reinserimento della funzione è possibile solo dal tavolo di comando;
- b. deve essere possibile abbandonare il locale in qualsiasi momento;
- c. un segnale acustico o ottico all'interno del locale di irradiazione indica che l'impianto a raggi X per uso terapeutico è in funzione;
- d. il paziente deve poter essere osservato durante l'irradiazione ed essere in collegamento visivo e vocale con il personale.

<sup>7</sup> Nei tomografi computerizzati il locale di comando deve essere completamente separato e schermato dalla sala di radiologia.

#### **Art. 14** Comando dell'impianto a raggi X

In tutti gli impianti a raggi X fissi e negli impianti a raggi X per uso terapeutico con tensione del tubo fino a 50 kV, l'interruttore deve essere disposto in modo tale che:

- a. l'operatore possa sostare in una cabina separata, posta a distanza sufficiente dal tubo e dal paziente, dietro un pannello di protezione o altro dispositivo schermante; e
- b. i requisiti di cui all'articolo 6 siano soddisfatti.

#### **Art. 15** Piani relativi alle misure tecniche edili di radioprotezione

<sup>1</sup> Per i locali in cui si prevede l'esercizio di impianti a raggi X, si deve presentare all'UFSP una domanda di licenza corredata dei piani di radioprotezione nonché delle indicazioni seguenti:

- a. una pianta del locale in scala 1:20 o 1:50 in cui sono riportati: la disposizione del (dei) tubo(i) a raggi X, dell'(degli) apparecchio(i) di esame nonché dei punti di riferimento considerati per determinare le distanze;
- b. disegni in sezione qualora necessari per determinare le aree da proteggere;
- c. tabelle di calcolo contenenti le indicazioni riportate nell'allegato 4.

<sup>2</sup> Per gli ospedali, le cliniche e gli istituti di radiologia, su richiesta dell'UFSP, deve essere presentata inoltre una pianta d'insieme (pianta d'architetto) dell'intero piano (o delle parti principali dello stesso) in scala 1:100 fino a 1:500.

<sup>3</sup> Per i piccoli impianti a raggi X adoperati in odontoiatria e per gli impianti per la densitometria ossea non sono necessari i piani di radioprotezione, a condizione che sia in esercizio un solo impianto per locale e che non sia necessaria nessuna protezione secondo gli allegati 3, 7 e 8. Per gli impianti per la densitometria ossea si deve presentare una pianta nella quale sia visibile la posizione dell'impianto.

<sup>4</sup> I piani devono essere presentati nel formato A4 o A3. I piani devono essere presentati all'UFSP in formato originale e in scala.

<sup>5</sup> La correttezza della documentazione di radioprotezione deve essere esaminata dal perito in radioprotezione ai sensi dell'articolo 16 della legge del 22 marzo 19913 sulla radioprotezione (LRaP).

#### **Art. 16** Controllo dell'esecuzione dei lavori

Il perito in radioprotezione controlla che l'esecuzione della costruzione avvenga in maniera corretta, conformemente ai piani di radioprotezione approvati.

### **Sezione 3: Messa in servizio**

#### **Art. 17** Istruzioni d'esercizio e libretto d'impianto

<sup>1</sup> Il fornitore dell'impianto a raggi X consegna l'informazione sui dispositivi di cui all'articolo 7 ODmed.

<sup>2</sup> Il titolare della licenza e il fornitore compilano insieme un libretto d'impianto.

<sup>3</sup> Il titolare della licenza veglia affinché oltre all'informazione sui dispositivi siano registrati i dati necessari nel libretto d'impianto o nelle istruzioni d'esercizio.

<sup>4</sup> Il titolare della licenza veglia affinché l'informazione sui dispositivi, il libretto d'impianto e le istruzioni d'esercizio siano disponibili in qualsiasi momento.

<sup>5</sup> È possibile tenere un registro elettronico, se si può garantire la completezza.

<sup>6</sup> Le istruzioni d'esercizio devono comprendere almeno:

- a. i dati di identificazione dell'impianto, dei sistemi di ricezione, di riproduzione e di documentazione dell'immagine;
- b. le istruzioni per l'esercizio e l'impiego corretti dell'impianto, dei sistemi di ricezione, di riproduzione e di documentazione dell'immagine;
- c. la descrizione dei dati tecnici legati alle applicazioni (ad es. i parametri d'esercizio per i diversi modi di impiego quali le radiografie e i diversi tipi di radioscopie);

- d. istruzioni relative alla manutenzione e agli esami periodici necessari per assicurare il buon funzionamento di tutti i componenti del sistema a raggi X;
- e. la dichiarazione di conformità del fabbricante conformemente all'ODmed<sup>4</sup>;
- f. la dichiarazione del fabbricante sulla destinazione dell'apparecchio di riproduzione dell'immagine per i referti medici.

<sup>7</sup> Il libretto d'impianto deve contenere almeno:

- a. la domanda di licenza e i piani di costruzione relativi alla radioprotezione;
- b. la licenza dell'UFSP per l'installazione e l'esercizio dell'impianto a raggi X;
- c. i processi verbali ed i dati relativi a tutti gli esami e ai controlli eseguiti, quali il collaudo, l'esame di stabilità, i lavori di manutenzione, l'esame dello stato e i controlli periodici di radioprotezione.

<sup>8</sup> Le istruzioni di esercizio e il libretto d'impianto devono essere redatti nella lingua abitualmente usata dall'azienda.

#### **Art. 18** Collaudo

Prima di consegnare il sistema a raggi X all'operatore, il fornitore effettua il collaudo secondo l'articolo 112 capoverso 1 lettera a ORaP sull'intero sistema a raggi X. Il collaudo avviene conformemente all'articolo 28.

### **Sezione 4: Uso**

#### **Art. 19** Norme, raccomandazioni e guide

Per utilizzare i sistemi a raggi X si deve tenere conto dell'esperienza e dello stato della scienza e della tecnica. In particolare, per determinare i parametri tecnici del sistema a raggi X si devono tenere conto:

- a. delle pertinenti norme e raccomandazioni internazionali e nazionali;
- b. delle guide dell'UFSP.

#### **Art. 20** Registrazione delle applicazioni radiologiche e del grado di occupazione dell'impianto

<sup>1</sup> Per ogni impianto a raggi X per uso terapeutico il titolare della licenza deve tenere un registro nel quale sono riportate tutte le irradiazioni, con i nominativi dei pazienti, le dosi di introduzione, la distanza fuoco-epidermide, la grandezza del campo, la zona irradiata, la durata dell'esposizione, la corrente nonché la tensione del tubo, e la filtrazione. I dati relativi all'irradiazione devono essere depositati nelle cartelle cliniche e conservati secondo le pertinenti disposizioni in vigore, e comunque per almeno 20 anni.

<sup>4</sup> RS 812.213

<sup>2</sup> Per ogni impianto a raggi X per uso diagnostico utilizzato in ambito di dose medio e forte e per la mammografia si devono registrare nella cartella clinica i parametri di esposizione pertinenti per la successiva determinazione della dose per paziente. Tali parametri devono comprendere almeno:

- a. radiografia: tipo, regione dell'organo, numero di radiografie, prodotto dose-superficie (DAP), o se non disponibile tensione del tubo (kV), il prodotto intensità di corrente-tempo (mAs) e distanza fuoco-ricevitore d'immagine;
- b. fluoroscopia: tipo, regione dell'organo, tempo di scopia, numero di radiografie, DAP, dose accumulata nel punto di riferimento interventistico (PRI) o se non disponibile tensione del tubo (kV), corrente del tubo (mA) e distanza fuoco-ricevitore d'immagine;
- c. tomografia computerizzata: tipo, regione dell'organo, Volume Computed Tomography Dose Index  $CTDI_{vol}$  et prodotto dose-lunghezza (DLP);
- d. mammografia: tipo, numero di radiografie, dose ghiandola media (AGD) o dose incidente  $K_E$  o se non disponibile corrente del tubo (kV), il prodotto intensità di corrente-tempo (mAs) et distanza fuoco-ricevitore d'immagine.

<sup>3</sup> I dati devono essere conservati secondo le disposizioni in vigore per le cartelle cliniche, e comunque per almeno 10 anni.

<sup>4</sup> Su richiesta devono essere messi a disposizione dell'UFSP tutti i dati rilevanti per verificare il grado di occupazione dell'impianto e concernenti l'impianto e la sua ubicazione.

#### **Art. 21** Piani di costruzione dei sistemi a raggi X

Il fornitore di sistemi a raggi X deve tenere a disposizione dell'UFSP i piani relativi al tipo di costruzione rilevanti per la radioprotezione.

#### **Art. 22** Indicazione delle grandezze dosimetriche nella medicina umana

<sup>1</sup> I sistemi a raggi X per gli esami in ambito di dose medio e forte devono disporre di un dispositivo in grado di definire e di indicare il DAP accumulato. L'indicazione del DAP accumulato deve essere in  $mGy \cdot cm^2$  e per gli impianti nella radiologia interventistica in  $Gy \cdot cm^2$ .

<sup>2</sup> I sistemi a raggi X per gli esami nella radiologia interventistica devono inoltre disporre di un'indicazione della dose accumulata nel PRI.

<sup>3</sup> I tomografi computerizzati devono disporre di un'indicazione del  $CTDI_{vol}$  e per il DLP.

<sup>4</sup> Gli impianti per le mammografie devono disporre di un'indicazione della AGD o della dose incidente  $K_E$ .

#### **Art. 23** Dose e intensità di dose degli impianti a raggi X

<sup>1</sup> I sistemi a raggi X per le radiografie nella medicina umana in ambito di dose medio e forte devono disporre di un esposimetro automatico AEC.

<sup>2</sup> Per i sistemi a raggi X per la radioscopia si deve utilizzare un dispositivo di regolazione automatica dell'intensità di dose agente sulla tensione e sulla corrente del tubo. Devono essere documentati l'andamento delle curve caratteristiche e l'intensità di dose degli apparecchi per radioscopie che permettono all'operatore di regolare automaticamente l'intensità di dose mediante selezione di una curva caratteristica tra quelle già programmate.

#### **Art. 24** Dispositivi e mezzi di protezione

<sup>1</sup> Le persone costrette a trattenersi nel locale di radiazione in prossimità del paziente mentre l'impianto è in esercizio devono essere protette mediante l'adozione di misure appropriate, in determinati casi tramite l'impiego di dispositivi di protezione mobili o fissi.

<sup>2</sup> Per ogni impianto a raggi X devono essere disponibili mezzi di protezione adeguati. Devono essere predisposti almeno i mezzi di protezione secondo l'allegato 2. L'azienda deve disciplinare internamente l'impiego appropriato dei mezzi di protezione.

<sup>3</sup> I mezzi di protezione devono essere immagazzinati e puliti nel modo appropriato, secondo le istruzioni del fabbricante e, almeno una volta all'anno, devono essere sottoposti a un esame per controllarne la funzionalità.

#### **Art. 25** Distanze di sicurezza per personale e terzi

<sup>1</sup> Nel caso di piccoli impianti odontoiatrici e di impianti mobili a raggi X tutte le persone, ogni volta che ciò sia possibile, devono tenersi al di fuori del fascio di radiazione diretta, ad almeno 2 m di distanza dal tubo radiologico e dal corpo irradiato.

<sup>2</sup> Nell'effettuazione di radiografie a scopo diagnostico, le persone professionalmente esposte a radiazioni possono tenere fermi bambini, pazienti irrequieti e animali solo se questi non possono essere immobilizzati in altro modo o se non vi sono altre persone disponibili.

<sup>3</sup> Nel corso delle terapie con impianti a raggi X nessuno può sostare nel locale di radiazione, a parte il paziente. Fanno eccezione le terapie superficiali con tensioni non superiori a 50 kV.

### **Sezione 5: Garanzia della qualità, controllo, manutenzione**

#### **Art. 26** Principio

Il funzionamento corretto e ottimizzato dell'intero sistema a raggi X deve essere garantito mediante un programma di garanzia della qualità.

**Art. 27** Norme, raccomandazioni e guide

<sup>1</sup> Per la garanzia della qualità, principalmente per gli ambiti controllo e manutenzione, si deve tenere conto dell'esperienza e dello stato della scienza e della tecnica, in particolare per determinare l'entità e la periodicità della garanzia della qualità secondo l'articolo 112 ORaP. A tal fine si devono tenere conto:

- a. delle pertinenti norme internazionali e nazionali;
- b. delle raccomandazioni delle organizzazioni specializzate nazionali e internazionali, in particolare quelle della Società Svizzera di Radiobiologia e di Fisica Medica (SSRFM);
- c. delle guide dell'UFSP.

<sup>2</sup> I requisiti minimi per la periodicità della garanzia della qualità sono retti dall'allegato 11.

**Art. 28** Collaudo

<sup>1</sup> Il collaudo include anche la determinazione dei livelli di riferimento per i successivi esami di stabilità secondo l'articolo 29, sulla base dei metodi e dei mezzi d'esame scelti dal titolare della licenza. I livelli di riferimento per gli impianti a raggi X per uso terapeutico sono stabiliti dai fisici medici secondo l'articolo 18 ORaP.

<sup>2</sup> I risultati degli esami devono essere messi a verbale nel libretto d'impianto secondo l'articolo 17.

**Art. 29** Esame di stabilità

<sup>1</sup> Il titolare della licenza provvede a sottoporre periodicamente ad esami di stabilità l'intero sistema a raggi X.

<sup>2</sup> Il titolare della licenza provvede a sottoporre gli impianti a raggi X per uso terapeutico a una verifica degli elementi rilevanti per la sicurezza e di quelli che servono ad accertare la dose nell'ambito di un esame di stabilità eseguito periodicamente da un fisico medico.

<sup>3</sup> I risultati degli esami devono essere messi a verbale nel libretto d'impianto secondo l'articolo 17.

**Art. 30** Manutenzione, esame dello stato, controllo periodico di radioprotezione

<sup>1</sup> Il titolare della licenza provvede a sottoporre il sistema a raggi X a manutenzione regolare da parte di personale tecnico qualificato, il quale procede a esaminarne lo stato (esame dello stato).

<sup>2</sup> La frequenza e l'entità della manutenzione sono rette dall'ODmed<sup>5</sup> secondo le indicazioni del fabbricante.

<sup>5</sup> RS 812.213

<sup>3</sup> L'esame dello stato comprende anche la determinazione, in base ai metodi e ai mezzi di esame scelti dal titolare della licenza, dei livelli di riferimento per le successive prove di stabilità secondo l'articolo 29. I livelli di riferimento per gli impianti a raggi X per uso terapeutico sono stabiliti da un fisico medico

<sup>4</sup> Le riparazioni, le modifiche o la sostituzione di componenti che influiscono sulla dose o sulla qualità dell'immagine devono essere seguite, a seconda dei casi, da un esame parziale o completo dello stato. Se del caso, si devono determinare di nuovo i livelli di riferimento per gli esami di stabilità.

<sup>5</sup> In occasione dell'esame dello stato nelle aziende si deve eseguire un controllo periodico di radioprotezione secondo l'articolo 187 lettera a ORaP che includa gli aspetti relativi alla costruzione e operativi.

<sup>6</sup> I risultati dei lavori di manutenzione, dell'esame dello stato e del controllo periodico di radioprotezione devono essere messi a verbale nel libretto d'impianto secondo l'articolo 17.

<sup>7</sup> L'esaminatore notifica all'UFSP, mediante apposito modulo, i risultati della manutenzione, dell'esame dello stato e del controllo periodico di radioprotezione. Il modulo di notifica deve essere firmato dall'esaminatore.

#### **Art. 31**            Notifica

L'azienda specializzata che, secondo l'articolo 21 ORaP, è stata autorizzata a realizzare misure atte ad assicurare la qualità, notifica all'UFSP la realizzazione e l'esito degli esami e dei controlli periodici di radioprotezione. L'autorità di vigilanza determina l'entità, la forma e il contenuto della notifica.

#### **Art. 32**            Apparecchi di misura

Per gli esami secondo gli articoli 28–30 si devono utilizzare apparecchi di misura che soddisfano i requisiti dell'ordinanza del DFGP del 7 dicembre 2012<sup>6</sup> sugli strumenti di misurazione delle radiazioni ionizzanti (OSMRI).

### **Sezione 6: Disposizioni finali**

#### **Art. 33**            Abrogazione di un altro atto normativo

L'ordinanza del 20 gennaio 1998<sup>7</sup> sui raggi X è abrogata.

#### **Art. 34**            Licenze esistenti

<sup>1</sup> I titolari di licenze per l'esercizio di impianti a raggi X rilasciate prima dell'entrata in vigore della presente ordinanza devono rispettare le prescrizioni della presente ordinanza.

<sup>6</sup> RS 941.210.5

<sup>7</sup> [RU 1998 1084]

<sup>2</sup> Il requisito di cui all'articolo 13 capoverso 7 non vale per i tomografi computerizzati installati prima dell'entrata in vigore della presente ordinanza.

<sup>3</sup> I sistemi a raggi X per le radiografie nella medicina umana in ambito di dose medio e forte, la cui prima installazione è stata autorizzata prima dell'entrata in vigore della presente ordinanza, devono essere resi conformi alle disposizioni di cui all'articolo 22 capoverso 1 solo in caso di sostituzione dell'impianto a raggi X o di un suo generatore.

<sup>4</sup> Solo i sistemi a raggi X per le radiografie nella medicina umana in ambito di dose medio e forte, la cui prima installazione è stata autorizzata a partire dal 1° gennaio 2008, devono essere resi conformi alle disposizioni di cui all'articolo 23 capoverso 1 entro il 1° gennaio 2018.

**Art. 35**            Entrata in vigore

La presente ordinanza entra in vigore il ....

...

Dipartimento federale dell'interno:

Alain Berset

*Allegato 1*  
(art. 2)

## **Definizioni**

*I singoli termini sono elencati in ordine alfabetico.*

### *Collaudo*

Controllo eseguito su un prodotto offerto o fornito al fine di stabilire se, alla luce dell'applicazione prevista, le specificazioni tecniche e i requisiti in materia di sicurezza sono soddisfatti.

### *Corrente del tubo*

Valore medio della corrente nel circuito ad alta tensione del tubo radiologico.

### *Esame dello stato*

Esame dello stato di un prodotto in uso e verifica dell'adempimento dei requisiti prescritti. Viene eseguito subito dopo una manutenzione, un intervento o una riparazione.

### *Esame di stabilità*

Esame periodico di determinati parametri volto a stabilire gli eventuali scarti dai livelli di riferimento.

### *Garanzia della qualità*

Progettazione, sorveglianza, esame e correzione durante la fabbricazione di un prodotto o lo svolgimento di un'attività allo scopo di soddisfare i requisiti di qualità prescritti.

### *Impianto a raggi X*

Per impianto a raggi X si intende l'impianto completo, comprendente di regola:

- a. il tubo radiologico (emettitore X) con i relativi accessori;
- b. gli apparecchi d'esame;
- c. il generatore ad alta tensione;
- d. il dispositivo meccanico ed elettrico per il comando dell'impianto e la produzione dell'immagine.

### *Impianto a raggi X fisso*

Impianto a raggi X montato fisso in un locale oppure utilizzato soltanto in un determinato locale.

### *Impianto a raggi X mobile*

Impianto a raggi X mobile che può essere utilizzato in varie posizioni.

*Intensità di dose*

Corrisponde alla grandezza  $H^*(10)$  (equivalente di dose ambientale) nel caso di radiazioni dotate di potere di penetrazione.

*Manutenzione*

Garanzia della funzionalità e della sicurezza di un dispositivo grazie all'adozione di misure preventive secondo le indicazioni del fabbricante, norme riconosciute e l'ODmed<sup>8</sup>.

*Massa volumica apparente*

Per i materiali omogenei quali il piombo laminato, la lamiera di ferro, le lastre di vetro, le lastre di gesso, il calcestruzzo, il cemento precompresso, il cemento al bario e le pietre naturali, la massa volumica apparente coincide con la densità in  $\text{kg/m}^3$ .

Per i materiali cavi quali i laterizi, le arenarie calcaree e componenti analoghi, la massa volumica apparente è la densità che si ottiene dal rapporto tra la massa del materiale cavo ed il suo volume. Il volume dei componenti si calcola partendo dalle loro dimensioni esterne.

*Piccoli impianti a raggi X per uso odontoiatrico*

Impianti a raggi X con tensione del tubo non superiore a 70 kV, con corrente del tubo non superiore a 15 milliampere (mA) e con un diametro del campo di radiazione  $\leq 6$  cm.

*Prodotto dose-lunghezza*

Profilo della dose (profilo del kerma nell'aria) integrato lungo un asse perpendicolare al fascio di radiazione diretta disposto a ventaglio ad una distanza dal fuoco esattamente definita (Gy cm).

Nelle misurazioni di controllo sulle tomografie computerizzate il prodotto dose-lunghezza viene misurato nell'isocentro all'aria libera, mentre durante gli esami diagnostici viene misurato in un punto tra fuoco e paziente e quindi riportato all'isocentro, oppure ottenuto completamente per calcolo.

*Prodotto dose-superficie*

Prodotto della sezione trasversale del fascio di radiazione diretta e della dose media (kerma nell'aria) su detta sezione.

Per la misurazione, la sezione trasversale del fascio di radiazione diretta deve cadere interamente nel settore attivo della camera di misura. Quest'ultima deve essere disposta tra il fuoco ed il paziente. Se l'impianto a raggi X dispone dei dispositivi necessari, il prodotto dose-superficie può anche essere ottenuto per calcolo.

*Punto di riferimento interventistico*

Per gli impianti per la radioscopia isocentrici il punto di riferimento interventistico si trova sull'asse della radiazione, a una distanza di 15 cm dall'isocentro, in direzione del fuoco.

*Radiazione diretta*

Radiazione compresa nel settore di radiazione diretta. Il settore di radiazione diretta è il settore conico o piramidale delimitato dall'irradiatore (macchia focale dell'emettitore X) e dai bordi efficaci del diaframma.

*Radiazione parassita*

Tutta la radiazione non facente parte del fascio di radiazione diretta.

*Radiografia diretta*

Radiografia con registrazione dell'immagine sul piano di ricezione della stessa.

*Radiografia indiretta*

Radiografia con registrazione dell'immagine dopo trasmissione dell'informazione contenuta nel piano di ricezione dell'immagine stessa.

*Sistema a raggi X*

Il sistema a raggi X comprende l'impianto a raggi X, il sistema di ricezione dell'immagine, il sistema di riproduzione dell'immagine e il sistema di documentazione dell'immagine.

*Sistema di documentazione dell'immagine*

Sistema di registrazione (per es. stampante) per immagini mediche sotto forma di scale di grigio. In caso di registrazione dell'immagine analogica il concetto include anche i dispositivi di trattamento della pellicola (sistemi basati sulla luce diurna o sulla camera oscura).

*Sistema di ricezione dell'immagine*

Il sistema di ricezione dell'immagine converte l'immagine della radiazione in segnali idonei per l'ulteriore elaborazione dell'immagine. Nel caso della registrazione dell'immagine digitale il concetto comprende il detettore (conversione digitale diretta e indiretta), nel caso della registrazione dell'immagine analogica la pellicola radiografica e i sistemi a pellicola con lastra.

*Sistema di riproduzione dell'immagine*

Unità funzionale con uno schermo per visualizzare le immagini elaborate.

*Tensione del tubo*

La tensione di cresta applicata al tubo.

*Tomografia volumetrica digitale*

Procedura di riproduzione dell'immagine che genera una rappresentazione volumetrica tridimensionale da un numero di radiografie digitali bidimensionali mediante ricostruzione.

*Allegato 2*  
(art. 24 cpv. 2)

## **Mezzi di protezione**

Per la protezione dei pazienti, del personale e di terzi occorre disporre almeno dei seguenti mezzi di protezione:

- a. medicina umana:
  1. grembiule di radioprotezione, equivalente di piombo pari ad almeno 0,25 mm per la protezione del corpo dei pazienti, del personale e di terzi, dal collo fino ad almeno 10 cm sotto le ginocchia;
  2. grembiule di protezione per le gonadi, equivalente di piombo pari ad almeno 0,5 mm per la protezione del paziente nella regione delle gonadi, dalla vita fino ad almeno 10 cm sotto le gonadi, per lo svolgimento di esami per i quali non può essere impiegato il grembiule intero;
  3. protezione di testicoli e ovaie, equivalente di piombo pari ad almeno 1 mm;
  4. protezione della tiroide e occhiali con lenti al piombo, equivalente di piombo pari ad almeno 0,5 mm per la protezione del personale nella radiologia interventistica;
  5. protezione della tiroide, equivalente di piombo pari ad almeno 0,5 mm per la protezione dei pazienti nella tomografia computerizzata e per la protezione del personale negli esami interventistici di tomografia computerizzata.
- b. odontoiatria:
  1. grembiule di radioprotezione idoneo per i singoli ambiti di applicazione, equivalente di piombo pari ad almeno 0,25 mm, dal collo fino a sotto le gonadi, stretti intorno al collo e adattabili allo stesso oppure schermo protettivo, equivalente di piombo pari ad almeno 0,25 mm, per piccoli impianti a raggi X per uso odontoiatrico.
- c. medicina veterinaria:
  1. grembiule di radioprotezione, equivalente di piombo pari ad almeno 0,25 mm, dal collo fino ad almeno 10 cm sotto le ginocchia;
  2. guanti di radioprotezione, equivalente di piombo pari ad almeno 0,25 mm per la protezione completa delle mani e degli avambracci.
  3. protezione della tiroide, equivalente di piombo pari ad almeno 0,5 mm per la protezione del personale

*Allegato 3*  
(art. 10 cpv. 3, 11 cpv. 1 e 2, 12 cpv. 2, 3 e 4, 15 cpv. 3)

## Norme basilari per il calcolo delle schermature

### a. Frequenza di esercizio degli impianti a raggi X:

Le frequenze d'esercizio menzionate nella tabella seguente valgono come requisito minimo per le applicazioni indicate. Per tutti i rimanenti ambiti di applicazione della presente ordinanza le frequenze d'esercizio devono essere determinate individualmente.

Tipo di impianto a raggi X o luogo di impiego	Frequenza di esercizio minima in mA·min per settimana	
	Gabinetto medico	Ospedale/Clinica Istituto di radiologia
<b>Impianti a raggi X fissi</b>		
piccoli impianti per uso odontoiatrico fino a 70 kV	3	10
tomografi dentali/teleradiografie	30	30
tomografi volumetrici digitali	100	100
impianti a raggi X per radiografie e radioscopie	30	1 000
impianti a raggi X per radiografie	30	300
terapie in superficie	100	300
terapie in profondità	–	1 000

Tipo di impianto a raggi X o luogo di impiego	Frequenza di esercizio minima in mA·min per settimana	
	Gabinetto medico	Ospedale/Clinica Istituto di radiologia
<b>Impianti a raggi X mobili</b>		
sale operatorie e locali per ingessature	100	100
reparti di cure intense e locali adibiti a scopi simili	–	3
preparazione/risveglio, rianimazione, sala anti-shock	30	30

Tomografia computerizzata	Frequenza di esercizio minima in Gy·cm per settimana	
	Ospedale/Clinica Istituto di radiologia	
aziende con un numero di pazienti basso	50	
aziende con un numero di pazienti medio	100	

Tomografia computerizzata	Frequenza di esercizio minima in Gy·cm per settimana
	Ospedale/Clinica Istituto di radiologia
aziende con un numero di pazienti elevato (per es. pronto soccorso)	200

b. Tensione del tubo:

Si deve prevedere una tensione media del tubo radiologico corrispondente al tipo di impiego dell'impianto a raggi X; per il calcolo non si deve scendere al di sotto dei seguenti valori:

Applicazione/Luogo di impiego	Tensione minima del tubo radiologico in kV
mammografia	50
tomografi dentali/teleradiografie	75
tomografia volumetrica digitale	75
diagnostica generale (gabinetti medici)	75
posto di lavoro universale	100
radiologia interventistica	100
uso limitato esclusivamente al torace	125
uso limitato esclusivamente alla struttura ossea	75
sala operatoria, preparazione/risveglio, locale per ingessature	75
sala anti-shock, reparti di cure intense, rianimazione ecc.	75
terapie in superficie	50
terapie in profondità	200

c. Distanze:

Per quanto concerne la radiazione diretta, si devono utilizzare le distanze tra le posizioni più frequenti dell'emettitore e le zone da proteggere.

Per quanto concerne la radiazione parassita, si devono utilizzare le distanze tra la posizione più frequente assunta dal paziente (corpo diffusore) e le zone da proteggere.

*Allegato 4*  
(art. 15 cpv. 1 lett. c)

**Modello di tabella di calcolo**

La tabella di calcolo deve contenere i dati indicati qui di seguito:

- a. tensione del tubo secondo l'allegato 3, lettera b;
- b. frequenza di esercizio secondo l'allegato 3, lettera a in mA·min per settimana o in Gy·cm per settimana;
- c. destinazione delle aree contigue alla sala di radiologia secondo l'articolo 9;
- d. vincoli della dose ambientale nelle aree secondo l'articolo 9;

a. Tensione del tubo (All. 3 lett. b) _____ kV		b. Frequenza di esercizio (All. 3 lett. a) _____ mA·min/sett. o Gy·cm/sett.							Piano: _____			
Generatore: _____		Definizione del locale: _____							Altezza locale: _____ m			
c.	d.	e.	f.	f.	g.	h.	h.	h.	h.			
l c s .	dose ambien- ta- le mSv/sett.	articulo- capoverso	RD (m)	RP (m)	eq. Pb- nec. (mm)	materiale da costruzione	massa vol. apparente (kg/m <sup>3</sup> )	spessore (cm)	eq. Pb del materiale (mm)	dispositivi protettivi supplementari necessari	dispositivi protettivi supplementari integrati	
l i , i l c l t c												
Soffitto												

- 
- e. indicazione di articoli/capoversi (art. 9 cpv. 2–4) per giustificare l'utilizzo della dose ambientale di 0,1 mSv/settimana (schermature ridotte);
  - f. distanze secondo l'allegato 3, lettera c con indicazione del tipo di radiazione: radiazione diretta (RD) o radiazione parassita (RP);
  - g. spessori degli schermi necessari secondo gli articoli 10, 11 e 12, espressi in mm di equivalente di piombo;
  - h. materiale impiegato per gli elementi perimetrali del locale (comprese porte e finestre) e per le schermature, il relativo spessore, la massa volumica apparente e l'equivalente di piombo.

*Allegato 5*  
(art. 11 cpv. 1)

## Schermatura della radiazione diretta (0,02 mSv in una settimana)

Spessore<sup>9</sup> in millimetri di equivalente di piombo per la schermatura della radiazione diretta ad una intensità di dose ambientale pari a 0,02 millisievert in una settimana.

Tensione del tubo kV	Frequenza di esercizio mA·min per settimana	Distanza							
		1 m	2 m	4 m	8 m	15 m	30 m	60 m	
50	3	0,3	0,2	0,1	0,0				
50	10	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0			
50	30	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0		
50	100	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	
50	300	0,7	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0
50	1000	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1
75	3	0,8	0,5	0,3	0,2	0,1	0,0		
75	10	1,1	0,8	0,5	0,3	0,1	0,0		
75	30	1,3	1,0	0,7	0,4	0,3	0,1	0,0	
75	100	1,5	1,3	1,0	0,7	0,4	0,2	0,1	0,1
75	300	1,7	1,5	1,2	0,9	0,6	0,4	0,2	0,2
75	1000	2,0	1,7	1,5	1,2	0,9	0,6	0,4	0,4
100	3	1,6	1,1	0,7	0,4	0,2	0,0		
100	10	2,0	1,5	1,1	0,7	0,4	0,2	0,0	
100	30	2,4	1,9	1,4	1,0	0,6	0,3	0,1	0,1
100	100	2,9	2,4	1,9	1,4	1,0	0,6	0,3	0,3
100	300	3,3	2,8	2,3	1,8	1,3	0,9	0,5	0,5
100	1000	3,7	3,2	2,7	2,2	1,7	1,3	0,8	0,8
100	3000	4,1	3,6	3,1	2,6	2,1	1,6	1,2	1,2
125	3	1,9	1,4	0,9	0,5	0,3	0,1	0,0	
125	10	2,3	1,8	1,3	0,8	0,5	0,2	0,1	0,1
125	30	2,8	2,2	1,7	1,2	0,8	0,5	0,2	0,2
125	100	3,2	2,7	2,2	1,7	1,2	0,7	0,4	0,4
125	300	3,6	3,1	2,6	2,1	1,6	1,1	0,7	0,7
125	1000	4,1	3,6	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0
150	30	3,1	2,5	2,0	1,4	1,0	0,6	0,3	0,3
150	100	3,6	3,0	2,4	1,9	1,4	0,9	0,5	0,5
150	300	4,0	3,4	2,9	2,3	1,8	1,3	0,8	0,8
150	1000	4,5	3,9	3,4	2,8	2,3	1,8	1,2	1,2
200	1000	6,7	5,9	5,1	4,4	3,7	2,9	2,2	2,2
200	3000	7,3	6,6	5,8	5,0	4,3	3,5	2,7	2,7

<sup>9</sup> Per le distanze intermedie gli spessori possono essere ottenuti per interpolazione lineare. Per le distanze inferiori a 1 m e superiori a 60 m, in prima approssimazione gli spessori possono essere ottenuti per estrapolazione lineare.

Tensione del tubo kV	Frequenza di esercizio mA·min per settimana	Distanza							
		1 m	2 m	4 m	8 m	15 m	30 m	60 m	
250	1000	12,8	11,1	9,4	7,8	6,4	4,9	3,4	
250	3000	14,3	12,5	10,7	9,1	7,6	6,1	4,6	
300	1000	19,8	17,2	14,6	12,1	10,2	8,0	5,7	
300	3000	22,1	19,3	16,6	14,1	11,8	9,7	7,5	

*Allegato 6*  
(art. 11 cpv. 2)

## Schermatura della radiazione diretta (0,10 mSv in una settimana)

Spessore<sup>10</sup> in millimetri di equivalente di piombo per la schermatura della radiazione diretta ad una intensità di dose ambientale pari a 0,10 millisievert in una settimana.

Tensione del tubo kV	Frequenza di esercizio mA·min per settimana	Distanza						
		1 m	2 m	4 m	8 m	15 m	30 m	60 m
50	3	0,2	0,1	0,0				
50	10	0,3	0,2	0,1	0,0			
50	30	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0		
50	100	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0		
50	300	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	
50	1000	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0
75	3	0,5	0,3	0,1	0,0			
75	10	0,7	0,5	0,3	0,1	0,0		
75	30	0,9	0,7	0,4	0,2	0,1	0,0	
75	100	1,2	0,9	0,6	0,4	0,2	0,1	0,0
75	300	1,5	1,2	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1
75	1000	1,7	1,4	1,1	0,8	0,6	0,3	0,2
100	3	1,1	0,7	0,3	0,1	0,0		
100	10	1,5	1,0	0,6	0,3	0,1	0,0	
100	30	1,9	1,4	0,9	0,5	0,3	0,1	0,0
100	100	2,3	1,8	1,3	0,9	0,5	0,2	0,1
100	300	2,7	2,2	1,7	1,2	0,8	0,5	0,2
100	1000	3,1	2,6	2,1	1,6	1,2	0,8	0,4
100	3000	3,5	3,0	2,5	2,0	1,6	1,1	0,7
125	3	1,3	0,8	0,5	0,2	0,1	0,0	
125	10	1,7	1,2	0,8	0,4	0,2	0,0	
125	30	2,2	1,6	1,1	0,7	0,4	0,2	0,0
125	100	2,6	2,1	1,6	1,1	0,7	0,4	0,1
125	300	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,6	0,3
125	1000	3,5	2,9	2,4	1,9	1,5	1,0	0,6
150	30	2,4	1,9	1,3	0,9	0,5	0,2	0,0
150	100	2,9	2,4	1,8	1,3	0,8	0,5	0,2
150	300	3,4	2,8	2,2	1,7	1,2	0,7	0,4
150	1000	3,9	3,3	2,7	2,2	1,7	1,2	0,7
200	1000	5,8	5,0	4,2	3,5	2,8	2,1	1,4
200	3000	6,4	5,6	4,9	4,1	3,4	2,6	1,9

<sup>10</sup> Per le distanze intermedie gli spessori possono essere ottenuti per interpolazione lineare. Per le distanze inferiori a 1 m e superiori a 60 m, in prima approssimazione gli spessori possono essere ottenuti per estrapolazione lineare.

---

Tensione del tubo	Frequenza di esercizio mA·min per settimana	Distanza						
		1 m	2 m	4 m	8 m	15 m	30 m	60 m
250	1000	10,8	9,2	7,6	6,0	4,6	3,1	1,9
250	3000	12,2	10,4	8,8	7,2	5,9	4,3	2,8
300	1000	16,8	14,2	11,7	9,6	7,6	5,4	3,4
300	3000	18,9	16,2	13,7	11,3	9,4	7,2	4,9

---

*Allegato 7*  
(art. 12 cpv. 1 e 4 e 15 cpv. 3)

## Schermatura della radiazione parassita (0,02 mSv in una settimana)

Spessore<sup>11</sup> in millimetri di equivalente di piombo per la schermatura della radiazione parassita ad una intensità di dose ambientale pari a 0,02 millisievert in una settimana.

Tensione del tubo kV	Frequenza di esercizio mA·min per settimana	Distanza						
		1 m	2 m	4 m	8 m	15 m	30 m	60 m
50	3	0,0						
50	10	0,1	0,0					
50	30	0,1	0,0					
50	100	0,2	0,1	0,0				
50	300	0,3	0,2	0,1	0,0			
50	1000	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0		
75	3	0,1	0,0					
75	10	0,2	0,1	0,0				
75	30	0,4	0,2	0,0				
75	100	0,6	0,4	0,1	0,0			
75	300	0,8	0,5	0,3	0,1	0,0		
75	1000	1,1	0,8	0,5	0,3	0,1	0,0	
100	3	0,1	0,0					
100	10	0,4	0,1	0,0				
100	30	0,7	0,2	0,1	0,0			
100	100	1,1	0,6	0,2	0,1	0,0		
100	300	1,4	1,0	0,5	0,2	0,0		
100	1000	1,8	1,3	0,9	0,5	0,2	0,0	
100	3000	2,2	1,7	1,3	0,8	0,5	0,1	0,0
125	3	0,1	0,0					
125	10	0,6	0,2	0,0				
125	30	0,8	0,3	0,1	0,0			
125	100	1,2	0,7	0,3	0,1	0,0		
125	300	1,6	1,1	0,7	0,3	0,0		
125	1000	2,1	1,6	1,0	0,7	0,2	0,0	
150	30	0,9	0,4	0,1	0,0			
150	100	1,3	0,9	0,4	0,1	0,0		
150	300	1,7	1,2	0,8	0,3	0,1	0,0	
150	1000	2,2	1,6	1,1	0,8	0,3	0,1	0,0
200	1000	3,9	3,1	2,2	1,6	0,9	0,3	0,0
200	3000	4,6	3,7	2,9	2,0	1,5	0,6	0,3

<sup>11</sup> Per le distanze intermedie gli spessori possono essere ottenuti per interpolazione lineare. Per le distanze inferiori a 1 m e superiori a 60 m, in prima approssimazione gli spessori possono essere ottenuti per estrapolazione lineare.

Tensione del tubo kV	Frequenza di esercizio mA·min per settimana	Distanza						
		1 m	2 m	4 m	8 m	15 m	30 m	60 m
250	1000	7,6	5,9	4,1	2,8	1,5	0,3	0,0
250	3000	8,8	7,3	5,5	3,8	2,6	0,8	0,3
300	1000	14,5	11,1	8,1	5,5	3,1	0,6	0,0
300	3000	16,9	13,7	10,3	7,4	5,1	1,5	0,5

*Allegato 8*  
(art. 12 cpv. 2 e 4 e 15 cpv. 3)

## Schermatura della radiazione parassita (0,10 mSv in una settimana)

Spessore<sup>12</sup> in millimetri di equivalente di piombo per la schermatura della radiazione parassita ad una intensità di dose ambientale pari a 0,10 millisievert in una settimana.

Tensione del tubo kV	Frequenza di esercizio mA·min per settimana	Distanza							
		1 m	2 m	4 m	8 m	15 m	30 m	60 m	
50	3	0,0							
50	10	0,0							
50	30	0,0							
50	100	0,1	0,0						
50	300	0,2	0,1	0,0					
50	1000	0,3	0,2	0,1	0,0				
75	3	0,0							
75	10	0,0							
75	30	0,1	0,0						
75	100	0,3	0,1	0,0					
75	300	0,5	0,3	0,1	0,0				
75	1000	0,8	0,5	0,2	0,1	0,0			
100	3	0,0							
100	10	0,1	0,0						
100	30	0,2	0,1	0,0					
100	100	0,5	0,2	0,0					
100	300	0,9	0,5	0,1	0,0				
100	1000	1,3	0,8	0,5	0,1	0,0			
100	3000	1,6	1,2	0,7	0,2	0,1	0,0		
125	3	0,0							
125	10	0,1	0,0						
125	30	0,3	0,1	0,0					
125	100	0,7	0,2	0,0					
125	300	1,0	0,6	0,2	0,0				
125	1000	1,5	0,9	0,6	0,2	0,0			
150	30	0,3	0,1	0,0					
150	100	0,8	0,3	0,1	0,0				
150	300	1,1	0,8	0,3	0,0				
150	1000	1,6	1,1	0,6	0,2	0,0			
200	1000	2,9	2,1	1,5	0,6	0,3	0,0		
200	3000	3,6	2,7	1,9	1,4	0,6	0,2	0,0	

<sup>12</sup> Per le distanze intermedie gli spessori possono essere ottenuti per interpolazione lineare. Per le distanze inferiori a 1 m e superiori a 60 m, in prima approssimazione gli spessori possono essere ottenuti per estrapolazione lineare.

Tensione del tubo kV	Frequenza di esercizio mA·min per settimana	Distanza						
		1 m	2 m	4 m	8 m	15 m	30 m	60 m
250	1000	5,6	3,9	2,5	0,8	0,3	0,0	
250	3000	7,0	5,2	3,5	2,2	0,7	0,3	0,0
300	1000	10,5	7,6	4,9	1,5	0,9	0,0	
300	3000	13,2	9,8	6,8	4,3	1,3	0,0	0,0

*Allegato 9*  
(art. 12 cpv. 3)

## Schermatura della radiazione parassita di tomografi computerizzati

A. Spessore<sup>13</sup> in millimetri di equivalente di piombo per la schermatura della radiazione parassita ad un'intensità di dose ambientale pari a 0,02 millisievert in una settimana.

Tensione del tubo kV	Frequenza di esercizio Gy·cm per settimana	Distanza						
		1 m	2 m	4 m	8 m	15 m	30 m	60 m
120	50	2,00	1,50	1,25	0,60	0,30	0,10	0
120	100	2,50	2,00	1,25	0,80	0,50	0,20	0
120	200	2,75	2,00	1,50	1,25	0,70	0,30	0,10
150	50	2,25	1,75	1,25	0,70	0,40	0,10	0
150	100	2,50	2,00	1,50	1,00	0,60	0,20	0
150	200	2,75	2,25	1,75	1,25	0,80	0,40	0,10

B. Spessore<sup>14</sup> in millimetri di equivalente di piombo per la schermatura della radiazione parassita ad un'intensità di dose ambientale pari a 0,10 millisievert in una settimana.

Tensione del tubo kV	Frequenza di esercizio Gy·cm per settimana	Distanza						
		1 m	2 m	4 m	8 m	15 m	30 m	60 m
120	50	1,50	1,00	0,60	0,20	0,10	0	0
120	100	1,75	1,25	0,80	0,40	0,20	0	0
120	200	2,00	1,50	1,00	0,60	0,30	0,10	0
150	50	1,75	1,25	0,70	0,30	0,10	0	0
150	100	2,00	1,50	0,90	0,50	0,20	0	0
150	200	2,25	1,75	1,25	0,70	0,30	0,10	0

<sup>13</sup> Per le distanze intermedie gli spessori possono essere ottenuti per interpolazione lineare.

<sup>14</sup> Per le distanze intermedie gli spessori possono essere ottenuti per interpolazione lineare.

*Allegato 10*  
(art. 11 cpv. 1 e 2 nonché 12 cpv. 2–4)

## Equivalenti di piombo di vari materiali di costruzione

Spessore di piombo in mm	Spessore del materiale <sup>15</sup> in mm per ottenere una protezione equivalente alla radiazione emessa ad una tensione del tubo pari a							
	50 kV	75 kV	100 kV	125 kV	150 kV	200 kV	250 kV	300 kV
<b>Ferro (massa volumica apparente 7800 kg/m<sup>3</sup>)</b>								
0,2	1.1	1.0	0.8	1.4	2.7	2.5	3.0	3.0
0,4	2.2	2.0	1.6	2.4	5.0	5.0	5.5	5.5
0,6	3.5	3.3	3.0	4.5	7.7	8.0	7.5	8.0
0,8	4.8	4.7	4.6	8.0	10.0	11.0	10.0	10.0
1		6.2	6.4	9.0	13.2	15.0	12.5	12.5
1,2		7.6	8.0	11.0	16.0	17.5	14.0	14.0
1,4		9.0	9.2	13.0	18.7	21.0	16.5	16.0
1,6		10.2	10.5	15.0	21.7	25.0	18.8	17.5
1,8		11.2	12.4	18.0	23.6	28.0	20.0	19.6
2		12.2	13.6	20.0	26.7	30.5	22.5	21.0
2,5		15.0	16.4	23.0	33.3	37.5	28.8	25.0
3			20.0	29.5	40.3	45.0	33.0	29.0
4			25.6	41.0	54.3	57.5	44.0	37.5
<b>Cemento al bario (massa volumica apparente 3200 kg/m<sup>3</sup>)</b>								
0,25	3.2	1.5	1.1	1	1.6	2.4	2.3	2
0,5	6.5	2.6	2	2	3.2	4.8	4.4	4
0,75	10	3.8	2.8	3.3	5	9	7.7	6.8
1		4.9	3.8	4.6	7.4	13	10	9
1,25		6	4.8	6.6	10.4	17.2	13.4	11.7
1,5		7	5.8	9	13.6	22	16.7	14
1,75		8	7	10.6	17.2	26	19	16.7
2		9	8.4	12.5	20.4	30	22.3	18.8
2,5		11.5	10.7	16.2	26	38	28	24
3			13.2	20	32	45.4	34.7	29.8
4			17.6	27.6	44	58	46.7	41.3
5			22	35	55	70	58	54
6						81.2	70	64
7						92	80.7	74.6
8						104	93.3	83.5
9							104	93.3
10							116	101
<b>Vetro (massa volumica apparente 2500 kg/m<sup>3</sup>)</b>								
0,1	13	10	7	10	10	10	10	6
0,2	26	18	14	17	20	19	18	12
0,3	38	28	21	25	29	28	27	18
0,4	48	36	30	34	38	36	33	24
0,5		44	37	39	46	43	38	30

<sup>15</sup> A parità di tensione del tubo, lo spessore del materiale in corrispondenza dei valori intermedi può essere ottenuto per interpolazione lineare.

Spessore di piombo in mm	Spessore del materiale <sup>15</sup> in mm per ottenere una protezione equivalente alla radiazione emessa ad una tensione del tubo pari a							
	50 kV	75 kV	100 kV	125 kV	150 kV	200 kV	250 kV	300 kV
<b>Vetro (massa volumica apparente 2500 kg/m<sup>3</sup>)</b>								
0,6								34
0,8								42
1								48
<b>Calcestruzzo (massa volumica apparente 2100 kg/m<sup>3</sup>)</b>								
0,25	30	22	18	19	28	25	25	20
0,5	56	44	36	40	51	42	38	30
0,75	81	65	55	63	70	68	57	45
1		85	75	81	90	90	71	53
1,25		105	90	98	110	106	83	64
1,5		122	105	112	130	128	95	75
1,75		140	118	128	149	146	108	84
2		153	130	144	167	162	118	92
2,5		184	155	176	202	194	142	108
3			185	210	240	225	162	126
4			244	290	328	281	203	162
5			306	372	425	333	239	196
6						383	275	225
7						433	308	248
8						484	347	270
9							383	302
10							416	327
<b>Arenaria calcarea (massa volumica apparente 1900 kg/m<sup>3</sup>)</b>								
0,25	39	28	20	29	36	30	27	20
0,5	83	56	44	50	61	52	43	34
0,75	128	82	67	75	85	78	67	49
1		110	90	96	110	99	81	61
1,25		135	107	118	135	123	94	73
1,5		159	124	135	157	146	110	84
1,75		182	144	151	179	168	123	94
2		202	160	170	202	186	137	105
2,5		244	193	206	247	229	164	123
3			228	249	291	265	188	141
4			287	341	392	330	237	180
5			348	437	496	392	276	215
6						453	323	250
7						516	360	283
8						576	404	307
9							444	344
10							484	370

Spessore di piombo in mm	Spessore del materiale <sup>15</sup> in mm per ottenere una protezione equivalente alla radiazione emessa ad una tensione del tubo pari a							
	50 kV	75 kV	100 kV	125 kV	150 kV	200 kV	250 kV	300 kV
Mattone (massa volumica apparente 1200 kg/m <sup>3</sup> )								
0,25	110	56	44	54	54	51	46	35
0,5	185	96	83	85	96	88	69	60
0,75	240	138	122	120	130	122	104	90
1		172	160	154	170	154	127	108
1,25		208	190	187	212	190	146	130
1,5		244	220	212	250	225	167	152
1,75		277	245	240	288	269	192	170
2		315	267	272	320	297	212	190
2,5		390	312	323	394	356	260	220
3			360	400	469	414	298	250
4			460	530	603	516	375	312
5			560	672	742	605	433	366
6						695	500	417
7						781	560	450
8						875	625	500
9							683	542
10							738	583
Gesso (massa volumica apparente 840 kg/m <sup>3</sup> )								
0,2	53	44	36	48	53	52	48	36
0,4	109	87	74	84	98	96	77	65
0,6	163	131	112	126	148	144	115	97
0,8	218	173	154	165	183	181	144	128
1		211	183	200	225	225	168	140
1,2		250	216	232	265	264	190	161
1,4		289	243	266	308	303	213	182
1,6		331	277	304	352	347	243	208
1,8		365	309	327	391	386	267	222
2		394	330	360	424	405	288	240
2,5		480	390	440	510	486	336	285
3			456	525	600	550	400	318
4			588	684	780	660	480	400
Calcestruzzo cellulare (massa volumica apparente 680 kg/m <sup>3</sup> )								
0,2	90	72	54	75	80	76	64	48
0,4	186	140	108	135	152	125	114	104
0,6	278	210	162	203	228	187	170	156
0,8	352	272	217	256	282	248	209	171
1		333	275	306	337	304	244	200
1,2		389	317	360	396	360	274	230
1,4		437	360	397	448	410	301	252
1,6		499	412	453	512	468	344	288
1,8		543	448	492	561	517	386	309
2		582	481	532	600	548	412	330
2,5		690	568	637	712	645	472	380
3			656	735	825	735	551	440
4			821	944	1042	885	668	545

*Allegato 11*  
(art. 27 cpv. 2)

### Requisiti sulla periodicità della garanzia della qualità

- a. Responsabilità per lo svolgimento dei controlli:  
Le responsabilità dell'organizzazione e dello svolgimento delle misure per garantire la qualità sono disciplinate dall'articolo 112 capoverso 1 ORaP e dagli articoli 28–30.

- b. Periodicità minime per lo svolgimento delle misure atte ad assicurare la qualità:

#### A. Applicazioni standard

		Impianto a raggi X		Sistema di ricezione dell'immagine		Sistema di riproduzione dell'immagine	Sistema di documentazione dell'immagine
		D	A	D	A		
Sistemi a raggi X per la medicina umana <sup>16</sup>	C	prima della consegna					
	ES	a	a	---	s	s	
	EDS	6a	6a	a	a	a	
Sistemi a raggi X per l'odontoiatria <sup>17</sup>	C	prima della consegna					
	ES	a	a	---	s	s	
	EDS	6a	6a	a	3a	a <sup>18</sup>	
Sistemi a raggi X per la medicina veterinaria	C	prima della consegna					
	ES	---	---	---	m	m	
	EDS	6a	6a	a	3a	a <sup>19</sup>	

C: collaudo secondo l'articolo 28;

ES: esame di stabilità secondo l'articolo 29;

EDS: esame dello stato (in seguito a una manutenzione) secondo l'articolo 30;

A: registrazione dell'immagine analogica; D: registrazione dell'immagine digitale

6a: ogni 6 anni; 3a: ogni 3 anni; a: annualmente; 3m: ogni 3 mesi; s: settimanalmente

<sup>16</sup> Compresi i sistemi per l'osteodensitometria e i sistemi per la tomografia volumetrica digitale

<sup>17</sup> Compresi i sistemi per la tomografia volumetrica digitale

<sup>18</sup> Per i dispositivi di trattamento concepiti esclusivamente per lo sviluppo di pellicole intraorali in odontoiatria: 6a

<sup>19</sup> Per l'elaborazione mediante sviluppo manuale in medicina veterinaria: 3a

## B. Applicazioni speciali

		Impianto a raggi X	Sistema di ricezione dell'immagine		Sistema di riproduzione dell'immagine	Sistema di documentazione dell'immagine
			D	A		
Sistemi per la tomografia computerizzata	C	prima della consegna				
	ES	3m	3m	s	s	
	EDS	a	a	a	a	
Sistemi per la mammografia	C	prima della consegna				
	ES	s	s	g	s	s
	EDS	a	a	a	a	a
Sistemi a raggi X per la radiologia interventistica	C	prima della consegna				
	ES	a	a	a	s	s
	EDS	3a	3a	3a	a	a
Sistemi per la radioterapia fino a 100 kV	C	prima della consegna <sup>20</sup>				
	ES	a <sup>20</sup>				
	EDS	3a <sup>20</sup>				
Sistemi per la radioterapia oltre i 100 kV	C	prima della consegna <sup>20</sup>				
	ES	---				
	EDS	a <sup>20</sup>				
Sistemi di riproduzione dell'immagine per il controllo del posizionamento, la pianificazione e la simulazione nella radioterapia	C	prima della consegna				
	ES	Secondo la raccomandazione n. 16 <sup>21</sup> della SSRFM				
	EDS	3a				

C: collaudo secondo l'articolo 28;

ES: esame di stabilità secondo l'articolo 29;

EDS: esame dello stato (in seguito a una manutenzione) secondo l'articolo 30;

<sup>20</sup> Ripartizione dei compiti tra il fisico medico secondo l'articolo 7 capoverso 5 e l'azienda specializzata

<sup>21</sup> Raccomandazione n. 16 della Società Svizzera di Radiobiologia e di Fisica Medica (SSRFM), "Quality assurance of gantry-mounted image-guided radiotherapy system", ISBN: 3 908 125 48 0 oppure [www.sgsmp.ch](http://www.sgsmp.ch)

A: registrazione dell'immagine analogica; D: registrazione dell'immagine digitale  
6a: ogni 6 anni; 3a: ogni 3 anni; a: annualmente; 3m: ogni 3 mesi; s: settimanalmente; g: ogni  
giorno lavorativo

# **Ordinanza del DFI sulla radioprotezione applicata agli impianti generatori di radiazioni ionizzanti utilizzati a scopi non medici**

**(Ordinanza sulla radioprotezione degli impianti)**

del ...

Avamprogetto per l'indagine conoscitiva

---

*Il Dipartimento federale dell'interno, d'intesa con l'Ispettorato federale della sicurezza nucleare (IFSN),*

visti gli articoli 24 capoverso 3, 98 capoverso 4, 101, 103 capoverso 2 e 112 capoverso 2 dell'ordinanza sulla radioprotezione del ...<sup>1</sup> (ORaP),

*ordina:*

## **Sezione 1: Disposizioni generali**

**Art. 1** Campo d'applicazione

<sup>1</sup> La presente ordinanza si applica a:

- a. impianti generatori di radiazioni fotoniche o corpuscolari destinati ad applicazioni non mediche;
- b. apparecchi che emanano radiazioni parassite la cui intensità di dose ambientale, misurata a una distanza di 10 cm dalla superficie, risulta essere superiore a 1  $\mu\text{Sv/h}$  destinati ad applicazioni non mediche.

<sup>2</sup> Vengono considerati in particolare gli impianti destinati alle prove sui materiali, al trattamento dei materiali, alle tecniche di misura e di regolazione, alla produzione di radionuclidi e gli impianti con scopi di ricerca e di sterilizzazione.

**Art. 2** Definizioni

Si applicano le definizioni di cui all'articolo 3 e agli allegati 1 e 4 ORaP, nonché all'allegato 1 della presente ordinanza.

**Art. 3** Regole riconosciute della tecnica

Gli impianti e il loro esercizio devono essere conformi alle regole riconosciute della tecnica e messi in funzione secondo queste regole. Per regole riconosciute della tecnica si intendono, in particolare, le norme unificate a livello internazionale della Commissione elettrotecnica internazionale (CEI), del Comitato europeo di normalizzazione (CEN) e del Comitato europeo di normalizzazione elettrotecnica (CENELEC).

**RS 814.501.51**

<sup>1</sup> **RS 814.501**

**Art. 4** Deroghe

In singoli casi, l'Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP) può autorizzare su domanda deroghe alle prescrizioni della presente ordinanza se:

- a. l'esperienza e lo stato della scienza e della tecnica lo richiedono per un'innovazione tecnica o un'applicazione speciale; e
- b. misure adeguate garantiscono che il rischio radiologico è pari o inferiore a quello che si produrrebbe rispettando le prescrizioni della presente ordinanza.

**Sezione 2: Allestimento ed esercizio degli impianti****Art. 5** Impianti fissi

Per l'allestimento e l'esercizio degli impianti fissi non dotati di un dispositivo di protezione totale o parziale nelle zone sorvegliate vigono i requisiti particolari di cui all'allegato 2.

**Art. 6** Impianti a raggi X portatili

Per l'esercizio degli impianti a raggi X portatili con prestazione limitata vigono i requisiti particolari di cui all'allegato 3.

**Art. 7** Impianti mobili

Per l'allestimento e l'esercizio degli impianti mobili vigono i requisiti particolari di cui all'allegato 4.

**Art. 8** Impianti in locali di irradiazione

<sup>1</sup> Per l'allestimento e l'esercizio degli impianti in locali di irradiazione vigono i requisiti particolari di cui all'allegato 5.

<sup>2</sup> Per l'allestimento e l'esercizio degli impianti in locali di irradiazione con un'energia di irradiazione di almeno 1 MeV vigono i requisiti particolari di cui agli allegati 5 e 6.

<sup>3</sup> Le aziende industriali che allestiscono o trasformano locali di irradiazione per impianti devono osservare le prescrizioni riguardanti l'approvazione dei piani da parte delle autorità cantonali secondo l'articolo 7 capoverso 1 della legge del 13 marzo 1964 sul lavoro (LL).

**Art. 9** Altri impianti

Per l'allestimento e l'esercizio di impianti non disciplinati agli articoli 5-8, vanno considerati l'esperienza e lo stato della scienza e della tecnica.

**Art. 10** Dispositivi di comando di impianti non dotati di un dispositivo di protezione totale o parziale

<sup>1</sup> I dispositivi di comando devono essere installati all'esterno delle zone sorvegliate. L'inserimento del tubo a raggi X deve essere possibile solo dal dispositivo di comando.

<sup>2</sup> Qualora non sia possibile installare il dispositivo di comando all'esterno delle zone sorvegliate per motivi organizzativi o tecnici, deve essere garantito che la dose ambientale nella zona del dispositivo di comando, considerando la frequenza d'esercizio, non superi 0,1 mSv alla settimana.

<sup>3</sup> Gli impianti devono essere dotati di un interruttore ben visibile per la messa fuori servizio, collocato nella zona del dispositivo di comando.

<sup>4</sup> Gli impianti devono poter essere protetti dall'accensione non autorizzata.

**Art. 11** Dispositivi di segnalazione

<sup>1</sup> Almeno una lampada di segnalazione deve segnalare l'emissione di radiazioni .

<sup>2</sup> Le lampade di segnalazione devono essere facilmente visibili da ogni lato del limite delle zone controllate o sorvegliate.

<sup>3</sup> Deve essere garantito che gli impianti non dotati di un dispositivo di protezione totale impiegati all'esterno di locali di irradiazione non possono essere messi in servizio quando le lampade di segnalazione sono difettose.

<sup>4</sup> Gli impianti e le zone sorvegliate devono essere contrassegnati con il segnale di pericolo e con una designazione secondo l'allegato 8 ORaP.

**Art. 12** Dispositivi di sicurezza

<sup>1</sup> I dispositivi di radioprotezione di impianti e di accessi a locali di irradiazione devono essere dotati di interruttori di sorveglianza. Ciò vale in particolare per:

- a. schermature e coperture che possono essere smontate senza l'ausilio di utensili;
- b. aperture per l'introduzione dei materiali;
- c. otturatori.

<sup>2</sup> Gli interruttori di sorveglianza devono essere ad azionamento forzato e ad apertura forzata oppure raggiungere almeno lo stesso livello di protezione in altro modo. Il livello di protezione deve essere adeguato al rischio dell'impianto. L'azionamento dell'interruttore deve provocare automaticamente l'interruzione della radiazione. La rimessa in servizio deve essere possibile solo dal dispositivo di comando.

<sup>3</sup> La rimessa in servizio può avvenire automaticamente se si tratta di un'apertura per l'introduzione dei materiali e se, quando tale apertura è chiusa, nessuna parte del corpo può essere esposta alla radiazione.

**Art. 13** Messa fuori servizio dei dispositivi di sicurezza

<sup>1</sup> I dispositivi di sicurezza possono essere messi fuori servizio solo in occasione di lavori di manutenzione, riparazione o regolazione. Durante il periodo in cui tali dispositivi sono fuori servizio gli impianti possono essere messi in funzione solo con la più bassa intensità di dose possibile.

<sup>2</sup> La messa fuori servizio dei dispositivi di sicurezza deve essere segnalata in maniera ben visibile sull'impianto.

**Art. 14** Documentazione sull'impianto

<sup>1</sup> Il titolare della licenza provvede affinché nelle immediate vicinanze dell'impianto siano sempre disponibili le istruzioni d'esercizio. Esse sono redatte nella lingua abitualmente utilizzata nell'azienda e devono contenere almeno i seguenti dati:

- a. istruzioni per l'esercizio dell'impianto conformemente alla destinazione;
- b. istruzioni relative ai controlli periodici, alla manutenzione e alle regolazioni dell'impianto;
- c. istruzioni per l'eliminazione dei guasti.

<sup>2</sup> Il titolare della licenza provvede affinché per ogni impianto sia disponibile almeno la seguente documentazione:

- a. licenza dell'autorità competente per l'allestimento e l'esercizio dell'impianto;
- b. processi verbali e dati relativi a tutti gli esami e i controlli eseguiti;
- c. piani di radioprotezione e relativi calcoli, se necessario;
- d. istruzioni di radioprotezione interne all'azienda.

**Sezione 3: Ubicazione e schermatura degli impianti****Art. 15** Ubicazione

<sup>1</sup> L'esercizio di impianti non dotati di un dispositivo di protezione totale o parziale deve avvenire all'interno di locali di irradiazione.

<sup>2</sup> Qualora l'esercizio degli impianti non dotati di un dispositivo di protezione totale o parziale non possa avvenire all'interno di locali di irradiazione per motivi tecnici o di esercizio, l'autorità di vigilanza può autorizzare l'esercizio all'interno di altre zone sorvegliate.

**Art. 16** Schermatura e accessibilità degli impianti

<sup>1</sup> Il grado di schermatura dei locali di irradiazione o il dimensionamento della zona sorvegliata sono disciplinati dall'articolo 101 ORaP. In considerazione dei parametri di esercizio, non possono essere superati i seguenti vincoli di dose ambientale:

- a. 0,02 mSv in una settimana nei locali all'esterno di zone sorvegliate;

- b. 0,1 mSv in una settimana nei luoghi all'esterno delle zone sorvegliate non previsti per permanenze prolungate;
- c. 0,1 mSv in una settimana in luoghi all'interno di zone sorvegliate dove possono sostare solo persone professionalmente esposte a radiazioni.

<sup>2</sup> Come base di calcolo si deve considerare una frequenza d'esercizio di almeno un'ora alla settimana.

<sup>3</sup> Nei luoghi dove non possono sostare persone durante l'esercizio degli impianti, l'intensità di dose ambientale non è sottoposta ad alcuna limitazione.

**Art. 17** Documentazione relativa alle misure tecniche edili di radioprotezione

<sup>1</sup> Per l'esercizio di impianti non dotati di un dispositivo di protezione totale o parziale nei locali di irradiazione, il richiedente deve allegare alla domanda di licenza la documentazione relativa alle misure tecniche edili di radioprotezione, in particolare:

- a. una pianta dei locali in scala 1:20 o 1:50 su cui deve essere riportata la disposizione delle sorgenti di radiazioni, delle possibili direzioni delle radiazioni e degli apparecchi di analisi determinanti per la definizione delle distanze;
- b. disegni in sezione qualora necessari per determinare le aree da proteggere;
- c. tabelle di calcolo contenenti le indicazioni riportate nell'allegato 7;
- d. una descrizione del dispositivo di segnalazione e di sicurezza.

<sup>2</sup> La correttezza della documentazione relativa alle misure tecniche edili di radioprotezione deve essere stata controllata dal perito secondo l'articolo 11 capoverso 1 lettera f ORaP. Questo provvede affinché l'esecuzione della costruzione avvenga in base a queste direttive.

## **Sezione 4: Protezione delle persone**

**Art. 18**

Sono da considerarsi professionalmente esposte a radiazioni ai sensi dell'articolo 67 ORaP in particolare:

- a. le persone che utilizzano impianti non dotati di dispositivi di protezione totali o parziali;
- b. le persone che per lo svolgimento di lavori di manutenzione, riparazione o regolazione agli impianti dotati di dispositivi di protezione totale o parziale devono mettere fuori servizio parzialmente o completamente i dispositivi di sicurezza esistenti.

## Sezione 5: Manutenzione, ristrutturazione, riparazione e controllo

### Art. 19

<sup>1</sup> Gli impianti devono essere regolarmente sottoposti a manutenzione e il loro stato deve essere esaminato conformemente alle istruzioni del fabbricante e del fornitore. I risultati degli esami devono essere documentati.

<sup>2</sup> Il funzionamento dei dispositivi di sicurezza conforme alle disposizioni deve essere controllato regolarmente. Il controllo deve essere tanto più frequente quanto più elevati sono gli standard di sicurezza.

<sup>3</sup> Per gli impianti poco utilizzati oppure dopo un lungo periodo di interruzione dell'esercizio e dopo riparazioni o ristrutturazioni, il controllo deve avvenire prima di ogni rimessa in servizio dell'impianto. I risultati dei controlli devono essere documentati.

<sup>4</sup> In seguito a manutenzione, riparazione o ristrutturazione di componenti dell'impianto importanti ai fini della radioprotezione è necessario controllare se i vincoli per le intensità di dose ambientale sono rispettati. A tal fine si deve disporre di strumenti di misurazione appropriati secondo l'articolo 104 ORaP.

## Sezione 6: Disposizioni finali

### Art. 20 Abrogazione di un altro atto normativo

L'ordinanza del 31 gennaio 2001<sup>2</sup> sulla radioprotezione applicata agli impianti generatori di radiazioni ionizzanti utilizzati a scopi non medici è abrogata.

### Art. 21 Licenze vigenti

I titolari di licenze rilasciate prima dell'entrata in vigore della presente ordinanza che autorizzano alla manipolazione di impianti utilizzati a scopi non medici devono:

- a. rispettare le prescrizioni della presente ordinanza per l'esercizio degli impianti;
- b. adeguare gli impianti e i dispositivi installati prima dell'entrata in vigore della presente ordinanza alle nuove prescrizioni.

### Art. 22 Entrata in vigore

La presente ordinanza entra in vigore il ....

... Dipartimento federale dell'interno:

Alain Berset

<sup>2</sup> [RU 1980 605]

## **Definizioni**

### *Osservazione preliminare*

I concetti sono elencati in ordine alfabetico

### *Apparecchi d'analisi*

Dispositivi con rilevatori di radiazioni, quali sistemi di ricezione dell'immagine, goniometri, spettrometri a raggi X per l'analisi di sostanze e materiali.

### *Dispositivi di sicurezza*

Misure tecniche di sicurezza volte alla protezione delle persone quali, in particolare i dispositivi di segnalazione e gli interruttori per la sorveglianza degli accessi ai locali di irradiazione, gli interruttori di sorveglianza montati sugli schermi fluorescenti e sulle aperture per l'introduzione dei materiali, gli interruttori di cui sono dotati i rivestimenti di sicurezza e le schermature smontabili senza l'aiuto di utensili.

### *Dispositivo di protezione parziale*

Impianto con una schermatura la quale, durante l'esercizio dell'impianto, confina completamente e quindi scherma le radiazioni dirette, diffuse e parassite, escluse le aperture per l'introduzione dei campioni, in modo tale da ridurre l'intensità di dose ambientale alla distanza di 10 cm dalla superficie a meno di 1  $\mu\text{Sv/h}$  e da impedire che, in ogni punto accessibile per la manipolazione conforme alle disposizioni, i limiti di dose per la popolazione siano superati.

### *Dispositivo di protezione totale*

Impianto con una schermatura la quale, durante l'esercizio dell'impianto, confina completamente e quindi scherma le radiazioni dirette, diffuse e parassite, in modo tale da ridurre l'intensità di dose ambientale alla distanza di 10 cm dalla superficie a meno di 1  $\mu\text{Sv/h}$  e da impedire che, in ogni punto accessibile, i limiti di dose vigenti per la popolazione siano superati.

### *Impianti di misura e di regolazione*

Sono considerati impianti di misura e di regolazione in particolare:

- a. gli impianti per la misura di spessori e di densità;
- b. gli impianti per il rilevamento della posizione;
- c. gli indicatori di livello;
- d. le sonde di misura delle ceneri (procedura basata sulla radiazione retrodiffusa).

### *Impianti di prova dei materiali*

Impianti per l'esame della composizione o della microstruttura dei materiali e per il controllo non distruttivo di oggetti e materiali.

### *Impianti per il trattamento dei materiali*

Sono considerati impianti per il trattamento dei materiali in particolare:

- a. i dispositivi per impiantazione ionica;
- b. le saldatrici a fascio di elettroni.

### *Interruttore di sorveglianza ad azionamento forzato e ad apertura forzata*

Interruttore di posizionamento con funzione di protezione delle persone costruito in modo che il contatto di commutazione utilizzato chiuda un circuito elettrico quando un dispositivo di sicurezza, un accesso o una finestra per l'introduzione dei materiali sono chiusi o in posizione di protezione. Abbandonata la posizione di protezione, sull'interruttore di sorveglianza deve agire una forza che apra il contatto (azionamento forzato); inoltre, un contatto, una volta azionato, non deve restare chiuso in caso di termosaldatura, e un contatto aperto non deve potersi chiudere per proprio difetto oppure sotto l'azione di forze esterne (apertura forzata). La classe di protezione dell'interruttore contro la polvere e l'acqua deve corrispondere almeno alla classe IP 55 della norma SN EN 60529:1989, gradi di protezione forniti dagli involucri (codice IP), edizione 1991<sup>3</sup>.

### *Locale di irradiazione*

Locale all'interno del quale sono in esercizio in modalità stazionaria impianti non dotati di un dispositivo di protezione totale o parziale, che soddisfa i requisiti di cui all'articolo 101 ORaP.

### *Luoghi di permanenza non continua*

Locali o settori in cui non si trovano posti fissi di lavoro e che non sono adibiti ad abitazione o soggiorno. Si tratta, in particolare, di spogliatoi, gabinetti, archivi, magazzini, cantine, oppure di superfici di transito, quali scale, vani ascensore, corridoi, zone accessibili degli impianti di produzione, marciapiedi, strade, cantieri, aree verdi, giardini.

### *Parametri di esercizio*

Dati e tipo di esercizio dell'impianto determinanti per il valore della dose ambientale, in particolare la frequenza di esercizio effettiva, espressa in ore alla settimana, la tensione massima applicata a un tubo radiogeno, la corrente massima del tubo, le possibili direzioni della radiazione, l'angolo di apertura della radiazione diretta (diaframma), e la distanza fino alle delimitazioni esterne del locale o della zona sorvegliata.

<sup>3</sup> Questa norma può essere acquistata (in tedesco o francese) presso electrosuisse, Luppmenstrasse 1, 8320 Fehraltorf o su Internet al sito [www.snv.ch](http://www.snv.ch).

*Sistema di sicurezza delle persone*

Un sistema di sicurezza delle persone garantisce con mezzi tecnici che durante l'esercizio dell'impianto non possano sostare persone nel locale di irradiazione. L'affidabilità del sistema deve essere conforme allo stato della tecnica.

*Allegato 2*  
(Art. 5)

## **Impianti fissi non dotati di dispositivo di protezione totale o parziale in zone sorvegliate**

### **1. Impianti analitici a raggi X**

- 1.1 I dispositivi di comando devono essere collocati al di fuori del tavolo d'analisi e la loro funzione deve essere indicata chiaramente.
- 1.2 Quando l'impianto è in esercizio con i valori massimi di tensione e di corrente del tubo, l'intensità di dose ambientale non deve superare il valore di 10  $\mu\text{Sv/h}$  misurato alla distanza di 10 cm dalle superfici che limitano, in particolare, i seguenti elementi dell'impianto:
  - a. superficie accessibile del dispositivo di comando;
  - b. guaina protettiva del tubo;
  - c. finestra di emissione in posizione chiusa (shutter, valvola di sicurezza oppure schermatura eliminabile solo con l'ausilio di utensili);
  - d. pezzi intercalari con funzione di schermatura lungo la traiettoria del fascio;
  - e. assorbitore idoneo per il fascio di radiazioni;
  - f. apparecchi d'analisi senza assorbitore del fascio;
  - g. schermature di sicurezza supplementari.
- 1.3 Se l'apparecchio d'analisi può essere rimosso o allontanato dalla sua posizione di lavoro senza l'ausilio di utensili, la finestra di emissione deve essere mantenuta chiusa dai due seguenti dispositivi di sicurezza fissati stabilmente alla guaina di protezione del tubo:
  - a. un otturatore azionato elettromeccanicamente (shutter);
  - b. una valvola di sicurezza delle radiazioni mantenuta chiusa da una forza permanente (ad esempio, una molla).

Questo vale per le finestre di emissione non utilizzate, quando non sono dotate di una protezione smontabile solo con l'ausilio di utensili.
- 1.4 Lo shutter e la valvola di sicurezza devono garantire che il fascio primario possa essere liberato solo quando l'apparecchio di analisi è collegato. L'allontanamento dell'apparecchio di analisi dalla sua posizione di lavoro deve provocare la chiusura automatica della valvola di sicurezza e dello shutter.
- 1.5 L'apertura di una finestra di emissione deve essere indicata da un apposito segnale luminoso (lampada di segnalazione) fissato stabilmente alla guaina di protezione del tubo o al tavolo di analisi. Quando gli impianti a raggi X dispongono di più finestre di emissione, ogni otturatore deve essere dotato di una propria lampada di segnalazione.

- 1.6 La lampada di segnalazione può essere dotata di una o più fonti luminose indipendenti tra loro. Quando la fonte luminosa è una sola, un guasto della stessa deve determinare la chiusura automatica della finestra di emissione.
- 1.7 Gli apparecchi di analisi devono essere collegati alla guaina protettiva del tubo in modo che la traiettoria del fascio, per quanto lo permetta l'esercizio dell'impianto, risulti schermata per tutta la sua lunghezza, con l'ausilio di pezzi intercalari. Se il fascio di radiazioni rimane scoperto su una lunghezza superiore a 5 cm, bisogna garantire, con misure adeguate (ad esempio, celle fotoelettriche o schermature) che nessuna parte del corpo possa venire a contatto col fascio stesso.
- 1.8 Gli assorbitori idonei per l'assorbimento di un fascio di radiazioni primario o secondario devono, durante l'esercizio, essere collegati meccanicamente all'apparecchio di analisi. Se sono articolati a braccio, devono essere mantenuti in posizione di funzionamento da una forza permanente.
- 1.9 I dispositivi di sicurezza richiesti per l'esercizio di un impianto devono essere collegati meccanicamente all'impianto stesso.
- 1.10 Se si utilizzano schermi fluorescenti per localizzare il fascio di radiazioni, questi schermi devono disporre di impugnature di lunghezza non inferiore a 10 cm.
- 1.11 Devono essere disponibili apparecchi idonei alla misura dell'intensità di dose.

## **2. Impianti di misura e di regolazione**

- 2.1 Il vincolo per l'intensità di dose ambientale negli impianti in aree in cui è possibile la sosta di persone della popolazione è pari a 0,5  $\mu\text{Sv/h}$  se la permanenza è prolungata e a 2,5  $\mu\text{Sv/h}$  se la permanenza non è prolungata.
- 2.2 Qualora non sia possibile rispettare le intensità di dose ambientale di cui al punto 2.1, le aree con intensità di dose superiore devono essere segnalate chiaramente. Le persone che permangono regolarmente all'interno di queste aree durante l'esercizio dell'impianto sono considerate persone professionalmente esposte a radiazioni e devono essere sottoposte alla dosimetria.

*Allegato 3*  
(Art. 6)

### **Impianti a raggi X portatili con prestazione limitata**

1. L'intensità di dose di un impianto a raggi X portatile alla distanza di 1 m non deve superare il valore di 1,5 mSv/h e la tensione va limitata a 50 kV. Il rispetto di questi valori deve essere dimostrato all'autorità di vigilanza. In caso contrario, l'esercizio dell'impianto soggiace anche ai requisiti di cui all'allegato 4.
2. Gli impianti devono essere provvisti di un codice segreto personale (codice PIN) o di un interruttore a chiave per impedirne l'utilizzo da parte di persone non autorizzate.
3. L'emissione di radiazioni in caso di impiego d'impianti portatile deve avvenire tramite un comando a due mani direttamente sull'impianto.
4. Gli impianti devono essere dotati almeno di due luci ben visibili da ogni direzione.
5. Gli impianti devono disporre di elementi di sicurezza che:
  - a. consentono l'emissione di radiazioni solo quando sussiste un contatto sorvegliato ad accoppiamento di forma con il materiale oppure
  - b. in caso di retrodiffusione insufficiente interrompono la radiazione al massimo entro 3 secondi.
6. La dotazione per l'analisi di campioni deve soddisfare i requisiti di un dispositivo di protezione totale.
7. Con misure tecniche e organizzative deve essere garantito che nessuno sostì nella zona sorvegliata durante l'esercizio dell'impianto.

*Allegato 4*  
(Art. 7)

## **Impianti mobili**

1. Per l'impiego di impianti mobili occorre disporre dei dispositivi speciali seguenti:
  - a. materiale di delimitazione (paletti, corde, ecc.)
  - b. pannelli d'avvertimento, lampade intermittenti;
  - c. se necessario, materiale di schermatura (ad esempio, pareti schermate);
  - d. apparecchi di misura della radiazione con allarme acustico, adeguati all'intervallo di energia utilizzato, in dotazione presso tutti gli addetti all'impiego dell'impianto mobile;
  - e. un apparecchio di misurazione dell'intensità di dose a lettura diretta, adeguato all'intervallo di energia utilizzato;
  - f. cavo sufficientemente lungo per collegare il dispositivo di comando (banco di manovra) all'impianto.
2. L'intensità di dose ambientale misurata a 1 m di distanza dal fuoco, con finestra di emissione chiusa e con i valori massimi della tensione e della corrente del tubo, non deve risultare superiore a 2,5 mSv/h per tensioni fino a 200 kV e non superare 10 mSv/h quando le tensioni sono maggiori di 200 kV.
3. La radiazione diretta dell'impianto deve essere ridotta al campo necessario con un diaframma.
4. Affinché, in caso di guasti, sia possibile prestare aiuto all'operatore in qualsiasi momento, sul posto deve essere presente una seconda persona professionalmente esposta alle radiazioni. Questa persona, designata per prestare aiuto, deve essere istruita in modo da essere in grado di utilizzare gli impianti in maniera corretta in termini di radioprotezione e di intraprendere le misure necessarie per far fronte ai guasti.
5. Il luogo dell'esame radiologico è una zona sorvegliata. Deve essere delimitato e ad accesso vietato da tutti i lati a una distanza ritenuta sufficiente per la sicurezza. Durante la messa in servizio dell'impianto si deve assicurare che, considerata la frequenza d'esercizio settimanale nel luogo previsto per l'impiego, non sia superato il vincolo per l'intensità di dose ambientale ammessa lungo la delimitazione.
6. Qualora, per motivi tecnici o organizzativi, non sia possibile vietare l'accesso alla zona di svolgimento delle analisi in modo da evitare che sia superato il limite della dose ambientale settimanale (ad esempio strade aperte al traffico), la analisi possono essere eseguite solo una volta ottenuta l'autorizzazione da parte dell'autorità di vigilanza.

*Allegato 5*  
(Art. 8)

## **Impianti in locali di irradiazione**

1. Prima che l'impianto sia messo in servizio deve essere garantito con misure tecniche o organizzative che nessuno soste nel locale di irradiazione.
2. L'impianto deve poter essere messo in servizio solo quando gli accessi sono chiusi o protetti. Quando l'impianto è in esercizio, l'accesso al locale di irradiazione deve essere impedito mediante dispositivi adeguati.
3. Quando l'impianto è in esercizio, l'abbandono del locale di irradiazione deve essere possibile in qualsiasi momento. Se per abbandonare il locale deve essere attraversata la zona di pericolo, è necessario installare interruttori d'emergenza aggiuntivi.
4. Lo stato di esercizio dell'impianto deve essere segnalato all'interno del locale di irradiazione, a tutti gli accessi allo stesso e in prossimità del dispositivo di comando. All'interno del locale, la segnalazione dello stato di esercizio può avvenire tramite una lampada di segnalazione rotante o lampeggiante. Il funzionamento delle lampade di segnalazione deve poter essere controllato dall'esterno del locale di irradiazione.
5. Qualora per motivi tecnici non sia possibile l'impiego di lampade di segnalazione rotanti o lampeggianti nel locale di irradiazione, la messa in servizio e l'esercizio dell'impianto devono essere indicati con un segnale acustico .

*Allegato 6*  
(Art. 8 cpv. 2)

## **Impianti in locali di irradiazione con una energia di irradiazione di almeno 1 MeV**

In aggiunta alle disposizioni di cui all'allegato 5 vige quanto segue.

1. Deve essere garantito con mezzi tecnici che durante l'esercizio dell'impianto non possano sostare persone nel locale di irradiazione. Ciò può essere garantito in particolare con i seguenti dispositivi:
  - a. interruttore attivabile durante un giro di ricognizione;
  - b. sistema di sicurezza delle persone.
2. Le persone esposte professionalmente alle radiazioni devono avere con sé, oltre al dosimetro personale, un dosimetro personale attivo con dispositivo di segnalazione.
3. L'autorità di vigilanza può richiedere l'impiego di dosimetri ambientali per sorvegliare il mantenimento della dose ambientale ai sensi dell'articolo 16.
4. L'impianto deve poter essere messo fuori servizio con una quantità adeguata di interruttori d'emergenza all'interno del locale di irradiazione.
5. L'accesso al locale di irradiazione dopo un'irradiazione può essere consentito solo se l'intensità di dose ambientale massima non supera i 100  $\mu\text{Sv/h}$  nella zona accessibile.
6. Prima dell'allestimento e dell'esercizio degli impianti con un'energia di irradiazione pari o superiore a 1 MeV l'autorità di vigilanza può richiedere che sia stilato e approvato un rapporto sulla sicurezza ai sensi dell'articolo 139 ORaP.
7. Qualora sussista la possibilità che siano attivate parti di acceleratori, la loro intensità di dose e contaminazione devono essere controllate prima dello smontaggio o di uno smantellamento dell'impianto. Per l'esenzione delle parti d'impianto attivate vige l'articolo 118 ORaP.

*Allegato 7*  
(Art. 17 cpv. 1 lett. c)

### Modello di tabella di calcolo:

La tabella di calcolo di cui all'articolo 17 capoverso 1 lettera c deve contenere i dati elencati di seguito:

- a. tensione massima applicata al tubo radiogeno;
- b. corrente massima applicata al tubo radiogeno;
- c. frequenza d'esercizio di cui all'articolo 16 capoverso 3 in ore alla settimana;
- d. destinazione d'uso delle zone confinanti con la sala di radiologia;
- e. dosi ambientali ammesse nelle zone secondo l'articolo 16 capoverso 1;
- f. distanze tra la sorgente di radiazioni e l'area da proteggere indicando se si tratta di una radiazione diretta (RD) o di una radiazione passiva (RP);
- g. fattore di attenuazione della delimitazione del locale necessario;
- h. materiale utilizzato per le delimitazioni del locale (incluse porte e finestre) e per le schermature, spessore, massa volumica apparente ed equivalente di piombo;
- i. fattore di attenuazione esistente per la delimitazione del locale.

a. Tensione max. tubo radiogeno [kV]	b. Corrente max tubo radiogeno [mA]	c. Frequenza d'esercizio [h/settimana]	Denominazione del locale
Denominazione dell'impianto/generatore:		Piano	Altezza del locale [m]
Schermatura necessaria		Schermatura esistente o pianificata	

---

Pos.	d.	e.	f.	f.	g.	h.	h.	h.	i.
	Area da proteggere	Dose ambientale cons. [mSv/sett.]	RD [m]	RP [m]	Fattore di attenuazione necessario	Materiale	Massa volumica apparente [kg/m <sup>3</sup> ]	Spessore [cm]	Fattore di attenuazione esistente



# **Ordinanza sulla radioprotezione (ORaP)**

del ...

Avamprogetto per l'indagine conoscitiva

---

*Il Consiglio federale svizzero,*

vista la legge federale del 22 marzo 1991<sup>1</sup> sulla radioprotezione (LRaP) e visto l'articolo 83 della legge federale del 20 marzo 1981<sup>2</sup> sull'assicurazione contro gli infortuni,

*ordina:*

## **Titolo primo: Disposizioni generali**

### **Capitolo 1: Oggetto, campo d'applicazione e definizioni**

#### **Art. 1**           Oggetto e campo d'applicazione

<sup>1</sup> La presente ordinanza disciplina, a protezione dell'essere umano e dell'ambiente dalle radiazioni ionizzanti e dalla radioattività:

- a. per le situazioni di esposizione pianificate:
  1. le licenze,
  2. l'esposizione della popolazione, nonché l'esposizione professionale e medica,
  3. la gestione delle sorgenti radioattive e degli impianti che emettono radiazioni ionizzanti,
  4. la gestione dei rifiuti radioattivi,
  5. la prevenzione e la gestione di incidenti;
- b. per le situazioni di esposizione di emergenza: la prevenzione e la gestione;
- c. per le situazioni di esposizione esistenti: la gestione dei siti e degli oggetti radiologicamente contaminati, del radon, dei materiali contenenti radionuclidi presenti in natura nonché della contaminazione a lungo termine in seguito a un'emergenza;

---

**RS 814.501**

1     **RS 814.50**

2     **RS 832.20**

2014-.....

1

- d. la formazione e il perfezionamento delle persone che operano con radiazioni ionizzanti o con la radioattività;
- e. le attività di vigilanza e di consulenza svolte dalla Commissione federale della radioprotezione.

<sup>2</sup> Si applica alle sorgenti di radiazioni artificiali e a quelle naturali.

<sup>3</sup> Non si applica:

- a. alle esposizioni ai radionuclidi che si trovano naturalmente nel corpo umano;
- b. alle esposizioni di persone alla radiazione cosmica, fatta eccezione per il personale di volo;
- c. alle esposizioni in superficie ai radionuclidi presenti nella crosta terrestre non perturbata da interventi;

## **Art. 2** Definizioni

<sup>1</sup> Ai fini della presente ordinanza si intende per:

- a. *situazione di esposizione pianificata*: una situazione di esposizione che si verifica per il funzionamento pianificato di una sorgente di radiazioni o risulta da attività umane che modificano le vie d'esposizione causando un'esposizione o un'esposizione potenziale dell'essere umano o dell'ambiente.
- b. *situazione di esposizione di emergenza*: una situazione di esposizione dovuta a un'emergenza, che richiede provvedimenti immediati per mitigare o evitare conseguenze avverse. Le situazioni di esposizione di emergenza sono situazioni inattese che possono presentarsi in seguito a un incidente nel corso di una situazione di esposizione pianificata, oppure a un atto doloso o a qualsiasi altra situazione inattesa. In queste situazioni possono verificarsi esposizioni di individui della popolazione, di persone professionalmente esposte a radiazioni o di persone mobilitate, nonché contaminazioni ambientali.
- c. *situazione di esposizione esistente*: una situazione di esposizione già presente quando si deve prendere una decisione sul suo controllo e che non richiede (più) provvedimenti immediati. Si tratta in particolare dei siti e degli oggetti radiologicamente contaminati, del radon, dei materiali contenenti radionuclidi presenti in natura nonché della contaminazione a lungo termine in seguito a un'emergenza.
- d. *esposizione professionale*: l'esposizione dovuta a un'attività professionale. Può interessare lavoratori dipendenti e indipendenti, apprendisti e studenti.
- e. *esposizione medica*: l'esposizione di pazienti o individui asintomatici a scopi diagnostici o terapeutici con l'obiettivo di migliorarne la salute. Ne fanno parte anche le esposizioni di persone che assistono i pazienti a titolo non professionale e di persone che partecipano a progetti di ricerca sull'essere umano.

- f. *esposizione della popolazione*: l'esposizione di persone, escluse le esposizioni professionali e mediche. Può riguardare anche persone sul posto di lavoro.
- g. *materiali contenenti radionuclidi presenti in natura (NORM)*: le sostanze radioattive presenti nell'ambiente che non contengono quantitativi significativi di radionuclidi artificiali. Le sostanze in cui le concentrazioni di attività dei radionuclidi presenti in natura sono state modificate mediante determinati processi sono considerate NORM. I radionuclidi naturali arricchiti per sfruttarne la radioattività non sono più considerati NORM.
- h. *radiazione ionizzante*: il trasferimento di energia mediante particelle od onde elettromagnetiche con una lunghezza d'onda di 100 nm o inferiore, in grado di ionizzare direttamente o indirettamente un atomo o una molecola.
- i. *livello di esenzione*: il valore che esprime l'attività specifica di un materiale radioattivo, al di sotto del quale si può operare con detto materiale come se fosse materiale non radioattivo. I valori sono specificati nell'allegato 2 e nell'allegato 3 colonna 9.
- j. *livello di licenza*: l'attività assoluta di un materiale radioattivo entro la quale si può operare giornalmente senza bisogno di una licenza. I valori sono specificati nell'allegato 3 colonna 10.
- k. *vincolo*: valore definito in base a un limite, il cui superamento conduce a un certo tipo di misure e il cui rispetto garantisce anche il rispetto del limite corrispondente. I vincoli per la contaminazione dell'aria (CA) e per la contaminazione superficiale (CS) sono specificati nell'allegato 3 colonne 11 e 12.
- l. *sorgente di radiazioni*: gli apparecchi e gli oggetti contenenti sostanze radioattive (sorgenti radioattive non sigillate e sigillate) nonché gli impianti in grado di emettere radiazioni ionizzanti.
- m. *sorgente radioattiva sigillata*: una sorgente contenente sostanze radioattive, costruita in modo tale da impedire completamente la fuoriuscita di sostanze radioattive in condizioni normali ed escludendo così l'eventualità di una contaminazione.
- n. *sorgente radioattiva non sigillata*: una sorgente contenente sostanze radioattive che non soddisfa i requisiti di una sorgente radioattiva sigillata. Si tratta soprattutto di sorgenti che possono diffondersi e causare una contaminazione.
- o. *sorgente radioattiva orfana*: una sorgente contenente sostanze radioattive, con un'attività specifica superiore al livello di esenzione, che non può essere declassata ai sensi dell'articolo 118 e che non è più sotto il controllo del suo proprietario o del titolare della licenza. Ciò accade in particolare quando la sorgente radioattiva è sottratta, collocata in luogo errato, trasferita a terzi senza autorizzazione o non correttamente smaltita.
- p. *impianti*: forma abbreviata di «impianti generatori di radiazioni ionizzanti». Per *impianti* s'intendono dispositivi e apparecchi che servono a generare radiazioni fotoniche o corpuscolari.

<sup>2</sup> Nella presente ordinanza si applicano inoltre:

- a. le definizioni di cui agli articoli 5-7,12, 37, 61, 63, 91, 108, 119,135, 145 e 159;
- b. le definizioni prettamente tecniche di cui all'allegato 1 e le definizioni delle dosi di cui all'allegato 4.

## **Capitolo 2: Principi della radioprotezione**

### **Art. 3** Giustificazione

Un'attività è giustificata, ai sensi dell'articolo 8 LRAp, qualora per l'essere umano e l'ambiente i vantaggi a essa connessi superino nettamente gli svantaggi dovuti alle radiazioni e qualora non sia disponibile un'alternativa, senza o con una minima esposizione a radiazioni.

### **Art. 4** Ottimizzazione

<sup>1</sup> La radioprotezione va ottimizzata per tutte le situazioni di esposizione.

<sup>2</sup> Con l'ottimizzazione si deve ridurre per quanto possibile:

- a. la probabilità dell'esposizione;
- b. il numero delle persone esposte;
- c. la dose individuale delle persone esposte.

### **Art. 5** Limiti di dose

Vengono fissati limiti che la somma di tutte le dosi di radiazioni accumulate nel corso di un anno civile da una persona a causa di attività o di sorgenti di radiazioni soggette all'obbligo della licenza non può superare (limite di dose). Ne sono escluse le esposizioni mediche.

### **Art. 6** Livelli di riferimento

<sup>1</sup> Qualora non fosse possibile rispettare i limiti di dose in situazioni di esposizione esistenti o di emergenza o qualora il loro rispetto in queste situazioni implicasse un onere sproporzionato o fosse controproducente, si applicano livelli di riferimento.

<sup>2</sup> Si devono adottare le misure necessarie affinché il livello di riferimento possa essere rispettato.

### **Art. 7** Vincoli di dose

<sup>1</sup> Per le situazioni di esposizione pianificate, è fissata la dose per persona dovuta a una singola attività o sorgente di radiazioni (vincolo di dose). Per ciascuna sorgente di radiazioni questo vincolo di dose è fissato in modo che la somma di tutte le dosi dovute a più sorgenti di radiazioni non superi il limite di dose.

<sup>2</sup> I vincoli di dose sono strumenti di ottimizzazione. Nella fissazione dei vincoli si tiene conto dello stato della scienza e della tecnica.

<sup>3</sup> Qualora un vincolo di dose venisse superato, si devono adottare le misure necessarie.

**Art. 8** Procedura graduata in base al rischio

Tutti i provvedimenti nella radioprotezione vanno graduati in funzione del rischio che ne è alla base.

## **Titolo secondo: Formazione e perfezionamento**

### **Capitolo 1: Disposizioni generali**

**Art. 9** Persone che devono essere formate, perfezionate o istruite

<sup>1</sup> Le seguenti persone devono essere formate e perfezionate in radioprotezione in funzione della loro attività e responsabilità:

- a. le persone che hanno a che fare con radiazioni ionizzanti attuando i provvedimenti di radioprotezione per la protezione personale;
- b. le persone che assolvono compiti di radioprotezione nei confronti di terzi;
- c. i periti secondo l'articolo 16 L RaP che sono impiegati per l'attuazione delle disposizioni legali nelle informazioni di radioprotezione aziendali e per il controllo nell'azienda;
- d. i consulenti in materia di radon di cui all'articolo 170 capoverso 1;
- e. le persone che, in ragione della loro attività presso autorità e amministrazioni, nella protezione della popolazione, nell'esercizio e in organizzazioni e aziende che gestiscono infrastrutture o servizi pubblici critici, possono avere a che fare con radiazioni ionizzanti;

<sup>2</sup> Le persone mobilitate di cui all'articolo 154 devono essere istruite in caso di rischio dovuto a un livello elevato di radioattività.

<sup>3</sup> Il Dipartimento federale dell'interno (DFI) può, d'intesa con l'Ispettorato federale della sicurezza nucleare (IFSN) e con il Dipartimento federale della difesa, della protezione della popolazione e dello sport (DDPS), emanare deroghe all'obbligo di perfezionamento per i lavori con radiazioni ionizzanti con un potenziale di rischio esiguo.

**Art. 10** Responsabilità in materia di formazione, perfezionamento e istruzione

<sup>1</sup> Sono responsabili della formazione e del perfezionamento:

- a. per le persone di cui all'articolo 9 capoverso 1 lettere a – c: il titolare della licenza;
- b. per le persone di cui all'articolo 9 capoverso 1 lettera e: le rispettive autorità, amministrazioni, organizzazioni e aziende; queste si assicurano di avere a

disposizione un numero sufficiente di persone formate e perfezionate in radioprotezione, corrispondente alle loro dimensioni e alla loro struttura.

<sup>2</sup> Sono responsabili dell'istruzione delle persone di cui all'articolo 9 capoverso 2 le rispettive autorità, amministrazioni, organizzazioni e aziende.

<sup>3</sup> Gli organismi responsabili hanno l'obbligo di organizzare e documentare i cicli di perfezionamento svolti nella loro azienda.

<sup>4</sup> I consulenti in materia di radon sono personalmente responsabili della loro formazione e del loro perfezionamento in radioprotezione.

### **Art. 11**            Formazione

<sup>1</sup> Le persone di cui all'articolo 9 capoverso 1 lettere b-d necessitano di una delle seguenti formazioni:

- a. una formazione riconosciuta in radioprotezione con esame finale;
- b. un'attestazione federale di formazione o di perfezionamento in una professione medica; oppure
- c. un'attestazione federale di formazione o di perfezionamento in una professione medica e una formazione riconosciuta in radioprotezione con esame finale.

<sup>2</sup> Il DFI determina, d'intesa con l'IFSN e con il DDPS, quale formazione sia necessaria per quali persone.

<sup>3</sup> Esso stabilisce, d'intesa con l'IFSN e con il DDPS, se sia necessario un riconoscimento della formazione per le seguenti persone:

- a. persone di cui all'articolo 9 capoverso 1 lettera a;
- b. persone di cui all'articolo 9 capoverso 1 lettera e.

### **Art. 12**            Perfezionamento

<sup>1</sup> Il perfezionamento è incentrato sulla conoscenza e sulle competenze che sono già state acquisite in occasione di una formazione. L'obiettivo è quello di aggiornare e ampliare la conoscenza, le nozioni sullo stato della tecnica e il loro impiego pratico.

<sup>2</sup> Le persone soggette all'obbligo di perfezionamento devono assolvere un perfezionamento ogni cinque anni.

<sup>3</sup> Il DFI può, d'intesa con l'IFSN e con il DDPS, e tenendo conto del potenziale di rischio:

- a. fissare intervalli di perfezionamento più brevi o più lunghi;
- b. prescrivere che il perfezionamento debba essere riconosciuto.

<sup>4</sup> Nel quadro delle loro competenze, le autorità di vigilanza (art. 182 cpv. 1) o il DDPS possono esigere che l'organismo responsabile segnali l'effettuazione, la forma, il contenuto e la portata del perfezionamento delle persone soggette all'obbligo di perfezionamento.

**Art. 13** Cicli di formazione e perfezionamento

<sup>1</sup> Le autorità di vigilanza e l'Istituto Paul Scherrer (IPS) organizzano, a seconda della richiesta, cicli di formazione e perfezionamento.

<sup>2</sup> Le autorità di vigilanza possono incaricare altri organismi o istituzioni di organizzare cicli di formazione e perfezionamento in radioprotezione.

<sup>3</sup> Il DDPS provvede affinché per le persone di cui all'articolo 9 capoverso 1 lettera e sia organizzato un numero sufficiente di cicli di formazione e perfezionamento. Esso coordina i cicli.

**Art. 14** Aiuti finanziari

<sup>1</sup> L'Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP) e l'IFSN possono accordare aiuti finanziari, entro i limiti dei crediti disponibili, a cicli di formazione o di perfezionamento in radioprotezione organizzati da terzi, in particolare da scuole, da organizzazioni specialistiche e dall'industria.

<sup>2</sup> Gli aiuti finanziari sono accordati soltanto se la formazione o il perfezionamento sono stati riconosciuti dall'autorità di vigilanza.

<sup>3</sup> Gli aiuti finanziari sono calcolati in modo che, assieme agli ulteriori introiti dell'organizzatore, non oltrepassino le spese che questi può documentare.

**Art. 15** Riconoscimento di cicli di formazione e perfezionamento individuali

<sup>1</sup> L'autorità di vigilanza riconosce l'equivalenza di una formazione o di un perfezionamento individuali che una persona ha conseguito all'estero o per un'altra attività se la formazione o il perfezionamento in questione soddisfano i requisiti di cui al capitolo 2.

**Art. 16** Banca dati della formazione e del perfezionamento

<sup>1</sup> Le autorità di vigilanza gestiscono insieme una banca dati della formazione e del perfezionamento in cui sono registrate tutte le persone soggette all'obbligo di formazione e perfezionamento. La banca dati contiene:

- a. le persone che soddisfano i presupposti per poter svolgere la funzione di periti di cui all'articolo 9 capoverso 1 lettera c;
- b. gli specialisti e i tecnici in radioprotezione di cui all'articolo 20 lettera b;
- c. le altre persone che necessitano di un perfezionamento riconosciuto di cui all'articolo 19 lettera b;
- d. i consulenti in materia di radon di cui all'articolo 170 capoverso 1.

<sup>2</sup> Lo scopo della banca dati è di:

- a. predisporre le necessarie informazioni concernenti la formazione e il perfezionamento della persona interessata per il rilascio di licenze;
- b. semplificare le pratiche amministrative necessarie al rilascio di licenze;
- c. semplificare le attività di vigilanza delle autorità nel campo della formazione e del perfezionamento individuale.

<sup>3</sup> I seguenti dati sono memorizzati nella banca dati:

- a. cognome, cognomi precedenti, nome;
- b. data di nascita;
- c. luogo di attinenza (per gli stranieri: luogo di nascita e nazionalità);
- d. formazione professionale;
- e. tipo, luogo e data delle formazioni in radioprotezione;
- f. tipo, luogo e data dei perfezionamenti in radioprotezione;
- g. data del riconoscimento dell'equivalenza per le formazioni e i perfezionamenti di cui all'articolo 15.

<sup>4</sup> I collaboratori competenti delle autorità di vigilanza sono autorizzati a elaborare con procedura online i dati di persone nel loro settore di vigilanza.

<sup>5</sup> Le istituzioni di formazione che offrono cicli di formazione e perfezionamento riconosciuti in radioprotezione possono registrare e consultare con procedura online i dati delle persone che hanno svolto la formazione o il perfezionamento presso la loro istituzione. Possono elaborare i dati relativi ai partecipanti ai cicli che hanno condotto esse stesse.

<sup>6</sup> I dati relativi a una persona sono cancellati dalla banca dati al più tardi 100 anni dopo la sua ultima formazione o perfezionamento riconosciuti, rispettivamente dopo la sua ultima attività come perito secondo l'articolo 9 capoverso 1 lettera c.

#### **Art. 17**            Autorità di riconoscimento

<sup>1</sup> Le autorità di seguito indicate riconoscono i seguenti cicli di formazione e perfezionamento:

- a. l'UFSP: per i settori della medicina, dell'insegnamento e della ricerca;
- b. l'IFSN: per il settore degli impianti nucleari;
- c. l'Istituto nazionale svizzero di assicurazione contro gli infortuni (Suva): per i settori dell'industria e del commercio;
- d. la Segreteria generale del Dipartimento federale della difesa, della protezione della popolazione e dello sport (SG DDPS): per le persone che, in ragione della loro attività presso autorità e amministrazioni, nella protezione della popolazione, nell'esercito e in organizzazioni e aziende che gestiscono infrastrutture o servizi pubblici critici, possono avere a che fare con radiazioni ionizzanti.

<sup>2</sup> In caso di incertezza riguardo alla competenza per il riconoscimento, l'UFSP, l'IFSN, la Suva e la SG DDPS si consultano tra loro.

<sup>3</sup> I cicli di formazione offerti da un'autorità di riconoscimento devono essere riconosciuti da un'autorità di riconoscimento diversa da quella che li offre.

## Capitolo 2: Contenuti del disciplinamento

### **Art. 18**           Contenuti del disciplinamento in generale

<sup>1</sup> Il DFI, d'intesa con l'IFSN e il DDPS, disciplina i cicli di formazione e perfezionamento, fissando segnatamente:

- a. gli obiettivi, i requisiti e la portata della formazione e del perfezionamento in radioprotezione;
- b. le competenze e le conoscenze che vanno acquisite dalle persone di cui all'articolo 9;
- c. i cicli di formazione e perfezionamento soggetti all'obbligo di riconoscimento di cui agli articoli 11, 12, 13, 15 e 17–20;
- d. i presupposti per il riconoscimento dei cicli di formazione e perfezionamento di cui alla lettera c;
- e. le materie d'esame e lo svolgimento degli esami stessi;
- f. le attività autorizzate per le persone con una formazione e un perfezionamento soggetti all'obbligo di riconoscimento nel campo della radioprotezione.

<sup>2</sup> Il DFI, d'intesa con l'IFSN e il DDPS, disciplina l'istruzione delle persone mobilitate di cui all'articolo 154, fissando in particolare:

- a. gli obiettivi dell'istruzione;
- b. le attività che le persone sono autorizzate a svolgere in base alla loro istruzione in radioprotezione.

### **Art. 19**           Contenuti del disciplinamento in medicina

<sup>1</sup> Il DFI disciplina i requisiti per la formazione e il perfezionamento in radioprotezione delle seguenti persone responsabili della radioprotezione di pazienti o animali:

- a. persone che prescrivono applicazioni diagnostiche con radiazioni ionizzanti nella medicina umana e nella chiropratica;
- b. medici che eseguono applicazioni mediche terapeutiche o diagnostiche con sorgenti di radiazioni;
- c. dentisti;
- d. chiropratici;
- e. veterinari.

<sup>2</sup> Esso disciplina inoltre i requisiti per la formazione e il perfezionamento delle seguenti persone in ambito medico attive in radioprotezione:

- a. fisici medici;
- b. assistenti di studio veterinario con attestato federale di capacità (AFC);
- c. assistenti dentali AFC;

- d. igienisti dentali con diploma di una scuola specializzata superiore (SSS);
- e. assistenti di studio medico AFC;
- f. tecnici di radiologia medica diplomati SSS;
- g. persone con un diploma di bachelor in radiologia medica;
- h. tecnici di sala operatoria diplomati SSS, tecnici di sala operatoria diplomati con un certificato di capacità dell'Associazione svizzera infermiere e infermieri ASI.

<sup>3</sup> A condizione che abbiano assolto una pertinente formazione in radioprotezione e adempiano all'obbligo di perfezionamento, le seguenti persone soddisfano i presupposti per esercitare la funzione di periti di cui all'articolo 16 LRaP nell'ambito della loro attività:

- a. medici e chiropratici con un pertinente titolo federale di perfezionamento;
- b. dentisti e veterinari con un pertinente diploma federale;
- c. fisici medici con una pertinente formazione;
- d. tecnici di radiologia medica (TRM) o persone con un diploma di bachelor in radiologia medica che hanno assolto una formazione pertinente.

#### **Art. 20**           Contenuti del disciplinamento per i settori non medici

Il DFI, d'intesa con l'IFSN e il DDPS, disciplina i requisiti per la formazione e il perfezionamento in radioprotezione delle seguenti persone:

- a. periti in radioprotezione e persone dei settori dell'industria, del commercio, dell'insegnamento e della ricerca che hanno a che fare con radiazioni ionizzanti;
- b. specialisti e tecnici in radioprotezione in impianti nucleari e all'IPS;
- c. consulenti in materia di radon;
- d. persone che, in ragione della loro attività presso autorità e amministrazioni, nella protezione della popolazione, nell'esercito e in organizzazioni e aziende che gestiscono infrastrutture o servizi pubblici critici, possono avere a che fare con radiazioni ionizzanti.

### **Titolo terzo: Situazioni di esposizione pianificate**

#### **Capitolo 1: Licenze**

##### **Sezione 1: Obbligo della licenza**

#### **Art. 21**           Attività e sorgenti di radiazioni soggette all'obbligo della licenza

<sup>1</sup> Sono soggette all'obbligo della licenza le attività di cui all'articolo 28 LRaP, nonché:

- a. la manipolazione di rifiuti, di sostanze residue o di materiali per il riciclaggio che possono contenere sorgenti radioattive orfane (art. 116);

- b. l'impiego di persone professionalmente esposte a radiazioni di cui all'articolo 63 capoverso 1 nella propria azienda o in un'azienda diversa in Svizzera o all'estero;
- c. la realizzazione di misure volte a garantire la qualità su impianti, su apparecchi di misurazione e diagnostici in medicina nucleare o su sistemi di ricezione e di riproduzione delle immagini della diagnostica medica;
- d. l'ulteriore uso di oggetti radiologicamente contaminati secondo l'articolo 160 capoverso 2.

<sup>2</sup> Sono soggette all'obbligo della licenza altre attività riguardanti la manipolazione di NORM se, per gli individui della popolazione, tale manipolazione può portare a una dose non trascurabile dal punto di vista della radioprotezione, in particolare:

- a. nel caso di una contaminazione dell'acqua potabile che può portare a una dose efficace supplementare di oltre 100  $\mu\text{Sv}$  all'anno per gli individui della popolazione;
- b. se viene superato un livello di esenzione di cui all'allegato 2.

<sup>3</sup> Sono soggette all'obbligo della licenza anche le sorgenti di radiazioni di cui all'articolo 29 lettera c LRaP.

## **Art. 22** Deroche all'obbligo della licenza

<sup>1</sup> Non soggiacciono all'obbligo della licenza:

- a. la manipolazione di sostanze radioattive solide o liquide:
  - 1. con un'attività specifica inferiore al livello di esenzione, o
  - 2. con un'attività assoluta inferiore al livello di licenza;
- b. la manipolazione di sostanze radioattive gassose con un'attività assoluta inferiore al livello di licenza;
- c. la manipolazione di beni di consumo contenenti sostanze radioattive con un'attività assoluta inferiore all'attività di 1 kg di una sostanza la cui attività specifica corrisponde al livello di esenzione;
- d. il trasporto di sostanze radioattive che si situano al di sotto della concentrazione di attività per i materiali esenti o dei limiti di attività per le spedizioni esenti, che sono fissati:
  - 1. nell'allegato A sottosezione 2.2.7.2 tabella 2.2.7.2.2.1 e 2.2.7.2.2.2 dell'Accordo europeo del 30 settembre 1957<sup>3</sup> relativo al trasporto internazionale su strada delle merci pericolose (ADR) e nell'ordinanza del

---

<sup>3</sup> **RS 0.741.621.** Gli allegati all'ADR non sono pubblicati nella RU né nella RS. Si possono consultare gratuitamente sul sito Internet della Commissione economica delle Nazioni Unite (UN) per l'Europa (UNECE, ECE): [www.unece.org](http://www.unece.org) > Legal Instruments and Recommendations > ADR; esemplari separati comprendenti le modifiche possono essere ordinati presso l'Ufficio federale delle costruzioni e della logistica, vendita pubblicazioni federali, 3003 Berna.

- 29 novembre 2002<sup>4</sup> concernente il trasporto di merci pericolose su strada (SDR); e
2. nel Regolamento concernente il trasporto internazionale per ferrovia delle merci pericolose (RID) secondo l'appendice C sottosezione 2.2.7.2 tabella 2.2.7.2.2.1 e 2.2.7.2.2.2 del protocollo del 3 giugno 1999<sup>5</sup> recante modifica della Convenzione relativa ai trasporti internazionali ferroviari (COTIF) del 9 maggio 1980 e nell'ordinanza del 31 ottobre 2012<sup>6</sup> concernente il trasporto di merci pericolose per ferrovia e tramite impianti di trasporto a fune (RSD);
- e. il trasporto di sostanze radioattive sotto forma di colli esenti:
1. secondo l'allegato A, sezione 3.2.1 tabella A (numeri ONU 2908, 2909, 2910, 2911 e 3507) ADR e secondo l'SDR;
  2. secondo la sezione 3.2.1 tabella A (numeri ONU 2908, 2909, 2910, 2911 e 3507) RID e secondo l'RSD;
  3. secondo l'articolo 16 dell'ordinanza del 17 agosto 2005<sup>7</sup> sul trasporto aereo (OTrA);
  4. secondo l'ordinanza del DATEC del 2 marzo 2010<sup>8</sup> sulla messa in vigore dell'Accordo europeo sul trasporto internazionale di merci pericolose per via navigabile interna.
- f. il trasporto di sostanze radioattive per via aerea (numeri ONU 2908, 2909, 2910, 2911, 2912, 2913, 2915, 2916, 2978, 3321, 3322, 3332 e 3507 conformemente all'allegato 18 della Convenzione del 7 dicembre 1944<sup>9</sup> relativa all'aviazione civile internazionale e alle relative disposizioni tecniche<sup>10</sup>);

---

4 **RS 741.621**

5 **RS 0.742.403.12** Gli allegati al RID non sono pubblicati nella RU né nella RS. Si possono consultare gratuitamente sul sito Internet dell'Organizzazione intergovernativa per i trasporti internazionali per ferrovia: [www.otif.org](http://www.otif.org) > Pubblicazioni > RID; esemplari separati comprendenti le modifiche possono essere ordinati presso l'Ufficio federale delle costruzioni e della logistica, vendita pubblicazioni federali, 3003 Berna.

6 **RS 742.412**

7 **RS 748.411**

8 **RS 747.224.141**

9 **RS 0.748.0.** Questo allegato non è pubblicato nella RU né nella RS. Può essere consultato sul sito Internet dell'Ufficio federale dell'aviazione civile (UFAC):

[www.ufac.admin.ch](http://www.ufac.admin.ch) > Documentazione > Basi legali > Diritto internazionale, o si può richiedere, contro rimborso, presso l'Organizzazione internazionale dell'aviazione civile (Organisation de l'aviation civile internationale, Groupe de la vente des documents, 999, rue de l'Université Montréal, Québec, Canada H3C 5H7). Può essere consultato presso l'Ufficio federale dell'aviazione civile, 3003 Berna.

10 Le prescrizioni tecniche non sono pubblicate nella RU né nella RS. Possono essere consultate in francese o in inglese presso l'Ufficio federale dell'aviazione civile (UFAC): [www.ufac.admin.ch](http://www.ufac.admin.ch) > Documentazione > Basi legali > Diritto internazionale, o si possono richiedere, contro rimborso, presso l'Organizzazione internazionale dell'aviazione civile (Organisation de l'aviation civile internationale, Groupe de la vente des documents, 999, rue de l'Université Montréal, Québec, Canada H3C 5H7). Si possono consultare anche presso i servizi d'informazione degli aeroporti nazionali in lingua francese e inglese; non sono tradotte né in italiano né in tedesco.

- g. il commercio, l'utilizzazione, il deposito, il trasporto, lo smaltimento, nonché l'importazione, l'esportazione e il transito di strumenti di cronometria finiti provvisti di sostanze radioattive, se corrispondenti alle norme ISO<sup>11</sup> 3157<sup>12</sup> e 4168<sup>13</sup>, nonché di un massimo di 1000 componenti di strumenti di cronometria contenenti pittura luminescente radioattiva;
- h. la manipolazione di apparecchi che emanano radiazioni parassite, purché la loro intensità di dose ambientale, misurata a una distanza di 10 cm dalla superficie, non superi 1  $\mu\text{Sv}/\text{h}$ <sup>14</sup>;
- i. la manipolazione di conglomerati metalliferi, minerali e rocce con un'attività specifica inferiore a 100 volte il livello di esenzione per l'uranio naturale e il torio naturale o se essi contengono meno di 10g di torio naturale o 100 g di uranio naturale;
- j. la manipolazione di sorgenti di radiazioni per le quali è stata rilasciata un'omologazione;
- k. le attività e le sorgenti di radiazioni soggette a licenza in virtù della legge federale del 21 marzo 2003<sup>15</sup> sull'energia nucleare (LENu);
- l. l'impiego di personale di volo professionalmente esposto a radiazioni da parte degli operatori di aeromobili.

## Sezione 2: Procedura di rilascio della licenza

### Art. 23 Autorità preposte al rilascio delle licenze

<sup>1</sup> Fatto salvo il capoverso 2, l'UFSP è l'autorità preposta al rilascio delle licenze per tutte le attività e le sorgenti di radiazioni soggette all'obbligo della licenza previste dalla presente ordinanza.

<sup>2</sup> All'IFSN compete il rilascio delle licenze per:

- a. le attività svolte negli impianti nucleari per le quali non è rilasciata una licenza in virtù della LENU<sup>16</sup>;
- b. gli esperimenti con sostanze radioattive nel quadro di indagini geologiche di cui all'articolo 35 LENU;

---

<sup>11</sup> International Organization for Standardization. Le norme tecniche della ISO concernenti la presente ordinanza si possono consultare gratuitamente presso l'UFSP, 3003 Berna. Si possono richiedere, contro rimborso, presso l'Associazione svizzera di normazione (SNV), Bürglistrasse 29, 8400 Winterthur; [www.snv.ch](http://www.snv.ch).

<sup>12</sup> ISO 3157, versione 1991-11, Radioluminescenza per strumenti orari, specifiche.

<sup>13</sup> SN ISO 4168, versione 2003-09, Strumenti orari – Condizioni per l'esecuzione di controlli dei depositi radioluminescenti.

<sup>14</sup> Sv = sievert; mSv = millisievert;  $\mu\text{Sv}$  = microsievert

<sup>15</sup> RS 732.1

<sup>16</sup> RS 732.1

- c. l'importazione e l'esportazione di sostanze radioattive destinate a impianti nucleari o provenienti da essi;
- d. il trasporto di sostanze radioattive provenienti da impianti nucleari o a essi destinate.

**Art. 24** Domande di licenza

<sup>1</sup> Le domande intese a ottenere il rilascio o il rinnovo della licenza devono essere presentate all'autorità preposta al rilascio assieme ai documenti richiesti.

<sup>2</sup> I richiedenti stranieri devono indicare un recapito svizzero.

<sup>3</sup> In caso di elevato potenziale di rischio, l'autorità preposta al rilascio delle licenze può richiedere in supplemento un'analisi del rischio.

<sup>4</sup> Il DFI e l'IFSN possono emanare disposizioni sulle prove e sui documenti richiesti nel loro ambito di competenza.

**Art. 25** Procedura ordinaria di rilascio della licenza

<sup>1</sup> L'autorità preposta al rilascio delle licenze valuta con procedura ordinaria le attività e le sorgenti di radiazioni soggette all'obbligo della licenza, fatti salvi gli articoli 26 e 27.

<sup>2</sup> Esamina i documenti presentati quanto a completezza, forma, contenuto e portata.

<sup>3</sup> Decide se sono necessari vincoli di dose riferiti alla sorgente e li stabilisce nella licenza.

**Art. 26** Procedura semplificata di rilascio della licenza

<sup>1</sup> L'UFSP può valutare con procedura semplificata le attività soggette all'obbligo della licenza che comportano un potenziale di rischio esiguo per l'essere umano e l'ambiente. Ciò riguarda in particolare:

- a. le applicazioni in medicina situate nell'ambito di dose debole (art. 37 cpv. 1);
- b. il funzionamento di impianti dotati di dispositivi di protezione totale o parziale;
- c. la manipolazione di sorgenti radioattive sigillate inferiori di 100 volte al livello di licenza.

<sup>2</sup> Nella procedura semplificata, l'UFSP esamina solamente la completezza e la forma dei documenti presentati.

**Art. 27** Omologazione per sorgenti di radiazioni

<sup>1</sup> L'UFSP può rilasciare un'omologazione per sorgenti di radiazioni che comportano un potenziale di rischio esiguo per l'essere umano e l'ambiente, specialmente se:

- a. mediante la costruzione, si impedisce che le persone siano esposte a radiazioni o contaminate da sostanze radioattive in modo inammissibile;

- b. si garantisce che, al termine del periodo d'impiego, le sorgenti radioattive siano effettivamente consegnate al centro di raccolta della Confederazione quali scorie radioattive se ciò fosse necessario; e
  - c. l'intensità di dose ambientale, misurata a una distanza di 10 cm dalla superficie, non supera 1  $\mu\text{Sv/h}$ .
- <sup>2</sup> L'UFSP esamina i documenti presentati quanto a completezza, forma, contenuto e portata.
- <sup>3</sup> Sottopone a una prova di omologazione le sorgenti di radiazioni per cui è prevista questa omologazione. A tale scopo, può avvalersi di altri servizi.
- <sup>4</sup> Nel rilasciare un'omologazione stabilisce:
- a. a quali condizioni le sorgenti radioattive possono essere manipolate alla stregua di sostanze inattive;
  - b. se e in che modo, al termine del periodo d'impiego, le sorgenti radioattive devono essere consegnate al centro di raccolta della Confederazione quali scorie radioattive;
  - c. se e in che modo le sorgenti di radiazioni devono essere contrassegnate da un apposito segnale definito dall'UFSP.

**Art. 28** Limite di validità e comunicazione

- <sup>1</sup> L'autorità preposta al rilascio delle licenze limita la validità a un massimo di dieci anni.
- <sup>2</sup> Essa comunica la propria decisione ai richiedenti, ai Cantoni interessati e all'autorità di vigilanza.

**Art. 29** Procedimento in caso di incertezze sulla competenza nella procedura di rilascio della licenza

- <sup>1</sup> Se un'attività concerne entrambe le autorità preposte al rilascio delle licenze, le procedure possono essere riunite.
- <sup>2</sup> È considerata autorità direttiva quella a cui, in funzione dei documenti presentati, la domanda si riferisce in misura preponderante.
- <sup>3</sup> L'autorità direttiva stabilisce la procedura d'intesa con l'altra autorità preposta al rilascio delle licenze.

**Art. 30** Banca dati delle licenze

- <sup>1</sup> L'UFSP gestisce una banca dati sulle licenze rilasciate ai sensi della presente ordinanza.
- <sup>2</sup> Lo scopo della banca dati è di:
- a. mettere a disposizione le informazioni necessarie per il rilascio di licenze;
  - b. semplificare le pratiche amministrative necessarie per il rilascio di licenze;
  - c. semplificare le attività di vigilanza delle autorità competenti.

<sup>3</sup> I seguenti dati riguardanti il titolare della licenza possono essere memorizzati nella banca dati:

- a. per le persone fisiche: cognome, nome e cognomi precedenti; per le persone giuridiche: la ditta della persona giuridica;
- b. indirizzo privato o professionale;
- c. per le persone fisiche: funzione e titolo accademico;
- d. numeri di telefono;
- e. indirizzi per la comunicazione elettronica;
- f. categoria di azienda;
- g. indicazioni di cui all'articolo 16 concernenti i periti in radioprotezione;
- h. numero d'identificazione delle imprese (IDI).

<sup>4</sup> Possono inoltre essere memorizzate nella banca dati indicazioni tecniche su sorgenti di radiazioni.

<sup>5</sup> Valgono i seguenti diritti di accesso individuali:

- a. I collaboratori della Divisione radioprotezione dell'UFSP, della Divisione competente dell'IFSN nonché del Settore fisica dell'Istituto nazionale svizzero di assicurazione contro gli infortuni (Suva) sono autorizzati a elaborare i dati della banca dati conformemente al disciplinamento specifico.
- b. Mediante una procedura di richiamo, i titolari delle licenze registrati sono autorizzati a visionare le loro licenze e i loro dati registrati nella banca dati e a formulare domande di modifica.
- c. È dato accesso ai dati ai responsabili delle applicazioni informatiche che si occupano di manutenzione, esercizio o programmazione, se ciò è necessario per l'adempimento dei loro compiti.

<sup>6</sup> I dati registrati nella banca dati sono cancellati da essa 100 anni dopo che la licenza è stata revocata o è diventata caduca.

### **Sezione 3: Obblighi del titolare della licenza**

#### **Art. 31**            Obblighi di carattere organizzativo

<sup>1</sup> Il titolare della licenza deve trasmettere al perito le competenze necessarie e mettergli a disposizione i mezzi necessari all'adempimento dei suoi compiti.

<sup>2</sup> Il titolare della licenza deve inoltre:

- a. stabilire per la propria azienda istruzioni relative ai metodi di lavoro e ai provvedimenti protettivi e sincerarsi che siano osservate;
- b. fissare per scritto le competenze dei diversi superiori gerarchici e dei periti come pure di coloro che manipolano sorgenti di radiazioni.

<sup>3</sup> Se il titolare della licenza occupa personale di aziende di servizi o di altre aziende a titolo di persone professionalmente esposte a radiazioni, deve richiamare

l'attenzione di tali aziende sulle prescrizioni determinanti in materia di radioprotezione.

**Art. 32** Obbligo d'informazione

Il titolare della licenza deve assicurarsi che tutte le persone presenti nell'azienda siano informate adeguatamente riguardo ai pericoli che possono derivare per la loro salute da un'attività lavorativa con radiazioni ionizzanti.

**Art. 33** Obbligo di notifica

<sup>1</sup> Il titolare della licenza deve notificare all'autorità di vigilanza tutte le modifiche di rilievo per la licenza.

<sup>2</sup> Il titolare è tenuto a notificare le seguenti modifiche prima della loro attuazione:

- a. le modifiche del rendimento dell'impianto, degli elementi costruttivi e architettonici come pure della direzione della radiazione (art. 35 cpv. 1 lett. a LRaP);
- b. il cambiamento del perito in radioprotezione (art. 32 cpv. 2 LRaP).

<sup>3</sup> Lo smarrimento o il furto di una sorgente radioattiva la cui attività supera il livello di licenza devono essere notificati immediatamente all'autorità di vigilanza.

## Capitolo 2: Esposizione della popolazione

**Art. 34** Limiti di dose per individui della popolazione

<sup>1</sup> La dose efficace di cui all'allegato 4 punto 1 non deve superare il limite di 1 mSv per anno civile.

<sup>2</sup> La dose equivalente di cui all'allegato 4 punto 1 non deve superare i limiti seguenti:

- a. cristallino: 15 mSv l'anno;
- b. pelle: 50 mSv l'anno.

**Art. 35** Accertamento delle dosi nei dintorni di aziende con una licenza di immissione di rifiuti radioattivi nell'ambiente

<sup>1</sup> L'autorità preposta al rilascio delle licenze può esigere dalle aziende con una licenza per l'immissione di sostanze radioattive nell'ambiente secondo gli articoli 122–128 un accertamento annuo delle dosi per gli individui della popolazione più esposti da parte dell'azienda.

<sup>2</sup> L'IFSN fissa in una direttiva i parametri per l'accertamento delle dosi di radiazioni per il suo ambito di vigilanza.

<sup>3</sup> L'UFSP può fissare parametri analoghi nella licenza per il suo ambito di vigilanza.

**Art. 36** Limiti di immissione

<sup>1</sup> Al di fuori dei perimetri aziendali, la media annua delle concentrazioni di sostanze radioattive nell'aria non deve superare, in luoghi accessibili, i limiti di immissione per l'aria ( $L_{\text{aria}}$ ) definiti nell'allegato 7.

<sup>2</sup> La media settimanale delle concentrazioni di sostanze radioattive nelle acque pubblicamente accessibili non deve superare i limiti di immissione per le acque ( $L_{\text{acque}}$ ) definiti nell'allegato 7.

<sup>3</sup> La radiazione esterna, al di fuori del perimetro aziendale, non deve portare a dosi ambientali maggiori di 5 mSv l'anno.

<sup>4</sup> Si deve in più garantire che nei locali di abitazione, di soggiorno e di lavoro, le dosi ambientali causate dalla radiazione esterna rimangano talmente basse che, considerando il tempo di permanenza, non possano portare a un superamento dei limiti di dose per gli individui della popolazione nonché dei vincoli di dose riferiti alla sorgente.

**Capitolo 3: Esposizioni mediche****Sezione 1: Ambiti di dose nelle metodiche per immagini a scopo medico****Art. 37**

Le esposizioni mediche si situano:

- a. nell'*ambito di dose debole* se portano a una dose efficace per il paziente inferiore a 1 mSv; in questo ambito rientrano, in particolare, le radiografie dentali, quelle del torace o quelle delle estremità;
- b. nell'*ambito di dose medio* se portano a una dose efficace per il paziente compresa tra 1 mSv e 5 mSv; ne fanno parte, in particolare, gli esami dello scheletro assiale, del bacino e dell'addome, nonché talune tomografie computerizzate monofase;
- c. nell'*ambito di dose forte* se la dose efficace per il paziente è superiore a 5 mSv; vi appartengono, in particolare, la maggior parte delle tomografie computerizzate e degli esami di medicina nucleare o gli interventi di radiologia interventistica.

**Sezione 2: Giustificazione medica****Art. 38** Giustificazione sostanziale

Le esposizioni mediche sono sostanzialmente considerate giustificate, fatti salvi gli articoli 39 e 40.

**Art. 39** Giustificazione di procedure diagnostiche o terapeutiche

<sup>1</sup> Un'applicazione generale di procedure diagnostiche o terapeutiche deve essere giustificata preventivamente.

<sup>2</sup> La giustificazione di procedure diagnostiche o terapeutiche esistenti va verificata appena ci sono prove nuove e rilevanti circa l'efficacia o le conseguenze delle procedure.

<sup>3</sup> La Commissione federale della radioprotezione (CPR) elabora e pubblica, in collaborazione con le associazioni professionali o di categoria interessate, raccomandazioni<sup>17</sup> a giustificazione delle procedure di cui ai capoversi 1 e 2.

#### **Art. 40** Giustificazione dell'applicazione individuale

<sup>1</sup> Chi prescrive o esegue applicazioni deve tenere conto di informazioni diagnostiche già presenti e dell'anamnesi per evitare inutili esposizioni a radiazioni.

<sup>2</sup> Chi prescrive applicazioni deve determinare un'indicazione, documentarla e trasmetterla al medico che le esegue.

<sup>3</sup> Ospedali, istituti di radiologia e medici invianti devono elaborare direttive per l'invio e utilizzarle. Le direttive per l'invio devono basarsi su direttive o raccomandazioni nazionali o internazionali.

<sup>4</sup> Ogni applicazione deve essere giustificata preventivamente dal medico che la esegue, considerando gli obiettivi dell'esposizione e le caratteristiche individuali della persona interessata.

<sup>5</sup> Una procedura diagnostica o terapeutica non giustificata in virtù dell'articolo 39 può tuttavia, a seconda della situazione, essere giustificata quale applicazione individuale specifica per un singolo paziente. Ciò deve essere motivato e documentato, nel singolo caso, dal medico che la esegue.

#### **Art. 41** Esami radiologici su vasta scala

<sup>1</sup> Un esame radiologico su vasta scala è un esame radiologico svolto sistematicamente su un numero elevato di persone, senza indicazione individuale. Non sono considerati esami su vasta scala gli esami preventivi di medicina del lavoro.

<sup>2</sup> Gli esami radiologici su vasta scala possono essere eseguiti solamente nell'ambito di un programma. Devono essere ordinati da un'autorità sanitaria.

<sup>3</sup> Essi devono soddisfare i criteri di qualità fissati dall'autorità sanitaria competente nell'ambito del programma.

#### **Art. 42** Metodiche per immagini sull'essere umano a scopi non medici

<sup>1</sup> Le attività connesse con un'esposizione a metodiche per immagini a scopi non medici devono essere giustificate preventivamente, considerando gli obiettivi particolari della metodica e le caratteristiche della persona interessata.

<sup>2</sup> Sono vietate le esposizioni nell'ambito di dose medio o forte per visite di idoneità.

<sup>3</sup> Se un'esposizione è ordinata da un'autorità di perseguimento penale, di sicurezza o doganale, la metodica per immagini deve essere applicata con la dose più debole possibile che permetta di fornire una risposta all'interrogativo. Se un'esposizione

---

<sup>17</sup> [www.bag.admin.ch/ksr-cpr](http://www.bag.admin.ch/ksr-cpr)

non può essere eseguita nell'ambito di dose debole, ciò deve essere giustificato e documentato.

<sup>4</sup> Se sono eseguite esposizioni di routine per ragioni di sicurezza, alle persone esaminate si deve dare la possibilità di scegliere un altro tipo di esame senza radiazioni ionizzanti.

### **Sezione 3: Ottimizzazione medica**

#### **Art. 43** Ottimizzazione di esposizioni mediche

<sup>1</sup> Per esami medici di radiologia diagnostica e interventistica e di medicina nucleare, il titolare della licenza deve mantenere le dosi di radiazioni al livello più debole possibile per acquisire la necessaria immagine.

<sup>2</sup> In tutte le esposizioni terapeutiche deve eseguire una pianificazione dosimetrica individuale del volume bersaglio. Le dosi per gli organi a rischio devono essere mantenute al livello più debole possibile, tenendo in considerazione lo scopo radio-terapeutico previsto dell'irradiazione.

<sup>3</sup> Ai fini della protezione dei pazienti, il processo di ottimizzazione comprende in particolare:

- a. la scelta dell'equipaggiamento idoneo, incluso il software;
- b. la garanzia di una qualità costante dell'informazione diagnostica adeguata o del successo terapeutico;
- c. l'osservanza degli aspetti pratici della procedura;
- d. la garanzia della qualità;
- e. il rilevamento e la valutazione della dose del paziente o dell'attività di emissione;
- f. l'utilizzazione di parametri di regolazione adeguati o di radionuclidi adeguati;
- g. l'impiego di rilevatori sensibili;
- h. l'impiego dei dispositivi necessari alla protezione dei pazienti per ogni impianto medico.

<sup>4</sup> Il processo di ottimizzazione non deve portare a dosi più forti per il personale.

<sup>5</sup> Il DFI può emanare disposizioni sull'ottimizzazione tecnica per la protezione dei pazienti.

#### **Art. 44** Obbligo di documentazione

Il titolare della licenza deve documentare tutte le esposizioni terapeutiche e diagnostiche nell'ambito di dose medio o forte e nella mammografia, in modo che sia possibile stabilire a posteriori la dose di radiazione del paziente.

**Art. 45** Rilevamento delle dosi di radiazione mediche

<sup>1</sup> L'UFSP rileva periodicamente, tuttavia almeno ogni dieci anni, le dosi di radiazione delle esposizioni mediche nella popolazione.

<sup>2</sup> Può richiedere ai titolari delle licenze dati riguardanti applicazioni terapeutiche, diagnostiche, interventistiche o di medicina nucleare, in particolare:

- a. data, tipo e regione anatomica dell'applicazione;
- b. parametri di esposizione;
- c. valori della dose di radiazione o valori d'attività;
- d. caratteristiche dell'impianto;
- e. sesso, età, altezza e peso dei pazienti;
- f. numero delle applicazioni eseguite di volta in volta, suddiviso per tipo e regione anatomica dell'applicazione.

<sup>3</sup> Può incaricare terzi di allestire statistiche. Comunica loro i dati necessari a tale scopo.

**Art. 46** Livelli diagnostici di riferimento

<sup>1</sup> L'UFSP pubblica raccomandazioni concernenti la dose di radiazione nel caso di esami diagnostici, interventistici o di medicina nucleare sotto forma di livelli diagnostici di riferimento.

<sup>2</sup> Sulla base dei dati di cui all'articolo 45 capoverso 2, esegue a tale scopo rilevamenti nazionali, tiene conto di raccomandazioni internazionali e pubblica i risultati.

<sup>3</sup> Il titolare della licenza deve analizzare periodicamente la propria prassi e motivare le divergenze rispetto ai livelli diagnostici di riferimento.

**Art. 47** Coinvolgimento di fisici medici

<sup>1</sup> Nelle esposizioni mediche il titolare della licenza deve coinvolgere un fisico medico. La portata del coinvolgimento dipende dal rischio radiologico dell'applicazione. Vale quanto segue:

- a. nelle applicazioni radioterapeutiche il fisico medico deve essere strettamente coinvolto; sono escluse le applicazioni standardizzate nella medicina nucleare;
- b. nelle applicazioni standardizzate nella medicina nucleare, nella tomografia computerizzata, in applicazioni di radiologia interventistica nonché nella fluoroscopia nell'ambito di dose medio, il fisico medico deve essere coinvolto;
- c. nelle applicazioni di esami tecnologicamente complessi o di nuove tecniche di esame nell'ambito di dose medio e debole, il fisico medico deve essere coinvolto su richiesta dell'autorità di vigilanza.

<sup>2</sup> Il DFI stabilisce la portata del coinvolgimento del fisico medico per gli ambiti di applicazione specifici.

**Art. 48** Persone che assistono pazienti a titolo non professionale

<sup>1</sup> Il titolare della licenza deve provvedere affinché le persone che collaborano a titolo non professionale all'assistenza e alla cura di pazienti siano informate sulla propria esposizione e i suoi rischi.

<sup>2</sup> Per le persone che assistono pazienti a titolo non professionale vige un vincolo di dose di 5 mSv di dose efficace per anno.

<sup>3</sup> In caso di accertamento di un superamento del vincolo di dose, il titolare della licenza deve informare la persona interessata.

<sup>4</sup> Il DFI può stabilire vincoli di dose specifici per procedure mediche speciali.

**Sezione 4: Pazienti****Art. 49** Informazione e consenso del paziente

I pazienti devono essere informati su rischi e benefici dell'esposizione medica.

**Art. 50** Pediatria

Le esposizioni mediche dei bambini devono essere eseguite con parametri di esposizione ottimizzati appositamente per questo gruppo di pazienti. Si devono considerare in particolare:

- a. la corporatura;
- b. la sensibilità alle radiazioni;
- c. la possibilità di impiegare ausili tecnici speciali.

**Art. 51** Pazienti in stato di gravidanza e pazienti che allattano

<sup>1</sup> In caso di esposizioni nell'ambito di dose medio o forte nonché di esposizioni terapeutiche, il medico che le esegue deve accertare se la paziente è in stato di gravidanza.

<sup>2</sup> In presenza di una gravidanza o se questa non può essere esclusa, occorre ponderare tale circostanza nel giustificare la necessità dell'esposizione. Per l'ottimizzazione devono essere considerate sia la dose per il nascituro, sia quella per la madre.

<sup>3</sup> Se l'utero di una paziente in stato di gravidanza si trova nella regione anatomica da esaminare, va documentata la dose per l'utero.

<sup>4</sup> Nel caso di esposizioni di medicina nucleare, le donne che allattano devono essere informate sulla necessità e sulla durata di un'eventuale interruzione dell'allattamento a causa della contaminazione del latte materno.

**Sezione 5: Audit clinici nella medicina umana****Art. 52** Audit clinici

<sup>1</sup> Lo scopo degli audit clinici è di assicurare che le esposizioni mediche siano giustificate e ottimizzate e che la qualità e il risultato dell'assistenza ai pazienti migliorino di continuo.

<sup>2</sup> Gli audit clinici comprendono la verifica sistematica dei processi concernenti i pazienti e il personale delle procedure radiologiche con radiazioni ionizzanti nella diagnostica e nella terapia.

<sup>3</sup> Devono essere eseguiti per le seguenti applicazioni mediche delle radiazioni:

- a. tomografia computerizzata;
- b. medicina nucleare;
- c. radio-oncologia;
- d. procedure diagnostiche e terapeutiche interventistiche con impiego di radioscopia.

<sup>4</sup> L'UFSP può predisporre ogni cinque anni un audit clinico per il titolare della licenza.

#### **Art. 53** Coordinamento ed esecuzione

<sup>1</sup> L'UFSP può dare incarico a terzi del coordinamento e dell'esecuzione di audit clinici.

<sup>2</sup> Si tratta di esperti di differenti istituzioni e associazioni di specialisti.

<sup>3</sup> L'UFSP mette a disposizione dei terzi incaricati i dati necessari sui titolari delle licenze sottoposti ad audit da parte di essi.

<sup>4</sup> Se nell'analisi degli audit i terzi incaricati accertano notevoli divergenze dagli standard stabiliti, essi sono tenuti a informare l'UFSP.

#### **Art. 54** Requisiti e compiti degli auditor

<sup>1</sup> Gli auditor devono:

- a. disporre di un'esperienza professionale pluriennale nel loro settore specifico;
- b. essere indipendenti dai titolari delle licenze sottoposti ad audit.

<sup>2</sup> Essi eseguono gli audit e ne confrontano i risultati con direttive nazionali e internazionali per la buona prassi di lavoro.

#### **Art. 55** Autovalutazione e manuale di qualità dei titolari delle licenze

<sup>1</sup> I titolari delle licenze eseguono annualmente un'autovalutazione dei propri processi.

<sup>2</sup> Presentano agli auditor il proprio manuale di qualità.

<sup>3</sup> Il manuale di qualità deve contenere almeno una descrizione dettagliata dei seguenti punti:

- a. competenze e responsabilità;
- b. parco apparecchi diagnostici e terapeutici;

- c. perfezionamento del personale;
  - d. raccomandazioni ai medici invianti riguardo ai requisiti delle applicazioni mediche di radiazioni o agli invii;
  - e. provvedimenti per l'osservanza dell'articolo 40 capoverso 4;
  - f. verbali d'esame e verbali di trattamento e informazioni destinate ai pazienti;
  - g. documentazione delle dosi di radiazione (art. 44);
  - h. allestimento e comunicazione del referto, memorizzazione e trasferimento dei dati;
  - i. garanzia della qualità;
  - j. autovalutazione.
- <sup>4</sup> Se nella propria azienda non è possibile soddisfare il requisito di cui al capoverso 3 lettera e, il medico che esegue l'applicazione deve:
- a. comunicare al medico inviante le direttive per l'invio applicabili per lui;
  - b. assicurarsi che il medico inviante rispetti le direttive; e
  - c. documentare l'osservanza di cui alla lettera b nel manuale di qualità.

## Sezione 6: Ricerca sull'essere umano

### Art. 56 Autorizzazioni

<sup>1</sup> Lo svolgimento di progetti di ricerca con applicazione di sorgenti di radiazioni sull'essere umano necessita di un'autorizzazione di cui all'articolo 45 della legge del 30 settembre 2011<sup>18</sup> sulla ricerca umana.

<sup>2</sup> Per condurre sperimentazioni cliniche con agenti terapeutici che possono emettere radiazioni ionizzanti occorre inoltre un'autorizzazione ai sensi dell'articolo 54 della legge del 15 dicembre 2000<sup>19</sup> sugli agenti terapeutici (LATer).

### Art. 57 Vincoli di dose e calcolo delle dosi

<sup>1</sup> Per i progetti di ricerca per i quali non sono attesi benefici diretti per le persone partecipanti vige un vincolo di dose di 5 mSv di dose efficace l'anno.

<sup>2</sup> A titolo eccezionale, il vincolo di dose di cui al capoverso 1 può, tenuto conto dell'età, della capacità riproduttiva, della speranza di vita o dello stato di salute, arrivare fino a 20 mSv di dose efficace l'anno, sempre che ciò sia assolutamente necessario per motivi metodologici.

<sup>3</sup> In caso di procedure combinate, per il calcolo o la stima delle dosi di persone partecipanti, si deve tenere conto di tutte le sorgenti di radiazioni.

<sup>4</sup> Nel calcolo o nella stima delle dosi deve essere considerato il fattore di incertezza.

---

<sup>18</sup> RS **810.30**

<sup>19</sup> RS **812.21**

## Sezione 7: Radiofarmaci

### Art. 58 Immissione in commercio e applicazione

<sup>1</sup> Per l'immissione in commercio e l'applicazione di radiofarmaci sull'essere umano si applicano le disposizioni della LATer. In particolare, prima dell'immissione in commercio i radiofarmaci devono essere omologati dall'Istituto svizzero per gli agenti terapeutici.

<sup>2</sup> Il consenso dell'UFSP è necessario per:

- a. l'omologazione di radiofarmaci di cui all'articolo 9 capoverso 1 LATer;
- b. l'omologazione semplificata di radiofarmaci di cui all'articolo 14 capoverso 1 lettera d LATer;
- c. l'autorizzazione temporanea di radiofarmaci di cui all'articolo 9 capoverso 4 LATer.

<sup>3</sup> L'UFSP dà il suo consenso all'impiego di radiofarmaci tenendo conto del rispetto degli aspetti di radioprotezione, basandosi sui documenti ricevuti nell'ambito della domanda di omologazione, nonché sulla valutazione e sulla motivazione della Commissione tecnica per i radiofarmaci.

<sup>4</sup> I radiofarmaci devono essere contrassegnati come tali. Il contrassegno deve contenere almeno le seguenti indicazioni:

- a. la designazione del preparato;
- b. il segnale di pericolo di cui all'allegato 8;
- c. i radionuclidi (prodotti principali e impurità), le loro forme chimiche e le loro attività a una determinata data;
- d. le altre forme chimiche presenti dei radionuclidi;
- e. le sostanze non radioattive aggiunte;
- f. la prima e l'ultima data in cui i radiofarmaci possono essere utilizzati.

### Art. 59 Sintesi, preparazione e controllo di qualità

<sup>1</sup> Chi sintetizza, prepara o applica radiofarmaci sull'essere umano è tenuto ad eseguire controlli di qualità.

<sup>2</sup> L'UFSP può prelevare in qualsiasi momento campioni per accertare se i presupposti di cui all'articolo 58 sono ancora soddisfatti. A tale scopo, può avvalersi di laboratori specializzati.

<sup>3</sup> Il DFI stabilisce i dettagli della preparazione, della sintesi e dei controlli di qualità di radiofarmaci; nel fare ciò tiene conto delle direttive nazionali e internazionali, in particolare della direttiva cGRPP<sup>20</sup> della EANM<sup>21</sup> del marzo 2007.

#### **Art. 60** Commissione tecnica per i radiofarmaci

<sup>1</sup> La Commissione tecnica per i radiofarmaci (CTRF) è una commissione consultiva permanente ai sensi dell'articolo 8a capoverso 2 dell'ordinanza del 25 novembre 1998<sup>22</sup> sull'organizzazione del Governo e dell'Amministrazione.

<sup>2</sup> Consiglia l'Istituto svizzero per gli agenti terapeutici e l'UFSP per le questioni legate alla radiofarmaceutica. Allestisce perizie in merito a:

- a. domande di omologazione di radiofarmaci;
- b. questioni rilevanti per la sicurezza relative ai radiofarmaci.

<sup>3</sup> La CTRF è composta di periti dei settori scientifici della medicina nucleare, della farmacia, della chimica e della radioprotezione.

<sup>4</sup> Il Consiglio federale, su proposta del DFI, ne nomina il presidente, il vicepresidente e gli ulteriori membri.

<sup>5</sup> L'UFSP e l'Istituto svizzero per gli agenti terapeutici possono proporre al DFI la nomina di supplenti e di nuovi membri.

### **Sezione 8: Evento radiologico medico**

#### **Art. 61** Definizione

Un evento radiologico medico è un evento imprevisto, un'azione sconsigliata o non appropriata con o senza effettive conseguenze, che ha portato o avrebbe potuto portare all'esposizione non intenzionale di pazienti in seguito a carenze nel programma di garanzia della qualità, malfunzionamento tecnico, manipolazioni errate o altri errori umani.

#### **Art. 62** Obblighi

<sup>1</sup> Il titolare della licenza deve tenere un registro degli eventi radiologici medici.

<sup>2</sup> Deve analizzare periodicamente con un gruppo di lavoro interdisciplinare gli eventi radiologici medici accaduti e procedere ai necessari adeguamenti d'esercizio per impedire il verificarsi di eventi analoghi.

<sup>3</sup> Deve notificare all'autorità di vigilanza entro 30 giorni i seguenti eventi radiologici medici:

---

<sup>20</sup> Guidelines on current Good Radiopharmacy Practice in the Production of Radiopharmaceuticals, versione 2 del marzo 2007.

<sup>21</sup> European Association of Nuclear Medicine. Le direttive della EANM concernenti la presente ordinanza possono essere consultate sul sito Internet dell'EANM [www.eanm.org](http://www.eanm.org).

<sup>22</sup> RS 172.010.1

- a. le esposizioni impreviste che hanno portato o avrebbero potuto portare nel paziente, potenzialmente o effettivamente, a una moderata lesione di un organo, a una moderata deficienza funzionale o a gravi danni;
- b. gli scambi di paziente o di organo in caso di esposizioni terapeutiche o di esposizioni diagnostiche nell'ambito di dose forte;
- c. le esposizioni impreviste durante le quali il paziente è stato esposto a una dose efficace superiore a 100 mSv.

<sup>4</sup> Per gli eventi radiologici medici di cui al capoverso 3 occorre eseguire un'inchiesta con relativo rapporto ai sensi dell'articolo 142.

## **Capitolo 4: Esposizioni professionali**

### **Sezione 1: Persone professionalmente esposte a radiazioni**

#### **Art. 63** Definizione e principi

<sup>1</sup> Sono considerate professionalmente esposte a radiazioni le persone che:

- a. in virtù della loro attività professionale o della loro formazione professionale possono superare un limite di dose per gli individui della popolazione di cui all'articolo 34;
- b. almeno una volta a settimana lavorano o ricevono una formazione professionale in zone controllate di cui all'articolo 91 capoverso 2;
- c. almeno una volta a settimana lavorano o ricevono una formazione professionale in zone sorvegliate di cui all'articolo 97 e nel far questo possono essere esposte a un'intensità di dose ambientale elevata;
- d. sul posto di lavoro sono esposte a una concentrazione di radon integrata su un mese che supera 170 kBq/m<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Il titolare della licenza o, per il personale di volo, l'operatore di aeromobili, determinano le persone che nell'azienda sono professionalmente esposte a radiazioni.

<sup>3</sup> Informa periodicamente le persone professionalmente esposte a radiazioni nella propria azienda in merito:

- a. alle dosi di radiazione previste nell'ambito della loro attività;
- b. ai limiti di dose loro applicabili;
- c. ai rischi per la salute che comporta la loro attività;
- d. ai provvedimenti di radioprotezione sostanziali che devono essere osservati per la loro attività;
- e. ai rischi di un'esposizione a radiazioni per il nascituro.

#### **Art. 64** Categorie

<sup>1</sup> L'autorità preposta al rilascio delle licenze suddivide le persone professionalmente esposte a radiazioni per la sorveglianza nelle categorie A e B.

<sup>2</sup> Alla categoria A appartengono le persone che:

- a. nella loro attività professionale possono accumulare annualmente le seguenti dosi:
  1. una dose efficace superiore a 6 mSv;
  2. una dose equivalente per il cristallino superiore a 15 mSv, o
  3. una dose equivalente per pelle, mani e piedi superiore a 150 mSv;
- b. sul posto di lavoro sono esposte a una concentrazione di radon integrata su un mese che supera 170 kBq h/ m<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Alla categoria B appartengono tutte le persone professionalmente esposte a radiazioni che non appartengono alla categoria A.

<sup>4</sup> Le attività per l'esecuzione delle quali sussiste un rischio trascurabile di accumulare dosi di cui al capoverso 2 lettera a possono essere svolte da persone professionalmente esposte a radiazioni della categoria B. Vi rientrano, in particolare:

- a. attività nell'esercizio di impianti radiologici diagnostici in studi medici, dentistici e veterinari, salvo che nell'ambito di dose forte;
- b. attività quale personale di volo professionalmente esposto a radiazioni.

<sup>5</sup> Se il richiedente o il titolare della licenza fornisce la prova che un'attività può essere svolta da persone professionalmente esposte a radiazioni della categoria B, può chiedere all'autorità di vigilanza l'assegnazione di queste persone alla categoria B.

**Art. 65**            Giovani, donne in stato di gravidanza e donne che allattano

<sup>1</sup> Le persone di età inferiore a 16 anni non possono essere esposte professionalmente a radiazioni.

<sup>2</sup> Per i giovani di età superiore a 16 anni e le donne in stato di gravidanza valgono i limiti di dose speciali di cui all'articolo 69.

<sup>3</sup> Dal momento in cui è constatato lo stato di gravidanza e fino al termine della stessa, l'esposizione alle radiazioni delle donne in stato di gravidanza deve essere accertata mensilmente.

<sup>4</sup> Il DFI definisce per quali attività le donne in stato di gravidanza devono essere equipaggiate con un ulteriore dosimetro personale attivo.

<sup>5</sup> Le donne in stato di gravidanza devono, su richiesta, essere esentate dalle seguenti attività:

- a. dal servizio di volo;
- b. da lavori con sostanze radioattive in cui sussiste il rischio di un'incorporazione o di una contaminazione radioattiva;
- c. da lavori che possono essere eseguiti solamente da una persona esposta professionalmente a radiazioni della categoria A.

<sup>6</sup> Le donne che allattano non possono eseguire lavori con sostanze radioattive in cui sussiste il rischio di un'incorporazione o di una contaminazione radioattiva.

**Art. 66** Personale di volo

Nel caso di personale di volo esposto professionalmente a radiazioni l'esposizione alle radiazioni deve essere ottimizzata nell'allestimento di piani di lavoro.

**Art. 67** Prevenzione nel settore della medicina del lavoro

<sup>1</sup> I lavoratori dipendenti professionalmente esposti a radiazioni sono assoggettati alla prevenzione nel settore della medicina del lavoro di cui agli articoli 70–89 dell'ordinanza del 19 dicembre 1983<sup>23</sup> sulla prevenzione degli infortuni.

<sup>2</sup> Per i lavoratori indipendenti professionalmente esposti a radiazioni la Suva stabilisce il tipo di provvedimenti medici e la frequenza dei controlli.

**Sezione 2: Limitazioni delle dosi****Art. 68** Limiti di dose

<sup>1</sup> Per le persone professionalmente esposte a radiazioni, la dose efficace non deve superare il limite di 20 mSv per anno civile.

<sup>2</sup> Eccezionalmente e con l'approvazione dell'autorità di vigilanza, per queste persone il limite per la dose efficace può raggiungere 50 mSv per anno civile, purché la dose totale accumulata nei cinque anni precedenti, compreso l'anno in corso, sia inferiore a 100 mSv.

<sup>3</sup> Per queste persone la dose equivalente non può superare i seguenti limiti:

- a. per il cristallino 20 mSv per anno civile o 100 mSv per la dose totale accumulata in cinque anni consecutivi, senza tuttavia superare 50 mSv in un singolo anno;
- b. per pelle, mani e piedi 500 mSv per anno civile.

<sup>4</sup> Le persone professionalmente esposte a radiazioni di un'azienda straniera possono accumulare in Svizzera soltanto 20 mSv, tolta la dose già ricevuta nell'anno civile in corso.

**Art. 69** Limite di dose per i giovani e le donne in stato di gravidanza

<sup>1</sup> Per le persone di età compresa tra 16 e 18 anni la dose efficace non può superare il limite di 6 mSv per anno civile.

<sup>2</sup> Le donne in stato di gravidanza possono essere impiegate quali persone professionalmente esposte a radiazioni solamente se è garantito che, dal momento in cui è constatato lo stato di gravidanza e fino al termine della stessa, non viene superata la dose efficace di 1 mSv.

**Art. 70** Provvedimenti in caso di superamento dei limiti di dose

<sup>1</sup> Se una persona professionalmente esposta a radiazioni supera un limite di dose di cui all'articolo 68 capoversi 1 o 3 e all'articolo 69, per il resto dell'anno civile può accumulare al massimo:

- a. una dose efficace di 1 mSv;
- b. una dose equivalente di 2 mSv per il cristallino e di 50 mSv per la pelle, le mani e i piedi.

<sup>2</sup> In caso di superamento del limite di cui all'articolo 69 capoverso 1, le donne in stato di gravidanza non devono più essere impiegate in zona controllata per il resto della gravidanza.

<sup>3</sup> È fatto salvo il consenso dell'autorità di vigilanza di cui all'articolo 68 capoverso 2.

**Art. 71** Controllo medico in caso di superamento dei limiti di dose

<sup>1</sup> Se una persona supera un limite di dose di cui all'articolo 68 o 69, l'autorità di vigilanza decide se tale persona deve essere sottoposta a controllo medico.

<sup>2</sup> Il medico comunica il risultato della visita, con una proposta circa i provvedimenti da adottare all'interessato, al datore di lavoro e all'autorità di vigilanza. Informa la Suva, se si tratta di un lavoratore dipendente.

<sup>3</sup> Il medico comunica inoltre all'autorità di vigilanza e alla Suva:

- a. i dati relativi a danni precoci riscontrati;
- b. i dati relativi a malattie o particolari predisposizioni che rendono necessaria una decisione di idoneità;
- c. i dati relativi alla dosimetria biologica.

<sup>4</sup> La Suva conserva questi dati per 100 anni.

<sup>5</sup> Per le persone che non sono in un rapporto di lavoro, l'autorità di vigilanza adotta i provvedimenti necessari. Può disporre un'esclusione temporanea o permanente da lavori quale persona professionalmente esposta a radiazioni.

**Art. 72** Vincoli di dose

<sup>1</sup> Il titolare della licenza o, per il personale di volo, l'operatore di aeromobili, stabilisce vincoli di dose per ottimizzare la radioprotezione per le persone professionalmente esposte a radiazioni.

<sup>2</sup> Il principio dell'ottimizzazione è considerato soddisfatto per le attività che, per le persone professionalmente esposte a radiazioni, non comportano una dose efficace superiore a 100 µSv per anno civile.

<sup>3</sup> In caso di superamento del vincolo di dose deve essere verificata la prassi di lavoro e migliorata la radioprotezione.

### Sezione 3: Accertamento della dose di radiazione (dosimetria)

**Art. 73** Dosimetria per le persone professionalmente esposte a radiazioni della categoria A

<sup>1</sup> Per le persone professionalmente esposte a radiazioni della categoria A, l'esposizione alle radiazioni va accertata individualmente e conformemente all'allegato 4 (dosimetria individuale).

<sup>2</sup> L'esposizione alle radiazioni esterna va accertata mensilmente.

<sup>3</sup> L'autorità di vigilanza può autorizzare deroghe ai capoversi 1 e 2, qualora sia a disposizione un sistema di dosimetria supplementare o un altro sistema idoneo di sorveglianza della dose.

<sup>4</sup> D'intesa con l'IFSN, il DFI stabilisce come e a quali intervalli di tempo va accertata l'esposizione alle radiazioni interna. A tal fine considera le condizioni di lavoro e i radionuclidi impiegati.

<sup>5</sup> D'intesa con l'IFSN, disciplina quando debba essere impiegato un secondo sistema di dosimetria autonomo che adempie una funzione supplementare.

**Art. 74** Dosimetria per le persone professionalmente esposte a radiazioni della categoria B

<sup>1</sup> Per le persone professionalmente esposte a radiazioni della categoria B, l'esposizione alle radiazioni va accertata individualmente e conformemente all'allegato 4 (dosimetria individuale).

<sup>2</sup> L'esposizione alle radiazioni esterna va accertata almeno ogni trimestre. È fatto salvo l'articolo 65 capoverso 3.

<sup>3</sup> L'autorità di vigilanza può autorizzare deroghe ai capoversi 1 e 2, qualora:

- a. sia a disposizione un altro sistema idoneo di sorveglianza della dose;
- b. non sia a disposizione un sistema idoneo di sorveglianza della dose, ma si adottino elevate misure di radioprotezione.

**Art. 75** Determinazione della dose di radiazioni per mezzo di calcoli

<sup>1</sup> Per il personale di volo può avere luogo una determinazione della dose di radiazioni per mezzo di calcoli da parte dell'operatore di aeromobili stesso.

<sup>2</sup> Per altri casi in cui la misurazione individuale della dose non è idonea, la determinazione della dose di radiazioni per mezzo di calcoli da parte del titolare della licenza richiede l'approvazione dell'autorità di vigilanza.

<sup>3</sup> Il DFI emana, d'intesa con l'IFSN, disposizioni per il calcolo delle dosi di radiazioni.

**Art. 76** Soglia di notifica per periodo di sorveglianza

<sup>1</sup> Per le persone professionalmente esposte a radiazioni in aziende con una licenza dell'UFSP si applicano le seguenti soglie di notifica per periodo di sorveglianza dosimetrica:

- a. 2 mSv per la dose efficace;
- b. 2 mSv per la dose equivalente per il cristallino;
- c. 10 mSv per la dose equivalente per la pelle o le estremità.

<sup>2</sup> Al raggiungimento di una soglia di notifica insorgono gli obblighi di comunicazione di cui all'articolo 78 lettera c e all'articolo 83 lettera c.

<sup>3</sup> L'IFSN disciplina in una direttiva le notifiche per le dosi relative alle persone professionalmente esposte a radiazioni negli impianti nucleari.

**Art. 77** Obblighi dei titolari delle licenze o degli operatori di aeromobili

<sup>1</sup> I titolari delle licenze o, per il personale di volo, gli operatori di aeromobili, devono provvedere affinché l'esposizione di tutte le persone professionalmente esposte a radiazioni impiegate nella sua azienda sia accertata da un servizio di dosimetria individuale riconosciuto. Può effettuare anche in proprio una determinazione delle dosi per mezzo di calcoli di cui all'articolo 75 o una misurazione di sondaggio per rilevare un'esposizione alle radiazioni interna.

<sup>2</sup> Sono tenuti ad assumersi i costi per la dosimetria.

<sup>3</sup> Sono tenuti a:

- a. informare le persone interessate sui risultati della dosimetria.
- b. consegnare loro un riassunto scritto di tutte le dosi:
  1. al termine del rapporto di lavoro;
  2. prima che inizino a lavorare in un'altra azienda.
- c. mettere a disposizione della Suva i dati relativi all'azienda, al personale e dosimetrici necessari per l'applicazione dei provvedimenti preventivi di medicina del lavoro.
- d. al raggiungimento di una soglia di notifica di cui all'articolo 76, a presentare all'autorità di vigilanza, su richiesta della stessa, una dichiarazione sulla causa della dose. La dichiarazione deve avvenire per scritto entro due settimane.
- e. notificare al servizio di dosimetria individuale cui hanno affidato il mandato, per tutte le persone professionalmente esposte a radiazioni nella loro azienda, i dati di cui all'articolo 87 capoverso 1; sono esclusi i dati di cui all'articolo 87 capoverso 1 lettera f.
- f. notificare direttamente al registro centrale delle dosi le dosi che non sono state accertate da un servizio di dosimetria individuale svizzero, accumulate in occasione di missioni all'estero dalle persone professionalmente esposte a radiazioni. Tale notifica deve avere luogo entro un mese dal termine della missione in una forma prescritta dall'UFSP.

**Art. 78** Obblighi dei titolari delle licenze o degli operatori di aeromobili in caso di determinazione della dose di radiazioni per mezzo di calcoli

Nel caso di una determinazione della dose di radiazioni per mezzo di calcoli di cui all'articolo 79 effettuata nell'azienda, i titolari delle licenze o, per il personale di volo, gli operatori di aeromobili, devono comunicare:

- a. i dati di cui all'articolo 87 al registro centrale delle dosi (art. 86);
- b. le dosi di radiazione calcolate: entro un periodo stabilito dall'UFSP in una forma prescritta da quest'ultimo al registro centrale delle dosi;
- c. un superamento di una soglia di notifica di cui all'articolo 76 al più tardi dieci giorni dopo il calcolo della dose di radiazione all'autorità di vigilanza;
- d. un sospetto di superamento di un limite di dose: entro un giorno lavorativo all'autorità di vigilanza e, se si tratta di un lavoratore dipendente, alla Suva.

**Art. 79** Disposizioni tecniche

<sup>1</sup> Dopo avere sentito il METAS e l'IFSN, il DFI emana, d'intesa con l'IFSN, disposizioni tecniche relative alla dosimetria individuale e ambientale.

<sup>2</sup> Le disposizioni tecniche comprendono, in particolare:

- a. i requisiti minimi in materia di sistemi di misurazione;
- b. i requisiti minimi relativi alla precisione delle misure, sia durante l'esercizio ordinario sia in occasione di misurazioni comparative;
- c. i modelli standard per il calcolo delle dosi di radiazioni;
- d. il formato delle comunicazioni.

## Sezione 4: Servizi di dosimetria individuale

**Art. 80** Presupposti per il riconoscimento

<sup>1</sup> Un servizio di dosimetria individuale deve essere riconosciuto.

<sup>2</sup> È riconosciuto se sono soddisfatti i seguenti presupposti:

- a. ha sede in Svizzera e dispone di un'organizzazione idonea e di personale in numero sufficiente;
- b. dispone di un numero sufficiente di persone con conoscenze pratiche nella tecnica di misurazione impiegata e nella radioprotezione;
- c. dimostra all'autorità di riconoscimento di disporre di un programma di garanzia della qualità e di applicarlo;
- d. il sistema di misurazione è conforme allo stato della tecnica e riconducibile a campioni di riferimento appropriati attraverso una catena ininterrotta di misurazioni comparative;

- e. garantisce un adempimento dei compiti irreprensibile; segnatamente il personale non è esposto ad alcuna influenza che porti a conflitti d'interesse nell'esercizio delle sue attività.

<sup>3</sup> Qualora un servizio di dosimetria individuale sia accreditato per l'esercizio di tale attività, i presupposti di cui al capoverso 2 lettera a e lettere c–e sono considerati soddisfatti.

#### **Art. 81** Procedura e validità del riconoscimento

<sup>1</sup> L'autorità di riconoscimento stabilisce, mediante un'ispezione e un esame tecnico, se un servizio di dosimetria individuale soddisfa i presupposti per il riconoscimento. Essa può affidare tale incarico a terzi.

<sup>2</sup> Il riconoscimento può essere rilasciato per cinque anni al massimo.

#### **Art. 82** Autorità di riconoscimento

<sup>1</sup> Il riconoscimento è di competenza:

- a. dell'UFSP, se il servizio di dosimetria intende operare, completamente o in massima parte, nel suo settore di vigilanza o in quello della Suva;
- b. dell'IFSN, se il servizio di dosimetria intende operare, completamente o in massima parte, nel suo settore di vigilanza.

<sup>2</sup> Nel caso in cui un servizio di dosimetria individuale intendesse operare in diversi settori di vigilanza, le autorità di riconoscimento concordano quale autorità deve essere competente per il relativo riconoscimento.

<sup>3</sup> Le autorità di riconoscimento non possono gestire un servizio di dosimetria individuale.

#### **Art. 83** Obblighi di comunicazione del servizio di dosimetria individuale

Il servizio di dosimetria individuale è tenuto a:

- a. comunicare, entro un mese dalla scadenza del periodo di sorveglianza, i dati di cui all'articolo 87:
  - 1. al titolare della licenza,
  - 2. all'operatore di aeromobili per il personale di volo,
  - 3. al registro centrale delle dosi (art. 86) in una forma prescritta dall'UFSP,
  - 4. direttamente all'IFSN i dati che rientrano nel suo ambito di vigilanza.
- b. Se è superata una soglia di notifica per periodo di sorveglianza di cui all'articolo 76, il servizio di dosimetria individuale lo comunica al titolare della licenza e all'autorità di vigilanza al più tardi dieci giorni lavorativi dopo la ricezione del dosimetro.
- c. Se sussiste il sospetto di superamento di un limite di dose, il servizio di dosimetria individuale comunica il risultato entro un giorno lavorativo al titolare della licenza o, per il personale di volo, all'operatore di aeromobili, e

all'autorità di vigilanza. Esso informa anche la Suva, se si tratta di un lavoratore dipendente.

- d. Per i servizi di dosimetria individuale riconosciuti dall'IFSN, quest'ultimo emana una direttiva per le comunicazioni.

**Art. 84** Ulteriori obblighi del servizio di dosimetria individuale

<sup>1</sup> Il servizio di dosimetria individuale è tenuto a conservare i valori delle dosi, le generalità delle persone interessate e tutti i dati originali necessari per effettuare un calcolo a posteriori delle dosi da dichiarare, per due anni dopo averli trasmessi al registro centrale delle dosi.

<sup>2</sup> Il servizio è tenuto a partecipare a proprie spese a misurazioni comparative, secondo le istruzioni dell'autorità di riconoscimento.

<sup>3</sup> Se un servizio di dosimetria individuale intende cessare la propria attività deve comunicarlo, con almeno sei mesi di anticipo, all'autorità di riconoscimento, ai propri mandanti e alle autorità di vigilanza competenti per essi.

<sup>4</sup> Il servizio di dosimetria individuale che cessa la sua attività trasmette i suoi dati archiviati ai nuovi servizi di dosimetria individuale designati dai propri mandanti.

<sup>5</sup> In casi straordinari l'autorità di riconoscimento stabilisce la procedura.

<sup>6</sup> Se un mandante disdice il rapporto di mandato con il servizio di dosimetria individuale, quest'ultimo è tenuto a rendere attento il mandante sui suoi obblighi in qualità di titolare della licenza di cui all'articolo 77 e a informare l'autorità di vigilanza in merito alla disdetta.

**Art. 85** Obbligo del segreto e protezione dei dati

Il servizio di dosimetria individuale è autorizzato a comunicare le generalità e i valori di dose delle persone sottoposte alla dosimetria soltanto:

- a. alla persona stessa sottoposta a dosimetria;
- b. al titolare della licenza;
- c. all'operatore di aeromobili per il personale di volo;
- d. all'autorità di vigilanza;
- e. all'autorità preposta al rilascio delle licenze;
- f. al registro centrale delle dosi.

## **Sezione 5: Registro centrale delle dosi**

**Art. 86** Autorità preposta, scopo, disciplinamento

<sup>1</sup> L'UFSP tiene un registro centrale delle dosi.

<sup>2</sup> Il registro centrale delle dosi ha per scopo:

- a. di consentire alle autorità di vigilanza di controllare in ogni momento le dosi accumulate per intervallo di sorveglianza da ogni persona professionalmente esposta a radiazioni in Svizzera;
- b. di accertare la dose accumulata nel corso di tutta l'attività di una persona professionalmente esposta a radiazioni e di chiarire possibili pretese assicurative;
- c. di consentire l'allestimento di statistiche o la valutazione dell'efficacia delle disposizioni della presente ordinanza;
- d. di assicurare la conservazione dei dati.

**Art. 87**            Dati elaborati

<sup>1</sup> I seguenti dati relativi a persone professionalmente esposte a radiazioni sono memorizzati nel registro centrale delle dosi:

- a. cognome, nome, cognome precedente;
- b. data di nascita;
- c. numero di assicurazione sociale;
- d. sesso;
- e. nome, indirizzo e numero d'identificazione delle imprese (IDI) dell'azienda;
- f. valori di dose accumulati in Svizzera e all'estero;
- g. categoria professionale;
- h. attività;
- i. categoria (A o B).

<sup>2</sup> Per le persone attive in Svizzera unicamente a titolo temporaneo sono registrate le dosi accumulate in Svizzera.

**Art. 88**            Diritti d'accesso

Hanno accesso diretto con procedura di richiamo ai dati del registro centrale delle dosi:

- a. i collaboratori della Divisione radioprotezione dell'UFSP;
- b. il servizio di medicina del lavoro della Suva;
- c. le autorità di vigilanza solo ai dati relativi al loro settore di vigilanza;
- d. L'Ufficio federale dell'aviazione civile (UFAC) ai dati del personale di volo.

**Art. 89**            Conservazione e pubblicazione dei dati

<sup>1</sup> L'UFSP conserva tutti i dati trasmessi al registro centrale delle dosi per un periodo di 100 anni.

<sup>2</sup> Le autorità di vigilanza allestiscono annualmente un rapporto relativo ai risultati della dosimetria individuale.

<sup>3</sup> L'UFSP pubblica il rapporto.

**Art. 90** Utilizzazione per progetti di ricerca

<sup>1</sup> L'UFSP può utilizzare i dati personali memorizzati presso il registro centrale delle dosi per progetti di ricerca sugli effetti delle radiazioni e sulla radioprotezione o metterli a disposizione di terzi. Sono applicabili le disposizioni della legge sulla ricerca umana del 30 settembre 2011<sup>24</sup>.

<sup>2</sup> Mette a disposizione i dati personali soltanto in forma anonimizzata.

## **Capitolo 5: Sorgenti e impianti**

### **Sezione 1: Zone**

**Art. 91** Principi

<sup>1</sup> Per limitare e controllare l'esposizione alle radiazioni, il titolare della licenza allestisce zone controllate e sorvegliate.

<sup>2</sup> Le zone controllate sono zone in cui vanno adottati provvedimenti di protezione e di sicurezza per determinare e limitare l'esposizione alle radiazioni, affinché si possano evitare esposizioni dovute a inalazione, incorporazione, irradiazione esterna o diffusione di una contaminazione.

<sup>3</sup> Le zone sorvegliate sono zone nelle quali, alla comparsa di un'intensità di dose ambientale elevata, possono trattenersi solamente le persone professionalmente esposte a radiazioni.

<sup>4</sup> I lavori con sorgenti non sigillate oltre il livello di licenza devono essere svolti all'interno delle zone controllate in locali allestiti come zone di lavoro secondo l'articolo 95.

<sup>5</sup> Per i locali o i luoghi all'interno di zone controllate in cui non vengono eseguiti lavori con sorgenti non sigillate, ma sono possibili contaminazioni di superfici o dell'aria del locale o possono presentarsi intensità di dose ambientale elevate, l'autorità di vigilanza può disporre una suddivisione in zone secondo l'articolo 96.

<sup>6</sup> Per l'esercizio di impianti, la manipolazione di sorgenti radioattive sigillate e per i tipi di zona 0 si devono allestire zone sorvegliate se sussiste un pericolo per le persone e se a tale scopo non sono già state allestite zone controllate.

**Art. 92** Zone controllate

<sup>1</sup> Vanno allestite quali zone controllate, in particolare:

- a. le zone di lavoro di cui all'articolo 95;
- b. i tipi di zona I-IV di cui all'articolo 96;

- c. le zone entro le quali la contaminazione delle superfici può superare 1 CS e la contaminazione dell'aria può superare 0,05 CA;
- d. le zone definite come tali dall'autorità di vigilanza.

<sup>2</sup> Il titolare della licenza deve provvedere affinché l'accesso alle zone controllate sia possibile solamente a persone autorizzate. Le zone controllate vanno chiaramente delimitate e contrassegnate secondo l'allegato 8.

<sup>3</sup> Il titolare della licenza deve sorvegliare adeguatamente l'osservanza dei vincoli ammessi per le intensità di dose ambientale, le contaminazioni e le concentrazioni di attività nell'aria dei locali, nonché provvedimenti protettivi e di sicurezza all'interno delle zone controllate.

**Art. 93**           Trattamento e nulla osta per le zone controllate al termine dei lavori

<sup>1</sup> Il titolare della licenza è tenuto a decontaminare le zone controllate che non sono più adibite alla manipolazione di sorgenti radioattive non sigillate e, se necessario, anche le loro adiacenze, comprese tutte le installazioni e il materiale ivi rimasto, almeno in modo che siano soddisfatti i presupposti di cui all'articolo 118 e non siano superati i limiti di immissione di cui all'articolo 36.

<sup>2</sup> Deve rendere conto all'autorità di vigilanza dei provvedimenti adottati conformemente al capoverso 1.

<sup>3</sup> Può adibire ad altri usi le zone controllate interessate soltanto dopo il nulla osta dell'autorità di vigilanza.

**Art. 94**           Vincoli per le contaminazioni

<sup>1</sup> Quando da una zona controllata escono persone o materiali, occorre prima assicurarsi con una misurazione che il vincolo per la contaminazione delle superfici non venga superato.

<sup>2</sup> Se nelle zone controllate la contaminazione dei materiali e delle superfici supera di oltre dieci volte il vincolo di cui all'allegato 3 colonna 12, devono essere applicati provvedimenti di decontaminazione o altri provvedimenti protettivi idonei.

<sup>3</sup> Se nelle zone controllate una parte della contaminazione rimane fissata alla superficie anche a seguito di sollecitazioni prevedibili, i vincoli dell'allegato 3 colonna 12 si applicano solamente alla contaminazione trasmissibile.

**Art. 95**           Zone di lavoro

<sup>1</sup> Le zone di lavoro devono essere installate in locali separati, previsti esclusivamente a tale scopo.

<sup>2</sup> Sono classificate per tipo in funzione delle attività di sorgenti di radiazioni non sigillate manipolate per operazione o utilizzate per giorno:

- a. tipo C: un'attività compresa tra 1 e 100 livelli di licenza;
- b. tipo B: un'attività compresa tra 1 e 10 000 livelli di licenza;
- c. tipo A: un'attività compresa tra 1 livello di licenza ed un livello massimo, fissato nella procedura di rilascio della licenza.

<sup>3</sup> Per lo stoccaggio di sorgenti radioattive non sigillate nelle zone di lavoro, l'autorità di vigilanza può autorizzare valori che superano fino a 100 volte quelli di cui al capoverso 2.

<sup>4</sup> Può autorizzare deroghe al capoverso 1 se sussistono motivi legati alla tecnica di gestione e rimane garantita la radioprotezione.

<sup>5</sup> Per manipolazioni a basso rischio di incorporazione, essa può, in casi eccezionali, autorizzare valori che superano fino a dieci volte quelli di cui al capoverso 2, purché sia garantita la radioprotezione.

<sup>6</sup> Nel singolo caso e tenendo conto del rischio di incorporazione può attribuire zone di lavoro a un tipo diverso da quanto previsto nel capoverso 2, purché vi si eseguano esclusivamente lavori con pericolo di inalazione esiguo.

<sup>7</sup> D'intesa con l'IFSN, il DFI emana le necessarie prescrizioni riguardanti i provvedimenti protettivi.

#### **Art. 96**            Zone

<sup>1</sup> Le zone sono suddivise nei seguenti tipi di zona, in funzione del grado di contaminazione presente o prevedibile:

- a. tipo di zona 0:  
contaminazione delle superfici inferiore a 1 CS e contaminazione dell'aria inferiore a 0,05 CA;
- b. tipo di zona I:  
contaminazione delle superfici inferiore a 1 CS e contaminazione dell'aria inferiore a 0,1 CA;
- c. tipo di zona II:  
contaminazione delle superfici tra 1 CS e 10 CS e contaminazione dell'aria inferiore a 0,1 CA;
- d. tipo di zona III:  
contaminazione delle superfici tra 10 CS e 100 CS o contaminazione dell'aria tra 0,1 CA e 10 CA;
- e. tipo di zona IV:  
contaminazione delle superfici superiore a 100 CS o contaminazione dell'aria superiore a 10 CA.

<sup>2</sup> D'intesa con l'IFSN, il DFI emana prescrizioni riguardanti i provvedimenti protettivi per i vari tipi di zona.

#### **Art. 97**            Zone sorvegliate

<sup>1</sup> Vanno allestite quali zone sorvegliate, in particolare:

- a. i locali e le zone adiacenti in cui sono in funzione impianti non dotati di dispositivo di protezione totale e parziale;
- b. le zone di tipo 0;
- c. le zone in cui le persone possono accumulare una dose efficace superiore a 1 mSv l'anno tramite l'esposizione alle radiazioni esterne.

d. le zone definite come tali dall'autorità di vigilanza.

<sup>2</sup> Le zone sorvegliate vanno contrassegnate secondo l'allegato 8.

<sup>3</sup> Per il personale di volo professionalmente esposto a radiazioni non è necessario l'allestimento di zone sorvegliate.

#### **Art. 98** Limitazione della dose ambientale

<sup>1</sup> Il locale o la zona in cui sono in funzione impianti o sono manipolate sorgenti radioattive va concepito o schermato in modo che in luoghi situati al di fuori delle zone controllate e sorvegliate dove possono trattenersi individui della popolazione, la dose ambientale non superi 0,02 mSv la settimana. Nei luoghi in cui le persone non si trattengono in permanenza, tale valore può essere superato fino a cinque volte.

<sup>2</sup> La dose ambientale di cui al capoverso 1 si basa su una durata settimanale del lavoro di 40 ore. La dose può essere corrispondentemente superiore se è generata da un periodo di attività dell'impianto di oltre 40 ore settimanali.

<sup>3</sup> L'influsso di molteplici sorgenti di radiazioni su un luogo da proteggere deve essere considerato per l'osservanza del corrispondente vincolo per l'intensità di dose ambientale.

<sup>4</sup> D'intesa con l'IFSN, il DFI stabilisce vincoli per la dose ambientale all'interno e al di fuori delle zone controllate e sorvegliate.

## **Sezione 2: Obblighi nella manipolazione di sorgenti di radiazioni**

#### **Art. 99** Inventario, obbligo di tenere un registro e di allestire un rapporto

<sup>1</sup> Per la manipolazione di sorgenti radioattive sigillate, i titolari delle licenze devono tenere un inventario.

<sup>2</sup> Devono tenere un registro sull'acquisto, l'impiego, il trasferimento e lo smaltimento delle sorgenti radioattive non sigillate.

<sup>3</sup> Devono allestire annualmente un rapporto, all'attenzione dell'autorità preposta al rilascio delle licenze, sul commercio con sorgenti di radiazioni e fornire le seguenti indicazioni:

- a. la designazione dei radionuclidi, la loro attività, la data di determinazione dell'attività nonché la loro forma chimica e fisica;
- b. la designazione degli apparecchi o degli oggetti contenenti sostanze radioattive, con indicazione dei radionuclidi e della loro attività nonché della data di determinazione dell'attività;
- c. la designazione degli impianti e dei loro parametri;
- e. gli indirizzi e i numeri di licenza degli acquirenti nazionali.

<sup>4</sup> L'autorità di vigilanza può prevedere nella licenza obblighi supplementari di tenere un registro e di allestire un rapporto.

**Art. 100** Trasferimento da parte del commerciante

I commercianti possono trasferire in Svizzera sorgenti di radiazioni soggette all'obbligo della licenza soltanto ad aziende o persone che dispongono di una corrispondente licenza.

**Art. 101** Manipolazione e ubicazione di sorgenti di radiazioni

D'intesa con l'IFSN, il DFI disciplina i requisiti in materia di manipolazione e ubicazione di sorgenti di radiazioni, in particolare stabilisce:

- a. le misure edili e le basi di calcolo;
- b. i requisiti dei locali di irradiazione, di applicazione e di riposo, nonché dei locali per apparecchi diagnostici in medicina nucleare;
- c. i provvedimenti di radioprotezione per la cura e la degenza dei pazienti sottoposti a radioterapia;
- d. il tipo di stoccaggio e i requisiti dei depositi di sorgenti radioattive.

**Sezione 3: Strumenti di misurazione****Art. 102** Strumenti di misurazione delle radiazioni ionizzanti

<sup>1</sup> Nei locali o nelle zone in cui sono manipolate o sono in funzione sorgenti di radiazioni e sussiste un rischio corrispondente devono essere sempre disponibili strumenti di misurazione delle radiazioni ionizzanti destinati al controllo dell'intensità di dose, della contaminazione delle superfici e dell'aria.

<sup>2</sup> Il titolare della licenza deve fare in modo che l'azienda disponga del numero necessario di idonei strumenti di misurazione delle radiazioni ionizzanti.

**Art. 103** Requisiti degli strumenti di misurazione delle radiazioni ionizzanti

<sup>1</sup> D'intesa con il DFI e il Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni (DATEC), il Dipartimento federale di giustizia e polizia (DFGP) disciplina l'immissione in commercio e il controllo della stabilità di misurazione degli strumenti di misurazione delle radiazioni ionizzanti.

<sup>2</sup> D'intesa con l'IFSN, il DFI disciplina:

- a. il tipo e il numero di strumenti di misurazione delle radiazioni ionizzanti necessari;
- b. la portata della garanzia della qualità per tutti gli altri strumenti di misurazione delle radiazioni ionizzanti che non sono disciplinati secondo il capoverso 1.

**Art. 104** Obblighi del titolare della licenza

<sup>1</sup> Il titolare della licenza deve controllare l'efficienza degli strumenti di misurazione delle radiazioni ionizzanti a intervalli adeguati, mediante sorgenti radioattive idonee.

<sup>2</sup> L'autorità di vigilanza può obbligare il titolare della licenza a partecipare a misurazioni comparative.

#### **Sezione 4: Tecnica di costruzione e contrassegno delle sorgenti radioattive sigillate**

##### **Art. 105**      Tecnica di costruzione

<sup>1</sup> Per quanto attiene alla tecnica di costruzione, le sorgenti radioattive sigillate devono corrispondere allo stato della scienza e della tecnica.

<sup>2</sup> Per le sorgenti radioattive sigillate devono essere scelti radionuclidi nella forma chimica più stabile.

<sup>3</sup> Se le sorgenti radioattive sigillate sono impiegate esclusivamente come sorgenti di radiazioni gamma o radiazioni neutroniche, devono essere munite di una schermatura che impedisca la fuoriuscita di radiazioni alfa o beta.

##### **Art. 106**      Contrassegno

<sup>1</sup> Le sorgenti radioattive sigillate e i relativi contenitori vanno contrassegnati in modo che sia sempre possibile identificare la sorgente.

<sup>2</sup> Il produttore e il fornitore delle sorgenti sigillate ad alta attività di cui all'articolo 108 devono assicurare che tali sorgenti possano essere identificate da un numero univoco. Tale numero deve essere inciso o impresso sulla sorgente e sul contenitore della stessa.

<sup>3</sup> Dal contrassegno devono essere visibili o derivabili il radionuclide, l'attività, la data di fabbricazione e di misurazione nonché eventualmente la classificazione conformemente alla norma ISO 2919<sup>25</sup>.

<sup>4</sup> L'autorità di vigilanza può accordare deroghe ai capoversi 1–3 se è impossibile collocare un contrassegno o se sono utilizzati contenitori riutilizzabili.

##### **Art. 107**      Requisiti per l'immissione in commercio

<sup>1</sup> Prima dell'immissione in commercio, ogni sorgente radioattiva sigillata deve essere sottoposta a un controllo relativo all'ermeticità e all'assenza di contaminazione. Il controllo deve essere effettuato da un servizio accreditato a svolgere tale attività.

---

<sup>25</sup> ISO 2919, versione 2012-02-15, Protezione dalle radiazioni – Sorgenti radioattive sigillate – requisiti generali e classificazione. Le norme tecniche ISO concernenti la presente ordinanza possono essere consultate gratuitamente presso l'UFSP, 3003 Berna, oppure richieste, contro rimborso, all'Associazione svizzera di normazione (SNV), Bürglistrasse 29, 8400 Winterthur; [www.snv.ch](http://www.snv.ch); si possono consultare gratuitamente presso l'UFSP, 3003 Berna, o richiedere, contro rimborso, presso il Centro svizzero d'informazione sulle norme tecniche (switec), Bürglistrasse 29, 8400 Winterthur o sul sito Internet [www.snv.ch](http://www.snv.ch).

<sup>2</sup> La capsula delle sorgenti radioattive sigillate la cui attività supera di 100 volte il livello di licenza deve soddisfare i requisiti della norma ISO 2919<sup>26</sup> per l'impiego previsto ed essere debitamente classificata.

<sup>3</sup> In casi motivati, l'autorità di vigilanza può ammettere deroghe ai capoversi 1 e 2, oppure esigere controlli di qualità supplementari.

## **Sezione 5: Sorgenti sigillate ad alta attività**

### **Art. 108** Definizione

Per sorgente sigillata ad alta attività s'intende una sorgente radioattiva sigillata la cui attività è maggiore del valore d'attività di cui all'allegato 9.

### **Art. 109** Inventario

<sup>1</sup> L'autorità preposta al rilascio delle licenze tiene un inventario dei titolari delle licenze e delle sorgenti sigillate ad alta attività che si trovano in loro possesso.

<sup>2</sup> L'inventario comprende:

- a. il numero di identificazione;
- b. il fornitore;
- c. il tipo di sorgente e la sua ubicazione;
- d. il rispettivo radionuclide;
- e. l'attività della sorgente al momento della fabbricazione, della prima immisione in commercio o dell'acquisto da parte del titolare della licenza.

<sup>3</sup> L'autorità preposta al rilascio delle licenze mantiene aggiornato l'inventario.

### **Art. 110** Requisiti

<sup>1</sup> Prima del rilascio di una licenza per la manipolazione di sorgenti sigillate ad alta attività, il richiedente deve dimostrare che sono stati accantonati i mezzi finanziari necessari per un successivo smaltimento.

<sup>2</sup> Il titolare della licenza verifica almeno annualmente se ogni sorgente sigillata ad alta attività ed eventualmente il contenitore di protezione che contiene la sorgente si trova effettivamente nel luogo di utilizzazione o nel luogo di deposito ed è in buono stato. Comunica il risultato della verifica all'autorità preposta al rilascio delle licenze.

---

<sup>26</sup> ISO 2919, versione 2012-02-15, Protezione dalle radiazioni – Sorgenti radioattive sigillate – requisiti generali e classificazione. Le norme tecniche ISO concernenti la presente ordinanza possono essere consultate gratuitamente presso l'UFSP, 3003 Berna, oppure richieste, contro rimborso, all'Associazione svizzera di normazione (SNV), Bürglistrasse 29, 8400 Winterthur; [www.snv.ch](http://www.snv.ch); si possono consultare gratuitamente presso l'UFSP, 3003 Berna, o richiedere, contro rimborso, presso il Centro svizzero d'informazione sulle norme tecniche (switec), Bürglistrasse 29, 8400 Winterthur o sul sito Internet [www.snv.ch](http://www.snv.ch).

**Art. 111** Sicurezza e protezione

<sup>1</sup> Il titolare della licenza stabilisce per ogni sorgente sigillata ad alta attività provvedimenti e procedure idonei e documentati atti a impedire l'accesso non autorizzato, lo smarrimento, il furto o il danneggiamento della sorgente sigillata ad alta attività in seguito a incendio, documentando i provvedimenti e la procedura.

<sup>2</sup> D'intesa con l'IFSN, il DFI stabilisce i principi per i requisiti edili, tecnici, organizzativi e amministrativi delle misure di protezione.

**Sezione 6: Provvedimenti volti a garantire la qualità****Art. 112**

<sup>1</sup> Il titolare della licenza deve provvedere affinché le sorgenti di radiazioni, i relativi sistemi medici di ricezione delle immagini, gli apparecchi per la riproduzione e quelli per la documentazione delle immagini, nonché gli apparecchi di misurazione e i sistemi diagnostici in medicina nucleare:

- a. siano sottoposti a un controllo prima di essere utilizzati per la prima volta;
- b. siano periodicamente sottoposti a controllo e a manutenzione completi.

<sup>2</sup> Il DFI può stabilire, d'intesa con l'IFSN, la portata minima del controllo, la periodicità e la portata minima del programma di garanzia della qualità nonché i requisiti dei servizi preposti alla loro esecuzione. Nel fare ciò, tiene conto delle norme internazionali relative alla garanzia della qualità.

**Sezione 7: Trasporto, importazione, esportazione e transito di sorgenti radioattive****Art. 113** Trasporto al di fuori del perimetro aziendale

<sup>1</sup> Chi trasporta o fa trasportare sorgenti radioattive al di fuori del perimetro aziendale deve:

- a. osservare le prescrizioni federali per il trasporto di merci pericolose;
- b. comprovare di disporre di un programma di garanzia della qualità appropriato e di applicarlo.

<sup>2</sup> Lo speditore e il trasportatore di sorgenti radioattive devono:

- a. designare preventivamente un responsabile per la garanzia della qualità e fissare per scritto i provvedimenti di garanzia della qualità;
- b. assicurarsi che i contenitori o gli imballaggi usati per il trasporto siano conformi alle prescrizioni in materia e siano sottoposti a manutenzione.

<sup>3</sup> Se lo speditore o il trasportatore dispongono di un sistema di garanzia della qualità per il trasporto di sorgenti radioattive certificato da un servizio accreditato, si ritiene che applichino un programma di garanzia della qualità appropriato.

<sup>4</sup> Lo speditore deve verificare se la persona incaricata del trasporto è in possesso di una licenza per il trasporto di sorgenti radioattive.

**Art. 114** Trasporto entro il perimetro aziendale

D'intesa con l'IFSN, il DFI stabilisce i requisiti per il trasporto di sorgenti radioattive entro il perimetro aziendale.

**Art. 115** Importazione, esportazione e transito

<sup>1</sup> Le sorgenti radioattive possono essere importate, esportate o fatte transitare esclusivamente tramite gli uffici doganali designati dalla Direzione generale delle dogane.

<sup>2</sup> La dichiarazione doganale per l'importazione, l'esportazione o il transito deve contenere le indicazioni seguenti:

- a. la designazione esatta della merce;
- b. i radionuclidi (in caso di miscele di nuclidi, vanno indicati i tre nuclidi con i valori più bassi del livello di licenza);
- c. l'attività totale per radionuclide in Bq<sup>27</sup>;
- d. il numero della licenza del destinatario (in caso di importazione) o del mittente (in caso di esportazione) in Svizzera.

<sup>3</sup> Il depositario deve richiedere per ogni singolo immagazzinamento di sorgenti radioattive in un deposito doganale aperto o in un deposito franco doganale una licenza secondo l'articolo 28 LRaP. Esso deve presentarla all'ufficio doganale

<sup>4</sup> Per l'importazione, l'esportazione e il transito di sorgenti sigillate ad alta attività si deve tener conto della pubblicazione dell'Agenzia internazionale per l'energia atomica (AIEA) «Guidance on the Import and Export of Radioactive Sources, 2012»<sup>28</sup>.

<sup>5</sup> L'autorità preposta al rilascio delle licenze può esigere che sia chiesta una licenza separata per ogni importazione, esportazione e transito di sorgenti sigillate ad alta attività.

## Sezione 8: Sorgenti radioattive orfane

**Art. 116**

<sup>1</sup> Se sussiste un'elevata probabilità che in rifiuti, sostanze residue o materiali destinati al riciclaggio siano contenute sorgenti radioattive orfane, l'autorità di vigilanza può esigere che, nel quadro della loro gestione o della loro esportazione, sia verificata la presenza di sorgenti radioattive orfane mediante adeguate procedure di controllo. Ciò vale, in particolare, per:

---

<sup>27</sup> Bq = becquerel

<sup>28</sup> Le pubblicazioni dell'AIEA concernenti la presente ordinanza si possono consultare gratuitamente sul sito Internet dell'AIEA [www.iaea.org](http://www.iaea.org) > Publications.

- a. gli impianti di incenerimento dei rifiuti;
- b. le aziende che riciclano o esportano rottami metallici.

<sup>2</sup> Per l'esportazione di materiali di cui al capoverso 1, l'esportatore deve rilasciare una conferma di avvenuta verifica della radioattività.

## **Sezione 9: Esenzione dalla vigilanza delle autorità**

### **Art. 117** Sostanze esenti

Sono esenti dalla vigilanza delle autorità:

- a. le sostanze radioattive solide e liquide con un'attività specifica inferiore al livello di esenzione;
- b. le sostanze radioattive gassose sigillate con un'attività totale inferiore al livello di licenza;
- c. le sostanze radioattive con un'attività superiore ai valori definiti alle lettere a e b, immesse nell'ambiente con il consenso delle autorità preposte al rilascio delle licenze secondo gli articoli 122–125.

### **Art. 118** Misurazione di declassamento

<sup>1</sup> Le sostanze radioattive non esenti dalla vigilanza delle autorità secondo l'articolo 117 possono ottenere il nulla osta del titolare della licenza per l'uso, il riciclaggio o lo smaltimento senza restrizioni se una misurazione ha dimostrato che:

- a. l'attività specifica è inferiore al livello di esenzione; e
- b. l'intensità di dose ambientale misurata a una distanza di 10 cm dalla superficie, dedotta la radiazione di fondo naturale, è inferiore a 0,1  $\mu\text{Sv/h}$ .

<sup>2</sup> Se una sostanza solida dopo la misurazione di declassamento è destinata ad essere reimpiegata o ulteriormente utilizzata o se vi è la possibilità che le persone addette alla manipolazione vengano contaminate, occorre accertare mediante una misurazione che sia rispettato il vincolo per la contaminazione superficiale di cui all'allegato 3 colonna 12.

<sup>3</sup> Una sostanza radioattiva può ottenere il nulla osta senza rilevamento metrologico dell'attività specifica, se il capoverso 1 lettera b e il capoverso 2 sono rispettati e se:

- a. un bilancio delle sostanze radioattive impiegate o l'esclusione di un'attivazione dimostrano che il livello di esenzione non è superato; o
- b. i modelli utilizzati e i calcoli eseguiti per dimostrare che il livello di esenzione non è superato sono stati approvati dall'autorità di vigilanza.

<sup>4</sup> L'autorità di vigilanza può fissare altri presupposti che impongono l'obbligo di notificarle i risultati della misurazione di declassamento di sostanze od oggetti prima del loro trasferimento o smaltimento.

## Capitolo 6: Scorie radioattive

### Sezione 1: Disposizioni generali

#### Art. 119 Definizione

Le scorie radioattive sono sostanze radioattive non più utilizzate:

- a. per cui non si può effettuare una misurazione di declassamento secondo l'articolo 118: in caso di sostanze solide e liquide; o
- b. con un'attività assoluta superiore al livello di licenza: in caso di sostanze gassose sigillate.

#### Art. 120 Ulteriore uso o riciclaggio

<sup>1</sup> Per ulteriore uso o riciclaggio si intende un utilizzo pianificato concretamente di una sostanza radioattiva nel quadro di un'attività autorizzata, che inizia entro dieci anni dall'ultima utilizzazione.

<sup>2</sup> L'autorità di vigilanza può esigere che una sostanza radioattiva sia destinata a un ulteriore uso o riciclaggio.

<sup>3</sup> Può stabilire condizioni per l'ulteriore uso o la rivalorizzazione di sostanze solide leggermente radioattive, in particolare metalli, con un'attività specifica pari al massimo a dieci volte il livello di esenzione.

#### Art. 121 Divieto di miscele

Non sono ammesse miscele di sostanze radioattive con materiali inattivi, al solo scopo di non doverle smaltire come scorie radioattive. Sono fatti salvi gli articoli 120, 126 e 128.

### Sezione 2: Immissione nell'ambiente

#### Art. 122 Principi

<sup>1</sup> L'immissione di scorie radioattive nell'ambiente può avvenire solamente su licenza e sotto il controllo del titolare della licenza.

<sup>2</sup> Possono essere immesse nell'ambiente soltanto scorie radioattive a bassa attività.

#### Art. 123 Scorie sotto forma di gas, aerosol e liquidi

<sup>1</sup> Le scorie radioattive sotto forma di gas, aerosol e liquidi possono essere immesse nell'ambiente se la loro composizione lo consente. Possono essere immesse soltanto mediante l'aria espulsa nell'atmosfera, oppure per mezzo delle acque di scarico riversate nelle acque di superficie.

<sup>2</sup> L'autorità preposta al rilascio delle licenze stabilisce, nel singolo caso, quote massime ed eventualmente concentrazioni massime di attività per le immissioni consentite per ogni punto di immissione.

<sup>3</sup> L'autorità preposta al rilascio delle licenze stabilisce le quote e le concentrazioni di attività per le immissioni in modo che il vincolo di dose riferito alla sorgente di cui all'articolo 25 capoverso 3 e i limiti d'immissione di cui all'articolo 36 non siano superati.

<sup>4</sup> Per l'immissione nella rete fognaria, essa può aumentare fino a tre volte la concentrazione di attività per le immissioni di cui ai capoversi 2 e 3 se è possibile assicurare che è garantita in ogni momento una diluizione appropriata fino all'immissione in un corso d'acqua accessibile al pubblico.

#### **Art. 124** Provvedimenti di controllo

<sup>1</sup> L'autorità preposta al rilascio delle licenze stabilisce nella licenza una sorveglianza delle emissioni. Può prevedere nella licenza l'obbligo di notifica.

<sup>2</sup> La sorveglianza delle immissioni è retta dall'articolo 189.

<sup>3</sup> L'autorità di vigilanza può obbligare il titolare della licenza a eseguire misurazioni supplementari o particolari nell'ambito della sorveglianza delle immissioni e a notificarle i risultati.

<sup>4</sup> L'autorità preposta al rilascio delle licenze e l'autorità di vigilanza possono esigere che, prima della messa in esercizio, siano svolte perizie meteorologiche e misurazioni del livello di fondo.

<sup>5</sup> Con il consenso dell'autorità di vigilanza, il titolare della licenza può rivolgersi a servizi esterni per lo svolgimento di misurazioni di sorveglianza.

#### **Art. 125** Smaltimento di scorie solide

<sup>1</sup> Le scorie solide possono essere smaltite come scorie inattive se i requisiti per la misurazione di declassamento di cui all'articolo 118 sono soddisfatti.

<sup>2</sup> Le scorie solide la cui attività specifica supera il livello di esenzione possono essere ugualmente smaltite come scorie inattive se:

- a. l'attività totale per settimana e per licenza non supera quella di 10 kg di una sostanza la cui attività specifica corrisponde al livello di esenzione; e
- b. i requisiti di cui all'articolo 118 capoverso 1 lettera b sono soddisfatti.

<sup>3</sup> Al momento della loro immissione nell'ambiente, le scorie non possono recare etichette, segnali di pericolo o qualsiasi altra scritta che indichi la presenza di radioattività.

#### **Art. 126** Immissione nell'ambiente di altre scorie solide

<sup>1</sup> In singoli casi le scorie radioattive solide la cui attività specifica non è superiore a cento volte il livello di esenzione possono essere immesse nell'ambiente con il consenso dell'autorità preposta al rilascio delle licenze, se:

- a. si può assicurare che, miscelandole con materiali inattivi, il livello di esenzione non è superato; o
- b. si può comprovare che non può mai essere accumulata una dose efficace di 10  $\mu$ Sv all'anno.

<sup>2</sup> Con il consenso dell'UFSP, possono essere immessi nell'ambiente anche materiali contenenti radio arricchito tecnicamente la cui attività specifica non è superiore a mille volte il livello di esenzione se:

- a. sono stati prodotti prima del 1° ottobre 1994;
- b. uno smaltimento attraverso i canali consueti è impossibile, o possibile soltanto con un onere sproporzionato;
- c. la rimozione rappresenta la soluzione complessivamente più favorevole per l'essere umano e l'ambiente rispetto al mantenimento della situazione esistente; e
- d. dopo la miscelazione con materiali inattivi, è possibile assicurare che:
  1. l'attività specifica si situi al di sotto del livello di esenzione, e
  2. l'intensità di dose ambientale, misurata a una distanza di 10 cm dalla superficie, dedotta la radiazione di fondo naturale, sia inferiore a 0,1  $\mu\text{Sv/h}$ ; o
- e. si può comprovare che non può mai essere accumulata una dose efficace di 10  $\mu\text{Sv}$  all'anno.

<sup>3</sup> L'immissione nell'ambiente di scorie radioattive solide che contengono solamente radionuclidi naturali è retta dall'articolo 128.

#### **Art. 127** Incenerimento di scorie nelle aziende

<sup>1</sup> Le scorie radioattive combustibili possono essere incenerite in maniera convenzionale nelle aziende in cui sono state prodotte oppure, con il consenso dell'autorità preposta al rilascio delle licenze, in altre aziende se:

- a. l'azienda dispone di un impianto di incenerimento dei rifiuti conforme alle disposizioni dell'ordinanza del 16 dicembre 1985<sup>29</sup> contro l'inquinamento atmosferico e dell'ordinanza tecnica del 10 dicembre 1990<sup>30</sup> sui rifiuti;
- b. esiste un programma di sorveglianza corrispondente;
- c. le scorie contengono soltanto radionuclidi H-3 o C-14.

<sup>2</sup> In casi motivati e con il consenso dell'autorità preposta al rilascio delle licenze, è possibile incenerire ai sensi del capoverso 1 anche scorie radioattive contenenti altri radionuclidi.

<sup>3</sup> L'attività ammessa settimanalmente per l'incenerimento non deve superare di mille volte il livello di licenza.

<sup>4</sup> Mediante misurazione o stima per mezzo di calcoli si deve verificare se i residui risultanti dall'incenerimento devono essere trattati come scorie radioattive.

---

<sup>29</sup> RS 814.318.142.1

<sup>30</sup> RS 814.600

**Art. 128** Materiali contenenti radionuclidi presenti in natura

I materiali la cui attività specifica dei radionuclidi presenti in natura è superiore al livello di esenzione corrispondente di cui all'allegato 2 possono, eccezionalmente e con il consenso dell'autorità preposta al rilascio delle licenze, essere immessi nell'ambiente se:

- a. uno smaltimento attraverso i canali consueti è impossibile, o possibile soltanto con un onere sproporzionato; e
- b. tramite provvedimenti appropriati, la dose efficace causata per gli individui della popolazione rimane inferiore a 0,3 mSv l'anno.

**Sezione 3: Trattamento delle scorie nelle aziende****Art. 129** Controllo e documentazione

I titolari della licenza devono controllare le proprie giacenze di scorie radioattive e documentare le attività determinanti per il loro successivo trattamento e la loro composizione.

**Art. 130** Stoccaggio per il decadimento radioattivo

<sup>1</sup> Le scorie radioattive contenenti esclusivamente radionuclidi il cui tempo di dimezzamento è uguale o inferiore a 100 giorni devono, per quanto possibile, essere trattate nelle aziende in cui sono state prodotte, finché la loro attività non è decaduta a un livello tale da permettere la misurazione di declassamento secondo l'articolo 118 o la loro immissione nell'ambiente secondo gli articoli 124–127.

<sup>2</sup> Le scorie radioattive la cui attività, a causa del decadimento radioattivo, al più tardi 30 anni dopo la fine della loro utilizzazione è decaduta a un livello tale da permettere la misurazione di declassamento secondo l'articolo 118 o la loro immissione nell'ambiente secondo gli articoli 122–125, devono rimanere stoccate fino a quel momento. Esse vanno separate dalle scorie radioattive che non adempiono questa condizione.

<sup>3</sup> Durante il tempo di decadimento, le scorie di cui ai capoversi 1 e 2 devono essere:

- a. imballate e conservate in modo tale da evitare fughe incontrollate di sostanze radioattive e prevenire il rischio di incendi;
- b. contrassegnate e accompagnate da una documentazione che fornisca indicazioni sul tipo, il contenuto di attività e il momento della possibile immissione.

<sup>4</sup> Prima dell'immissione deve essere verificata l'osservanza dei criteri per l'immissione nell'ambiente secondo gli articoli 118 e 122-125.

**Art. 131** Gas, polveri, aerosol e liquidi

<sup>1</sup> Le scorie radioattive sotto forma di gas, polveri o aerosol che non possono essere immesse nell'ambiente secondo l'articolo 123 devono essere trattate mediante appositi dispositivi tecnici.

<sup>2</sup> Le scorie radioattive liquide che non possono essere immesse nell'ambiente secondo l'articolo 123 devono essere:

- a. trasformate in una forma solida e chimicamente stabile; o
- b. incenerite secondo l'articolo 127.

<sup>3</sup> L'autorità di vigilanza può ammettere deroghe ai capoversi 1 e 2, purché con essa sia realizzabile un'alternativa migliore per l'essere umano e l'ambiente.

## **Sezione 4: Consegna**

**Art. 132** Scorie radioattive che devono essere consegnate

<sup>1</sup> Le scorie radioattive che non provengono dallo sfruttamento dell'energia nucleare, devono essere consegnate, dopo essere state eventualmente trattate, al centro di raccolta della Confederazione.

<sup>2</sup> L'Istituto Paul Scherrer (IPS) gestisce il centro di raccolta della Confederazione.

<sup>3</sup> Non soggiacciono all'obbligo di consegna all'IPS:

- a. le scorie radioattive che possono essere immesse nell'ambiente;
- b. le scorie radioattive con un tempo di dimezzamento breve secondo l'articolo 130.

<sup>4</sup> Il DFI disciplina i dettagli tecnici per il trattamento delle scorie radioattive che soggiacciono all'obbligo di consegna fino al momento in cui sono prese in consegna dal centro di raccolta della Confederazione.

**Art. 133** Compiti dell'IPS quale centro di raccolta della Confederazione

L'IPS prende in consegna le scorie radioattive che devono essere consegnate e provvede al loro immagazzinamento, trattamento e collocamento in un deposito intermedio.

**Art. 134** Gruppo di coordinamento

Un Gruppo di coordinamento composto da rappresentanti dell'UFSP, dell'IFSN e dell'IPS emana, all'attenzione delle autorità di vigilanza e delle autorità preposte al rilascio delle licenze, raccomandazioni volte a garantire la presa in consegna sicura delle scorie radioattive che devono essere consegnate.

## **Capitolo 7: Incidenti**

### **Sezione 1: Definizione**

**Art. 135**

<sup>1</sup> Un incidente è un evento durante il quale un impianto, un oggetto o un'attività si discosta dalle normali condizioni di esercizio e che:

- a. pregiudica la sicurezza dell'impianto o dell'oggetto;
- b. può provocare il superamento di un limite di immissione o di emissione; o
- c. può provocare il superamento di un limite di dose.

<sup>2</sup> Si considera incidente anche la situazione in cui una sorgente radioattiva la cui attività supera il livello di licenza viene smarrita o rubata.

## Sezione 2: Prevenzione

### Art. 136 Organizzazione delle aziende

<sup>1</sup> Il titolare della licenza deve adottare provvedimenti idonei per evitare incidenti.

<sup>2</sup> L'azienda deve essere organizzata in modo da soddisfare i seguenti requisiti:

- a. per gli incidenti la cui probabile frequenza annua è superiore a  $10^{-1}$ , i vincoli di dose riferiti alla sorgente stabiliti nella licenza devono poter essere osservati;
- b. per gli incidenti la cui probabile frequenza annua è uguale o inferiore a  $10^{-1}$  e superiore a  $10^{-2}$ , un singolo incidente non deve comportare alcuna dose supplementare che superi i rispettivi vincoli di dose riferiti alla sorgente;
- c. per gli incidenti la cui probabile frequenza annua è uguale o inferiore a  $10^{-2}$  e superiore a  $10^{-4}$ , la dose risultante da un singolo incidente per gli individui della popolazione non deve superare 1 mSv;
- d. per gli incidenti la cui probabile frequenza annua è uguale o inferiore a  $10^{-4}$  e superiore a  $10^{-6}$ , la dose risultante da un singolo incidente per gli individui della popolazione non deve superare 100 mSv. L'autorità preposta al rilascio delle licenze può, nel singolo caso, stabilire una dose inferiore;
- e. gli incidenti di cui alle lettere c e d possono verificarsi soltanto raramente.

<sup>3</sup> L'autorità di vigilanza esige dall'azienda l'adozione delle misure preventive necessarie per gli incidenti di cui al capoverso 2 lettere c e d, come pure per quelli la cui frequenza di accadimento annua è inferiore a  $10^{-6}$ , ma le cui conseguenze possono essere gravi.

<sup>4</sup> Essa stabilisce, nel singolo caso, i metodi e le condizioni per l'analisi degli incidenti e per la classificazione degli scenari di tali incidenti nelle categorie di frequenza di cui al capoverso 2 lettere b–d. La dose efficace o le dosi equivalenti risultanti da irradiazioni accidentali di persone devono essere accertate mediante le grandezze di apprezzamento e i fattori di dose di cui agli allegati 3, 6 e 7 conformemente allo stato della scienza e della tecnica.

<sup>5</sup> L'autorità di vigilanza può chiedere alle aziende in cui possono verificarsi gli incidenti menzionati nel capoverso 2 lettera d di:

- a. rilevare i parametri d'impianto necessari per seguire l'evoluzione dell'incidente, per elaborare diagnosi e previsioni nonché per individuare provvedimenti di protezione della popolazione;

- b. trasmettere costantemente alle autorità di vigilanza i parametri d'impianto mediante una rete sicura anche in caso di incidente.

**Art. 137** Rapporto sulla sicurezza

<sup>1</sup> L'autorità di vigilanza può esigere dal titolare della licenza un rapporto sulla sicurezza.

<sup>2</sup> Il rapporto sulla sicurezza comprende la descrizione:

- a. dei sistemi e dei dispositivi di sicurezza;
- b. delle misure adottate per garantire la sicurezza;
- c. dell'organizzazione aziendale determinante per la sicurezza e la radioprotezione;
- d. degli scenari degli incidenti e delle loro conseguenze massime possibili sull'azienda e i suoi dintorni, nonché della loro probabile frequenza;
- e. del piano di protezione della popolazione in caso di emergenza per le aziende di cui all'articolo 149.

<sup>3</sup> L'autorità di vigilanza può esigere ulteriore documentazione.

**Art. 138** Misure preventive

<sup>1</sup> I titolari delle licenze devono predisporre le misure preventive necessarie nella propria azienda per fare fronte agli incidenti e alle loro conseguenze.

<sup>2</sup> Devono emanare istruzioni relative ai provvedimenti d'urgenza.

<sup>3</sup> Devono fare in modo che siano disponibili in qualsiasi momento i mezzi idonei per fare fronte agli incidenti; nei locali in cui si manipolano sostanze radioattive, questa prescrizione si applica anche alla lotta contro gli incendi.

<sup>4</sup> Devono provvedere ad istruire il personale regolarmente in merito alle regole di comportamento, a formarlo per quanto concerne i provvedimenti d'urgenza e a familiarizzarlo con l'ubicazione e l'impiego dei mezzi d'intervento.

<sup>5</sup> Devono prendere le misure adeguate affinché per le persone impiegate per fare fronte agli incidenti sia osservato il limite di dose di cui all'articolo 68.

<sup>6</sup> Devono informare gli organi e i servizi d'intervento cantonali competenti riguardo alle sorgenti radioattive presenti nella propria azienda.

<sup>7</sup> L'autorità di vigilanza può esigere che i canali d'informazione, l'efficienza dei mezzi d'intervento e la formazione del personale siano controllati mediante esercitazioni pratiche. Può organizzare essa stessa le esercitazioni.

### Sezione 3: Gestione

**Art. 139** Provvedimenti d'urgenza

<sup>1</sup> I titolari delle licenze devono intraprendere tutti gli sforzi necessari per fare fronte agli incidenti e alle loro conseguenze.

<sup>2</sup> In particolare, devono immediatamente:

- a. evitare un'ulteriore propagazione dell'incidente, segnatamente mediante provvedimenti all'origine;
- b. fare in modo che tutte le persone non impegnate nella gestione dell'incidente non accedano alla zona di pericolo o la abbandonino immediatamente;
- c. adottare provvedimenti di protezione per il personale d'intervento, quali la sorveglianza delle dosi e la formazione;
- d. censire tutte le persone che hanno partecipato all'intervento, controllarle per quanto concerne la contaminazione e l'incorporazione e, se del caso, sottoporle a decontaminazione.

<sup>3</sup> Il prima possibile, devono:

- a. eliminare le contaminazioni risultanti dall'incidente;
- b. adottare le misure necessarie per un'analisi dell'incidente.

**Art. 140**      Obbligo di notifica dei titolari delle licenze

<sup>1</sup> I titolari delle licenze devono notificare ogni incidente all'autorità di vigilanza e segnalare in aggiunta anche alla Centrale nazionale d'allarme (CENAL) gli incidenti di cui all'articolo 135 lettera b.

<sup>2</sup> Devono notificare immediatamente all'autorità di vigilanza e alla Suva gli incidenti che portano a un superamento del limite di dose per persone professionalmente esposte a radiazioni nella propria azienda.

**Art. 141**      Obblighi dell'autorità di vigilanza e dell'autorità preposta al rilascio delle licenze

<sup>1</sup> L'autorità di vigilanza valuta l'incidente e lo notifica all'autorità preposta al rilascio delle licenze.

<sup>2</sup> Qualora le informazioni relative agli incidenti siano necessarie per lo svolgimento di un compito, l'autorità preposta al rilascio delle licenze le inoltra alle autorità competenti.

<sup>3</sup> L'IFSN comunica all'AIEA la classificazione dell'incidente secondo la Scala di valutazione internazionale degli eventi nucleari (INES) a partire dal livello 2.

**Art. 142**      Inchiesta e rapporto dei titolari delle licenze

<sup>1</sup> Dopo un incidente, i titolari delle licenze devono eseguire immediatamente un'inchiesta.

<sup>2</sup> Il risultato dell'inchiesta deve essere registrato in un rapporto. Il rapporto deve contenere:

- a. la descrizione dell'incidente, la causa, le ulteriori conseguenze accertate e quelle ipotizzate, i provvedimenti adottati;
- b. la descrizione dei provvedimenti previsti o già adottati per evitare che incidenti analoghi si ripetano.

<sup>3</sup> Il titolare della licenza trasmette il rapporto all'autorità di vigilanza al più tardi entro sei settimane dalla data dell'incidente.

**Art. 143**            Provvedimenti da adottare in caso di superamento di un limite di immissione

Se l'UFSP rileva che è stato superato un limite di immissione, ne accerta la causa e adotta i provvedimenti necessari.

**Art. 144**            Informazione sugli incidenti

L'autorità di vigilanza fa in modo che le persone e i Cantoni interessati come pure la popolazione siano informati tempestivamente in merito agli incidenti.

## **Titolo quarto: Situazioni di esposizione di emergenza**

### **Capitolo 1: Definizione e livelli di riferimento**

**Art. 145**            Definizione

Un'emergenza è un evento che comporta un aumento della radioattività o la conseguenza di un atto intenzionale che richiede provvedimenti immediati per ridurre un rischio o le conseguenze avverse per la salute e la sicurezza dell'essere umano, le basi vitali e l'ambiente.

**Art. 146**            Livelli di riferimento per la popolazione

<sup>1</sup> In situazioni di esposizione di emergenza, per gli individui della popolazione si applica un livello di riferimento pari a 100 mSv nel primo anno.

<sup>2</sup> Lo Stato maggiore federale competente in caso di eventi NBCN (SMF NBCN) può, in situazioni specifiche, chiedere al Consiglio federale l'applicazione di un livello di riferimento inferiore.

**Art. 147**            Livelli di riferimento per le persone mobilitate

<sup>1</sup> In situazioni di esposizione di emergenza, per le persone mobilitate si applica un livello di riferimento dovuto all'intervento di 50 mSv l'anno.

<sup>2</sup> Lo SMF NBCN fissa i vincoli di dose per le attività eseguite dalle persone mobilitate.

<sup>3</sup> Per salvare vite umane, evitare gravi danni alla salute provocati da radiazioni o impedire catastrofi, si applica un livello di riferimento pari a 250 mSv.

## Capitolo 2: Misure preparatorie

### Art. 148 Prevenzione delle emergenze

<sup>1</sup> L'Ufficio federale della protezione della popolazione (UFPP) è responsabile, insieme ai servizi competenti e ai Cantoni, per le misure preparatorie in vista della situazione di esposizione di emergenza.

<sup>2</sup> L'UFPP provvede insieme all'UFSP all'approntamento dell'organizzazione incaricata dei prelievi e delle misurazioni di cui all'articolo 4a dell'ordinanza del 17 ottobre 2007<sup>31</sup> sulla Centrale nazionale d'allarme (OCENAL).

<sup>3</sup> L'UFSP è responsabile della preparazione delle misure necessarie per la protezione della salute della popolazione. Sono fatte salve le disposizioni sulle misure di protezione durante la fase acuta di cui all'ordinanza del 20 ottobre 2010<sup>32</sup> sugli interventi NBCN.

<sup>4</sup> Esso sostiene lo SMF NBCN nell'elaborazione di una strategia di radioprotezione ai fini della protezione della salute nella situazione di esposizione di emergenza. Tale strategia si deve basare su livelli di riferimento. L'IFSN fornisce le basi necessarie per gli scenari riguardanti le centrali nucleari.

<sup>5</sup> L'UFSP provvede alla conservazione delle conoscenze per il trattamento di persone fortemente irradiate.

### Art. 149 Protezione d'emergenza nei dintorni di aziende

<sup>1</sup> L'autorità preposta al rilascio delle licenze stabilisce, nel singolo caso, in quale misura le aziende per le quali, in ragione dei quantitativi e dell'attività di radionuclidi autorizzati, può verificarsi un'emergenza, sono tenute a partecipare alla preparazione e alla realizzazione dei provvedimenti protettivi d'emergenza nei loro dintorni o ad adottarle esse stesse.

<sup>2</sup> Per la preparazione dei provvedimenti protettivi d'emergenza, essa si avvale della collaborazione degli organi e dei servizi d'intervento cantonali competenti e li informa in merito ai provvedimenti adottati.

## Capitolo 3: Gestione

### Art. 150 Obbligo di notifica

<sup>1</sup> Il titolare della licenza deve notificare immediatamente un'emergenza secondo le modalità previste dall'autorità di vigilanza e dalla CENAL.

<sup>2</sup> L'UFSP notifica un'emergenza all'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) secondo il Regolamento sanitario internazionale del 23 maggio 2005<sup>33</sup>.

---

31 RS 520.18

32 RS 520.17

33 RS 0.818.103

**Art. 151** Obbligo d'informazione

L'autorità di vigilanza provvede a informare tempestivamente sulle emergenze le persone interessate all'interno dell'azienda, la popolazione e i Cantoni interessati. È fatto salvo l'articolo 9 dell'ordinanza del 20 ottobre 2010<sup>34</sup> sugli interventi NBCN.

**Art. 152** Accertamento delle dosi di radiazione

<sup>1</sup> L'UFSP è responsabile del calcolo, del bilancio e della verifica delle dosi di radiazione della popolazione. Durante la fase acuta di un evento, la CENAL assume questo compito secondo l'ordinanza del 20 ottobre 2010<sup>35</sup> sugli interventi NBCN.

<sup>2</sup> Quali autorità di vigilanza, l'UFSP e l'IFSN stabiliscono insieme alla CENAL i metodi e i modelli per l'accertamento delle dosi di radiazione.

<sup>3</sup> Per il calcolo semplificato delle dosi si applicano i fattori di dose di cui agli allegati 5 e 6.

**Art. 153** Direzione nella situazione di esposizione di emergenza

<sup>1</sup> La direzione nella situazione di esposizione di emergenza compete allo SMF NBCN secondo l'ordinanza del 20 ottobre 2010<sup>36</sup> sugli interventi NBCN. Esso tiene conto della strategia di cui all'articolo 148.

<sup>2</sup> In caso di evento, la CENAL attiva l'organizzazione incaricata dei prelievi e delle misurazioni di cui all'articolo 4a capoverso 4 OCENAL<sup>37</sup>.

<sup>3</sup> L'UFSP sostiene la CENAL nell'elaborazione dei programmi di misurazione.

<sup>4</sup> Fornisce consulenza allo SMF NBCN nella disposizione di provvedimenti per la protezione della salute della popolazione.

<sup>5</sup> In base alla situazione radiologica, lo SMF NBCN presenta al Consiglio federale un'istanza per la transizione da una situazione di esposizione di emergenza a una situazione di esposizione esistente.

**Capitolo 4: Persone mobilitate****Art. 154** Gruppi di persone

<sup>1</sup> In caso di pericolo in seguito ad aumento della radioattività, sono tenute a svolgere i compiti di cui all'articolo 20 capoverso 2 lettera b LRaP:

- a. il personale delle autorità e delle amministrazioni pubbliche;
- b. le persone e le organizzazioni della protezione della popolazione (polizia, pompieri, organizzazioni sanitarie di salvataggio e protezione civile) e dell'esercito;

---

<sup>34</sup> RS 520.17

<sup>35</sup> RS 520.17

<sup>36</sup> RS 520.17

<sup>37</sup> RS 520.18

- c. le persone e le imprese, come le squadre di misurazione e di radioprotezione, per la lotta contro i danni immediati;
- d. le persone e le imprese di trasporto pubblico e privato, per il trasporto di persone e di merci e le operazioni di evacuazione;
- e. le persone e le imprese per la lotta contro i danni indiretti, come l'adozione di provvedimenti alla fonte volti a impedire un'ulteriore propagazione della contaminazione alle aree circostanti;
- f. i medici e il personale sanitario specializzato per l'assistenza alle persone irradiate o ad altre persone interessate;
- g. le persone e le imprese che devono preservare il funzionamento di infrastrutture critiche, nell'ambito delle loro attività professionali e imprenditoriali usuali;
- h. le persone e le imprese che devono preservare il funzionamento dei servizi pubblici indispensabili, nell'ambito delle loro attività professionali e imprenditoriali usuali.

<sup>2</sup> Sono esonerate dagli interventi di cui al capoverso 1 le persone di età inferiore ai 18 anni e le donne in stato di gravidanza.

#### **Art. 155** Protezione della salute

<sup>1</sup> L'esposizione a radiazioni delle persone mobilitate deve essere accertata a intervalli appropriati e mediante misurazioni adeguate.

<sup>2</sup> Se una persona mobilitata ha ricevuto una dose efficace superiore a 250 mSv, deve essere sottoposta a controllo medico.

<sup>3</sup> In caso di superamento di tale valore, i controlli medici e i compiti sono retti dall'articolo 71 capoversi 2-5.

#### **Art. 156** Equipaggiamento

<sup>1</sup> Lo SMF NBCN provvede affinché le persone mobilitate in caso di eventi NBCN dispongano dell'equipaggiamento necessario allo svolgimento dei loro compiti e alla protezione della loro salute.

<sup>2</sup> Fanno parte dell'equipaggiamento necessario, in particolare:

- a. un numero sufficiente di apparecchi di misura e di dosimetri per accertare l'esposizione a radiazioni;
- b. i mezzi di protezione contro le incorporazioni o le contaminazioni.

#### **Art. 157** Copertura assicurativa e indennizzo

<sup>1</sup> In caso di aumento della radioattività, le persone mobilitate sono assicurate contro gli infortuni e la malattia. Se l'assicurazione obbligatoria contro gli infortuni e le assicurazioni private non offrono una copertura sufficiente, la Confederazione garantisce le prestazioni conformemente alle disposizioni della legge federale del

19 giugno 1922<sup>38</sup> sull'assicurazione militare. Per l'esecuzione si può ricorrere, in caso di necessità, alla collaborazione dell'assicurazione militare.

<sup>2</sup> La Confederazione indennizza le persone e le aziende mobilitate per gli eventuali costi della loro attività non coperti. IL DDPS definisce le modalità per la concessione delle indennità.

## **Titolo quinto: Situazioni di esposizione esistenti**

### **Capitolo 1: Principi**

#### **Art. 158**

<sup>1</sup> Per le situazioni di esposizione esistenti si applica un livello di riferimento di 1 mSv all'anno. Sono fatti salvi il livello di riferimento del radon di cui all'articolo 164 e il valore soglia di cui all'articolo 165. In singoli casi l'UFSP può proporre al Consiglio federale livelli di riferimento fino a 20 mSv l'anno, in particolare quando sono necessarie misure secondo l'articolo 180.

### **Capitolo 2: Siti e oggetti radiologicamente contaminati**

#### **Sezione 1: Definizione**

#### **Art. 159**

<sup>1</sup> Sono radiologicamente contaminati:

- a. gli oggetti contenenti sorgenti radioattive con un'attività superiore al livello di esenzione e mai o solo limitatamente sottoposti a un controllo regolamentare;
- b. gli oggetti contenenti sorgenti radioattive, la cui omologazione o ammissione limitata a determinate applicazioni secondo l'articolo 29 lettera c LRaP è scaduta e non viene prorogata;
- c. i siti contaminati da attività precedenti, mai o solo limitatamente sottoposti a un controllo regolamentare.

<sup>2</sup> Non sono siti e oggetti radiologicamente contaminati le sorgenti radioattive declassate dopo il 1° ottobre 1994 secondo l'articolo 118.

#### **Sezione 2: Oggetti**

#### **Art. 160**

<sup>1</sup> L'UFSP provvede allo smaltimento degli oggetti di cui all'articolo 159 capoverso 1 lettere a e b. Per il resto, questo smaltimento è retto dagli articoli 119–134.

<sup>2</sup> L'ulteriore uso di questi oggetti è consentito se per esso sussiste una giustificazione nel quadro di una licenza secondo l'articolo 21 capoverso 1 lettera d.

### **Sezione 3: Siti**

#### **Art. 161** Siti potenzialmente contaminati

<sup>1</sup> L'UFSP tiene un inventario dei siti di cui all'articolo 159 capoverso 1 lettera c potenzialmente contaminati e a tale scopo registra i seguenti dati:

- a. informazioni sull'ubicazione del sito (coordinate, numero di particella);
- b. informazioni sull'attività precedente e il periodo in cui è stata svolta;
- c. indicazioni relative all'edificio (se disponibili);
- d. dati dell'ispezione;
- e. decisione di risanamento e relative scadenze nonché risultati delle misurazioni di declassamento dopo il risanamento, comprese eventuali limitazioni;
- f. dati relativi al proprietario e all'utilizzatore del sito (nome, indirizzo, numero postale di avviamento, località).

<sup>2</sup> Per adempiere i compiti assegnati loro, hanno accesso ai dati dell'inventario:

- a. i collaboratori della Divisione radioprotezione dell'UFSP;
- b. i collaboratori del Settore Fisica della Suva; hanno accesso mediante procedura di richiamo.

<sup>3</sup> I dati rimangono archiviati nell'inventario al massimo per 100 anni dalla conclusione del risanamento. Scaduto questo termine, si propone all'Archivio federale di custodirli.

#### **Art. 162** Ispezione di siti

<sup>1</sup> Quando non si può escludere un pericolo per l'essere umano e l'ambiente dovuto a radiazioni ionizzanti, l'UFSP ordina un'ispezione dei siti individuati di cui all'articolo 156. Ne informa preventivamente il Cantone e il Comune interessato.

<sup>2</sup> Il proprietario e l'utilizzatore sono tenuti a consentire all'UFSP di accedere ai siti interessati ai fini dell'ispezione.

<sup>3</sup> L'UFSP stabilisce la procedura di ispezione ed effettua le ispezioni.

<sup>4</sup> Può affidare a terzi l'incarico di eseguire le ispezioni.

#### **Art. 163** Risanamento di siti

<sup>1</sup> Sulla base dell'ispezione, l'UFSP valuta le dosi efficaci per le persone che possono trovarsi nell'edificio. Informa queste ultime, il proprietario nonché l'utilizzatore del sito, il Cantone e il Comune dei risultati dell'ispezione.

<sup>2</sup> Se la dose è inferiore al livello di riferimento fissato secondo l'articolo 158 capoverso 1, il sito può essere declassato.

<sup>3</sup> Se la dose supera il livello di riferimento, sono necessari i seguenti provvedimenti:

- a. L'UFSP dichiara il sito radiologicamente contaminato. Questo viene iscritto nel registro fondiario.
- b. il proprietario del sito interessato deve incaricare una ditta con relativa licenza di effettuare i provvedimenti di risanamento necessari, annunciando all'UFSP la data d'inizio dei lavori.
- c. L'autorità di vigilanza:
  1. sorveglia i lavori di risanamento e può ordinare misure per la protezione dei lavoratori interessati e dell'ambiente;
  2. provvede allo smaltimento delle sorgenti radioattive rimosse durante il risanamento e del materiale contaminato come rifiuti secondo gli articoli 119–134.
  3. concede il nulla osta per il sito, se il livello di riferimento è rispettato.

<sup>4</sup> I costi del risanamento e dello smaltimento sono a carico di chi ha causato il rischio derivante dal sito contaminato. Se è stato causato da più persone, queste assumono i costi dei provvedimenti di risanamento proporzionalmente alla loro parte di responsabilità. In primo luogo i costi sono a carico di colui che con il suo comportamento ha causato il provvedimento.

<sup>5</sup> Chi è implicato soltanto come proprietario del sito non sostiene alcun costo se non poteva essere a conoscenza della contaminazione applicando la necessaria diligenza.

<sup>6</sup> Se il proprietario non è esonerato dall'assunzione dei costi secondo il capoverso 5, nel calcolo della parte dei costi a suo carico si tiene conto segnatamente del fatto che:

- a. fosse già responsabile del sito al momento della contaminazione e avesse potuto impedirla;
- b. risponde per la quota di danno derivante dal suo predecessore legale;
- c. ha ricavato o ricavi dalla contaminazione o dal risanamento un vantaggio economico non irrilevante.

<sup>7</sup> La Confederazione assume la parte dei costi a carico dei responsabili che non possono essere individuati, che risultano insolventi o che sono stati sgravati o esonerati dai costi.

## **Capitolo 3: Radon**

### **Sezione 1: Disposizioni generali**

**Art. 164** Livello di riferimento del radon

<sup>1</sup> Il livello di riferimento del radon corrisponde alla concentrazione di radon il cui superamento esige l'adozione di provvedimenti secondo gli articoli 175-177.

<sup>2</sup> Per la concentrazione di radon nei locali negli edifici, si applica un livello di riferimento del radon di 300 Bq/m<sup>3</sup>, calcolato come media annua. Sono fatte salve le disposizioni di cui all'articolo 165.

**Art. 165** Valore soglia nel luogo di lavoro

<sup>1</sup> Il valore soglia corrisponde alla concentrazione di radon il cui superamento esige l'adozione di provvedimenti immediati secondo l'articolo 177.

<sup>2</sup> Si applica un valore soglia di 1000 Bq/m<sup>3</sup> per le concentrazioni di radon:

- a. nei luoghi di lavoro situati in edifici esistenti, se l'ultima licenza edilizia è stata rilasciata prima dell'entrata in vigore della presente ordinanza;
- b. nei luoghi di lavoro a rischio radon di cui all'articolo 174.

**Art. 166** Servizio tecnico e d'informazione sul radon e Piano di azione radon

<sup>1</sup> L'UFSP gestisce un servizio tecnico e d'informazione sul radon.

<sup>2</sup> Il servizio svolge in particolare i seguenti compiti:

- a. attua il Piano di azione radon del Consiglio federale;
- b. formula periodicamente raccomandazioni sulle misure di protezione e sostiene i Cantoni nella loro attuazione;
- c. informa e offre consulenza ai Cantoni, ai proprietari di case, ai locatari, ai professionisti del settore edile e di altri ambienti interessati;
- d. offre consulenza alle persone e ai servizi interessati sulle misure di protezione adeguate;
- e. elabora periodicamente all'attenzione dei Cantoni una panoramica sugli edifici misurati;
- f. riconosce e vigila sui servizi di misurazione del radon di cui all'articolo 168;
- g. pubblica un elenco dei consulenti in materia di radon di cui all'articolo 170 capoverso 2;
- h. acquisisce le basi scientifiche necessarie per l'applicazione delle misure di protezione contro il radon;
- i. valuta periodicamente le ripercussioni delle misure di protezione e avvia gli adeguamenti necessari.

<sup>3</sup> L'UFSP può incaricare terzi di svolgere la consulenza di cui al capoverso 2 lettera d.

**Art. 167** Competenza

Per l'esecuzione delle misure di protezione contro il radon sono competenti:

- a. nei locali abitativi e di soggiorno, soprattutto nelle scuole e nelle scuole dell'infanzia: i Cantoni;
- b. nei luoghi di lavoro: le autorità di vigilanza.

**Art. 168** Riconoscimento dei servizi di misurazione del radon

<sup>1</sup> Le misurazioni del radon devono essere eseguite da servizi di misurazione del radon riconosciuti.

<sup>2</sup> L'UFSP riconosce un servizio di misurazione del radon se:

- a. dispone del personale specializzato e dei sistemi di misurazione necessari per adempiere correttamente i compiti assegnatigli; e
- b. garantisce un adempimento irreprensibile dei suoi compiti, e segnatamente che non sussista alcun conflitto di interesse.

<sup>3</sup> L'UFSP limita il riconoscimento a cinque anni al massimo

<sup>4</sup> Il DFGP disciplina i requisiti tecnici dei sistemi di misurazione e le procedure per mantenerne la stabilità.

**Art. 169** Obblighi dei servizi di misurazione del radon

I servizi di misurazione riconosciuti sono tenuti:

- a. ad attenersi ai protocolli di misurazione prescritti;
- b. a immettere i loro dati nella banca dati sul radon entro due mesi dalla conclusione della misurazione;
- c. a notificare all'autorità competente di cui all'articolo 167 ogni superamento del livello di riferimento del radon di cui all'articolo 164 capoverso 2 come pure del valore soglia di cui all'articolo 165, al più tardi al momento della registrazione nella banca dati sul radon.

**Art. 170** Consulenti in materia di radon

<sup>1</sup> I consulenti in materia di radon sostengono e consigliano committenti, professionisti del settore edile e proprietari nell'attuazione di misure preventive di protezione contro il radon e risanamenti radon, conformemente allo stato della tecnica.

<sup>2</sup> I consulenti in materia di radon che hanno ricevuto una formazione e un perfezionamento secondo l'articolo 20 lettera c e che operano in Svizzera sono inseriti su richiesta in una lista che l'UFSP è tenuto a pubblicare.

**Art. 171** Banca dati sul radon

<sup>1</sup> L'UFSP gestisce una banca dati centralizzata sul radon. Esso vi memorizza i dati necessari a valutare costantemente l'esecuzione delle misurazioni e dei risanamenti e ad acquisire conoscenze statistiche e scientifiche.

<sup>2</sup> Nella banca dati centralizzata sul radon sono memorizzati i seguenti dati:

- a. ubicazione dell'edificio (coordinate, numero di particella);
- b. indicazioni sull'edificio;
- c. indicazioni sul locale;
- d. misurazioni;
- e. dati concernenti il risanamento;

- f. proprietari e/o inquilini dell'edificio (nome, indirizzo, numero postale di avviamento, località);
  - g. data di costruzione dell'edificio.
- <sup>3</sup> I collaboratori del Servizio tecnico e d'informazione sul radon sono autorizzati a trattare i dati registrati nella banca dati conformemente al regolamento specifico.
- <sup>4</sup> L'UFSP mette a disposizione mediante procedura di richiamo:
- a. ai servizi di misurazione riconosciuti: i propri dati raccolti;
  - b. ai Cantoni: tutti i dati rilevati sul loro territorio.
- <sup>5</sup> I dati registrati nella banca dati sono distrutti dopo 100 anni.

## **Sezione 2: Misure preventive di protezione contro il radon e misurazioni del radon**

### **Art. 172** Protezione contro il radon negli edifici nuovi e in ristrutturazione

<sup>1</sup> Gli edifici sono considerati nuovi se la licenza edilizia è stata rilasciata dopo l'entrata in vigore della presente ordinanza.

<sup>2</sup> Nell'ambito della procedura per il rilascio della licenza edilizia, il Cantone rende attento il committente sui requisiti richiesti dalla presente ordinanza in materia di protezione contro il radon.

<sup>3</sup> Il committente deve provvedere affinché siano adottate misure edili di prevenzione conformi allo stato della tecnica, al fine di perseguire una concentrazione di radon inferiore al livello di riferimento di cui all'articolo 164 capoverso 2.

<sup>4</sup> Entro un anno dall'occupazione dell'edificio, il proprietario è tenuto a far eseguire a proprie spese una misurazione del radon riconosciuta nei locali di abitazione e di soggiorno.

### **Art. 173** Misurazioni del radon nei locali di abitazione e di soggiorno

<sup>1</sup> Il Cantone può esigere dal proprietario che nei locali di abitazione e di soggiorno siano eseguite misurazioni del radon riconosciute.

<sup>2</sup> Provvede affinché in scuole e scuole dell'infanzia siano eseguite a campione misurazioni del radon riconosciute.

### **Art. 174** Misurazioni del radon sui posti di lavoro a rischio radon

<sup>1</sup> Sono considerati a rischio radon i posti di lavoro dove è probabile un superamento del valore soglia di 1000 Bq/m<sup>3</sup> di cui all'articolo 165. Si tratta soprattutto di posti di lavoro in costruzioni sotterranee, miniere, caverne e impianti di approvvigionamento idrico nonché di posti di lavoro classificati come a rischio radon dall'autorità di vigilanza.

<sup>2</sup> Le aziende con posti di lavoro a rischio radon provvedono affinché siano eseguite misurazioni del radon da parte di un servizio riconosciuto di misurazione del radon.

<sup>3</sup> L'autorità di vigilanza può eseguire misurazioni a campione su posti di lavoro a rischio radon.

### **Sezione 3: Provvedimenti volti a ridurre la concentrazione di radon**

#### **Art. 175** Risanamento dal radon di edifici di nuova costruzione

<sup>1</sup> Se in un edificio di nuova costruzione il livello di riferimento del radon di 300 Bq/m<sup>3</sup> di cui all'articolo 164 capoverso 2 è superato, l'autorità competente secondo l'articolo 167 ordina che il risanamento dal radon sia eseguito entro un anno.

#### **Art. 176** Risanamento dal radon di locali di abitazione e di soggiorno in edifici esistenti

<sup>1</sup> Se il livello di riferimento del radon di 300 Bq/m<sup>3</sup> di cui all'articolo 164 capoverso 2 è superato, il Cantone ordina il risanamento dal radon:

- a. di locali di abitazione e di soggiorno: in base all'urgenza e alla sostenibilità economica nel singolo caso, al più tardi però in occasione della successiva trasformazione che richiede una licenza edilizia;
- b. di scuole e scuole dell'infanzia: entro tre anni.

<sup>2</sup> In singoli casi il Cantone può accordare agevolazioni qualora il risanamento dal radon sia sproporzionato. Questi casi devono essere notificati all'UFSP.

<sup>3</sup> Entro un anno dal risanamento dal radon, il proprietario provvede all'esecuzione di una misurazione del radon riconosciuta per verificarne l'esito e ne comunica i risultati al Cantone e all'UFSP.

<sup>4</sup> Il proprietario assume i costi del risanamento dal radon.

#### **Art. 177** Provvedimenti sul posto di lavoro

<sup>1</sup> Se il valore soglia di 1000 Bq/m<sup>3</sup> di cui all'articolo 165 è superato, l'azienda deve accertare la concentrazione di radon integrata su un mese delle persone esposte e controllarla almeno ogni cinque anni.

<sup>2</sup> Se la concentrazione di radon integrata su un mese di una persona sul posto di lavoro è superiore a 170 kBqh/m<sup>3</sup>, l'azienda deve prendere provvedimenti organizzativi o tecnici.

<sup>3</sup> Se, nonostante i provvedimenti, la concentrazione di radon integrata su un mese di una persona sul posto di lavoro è superiore a 170 kBqh/m<sup>3</sup>, questa persona è considerata professionalmente esposta a radiazioni.

## **Capitolo 4: Materiali contenenti radionuclidi presenti in natura (NORM)**

### **Art. 178** Settori industriali interessati

<sup>1</sup> I settori industriali interessati da NORM sono, in particolare:

- a. gli impianti per la filtrazione delle acque sotterranee;
- b. la produzione di gas naturale;
- c. la produzione di energia geotermica;
- d. l'industria dello zirconio e dello zirconio;
- e. la produzione di cemento e la fonderia.

<sup>2</sup> Le aziende attive nei settori industriali di cui al capoverso 1 provvedono affinché siano eseguite misurazioni volte ad accertare se:

- a. il personale di cui all'articolo 63 capoverso 1 è professionalmente esposto a radiazioni;
- b. l'attività è soggetta all'obbligo della licenza secondo l'articolo 21 capoverso 2.

<sup>3</sup> I risultati delle misurazioni devono essere notificati all'autorità di vigilanza.

<sup>4</sup> L'autorità di vigilanza può eseguire misurazioni a campione nei settori industriali interessati da NORM.

### **Art. 179** Materiali da costruzione

<sup>1</sup> I materiali da costruzione con un indice di concentrazione di attività inferiore o uguale a 1 possono essere messi in commercio senza restrizioni. Quelli con un indice superiore a 1 devono essere notificati all'UFSP.

<sup>2</sup> È vietato mettere in commercio materiali da costruzione che conducono al superamento del livello di riferimento di cui all'articolo 158.

<sup>3</sup> L'UFSP può eseguire misurazioni a campione dell'indice di concentrazione di attività nei materiali da costruzione.

## **Capitolo 5: Contaminazione a lungo termine dopo un'emergenza**

### **Art. 180**

L'UFSP appronta i provvedimenti a lungo termine federali e cantonali volti a far fronte alle conseguenze dopo la transizione da una situazione di esposizione di emergenza a una situazione di esposizione esistente secondo l'articolo 153 capoverso 5.

## **Capitolo 6: Superamento del tenore massimo correlato a un evento nelle derrate alimentari**

### **Art. 181**

<sup>1</sup> Qualora accertino, in base alla legislazione sulle derrate alimentari, un superamento del tenore massimo correlato a un evento in una situazione di esposizione di emergenza o nella successiva situazione di esposizione esistente, le autorità di esecuzione cantonali ne informano l'USAV.

<sup>2</sup> L'USAV informa l'UFSP e gli altri Cantoni riguardo alle notifiche di cui al capoverso 1 pervenutegli.

## **Titolo sesto: Vigilanza e consulenza**

### **Capitolo 1: Vigilanza**

#### **Sezione 1: Autorità di vigilanza**

### **Art. 182**

<sup>1</sup> L'UFSP, la Suva, l'IFSN e l'UFAC sono competenti per la vigilanza ai sensi della presente ordinanza.

<sup>2</sup> L'UFSP vigila sulle aziende che non sottostanno alla vigilanza della Suva o dell'IFSN, in particolare:

- a. le aziende mediche;
- b. gli istituti di ricerca e di insegnamento.

<sup>3</sup> L'IFSN vigila su:

- a. gli impianti nucleari;
- b. le indagini geologiche di cui all'articolo 35 LENU<sup>39</sup>;
- c. il ricevimento e la spedizione di sostanze radioattive negli o dagli impianti nucleari.

<sup>4</sup> La Suva vigila in particolare sulle aziende industriali e artigianali.

<sup>5</sup> Le autorità di vigilanza di cui ai capoversi 2-4 coordinano l'esecuzione della vigilanza e si accordano tra di loro in caso di dubbio circa la competenza. A tale fine si riuniscono periodicamente.

<sup>6</sup> L'UFAC vigila sugli operatori di aeromobili per quanto concerne la sorveglianza del personale di volo professionalmente esposto a radiazioni.

## Sezione 2: Obblighi

### **Art. 183** Obbligo di archiviazione e d'informazione

Le autorità di vigilanza sono tenute ad archiviare i documenti relativi al rilascio della licenza, agli adeguamenti della licenza nonché alla vigilanza. Forniscono su richiesta i documenti necessari alle autorità preposte al rilascio delle licenze in qualsiasi momento.

### **Art. 184** Informazioni sugli eventi di interesse pubblico

L'autorità di vigilanza provvede a informare in tempo utile le persone e i Cantoni interessati nonché la popolazione in merito agli eventi di interesse pubblico.

## Sezione 3: Controlli

### **Art. 185** Principio

Le autorità di vigilanza eseguono controlli a campione e graduati in base al potenziale di rischio per verificare se le norme sono rispettate e se la protezione dell'essere umano e dell'ambiente dai pericoli delle radiazioni ionizzanti è garantita.

### **Art. 186** Obblighi di collaborazione

<sup>1</sup> All'autorità di vigilanza devono essere fornite gratuitamente tutte le informazioni e messi a disposizione tutti gli apparecchi, gli oggetti e i documenti necessari per i controlli.

<sup>2</sup> Inoltre deve esserle consentito di accedere a impianti, dispositivi e zone se ciò è necessario per l'esecuzione dei controlli.

### **Art. 187** Coinvolgimento di terzi

L'UFSP può incaricare terzi di eseguire i controlli, in particolare:

- a. aziende attive nella garanzia della qualità degli impianti di diagnostica;
- b. esperti che effettuano audit clinici.

### **Art. 188** Controllo delle importazioni, delle esportazioni e dei transiti

<sup>1</sup> Nel caso di importazione, esportazione e transito, gli uffici doganali verificano, nell'ambito dei loro controlli, se il trasporto di sorgenti radioattive è stato autorizzato.

<sup>2</sup> Su richiesta dell'autorità preposta al rilascio delle licenze, controllano se, al momento dell'importazione, dell'esportazione e del transito, le merci sono conformi alle disposizioni della presente ordinanza.

<sup>3</sup> L'UFSP organizza, in particolare d'intesa con la Direzione generale delle dogane, controlli periodici mirati a verificare le merci al momento dell'importazione, dell'esportazione e del transito nonché le persone all'ingresso nel Paese.

<sup>4</sup> L'UFSP coordina, in particolare con il supporto della Direzione generale delle dogane e del Laboratorio di Spiez, il fabbisogno e l'acquisizione nonché la manutenzione dei dispositivi di misurazione necessari e si prepara per l'intervento in situazioni speciali.

<sup>5</sup> L'UFSP è competente per l'approvazione di convenzioni su un'eventuale ripresa delle scorie radioattive esportate secondo l'articolo 25 capoverso 3 lettera d LRAp.

<sup>6</sup> D'intesa con le autorità preposte al rilascio delle licenze, la Direzione generale delle dogane emana istruzioni per il controllo dell'importazione, dell'esportazione e del transito di sorgenti radioattive.

<sup>7</sup> Se richiesto e se necessario per l'esecuzione della presente ordinanza, la Direzione generale delle dogane trasmette alle autorità preposte al rilascio delle licenze e alle autorità di vigilanza i dati dalle dichiarazioni doganali.

#### **Sezione 4: Sorveglianza delle radiazioni ionizzanti e della radioattività nell'ambiente**

##### **Art. 189**      Competenza

<sup>1</sup> L'UFSP sorveglia le radiazioni ionizzanti e la radioattività nell'ambiente.

<sup>2</sup> L'IFSN sorveglia inoltre le radiazioni ionizzanti e la radioattività nei dintorni degli impianti nucleari.

<sup>3</sup> Per determinare l'esposizione della popolazione alla radioattività ambientale, l'UFSP effettua misurazioni su campioni idonei allo scopo, quali particelle trasportate dall'aria, acqua per uso umano o derrate alimentari. A tale fine può collaborare con i Cantoni.

##### **Art. 190**      Reti di misurazione automatiche per la sorveglianza nei dintorni delle centrali nucleari

<sup>1</sup> L'IFSN gestisce una rete di misurazione automatica per la sorveglianza delle radiazioni ionizzanti nelle immediate vicinanze delle centrali nucleari.

<sup>2</sup> L'UFSP gestisce inoltre una rete di misurazione automatica per la sorveglianza della radioattività nell'ambiente. In collaborazione con l'IFSN elabora i requisiti posti a tale rete per quanto riguarda la sorveglianza nei dintorni delle centrali nucleari.

<sup>3</sup> I gestori di centrali nucleari si assumono i costi di acquisto e di esercizio delle reti di misurazione automatiche per la sorveglianza della radioattività nell'ambiente nelle zone d'emergenza ai sensi dell'ordinanza del 20 ottobre 2010<sup>40</sup> sulla protezione d'emergenza in prossimità degli impianti nucleari.

---

<sup>40</sup> RS 732.33

<sup>4</sup> Sono considerati costi di acquisto i costi per l'acquisizione degli apparecchi esclusi i costi di pianificazione. Sono considerati costi di esercizio i costi per la locazione di siti, la garanzia della sicurezza delle informazioni, la manutenzione, la riparazione e l'elettricità.

<sup>5</sup> Ogni anno l'UFSP e l'IFSN addebitano ai singoli gestori i costi dell'anno precedente per le stazioni di misurazione a loro assegnate.

#### **Art. 191** Programma di prelievo di campioni e di misurazioni

<sup>1</sup> L'UFSP allestisce un programma di prelievo di campioni e di misurazioni in situazioni pianificate ed esistenti, in collaborazione con l'IFSN, la Suva, la CENAL e i Cantoni.

<sup>2</sup> I laboratori della Confederazione (l'IPS, l'Istituto federale per l'approvvigionamento, la depurazione e la protezione delle acque, e il Laboratorio di Spiez) sono tenuti a partecipare all'attuazione del programma di prelievo di campioni e di misurazioni e a mettere costantemente a disposizione le risorse umane e materiali necessarie. A tale scopo, è consentito ricorrere all'aiuto di terzi.

#### **Art. 192** Raccolta dei dati, valutazione radiologica e rapporto

<sup>1</sup> L'IFSN, la Suva, la CENAL, i Cantoni e i laboratori coinvolti mettono a disposizione dell'UFSP i dati raccolti nel quadro della sorveglianza, dopo averli interpretati.

<sup>2</sup> L'UFSP valuta la situazione radiologica sulla base dei risultati del programma di sorveglianza di cui all'articolo 191. Calcola e verifica le dosi accumulate dalla popolazione. Sono fatte salve le disposizioni dell'ordinanza del 20 ottobre 2010<sup>41</sup> sugli interventi NBCN nelle situazioni di esposizione di emergenza.

<sup>3</sup> Accerta l'esposizione a radiazioni della popolazione secondo gli allegati 3–6.

<sup>4</sup> Allestisce e pubblica annualmente un rapporto sui risultati della sorveglianza e sulle dosi di radiazione che ne risultano per la popolazione.

#### **Art. 193** Soglie di esame nella sorveglianza dell'ambiente

<sup>1</sup> Se nell'ambiente sono accertate concentrazioni di singoli radionuclidi artificiali suscettibili di comportare una dose efficace superiore a 10  $\mu\text{Sv}$  l'anno per una determinata via di esposizione e per gli individui della popolazione, incombe:

- a. all'UFSP accertare la causa e informare l'autorità di vigilanza interessata; e
- b. all'autorità di vigilanza interessata, se possibile, ordinare l'esecuzione di provvedimenti di ottimizzazione per ridurre l'immissione.

<sup>2</sup> Se nell'acqua potabile sono accertate concentrazioni di radionuclidi naturali suscettibili di comportare una dose efficace superiore a 100  $\mu\text{Sv}$  l'anno per gli individui della popolazione o, nel caso del radon, se la concentrazione è superiore a 100 Bq/l, l'UFSP deve:

---

<sup>41</sup> RS 520.17

- a. istituire uno speciale programma di sorveglianza che permetta di verificare se sussiste un rischio per la salute umana tale da richiedere provvedimenti;
- b. se necessario, avviare provvedimenti correttivi per migliorare la qualità dell'acqua in modo che, dal punto di vista della radioprotezione, adempia i requisiti previsti per la protezione della salute umana.

## Sezione 5: Ricerca

### Art. 194

<sup>1</sup> Le autorità di vigilanza possono, di comune accordo, incaricare terzi di svolgere progetti di ricerca sugli effetti delle radiazioni e sulla radioprotezione, oppure parteciparvi esse stesse.

<sup>2</sup> L'IPS, il Laboratorio di Spiez e altri organismi della Confederazione, secondo le loro possibilità, rimangono a disposizione delle autorità di vigilanza per l'esecuzione di mandati di ricerca sugli effetti delle radiazioni e sulla radioprotezione.

## Capitolo 2: Commissione federale della radioprotezione

### Art. 195

<sup>1</sup> La Commissione federale della radioprotezione (CPR) è una commissione consultiva permanente ai sensi dell'articolo 8a capoverso 2 dell'ordinanza del 25 novembre 1998<sup>42</sup> sull'organizzazione del Governo e dell'Amministrazione.

<sup>2</sup> Presta consulenza al Consiglio federale, al DFI, al DATEC, al DDPS, all'IFSN, agli uffici interessati e alla Suva nelle questioni inerenti la radioprotezione. A questo scopo i suoi compiti consistono:

- a. nell'informare periodicamente l'opinione pubblica sulla situazione della radioprotezione in Svizzera;
- b. nel pronunciarsi segnatamente in merito:
  1. all'interpretazione e alla valutazione di raccomandazioni internazionali concernenti la radioprotezione in vista di una loro applicazione in Svizzera;
  2. all'elaborazione e allo sviluppo di principi unitari per l'applicazione delle prescrizioni relative alla radioprotezione;
  3. alla radioattività ambientale, ai risultati della sorveglianza, all'interpretazione dei risultati e alle dosi di radiazione che ne risultano per la popolazione;
  4. alla giustificazione nell'esposizione medica nell'ambito dell'articolo 41;

---

<sup>42</sup> RS 172.010.1

- c. nell'elaborare e pubblicare<sup>43</sup>, in collaborazione con le associazioni professionali e di categoria interessate, raccomandazioni a giustificazione delle procedure di cui all'articolo 39 capoversi 1 e 2;
- d. nell'elaborare rapporti e pareri su incarico del Consiglio federale o delle autorità di vigilanza.

<sup>3</sup> La CPR si compone di specialisti in campo scientifico e industriale.

<sup>4</sup> Su proposta del DFI, il Consiglio federale ne nomina il presidente, il vicepresidente e gli altri membri.

<sup>5</sup> La CFR può proporre al DFI la nomina di supplenti e di nuovi membri.

<sup>6</sup> È aggregata amministrativamente all'UFSP.

<sup>7</sup> Collabora con la Commissione federale per la protezione NBC (ComNBC) e con la Commissione per la sicurezza nucleare (CSN). Si tratta in particolare di svolgere compiti comuni nel campo della radioprotezione.

<sup>8</sup> Per l'esame di questioni specifiche, la CFR e i suoi comitati possono ricorrere a esperti esterni.

## **Titolo settimo: Disposizioni penali**

### **Art. 196**

<sup>1</sup> È punito conformemente all'articolo 44 capoverso 1 lettera f LRaP chiunque intenzionalmente:

- a. mescola, senza licenza, sostanze radioattive con materiali inattivi, al solo scopo di non doverle smaltire quali scorie radioattive (art. 121);
- b. esercita un'attività che può comportare un pericolo da radiazioni ionizzanti senza disporre della formazione richiesta a tale scopo secondo gli articoli 9–12;
- c. gestisce un servizio di dosimetria individuale non riconosciuto (art. 80);
- d. gestisce un servizio di dosimetria individuale contravvenendo agli obblighi imposti a tale attività secondo gli articoli 83–85;
- e. nella dichiarazione doganale, omette le indicazioni richieste secondo l'articolo 115, non dichiara merci radioattive o le dichiara in maniera intenzionalmente errata.

<sup>2</sup> È punito con la multa fino a 20 000 franchi chiunque intenzionalmente non adempie i compiti assegnatigli secondo l'articolo 20 capoverso 2 lettera b LRaP.

---

<sup>43</sup> [www.bag.admin.ch/ksr-cpr](http://www.bag.admin.ch/ksr-cpr)

## **Titolo ottavo: Disposizioni finali**

**Art. 197** Abrogazione di un altro atto normativo

L'ordinanza del 22 giugno 1994<sup>44</sup> sulla radioprotezione è abrogata.

**Art. 198** Modifica di altri atti normativi

La modifica di altri atti normativi è disciplinata nell'allegato 10.

**Art. 199** Disposizioni transitorie

<sup>1</sup> Le licenze rilasciate prima dell'entrata in vigore della presente ordinanza rimangono valide fino al loro rinnovo o alla loro scadenza. Il loro contenuto deve tuttavia rispettare le disposizioni della presente ordinanza.

<sup>2</sup> Ai procedimenti pendenti all'entrata in vigore della presente ordinanza si applicano le disposizioni della stessa.

<sup>3</sup> I materiali declassati prima dell'entrata in vigore della presente ordinanza possono essere manipolati come sostanze inattive (art. 118).

<sup>4</sup> I primi audit clinici (art. 52) devono essere eseguiti tre anni dopo l'entrata in vigore della presente ordinanza.

<sup>5</sup> I titolari delle licenze interessati dagli audit clinici devono essere in grado di presentare il manuale di qualità di cui all'articolo 55 capoverso 2 e 3 al più tardi due anni dopo l'entrata in vigore della presente ordinanza.

<sup>6</sup> Il titolare di una licenza per sorgenti ad alta attività deve:

- a. fornire all'autorità di vigilanza, entro due anni dall'entrata in vigore della presente ordinanza, le indicazioni di cui all'articolo 109 per l'allestimento dell'inventario;
- b. comunicare all'autorità di vigilanza, entro due anni dall'entrata in vigore della presente ordinanza, quali misure di garanzia e di sicurezza di cui all'articolo 111 ha stabilito.

<sup>7</sup> Nelle aziende in cui è molto probabile il rinvenimento di sorgenti orfane, il titolare della licenza deve, entro tre anni dall'entrata in vigore della presente ordinanza, attuare le misure di cui all'articolo 116 e chiedere una licenza per l'attività.

<sup>8</sup> Le scorie radioattive che all'entrata in vigore della presente ordinanza sono già state poste in stoccaggio per il decadimento radioattivo, possono rimanervi fino a quando la loro attività specifica non scenderà al di sotto del livello di esenzione.

<sup>9</sup> Entro due anni dall'entrata in vigore della presente ordinanza, i Cantoni adeguano la procedura per il rilascio della licenza edilizia per adempiere i requisiti previsti dall'articolo 172 capoverso 2.

---

<sup>44</sup> RU 1994 1947, 1995 4959, 1996 2129, 2000 107 934 2894, 2001 3294, 2005 601 2885, 2007 1469 5651, 2008 3153 5747, 2010 5191 5395, 2011 5227, 2012 7065 7157, 2013 3041 3407

**Art. 200**      Entrata in vigore

La presente ordinanza entra in vigore il ...

...

In nome del Consiglio federale svizzero

Il presidente della Confederazione, Didier  
Burkhalter

La cancelliera della Confederazione, Corina  
Casanova

*Allegato 1*  
(art. 2 cpv. 2 lett. b)

## **Definizione dei termini tecnici**

### *Osservazione*

I singoli termini sono elencati in ordine alfabetico.

### **Apparecchi che emanano radiazioni parassite**

Apparecchi o dispositivi nei quali sono accelerati esclusivamente elettroni e che generano raggi X senza essere destinati a tale scopo. Sono considerati apparecchi che emanano radiazioni parassite anche i microscopi elettronici.

### **Concentrazione di radon, integrata (in kBqh/m<sup>3</sup>)**

Prodotto della concentrazione di radon misurata moltiplicata per il tempo in cui una persona è stata esposta a tale concentrazione.

### **Dosimetro personale attivo**

Dosimetro personale elettronico che permette di visualizzare direttamente la dose accumulata nonché, a dipendenza della finalità dell'impiego, altre informazioni dosimetriche.

### **Indice di concentrazione di attività nei materiali da costruzione**

L'indice di concentrazione di attività  $I$  risulta dalla seguente formula:

$$I = CRa226/300 \text{ Bq/kg} + CTh232/200 \text{ Bq/kg} + CK40/3000 \text{ Bq/kg}$$

dove CRa226, CTh232 e CK40 corrispondono alle concentrazioni di attività in Bq/kg dei rispettivi radionuclidi nel materiale da costruzione.

### **Livello diagnostico di riferimento**

Vincoli di dose a fini di ottimizzazione nelle esposizioni mediche diagnostiche o interventistiche oppure, nel caso di radiofarmaci, valori dell'attività. I livelli diagnostici di riferimento vengono fissati per esami tipici su un gruppo di pazienti di corporatura standard o su fantocci standard per tipi di apparecchi definiti in via generale.

### **Misurazione di sondaggio**

Procedimento di misurazione volto a rilevare incorporazioni, senza stabilire la dose efficace corrispondente. In caso di superamento di un valore soglia prefissato, si deve eseguire una misurazione dell'incorporazione, stabilendo la dose efficace impegnata.

### **Preparazione di un radiofarmaco**

Procedimento grazie al quale è fabbricato un prodotto finale radiofarmacologico seguendo le disposizioni di marcatura conformi all'autorizzazione di uno strumento di marcatura per la diagnostica.

**Radiofarmaci**

Medicinali contenenti radionuclidi le cui radiazioni trovano un'applicazione diagnostica o terapeutica. Sono considerati radiofarmaci ai sensi della presente ordinanza soprattutto:

- a. i farmaci contenenti uno o più radionuclidi nella loro forma pronta per l'uso in medicina;
- b. i composti non radioattivi (kit) utilizzati, immediatamente prima dell'applicazione sull'essere umano, per la preparazione di radiofarmaci mediante la formazione di nuovi radionuclidi o la combinazione con radionuclidi;
- c. i generatori di radionuclidi con un nuclide padre solido partendo dal quale è prodotto un nuclide figlio rimosso per eluizione o con un altro metodo utilizzato per produrre un radiofarmaco;
- d. i radionuclidi che servono direttamente o come precursori alla marcatura radioattiva di altre sostanze (molecole vettori, cellule, proteine plasmatiche) prima della loro somministrazione.

**Radiologia interventistica**

Interventi diagnostici o terapeutici ai quali si procede, sotto controllo delle immagini, mediante radiazioni ionizzanti. Ne fanno parte anche interventi di altre branche specialistiche al di fuori della radiologia, p. es. angiologia, chirurgia, gastroenterologia, cardiologia, ortopedia, terapia del dolore o urologia.

**Radon**

Isotopo radon-222.

**Sintesi di un prodotto finale radiofarmacologico**

Tutte le tappe della sintesi volta a produrre un radiofarmaco pronto per la somministrazione (prodotto finale radiofarmacologico), in particolare l'incorporazione di un isotopo radioattivo in una molecola (p. es. formazione di un legame covalente, complessazione oppure raggiungimento del necessario stadio di ossidazione del radionuclide mediante riduzione/ossidazione).

*Allegato 2*  
(art. 2 cpv. 1 lett. i, art. 23 lett. i e 128)

### **Livello di esenzione per radionuclidi presenti in natura**

Livello di esenzione per radionuclidi presenti in natura in sostanze solide in equilibrio secolare con i loro nuclidi figli:

Radionuclidi naturali della serie U-238	1000 Bq $\text{kg}^{-1}$
Radionuclidi naturali della serie Th-232	1000 Bq $\text{kg}^{-1}$
K-40	10 000 Bq $\text{kg}^{-1}$

Allegato 3  
(art. 2 cpv. 1 lett. i e j)

### Dati per la radioprotezione operativa, livelli di esenzione, livelli di licenza e vincoli

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	Grandezze di apprezzamento					Livello di esenzione		Livello di licenza Vincoli			Nuclide figlio instabile
			e <sub>inh</sub> Sv/Bq	e <sub>ing</sub> Sv/Bq	h <sub>10</sub> (mSv/h)/ GBq a 1 m di distanza	h <sub>0,07</sub> (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	h <sub>cp,07</sub> (mSv/h)/ GBq (kBq/cm <sup>2</sup> )	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m <sup>3</sup>	CS Bq/cm <sup>2</sup>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
H-3, OBT	12.32 a	β <sup>-</sup>	4.10 E-11	4.20 E-11	<0.001	<1	<0.1	1.E+02	1.00 E+08	2.00 E+05	1000		
H-3, HTO		β <sup>-</sup>	1.80 E-11	1.80 E-11	<0.001	<1	<0.1	1.E+02	3.00 E+08	5.00 E+05	1000		
H-3, gas [7]		β <sup>-</sup>	1.80 E-15		<0.001	<1	<0.1		3.00 E+12	5.00 E+09			
Be-7	53.22 d	ec / ph	4.60 E-11	2.80 E-11	0.008	<1	0.1	1.E+01	1.00 E+08	2.00 E+05	100		
Be-10	1.51 E6 a	β <sup>-</sup>	1.90 E-08	1.10 E-09	<0.001	2000	1.6	1.E+02	3.00 E+05	4.00 E+02	3		
C-11	20.39 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	3.20 E-12	2.40 E-11	0.160	1000	1.7	1.E+01 [1]	7.00E+07	7.00 E+04	[3]	3	
C-11 monossido			1.2 E-12						7.00E+07	7.00 E+04	[3]		
C-11 diossido			2.2 E-12						7.00E+07	7.00 E+04	[3]		
C-14	5.70 E3 a	β <sup>-</sup>	5.80 E-10	5.80 E-10	<0.001	200	0.3	1.E+00	1.00E+07	1.00 E+04	30		
C-14 monossido			8.00 E-13						8.00E+09	1.00 E+07			
C-14 diossido			6.50 E-12						9.00E+08	1.00 E+06			
N-13	9.965 min	ec, β <sup>+</sup> / ph			0.160	1000	1.7	1.E+02 [1]	7.00E+07	7.00 E+04	[3]	3	
O-15	122.24 s	ec, β <sup>+</sup> / ph			0.161	1000	1.7	1.E+02 [1]	7.00E+07	7.00 E+04	[3]	3	
F-18	109.77 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	9.30 E-11	4.90 E-11	0.160	2000	1.7	1.E+01 [1]	7.00E+07	7.00 E+04	[3]	3	
Na-22	2.6019 a	ec, β <sup>+</sup> / ph	2.00 E-09	3.20 E-09	0.330	2000	1.6	1.E-01	3.00E+06	4.00 E+03	3		
Na-24	14.9590 h	β <sup>-</sup> / ph	5.30 E-10	4.30 E-10	0.506	1000	1.9	1.E+00	1.00E+07	2.00 E+04	3		
Mg-28 / Al-28	20.915 h	β <sup>-</sup> / ph	1.70 E-09	2.20 E-09	0.529	2000	3.1	1.E+01 [2]	4.00E+06	5.00 E+03	3		
Al-26	7.17 E5 a	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.40 E-08	3.50 E-09	0.382	1000	1.5	1.E-01	4.00E+05	6.00 E+02	3		
Si-31	157.3 min	β <sup>-</sup> / ph	1.10 E-10	1.60 E-10	<0.001	1000	1.6	1.E+03	5.00E+07	8.00 E+04	3		
Si-32	132 a	β <sup>-</sup>	5.50 E-08	5.60 E-10	<0.001	500	0.6	1.E+02 [2]	1.00E+05	2.00 E+02	10	→ P-32	
P-30	2.498 min	ec, β <sup>+</sup> / ph			0.371	900	1.7				3		
P-32	14.263 d	β <sup>-</sup>	2.90E-09	2.40E-09	<0.001	1000	1.6	1.E+03	2.00E+06	3.00E+03	3		

Radionuclide	Grandezze di apprezzamento							Livello di esenzione		Livello di licenza Vincoli			Nuclide figlio instabile
	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	e <sub>inh</sub> Sv/Bq	e <sub>ing</sub> Sv/Bq	h <sub>10</sub> (mSv/h)/ GBq a 1 m di distanza	h <sub>0,07</sub> (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	hc <sub>0,07</sub> (mSv/h)/ GBq (kBq/cm <sup>2</sup> )	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m <sup>3</sup>	CS Bq/cm <sup>2</sup>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
P-33	25.34 d	β <sup>-</sup>	1.30E-09	2.40E-10	<0.001	700	0.8	1.E+03	5.00E+06	6.00E+03		10	
S-35 (inorg.)	87.51 d	β <sup>-</sup>	1.10E-09	1.90E-10	<0.001	200	0.3	1.E+02	5.00E+06	8.00E+03		30	
S-35 (org.)	87.51 d	β <sup>-</sup>	1.20E-10	7.70E-10	<0.001	200	0.3	1.E+02	5.00E+07	7.00E+04		30	
Cl-36	3.01 E5 a	β <sup>-</sup> , ec, β <sup>+</sup> / ph	5.10E-09	9.30E-10	<0.001	1000	1.5	1.E+00	1.00E+06	2.00E+03		3	
Cl-38	37.24 min	β <sup>-</sup> / ph	7.30E-11	1.20E-10	1.551	1000	1.8	1.E+01 [1]	4.00E+07	4.00E+04	[3]	3	
Cl-39	55.6 min	β <sup>-</sup> / ph	7.60E-11	8.50E-11	0.241	1000	1.7	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05		3	
Ar-37	35.04 d	ec / ph			<0.001	<1	<0.1	1.E+06 [1]	6.00E+13	6.00E+10			
Ar-39	269 a	β <sup>-</sup>			<0.001	2000	1.5	1.E+07 [1]	6.00E+09	6.00E+06	[4]		
Ar-41	109.61 min	β <sup>-</sup> / ph			0.188	1000	1.7	1.E+02 [1]	5.00E+07	5.00E+04			
K-38	7.636 min	ec, β <sup>+</sup> / ph			0.480	1000	1.8					3	
K-40	1.251 E9 a	β <sup>-</sup> , ec, β <sup>+</sup> / ph	3.00E-09	6.20E-09	0.022	1000	1.5	1.E+00	2.00E+06	3.00E+03		3	
K-42	12.360 h	β <sup>-</sup> / ph	2.00E-10	4.30E-10	0.464	1000	1.7	1.E+02	3.00E+07	4.00E+04		3	
K-43	22.3 h	β <sup>-</sup> / ph	2.60E-10	2.50E-10	0.152	1000	1.6	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04		3	
K-44	22.13 min	β <sup>-</sup> / ph	3.70E-11	8.40E-11	1.553	1000	1.8	1.E+01 [1]	2.00E+08	2.00E+05		3	
K-45	17.3 min	β <sup>-</sup> / ph	2.80E-11	5.40E-11	0.302	1000	1.7	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05		3	
Ca-41	1.02 E5 a	ec / ph	1.90E-10	2.90E-10	<0.001	<1	<0.1	1.E+02	3.00E+07	4.00E+04		1000	
Ca-45	162.67 d	β <sup>-</sup>	2.30E-09	7.60E-10	<0.001	700	0.8	1.E+02 [2]	3.00E+06	4.00E+03		10	
Ca-47	4.536 d	β <sup>-</sup> / ph	2.10E-09	1.60E-09	0.156	1000	1.6	1.E+01	3.00E+06	4.00E+03		3 → Sc-47	
Sc-43	3.891 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.80E-10	1.90E-10	0.174	1000	1.4	1.E+01 [1]	3.00E+07	5.00E+04		3	
Sc-44	3.97 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	3.00E-10	3.50E-10	0.324	1000	1.7	1.E+01 [1]	2.00E+07	3.00E+04		3	
Sc-44m	58.61 h	it, ec / ph	2.00E-09	2.40E-09	0.045	200	0.2	1.E+01 [2]	3.00E+06	4.00E+03		30 → Sc-44 [6]	
Sc-46	83.79 d	β <sup>-</sup> / ph	4.80E-09	1.50E-09	0.299	1000	1.2	1.E-01	1.00E+06	2.00E+03		3	
Sc-47	3.3492 d	β <sup>-</sup> / ph	7.30E-10	5.40E-10	0.017	1000	1.3	1.E+02	8.00E+06	1.00E+04		3	
Sc-48	43.67 h	β <sup>-</sup> / ph	1.60E-09	1.70E-09	0.495	2000	1.7	1.E+00	4.00E+06	5.00E+03		3	
Sc-49	57.2 min	β <sup>-</sup> / ph	6.10E-11	8.20E-11	0.001	1000	1.6	1.E+03 [1]	1.00E+08	1.00E+05		3	
Ti-44	60.0 a	ec / ph	7.20E-08	5.80E-09	0.026	2	<0.1	1.E-01 [2]	8.00E+04	1.00E+02		30 → Sc-44 [6]	
Ti-45	184.8 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.50E-10	1.50E-10	0.136	1000	1.5	1.E+01 [1]	4.00E+07	6.00E+04		3	
V-47	32.6 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	5.00E-11	6.30E-11	0.156	1000	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05		3	

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	Grandezze di apprezzamento			Livello di esenzione		Livello di licenza Vincoli			Nuclide figlio instabile	
			e <sub>inh</sub> Sv/Bq	e <sub>ing</sub> Sv/Bq	h <sub>10</sub> (mSv/h)/ GBq a 1 m a 10 cm di di distanza	h <sub>0,07</sub> (mSv/h)/GBq distanza	h <sub>c0,07</sub> (mSv/h)/ GBq/cm <sup>2</sup>	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m <sup>3</sup>		CS Bq/cm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
V-48	15.9735 d	ec, β <sup>+</sup> / ph	2.70E-09	2.00E-09	0.432	900	1	1.E+00	2.00E+06	3.00E+03	10	
V-49	330 d	ec / ph	2.60E-11	1.80E-11	<0.001	<1	<0.1	1.E+04	2.00E+08	3.00E+05	1000	
Cr-48	21.56 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	2.50E-10	2.00E-10	0.071	50	0.1	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	100	→ V-48 [6]
Cr-49	42.3 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	5.90E-11	6.10E-11	0.166	1000	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3	→ V-49
Cr-51	27.7025 d	ec / ph	3.60E-11	3.80E-11	0.005	3	<0.1	1.E+02	2.00E+08	2.00E+05	1000	
Mn-51	46.2 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	6.80E-11	9.30E-11	0.159	1000	1.7	1.E+01 [1]	9.00E+07	1.00E+05	3	→ Cr-51
Mn-52	5.591 d	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.80E-09	1.80E-09	0.510	600	0.7	1.E+00	3.00E+06	5.00E+03	10	
Mn-52m	21.1 min	ec, β <sup>+</sup> , it / ph	5.00E-11	6.90E-11	0.389	1000	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Mn-52
Mn-53	3.7 E6 a	ec / ph	3.60E-11	3.00E-11	<0.001	20	<0.1	1.E+02	2.00E+08	2.00E+05	1000	
Mn-54	312.12 d	ec, β <sup>+</sup> , β <sup>-</sup> / ph	1.20E-09	7.10E-10	0.126	10	0.1	1.E-01	5.00E+06	7.00E+03	100	
Mn-56	2.5789 h	β <sup>-</sup> / ph	2.00E-10	2.50E-10	0.275	1000	1.7	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3	
Fe-52	8.275 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	9.50E-10	1.40E-09	0.116	900	1	1.E+01 [2]	6.00E+06	9.00E+03	10	→ Mn-52m [6]
Fe-55	2.737 a	ec / ph	9.20E-10	3.30E-10	<0.001	20	<0.1	1.E+03	7.00E+06	9.00E+03	1000	
Fe-59	44.495 d	β <sup>-</sup> / ph	3.20E-09	1.80E-09	0.175	1000	1.1	1.E+00	2.00E+06	3.00E+03	3	
Fe-60	1.5 E6 a	β <sup>-</sup>	3.30E-07	1.10E-07	<0.001	90	0.3	1.E+01	2.00E+04	3.00E+01	3	→ Co-60m [10]
Co-55	17.53 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	8.30E-10	1.10E-09	0.302	1000	1.4	1.E+01	7.00E+06	1.00E+04	3	→ Fe-55
Co-56	77.23 d	ec, β <sup>+</sup> / ph	4.90E-09	2.50E-09	0.485	300	0.6	1.E-01	1.00E+06	2.00E+03	10	
Co-57	271.74 d	ec / ph	6.00E-10	2.10E-10	0.021	100	0.1	1.E+00	1.00E+07	1.00E+04	100	
Co-58	70.86 d	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.70E-09	7.40E-10	0.147	300	0.3	1.E+00	4.00E+06	5.00E+03	30	
Co-58m	9.04 h	it / ph	1.70E-11	2.40E-11	<0.001	10	<0.1	1.E+04	4.00E+08	5.00E+05	1000	→ Co-58 [6]
Co-60	5.2713 a	β <sup>-</sup> / ph	1.70E-08	3.40E-09	0.366	1000	1.1	1.E-01	4.00E+05	5.00E+02	3	
Co-60m	10.467 min	it, β <sup>-</sup> / ph	1.20E-12	1.70E-12	0.001	20	<0.1	1.E+03	5.00E+09	7.00E+06	1000	→ Co-60 [6]
Co-61	1.650 h	β <sup>-</sup> / ph	7.50E-11	7.40E-11	0.017	1000	1.6	1.E+02 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3	
Co-62m	13.91 min	β <sup>-</sup> / ph	3.70E-11	4.70E-11	0.436	1000	1.8	1.E+01 [1]	2.00E+08	2.00E+05	3	
Ni-56	6.075 d	ec, β <sup>+</sup> / ph	9.60E-10	8.60E-10	0.260	60	0.1	1.E+01	6.00E+06	9.00E+03	100	→ Co-56 [6]
Ni-57	35.60 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	7.60E-10	8.70E-10	0.278	700	0.8	1.E+01	8.00E+06	1.00E+04	10	→ Co-57
Ni-59	1.01 E5 a	ec, β <sup>+</sup> / ph	2.20E-10	6.30E-11	<0.001	10	<0.1	1.E+02	3.00E+07	4.00E+04	1000	
Ni-63	100.1 a	β <sup>-</sup>	5.20E-10	1.50E-10	<0.001	<1	<0.1	1.E+02	1.00E+07	2.00E+04	1000	

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	Grandezze di apprezzamento					Livello di esenzione		Livello di licenza Vincoli			Nuclide figlio instabile
			e <sub>inh</sub> Sv/Bq	e <sub>ing</sub> Sv/Bq	h <sub>10</sub> (mSv/h)/ GBq a 1 m di di distanza	h <sub>0,07</sub> (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	hc <sub>0,07</sub> (mSv/h)/ GBq/cm <sup>2</sup>	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m <sup>3</sup>	CS Bq/cm <sup>2</sup>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Ni-65	2.51719 h	β <sup>-</sup> /ph	1.30E-10	1.80E-10	0.081	1000	1.6	1.E+01 [1]	5.00E+07	6.00E+04	3		
Ni-66 / Cu-66	54.6 h	β <sup>-</sup> /ph	1.90E-09	3.00E-09	0.039	2000	2.2	1.E+03 [2]	3.00E+06	4.00E+03	3		
Cu-60	23.7 min	ec, β <sup>+</sup> /ph	6.20E-11	7.00E-11	0.596	1000	1.8	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3		
Cu-61	3.333 h	ec, β <sup>+</sup> /ph	1.20E-10	1.20E-10	0.128	900	1.1	1.E+01 [1]	5.00E+07	7.00E+04	3		
Cu-64	12.700 h	ec, β <sup>+</sup> , β <sup>-</sup> /ph	1.50E-10	1.20E-10	0.030	900	0.8	1.E+02	4.00E+07	6.00E+04	10		
Cu-67	61.83 h	β <sup>-</sup> /ph	5.80E-10	3.40E-10	0.018	1000	1.4	1.E+02	1.00E+07	1.00E+04	3		
Zn-62 / Cu-62	9.186 h	ec, β <sup>+</sup> /ph	6.60E-10	9.40E-10	0.319	1000	1.9	1.E+02 [2]	9.00E+06	1.00E+04	3		
Zn-63	38.47 min	ec, β <sup>+</sup> /ph	6.10E-11	7.90E-11	0.175	1000	1.6	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3		
Zn-65	244.06 d	ec, β <sup>+</sup> /ph	2.80E-09	3.90E-09	0.086	40	0.1	1.E-01	2.00E+06	3.00E+03	100		
Zn-69	56.4 min	β <sup>-</sup>	4.30E-11	3.10E-11	<0.001	1000	1.6	1.E+03	1.00E+08	2.00E+05	3		
Zn-69m	13.76 h	it, β <sup>-</sup> /ph	3.30E-10	3.30E-10	0.067	70	0.1	1.E+01 [2]	2.00E+07	3.00E+04	100	→ Zn-69	
Zn-71m	3.96 h	β <sup>-</sup> /ph	2.40E-10	2.40E-10	0.240	1000	1.7	1.E+01 [1]	3.00E+07	3.00E+04	3		
Zn-72	46.5 h	β <sup>-</sup> /ph	1.50E-09	1.40E-09	0.026	900	0.9	1.E+00 [2]	4.00E+06	6.00E+03	10	→ Ga-72 [6]	
Ga-65	15.2 min	ec, β <sup>+</sup> /ph	2.90E-11	3.70E-11	0.183	1000	1.6	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Zn-65	
Ga-66	9.49 h	ec, β <sup>+</sup> /ph	7.10E-10	1.20E-09	0.877	600	1.1	1.E+01	8.00E+06	1.00E+04	3		
Ga-67	3.2612 d	ec/ph	2.80E-10	1.90E-10	0.025	30	0.3	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	30		
Ga-68	67.71 min	ec, β <sup>+</sup> /ph	8.10E-11	1.00E-10	0.149	1000	1.5	1.E+01 [1]	7.00E+07	1.00E+05	3		
Ga-70	21.14 min	β <sup>-</sup> , ec/ph	2.60E-11	3.10E-11	0.001	1000	1.6	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3		
Ga-72	14.10 h	β <sup>-</sup> /ph	8.40E-10	1.10E-09	0.386	1000	1.7	1.E+01	7.00E+06	1.00E+04	3		
Ga-73	4.86 h	β <sup>-</sup> /ph	2.00E-10	2.60E-10	0.052	1000	1.6	1.E+02 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3		
Ge-66	2.26 h	ec, β <sup>+</sup> /ph	1.30E-10	1.00E-10	0.108	400	0.5	1.E+01 [1]	5.00E+07	6.00E+04	10	→ Ga-66 [6]	
Ge-67	18.9 min	ec, β <sup>+</sup> /ph	4.20E-11	6.50E-11	0.407	1000	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Ga-67	
Ge-68	270.95 d	ec/ph	7.90E-09	1.30E-09	<0.001	10	<0.1	1.E+01 [2]	8.00E+05	1.00E+03	300	→ Ga-68 [6]	
Ge-69	39.05 h	ec, β <sup>+</sup> /ph	3.70E-10	2.40E-10	0.132	500	0.6	1.E+01	2.00E+07	2.00E+04	10		
Ge-71	11.43 d	ec/ph	1.10E-11	1.20E-11	<0.001	10	<0.1	1.E+04 [1]	5.00E+08	8.00E+05	1000		
Ge-75	82.78 min	β <sup>-</sup> /ph	5.40E-11	4.60E-11	0.006	1000	1.6	1.E+03	1.00E+08	2.00E+05	3		
Ge-77	11.30 h	β <sup>-</sup> /ph	4.50E-10	3.30E-10	0.163	1000	1.6	1.E+01	1.00E+07	2.00E+04	3		
Ge-78	88 min	β <sup>-</sup> /ph	1.40E-10	1.20E-10	0.045	1000	1.5	1.E+02 [1]	4.00E+07	6.00E+04	3	→ As-78 [6]	
As-69	15.23 min	ec, β <sup>+</sup> /ph	3.50E-11	5.70E-11	0.250	900	1.7	1.E+01 [1]	2.00E+08	2.00E+05	3	→ Ge-69	

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	Grandezze di apprezzamento					Livello di esenzione		Livello di licenza Vincoli			Nuclide figlio instabile
			e <sub>inh</sub> Sv/Bq	e <sub>ing</sub> Sv/Bq	h <sub>10</sub> (mSv/h)/ GBq a 1 m di di distanza	h <sub>0,07</sub> (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	hc <sub>0,07</sub> (mSv/h)/ GBq/cm <sup>2</sup>	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m <sup>3</sup>	CS Bq/cm <sup>2</sup>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
As-70	52.6 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.20E-10	1.30E-10	0.603	1000	1.7	1.E+01 [1]	5.00E+07	7.00E+04	3		
As-71	65.28 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	5.00E-10	4.60E-10	0.088	700	0.7	1.E+01	1.00E+07	2.00E+04	10	→ Ge-71	
As-72	26.0 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.30E-09	1.80E-09	0.339	900	1.6	1.E+01	5.00E+06	6.00E+03	3		
As-73	80.30 d	ec / ph	6.50E-10	2.60E-10	0.003	20	<0.1	1.E+03 [2]	2.90E+06	1.00E+04	1000		
As-74	17.77 d	ec, β <sup>+</sup> , β <sup>-</sup> / ph	1.80E-09	1.30E-09	0.117	900	1.1	1.E+01	3.00E+06	5.00E+03	3		
As-76	1.0778 d	β <sup>-</sup> / ph	9.20E-10	1.60E-09	0.132	1000	1.6	1.E+01	7.00E+06	9.00E+03	3		
As-77	38.83 h	β <sup>-</sup> / ph	4.20E-10	4.00E-10	0.001	1000	1.5	1.E+03	1.00E+07	2.00E+04	3		
As-78	90.7 min	β <sup>-</sup> / ph	1.40E-10	2.10E-10	0.804	1000	1.7	1.E+01 [1]	4.00E+07	6.00E+04	3		
Se-70	41.1 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.20E-10	1.40E-10	0.158	900	1.3	1.E+01 [1]	5.00E+07	7.00E+04	3	→ As-70 [6]	
Se-73	7.15 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	2.40E-10	3.90E-10	0.174	900	1.2	1.E+01 [1]	3.00E+07	3.00E+04	3	→ As-73	
Se-73m	39.8 min	it, ec, β <sup>+</sup> / ph	2.70E-11	4.10E-11	0.038	300	0.4	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	10	→ Se-73	
Se-75	119.779 d	ec / ph	1.70E-09	2.60E-09	0.064	80	0.1	1.E+00	4.00E+06	5.00E+03	100		
Se-79	2.95 E5 a	β <sup>-</sup>	3.10E-09	2.90E-09	<0.001	200	0.4	1.E-01	2.00E+06	3.00E+03	10		
Se-81	18.45 min	β <sup>-</sup> / ph	2.40E-11	2.70E-11	0.002	1000	1.6	1.E+03 [1]	3.00E+08	3.00E+05	3		
Se-81m	57.28 min	it, β <sup>-</sup>	6.80E-11	5.90E-11	0.004	100	1.1	1.E+03 [1]	9.00E+07	1.00E+05	3	→ Se-81	
Se-83	22.3 min	β <sup>-</sup> / ph	5.30E-11	5.10E-11	0.362	1000	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Br-83	
Br-74	25.4 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	6.80E-11	8.40E-11	1.022	1000	1.8	1.E+01 [1]	9.00E+07	1.00E+05	3		
Br-74m	46 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.10E-10	1.40E-10	1.347	900	1.8	1.E+01 [1]	5.00E+07	8.00E+04	3		
Br-75	96.7 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	8.50E-11	7.90E-11	0.189	900	1.3	1.E+01 [1]	7.00E+07	1.00E+05	3	→ Se-75	
Br-76	16.2 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	5.80E-10	4.60E-10	0.503	700	1.1	1.E+01	1.00E+07	1.00E+04	3		
Br-77	57.036 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.30E-10	9.60E-11	0.051	60	0.1	1.E+01	5.00E+07	6.00E+04	100		
Br-80	17.68 min	β <sup>-</sup> , ec, β <sup>+</sup> / ph	1.70E-11	3.10E-11	0.013	1000	1.5	1.E+02 [1]	4.00E+08	5.00E+05	3		
Br-80m	4.4205 h	it / ph	1.00E-10	1.10E-10	0.012	10	<0.1	1.E+03 [2]	6.00E+07	8.00E+04	1000	→ Br-80	
Br-82	35.30 h	β <sup>-</sup> / ph	8.80E-10	5.40E-10	0.395	1000	1.4	1.E+00	7.00E+06	9.00E+03	3		
Br-83	2.40 h	β <sup>-</sup> / ph	6.70E-11	4.30E-11	0.001	1000	1.5	1.E+03 [2]	9.00E+07	1.00E+05	3		
Br-84	31.80 min	β <sup>-</sup> / ph	6.20E-11	8.80E-11	0.923	1000	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3		
Kr-79	35.04 h	ec, β <sup>+</sup> / ph			0.042	100	0.2	1.E+01	2.00E+08	2.00E+05			
Kr-81	2.29 E5 a	ec / ph			0.004	8	<0.1	1.E+01	1.00E+10	1.00E+07			
Kr-83m	1.83 h	it / ph			0.002	3	<0.1	1.E+05 [1]	1.00E+12	1.00E+09			

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	Grandezze di apprezzamento						Livello di esenzione		Livello di licenza Vincoli			Nuclide figlio instabile
			$e_{inh}$ Sv/Bq	$e_{ing}$ Sv/Bq	$h_{10}$ (mSv/h)/ GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$hc_{0,07}$ (mSv/h)/ GBq/cm <sup>2</sup>	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m <sup>3</sup>	CS Bq/cm <sup>2</sup>			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Kr-85	10.756 a	$\beta^-$ / ph			0.001	1000	1.5	1.E+02	5.00E+09	5.00E+06	[4]			
Kr-85m	4.480 h	$\beta^-$ , it / ph			0.026	1000	1.4	1.E+03	4.00E+08	4.00E+05		→ Kr-85		
Kr-87	76.3 min	$\beta^-$ / ph			0.501	1000	1.7	1.E+02	7.00E+07	7.00E+04		→ Rb-87		
Kr-88	2.84 h	$\beta^-$ / ph			0.264	1000	1.5	1.E+02 [1]	2.00E+07	2.00E+04	[5]	→ Rb-88 [6]		
Kr-89	3.15 min	$\beta^-$ / ph			2.047	900	1.8		3.00E+07	3.00E+04		→ Rb-89 [6]		
Rb-79	22.9 min	ec, $\beta^+$ / ph	3.00E-11	5.00E-11	0.217	2000	2.1	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05		3 → Kr-79		
Rb-81	4.576 h	ec, $\beta^+$ / ph	6.80E-11	5.40E-11	0.101	1000	1.2	1.E+01 [1]	9.00E+07	1.00E+05		3 → Kr-81		
Rb-81m	30.5 min	it, ec, $\beta^+$ / ph	1.30E-11	9.70E-12	0.006	5	0.3	1.E+03 [1]	5.00E+08	6.00E+05		30 → Rb-81 [6]		
Rb-82m	6.472 h	ec, $\beta^+$ / ph	2.20E-10	1.30E-10	0.436	400	0.6	1.E+01	3.00E+07	4.00E+04		10		
Rb-83	86.2 d	ec / ph	1.00E-09	1.90E-09	0.082	20	<0.1	1.E+00 [2]	6.00E+06	8.00E+03		100		
Rb-84	32.77 d	ec, $\beta^+$ , $\beta^-$ / ph	1.50E-09	2.80E-09	0.141	400	0.6	1.E+00	4.00E+06	6.00E+03		10		
Rb-86	18.642 d	$\beta^-$ , ec / ph	1.30E-09	2.80E-09	0.014	1000	1.6	1.E+02	5.00E+06	6.00E+03		3		
Rb-87	4.923 E10 a	$\beta^-$	7.60E-10	1.50E-09	<0.001	1000	1.2	1.E+01	8.00E+06	1.00E+04		3		
Rb-88	17.78 min	$\beta^-$ / ph	2.80E-11	9.00E-11	2.314	900	1.7	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05		3		
Rb-89	15.15 min	$\beta^-$ / ph	2.50E-11	4.70E-11	0.659	1000	1.8	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05		3 → Sr-89		
Sr-80 / Rb-80	106.3 min	ec, $\beta^+$ / ph	2.10E-10	3.50E-10	1.750	900	1.7	1.E+03 [2]	3.00E+07	4.00E+04		3		
Sr-81	22.3 min	ec, $\beta^+$ / ph	6.10E-11	7.80E-11	0.247	1000	1.6	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05		3 → Rb-81 [6]		
Sr-82 / Rb-82	25.36 d	ec / ph	7.70E-09	6.10E-09	0.434	900	1.6	1.E+01 [1]	8.00E+05	1.00E+03		3		
Sr-83	32.41 h	ec, $\beta^+$ / ph	4.90E-10	5.80E-10	0.127	400	0.5	1.E+01	1.00E+07	2.00E+04		10 → Rb-83		
Sr-85	64.84 d	ec / ph	6.40E-10	5.60E-10	0.086	20	0.1	1.E+00	9.00E+06	1.00E+04		100		
Sr-85m	67.63 min	it, ec, $\beta^+$ / ph	7.40E-12	6.10E-12	0.035	70	0.1	1.E+02 [1]	8.00E+08	1.00E+06		100 → Sr-85		
Sr-87m	2.815 h	it, ec / ph	3.50E-11	3.30E-11	0.053	300	0.3	1.E+02 [1]	2.00E+08	2.00E+05		30 → Rb-87		
Sr-89	50.53 d	$\beta^-$	5.60E-09	2.60E-09	<0.001	1000	1.6	1.E+03 [2]	1.00E+06	1.00E+03		3		
Sr-90	28.79 a	$\beta^-$	7.70E-08	2.80E-08	<0.001	1000	1.4	1.E+00 [2]	8.00E+04	1.00E+02		3 → Y-90 [6]		
Sr-91	9.63 h	$\beta^-$ / ph	5.70E-10	7.60E-10	0.117	1000	1.6	1.E+01 [2]	1.00E+07	1.00E+04		3 → Y-91m, Y-91		
Sr-92	2.66 h	$\beta^-$ / ph	3.40E-10	4.90E-10	0.194	1000	1.4	1.E+01 [1]	2.00E+07	2.00E+04		3 → Y-92 [6]		
Y-86	14.74 h	ec, $\beta^+$ / ph	8.10E-10	9.60E-10	0.515	500	0.8	1.E+00	7.00E+06	1.00E+04		10		
Y-86m	48 min	it, ec, $\beta^+$ / ph	4.90E-11	5.60E-11	0.034	200	0.1	1.E+02 [1]	1.00E+08	2.00E+05		100 → Y-86 [6]		
Y-87	79.8 h	ec, $\beta^+$ / ph	5.30E-10	5.50E-10	0.080	20	<0.1	1.E+01 [2]	1.00E+07	2.00E+04		300		

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	Grandezze di apprezzamento					Livello di esenzione		Livello di licenza Vincoli			Nuclide figlio instabile
			e <sub>inh</sub> Sv/Bq	e <sub>ing</sub> Sv/Bq	h <sub>10</sub> (mSv/h)/ GBq a 1 m a 10 cm di di distanza	h <sub>0,07</sub> (mSv/h)/GBq	h <sub>c0,07</sub> (mSv/h)/ GBq/cm <sup>2</sup>	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m <sup>3</sup>	CS Bq/cm <sup>2</sup>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Y-88	106.65 d	ec, b <sup>+</sup> / ph	3.30E-09	1.30E-09	0.380	40	0.2	1.E-01	2.00E+06	3.00E+03	30		
Y-90	64.10 h	β <sup>-</sup>	1.70E-09	2.70E-09	0.007	1000	1.6	1.E+03	4.00E+06	5.00E+03	3		
Y-90m	3.19 h	it, β <sup>-</sup> / ph	1.30E-10	1.70E-10	0.098	200	0.2	1.E+01 [1]	5.00E+07	6.00E+04	30	→ Y-90	
Y-91	58.51 d	β <sup>-</sup> / ph	6.10E-09	2.40E-09	0.001	1000	1.6	1.E+02	1.00E+06	1.00E+03	3		
Y-91m	49.71 min	it / ph	1.50E-11	1.10E-11	0.082	70	0.1	1.E+02 [1]	4.00E+08	6.00E+05	100	→ Y-91	
Y-92	3.54 h	β <sup>-</sup> / ph	2.80E-10	4.90E-10	0.546	1000	1.7	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	3		
Y-93	10.18 h	β <sup>-</sup> / ph	6.00E-10	1.20E-09	0.098	1000	1.6	1.E+02	1.00E+07	1.00E+04	3	→ Zr-93	
Y-94	18.7 min	β <sup>-</sup> / ph	4.60E-11	8.10E-11	1.111	900	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3		
Y-95	10.3 min	β <sup>-</sup> / ph	2.60E-11	4.60E-11	1.219	1000	1.7	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Zr-95 [6]	
Zr-86	16.5 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	7.00E-10	8.60E-10	0.069	100	0.1	1.E+01 [2]	9.00E+06	1.00E+04	100	→ Y-86 [6]	
Zr-88	83.4 d	ec / ph	4.10E-09	3.30E-10	0.076	50	0.1	1.E+00	1.00E+06	2.00E+03	100	→ Y-88 [6]	
Zr-89	78.41 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	7.50E-10	7.90E-10	0.182	400	0.5	1.E+01 [1]	8.00E+06	1.00E+04	10		
Zr-93	1.53 E6 a	β <sup>-</sup>	2.90E-08	2.80E-10	<0.001	<1	<0.1	1.E+01	2.00E+05	3.00E+02	1000	→ Nb-93m	
Zr-95	64.032 d	β <sup>-</sup> / ph	4.20E-09	8.80E-10	0.112	1000	1.1	1.E+00 [2]	1.00E+06	2.00E+03	3	→ Nb-95 [6]	
Zr-97	16.744 h	β <sup>-</sup> / ph	1.40E-09	2.10E-09	0.027	1000	1.6	1.E+01 [2]	4.00E+06	6.00E+03	3	→ Nb-97	
Nb-88	14.5 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	5.00E-11	6.30E-11	0.719	1000	1.8	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Zr-88	
Nb-89	2.03 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.90E-10	3.00E-10	0.392	700	1.3	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3	→ Zr-89	
Nb-89m	66 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.20E-10	1.40E-10	0.306	900	1.5	1.E+01 [1]	5.00E+07	7.00E+04	3	→ Zr-89	
Nb-90	14.60 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.10E-09	1.20E-09	0.574	2000	1.9	1.E+01 [1]	5.00E+06	8.00E+03	3		
Nb-91	680 a	ec, β <sup>+</sup> / ph						1.E+02	1.00E+06	2.00E+03	1000		
Nb-91m	60.86 d	it, ec, β <sup>+</sup> / ph						1.E+01	3.00E+06	4.00E+03	300		
Nb-92m	10.15 d	ec, β <sup>+</sup> / ph						1.E+01	1.00E+07	1.00E+04	300		
Nb-93m	16.13 a	it / ph	8.60E-10	1.20E-10	0.003	<1	<0.1	1.E+01	7.00E+06	1.00E+04	1000		
Nb-94	2.03 E4	β <sup>-</sup> / ph	2.50E-08	1.70E-09	0.237	1000	1.5	1.E-01	2.00E+05	3.00E+02	3		
Nb-95	34.991 d	β <sup>-</sup> / ph	1.30E-09	5.80E-10	0.116	100	0.3	1.E+00	5.00E+06	6.00E+03	30		
Nb-95m	3.61 d	it, β <sup>-</sup> / ph	8.50E-10	5.60E-10	0.021	2000	1.4	1.E+02	7.00E+06	1.00E+04	3	→ Nb-95 [6]	
Nb-96	23.35 h	β <sup>-</sup> / ph	9.70E-10	1.10E-09	0.372	1000	1.6	1.E+00	6.00E+06	9.00E+03	3		
Nb-97	72.1 min	β <sup>-</sup> / ph	7.20E-11	6.80E-11	0.099	1000	1.6	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3		
Nb-98m	51.3 min	β <sup>-</sup> / ph	9.90E-11	1.10E-10	0.393	1000	1.8	1.E+01 [1]	6.00E+07	8.00E+04	3		

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	Grandezze di apprezzamento					Livello di esenzione		Livello di licenza Vincoli			Nuclide figlio instabile
			e <sub>inh</sub> Sv/Bq	e <sub>ing</sub> Sv/Bq	h <sub>10</sub> (mSv/h)/ GBq a 1 m a 10 cm di di distanza	h <sub>0,07</sub> (mSv/h)/GBq distanza	h <sub>c0,07</sub> (mSv/h)/ GBq/cm <sup>2</sup>	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m <sup>3</sup>	CS Bq/cm <sup>2</sup>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Mo-90	5.56 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	5.60E-10	6.20E-10	0.147	1000	1.4	1.E+01 [1]	1.00E+07	1.00E+04	3	→ Nb-90 [6]	
Mo-93	4.0 E3 a	ec / ph	1.40E-09	2.60E-09	0.016	4	<0.1	1.E+01	4.00E+06	6.00E+03	100		
Mo-93m	6.85 h	it, ec / ph	3.00E-10	2.80E-10	0.330	800	0.8	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	10	→ Mo-93	
Mo-99	65.94 h	β <sup>-</sup> / ph	1.10E-09	1.20E-09	0.024	1000	1.6	1.E+01 [2]	5.00E+06	8.00E+03	3	→ Tc-99m, Tc-99	
Mo-101	14.61 min	β <sup>-</sup> / ph	4.50E-11	4.20E-11	0.196	1000	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Tc-101	
Tc-93	2.75 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	6.50E-11	4.90E-11	0.222	20	0.1	1.E+01 [1]	9.00E+07	1.00E+05	100	→ Mo-93	
Tc-93m	43.5 min	it, ec, β <sup>+</sup> / ph	3.10E-11	2.40E-11	0.098	300	0.4	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	10	→ Tc-93, Mo-93	
Tc-94	293 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	2.20E-10	1.80E-10	0.414	200	0.4	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	10		
Tc-94m	52.0 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	8.00E-11	1.10E-10	0.285	700	1.3	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3		
Tc-95	20.0 h	ec / ph	1.80E-10	1.60E-10	0.135	20	0.1	1.E+01	3.00E+07	5.00E+04	100		
Tc-95m	61 d	ec, β <sup>+</sup> , it / ph	8.60E-10	6.20E-10	0.117	100	0.1	1.E+00 [2]	7.00E+06	1.00E+04	100	→ Tc-95	
Tc-96	4.28 d	ec / ph	1.00E-09	1.10E-09	0.388	40	0.2	1.E+00	6.00E+06	8.00E+03	30		
Tc-96m	51.5 min	it, ec, β <sup>+</sup> / ph	1.10E-11	1.30E-11	0.016	3	<0.1	1.E+03 [1]	5.00E+08	8.00E+05	1000	→ Tc-96	
Tc-97	2.6 E6 a	ec / ph	1.60E-10	8.30E-11	0.017	4	<0.1	1.E+01	4.00E+07	5.00E+04	1000		
Tc-97m	90.1 d	it / ph	2.70E-09	6.60E-10	0.014	30	0.7	1.E+02	2.00E+06	3.00E+03	10	→ Tc-97	
Tc-98	4.2 E6 a	β <sup>-</sup> / ph	6.10E-09	2.30E-09	0.215	2000	1.5	1.E-01	1.00E+06	1.00E+03	3		
Tc-99	2.111 E5 a	β <sup>-</sup>	3.20E-09	7.80E-10	<0.001	1000	1.1	1.E+00	2.00E+06	3.00E+03	3		
Tc-99m	6.015 h	it, β <sup>-</sup> / ph	2.90E-11	2.20E-11	0.022	300	0.2	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	30	→ Tc-99	
Tc-101	14.2 min	β <sup>-</sup> / ph	2.10E-11	1.90E-11	0.055	1000	1.6	1.E+02 [1]	3.00E+08	4.00E+05	3		
Tc-104	18.3 min	β <sup>-</sup> / ph	4.80E-11	8.10E-11	1.219	1000	1.8	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3		
Ru-94	51.8 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	7.40E-11	9.40E-11	0.100	20	0.1	1.E+02 [1]	8.00E+07	1.00E+05	100	→ Tc-94	
Ru-97	2.9 d	ec / ph	1.60E-10	1.50E-10	0.055	100	0.1	1.E+01	4.00E+07	5.00E+04	100	→ Tc-97	
Ru-103	39.26 d	β <sup>-</sup> / ph	2.20E-09	7.30E-10	0.073	500	0.6	1.E+00 [2]	3.00E+06	4.00E+03	10		
Ru-105	4.44 h	β <sup>-</sup> / ph	2.50E-10	2.60E-10	0.119	1000	1.6	1.E+01 [1]	2.00E+07	3.00E+04	3	→ Rh-105	
Ru-106 / Rh-106	373.59 d	β <sup>-</sup> / ph	3.50E-08	7.00E-09	0.357	1000	1.6	1.E-01 [2]	2.00E+05	2.00E+02	3		
Rh-99	16.1 d	ec, β <sup>+</sup> / ph	8.90E-10	5.10E-10	0.115	100	0.2	1.E+01 [1]	7.00E+06	9.00E+03	30		
Rh-99m	4.7 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	7.30E-11	6.60E-11	0.122	100	0.2	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	30		
Rh-100	20.8 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	6.30E-10	7.10E-10	0.392	100	0.3	1.E+00	1.00E+07	1.00E+04	30		
Rh-101	3.3 a	ec / ph	3.10E-09	5.50E-10	0.062	300	0.4	1.E+00	2.00E+06	3.00E+03	10		

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	Grandezze di apprezzamento					Livello di esenzione		Livello di licenza Vincoli			Nuclide figlio instabile
			e <sub>inh</sub> Sv/Bq	e <sub>ing</sub> Sv/Bq	h <sub>10</sub> (mSv/h)/ GBq a 1 m a 10 cm di di distanza	h <sub>0,07</sub> (mSv/h)/GBq distanza	hc <sub>0,07</sub> (mSv/h)/ GBq/cm <sup>2</sup>	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m <sup>3</sup>	CS Bq/cm <sup>2</sup>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Rh-101m	4.34 d	ec, it / ph	2.70E-10	2.20E-10	0.066	200	0.2	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	30	→ Rh-101	
Rh-102	207 d	ec, β <sup>+</sup> , β <sup>-</sup> / ph	4.20E-09	1.20E-09	0.085	400	0.6	1.E-01	1.00E+06	2.00E+03	10		
Rh-102m	3.742 a	ec, β <sup>+</sup> , it / ph	9.00E-09	2.60E-09	0.339	50	0.2	1.E+00	7.00E+05	9.00E+02	30	→ Rh-102	
Rh-103m	56.114 min	it / ph	2.50E-12	3.80E-12	0.002	<1	<0.1	1.E+04 [1]	2.00E+09	3.00E+06	1000		
Rh-105	35.36 h	β <sup>-</sup> / ph	4.40E-10	3.70E-10	0.013	1000	1.2	1.E+02	1.00E+07	2.00E+04	3		
Rh-106m	131 min	β <sup>-</sup> / ph	1.90E-10	1.60E-10	0.436	1000	1.7	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3		
Rh-107	21.7 min	β <sup>-</sup> / ph	2.80E-11	2.40E-11	0.051	1000	1.6	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Pd-107	
Pd-100	3.63 d	ec / ph	9.70E-10	9.40E-10	0.050	20	0.1	1.E+00 [2]	6.00E+06	9.00E+03	100	→ Rh-100 [6]	
Pd-101	8.47 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.00E-10	9.40E-11	0.081	100	0.2	1.E+02	6.00E+07	8.00E+04	30	→ Rh-101m	
Pd-103	16.991 d	ec / ph	3.00E-10	1.90E-10	0.019	3	<0.1	1.E+03 [1]	2.00E+07	3.00E+04	1000	→ Rh-103m	
Pd-107	6.5 E6 a	β <sup>-</sup>	2.90E-10	3.70E-11	<0.001	<1	<0.1	1.E+03	2.00E+07	3.00E+04	1000		
Pd-109	13.7012 h	β <sup>-</sup> / ph	5.00E-10	5.50E-10	0.010	1000	2	1.E+02 [2]	1.00E+07	2.00E+04	3		
Ag-102	12.9 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	3.20E-11	4.00E-11	0.546	800	1.4	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3		
Ag-103	65.7 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	4.50E-11	4.30E-11	0.125	500	0.8	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	10	→ Pd-103	
Ag-104	69.2 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	7.10E-11	6.00E-11	0.410	300	0.5	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	10		
Ag-104m	33.5 min	ec, β <sup>+</sup> , it / ph	4.50E-11	5.40E-11	0.188	400	0.8	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	10	→ Ag-104 [6]	
Ag-105	41.29 d	ec / ph	8.00E-10	4.70E-10	0.102	50	0.1	1.E+00	8.00E+06	1.00E+04	100		
Ag-106	23.96 min	ec, β <sup>+</sup> , b <sup>-</sup> / ph	2.70E-11	3.20E-11	0.117	700	1	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	10		
Ag-106m	8.28 d	ec / ph	1.60E-09	1.50E-09	0.435	60	0.2	1.E+00	4.00E+06	5.00E+03	30		
Ag-108m / Ag-108	418 a	ec, it / ph	1.90E-08	2.30E-09	0.263	100	0.3	1.E-01 [2]	3.00E+05	4.00E+02	30		
Ag-110m / Ag-110	249.76 d	β <sup>-</sup> , it / ph	7.30E-09	2.80E-09	0.409	500	0.6	1.E-01 [2]	8.00E+05	1.00E+03	10		
Ag-111	7.45 d	β <sup>-</sup> / ph	1.60E-09	1.30E-09	0.004	1000	1.6	1.E+02	4.00E+06	5.00E+03	3		
Ag-112	3.130 h	β <sup>-</sup> / ph	2.60E-10	4.30E-10	0.640	1000	1.7	1.E+01 [1]	2.00E+07	3.00E+04	3	→ Cd-115, Cd-115m	
Ag-115	20.0 min	β <sup>-</sup> / ph	4.40E-11	6.00E-11	0.181	1000	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3		
Cd-104	57.7 min	ec / ph	6.30E-11	5.80E-11	0.062	20	0.1	1.E+02 [1]	1.00E+08	1.00E+05	100	→ Ag-104 [6]	
Cd-107	6.50 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.10E-10	6.20E-11	0.030	20	0.6	1.E+03 [1]	5.00E+07	8.00E+04	10		
Cd-109	461.4 d	ec / ph	9.60E-09	2.00E-09	0.027	5	0.4	1.E+00 [2]	6.00E+05	9.00E+02	10		
Cd-113	7.7 E15 a	β <sup>-</sup>	1.40E-07	2.50E-08	<0.001	1000	0.9	1.E-01	4.00E+04	6.00E+01	10		

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	Grandezze di apprezzamento					Livello di esenzione		Livello di licenza Vincoli			Nuclide figlio instabile
			e <sub>inh</sub> Sv/Bq	e <sub>ing</sub> Sv/Bq	h <sub>10</sub> (mSv/h)/ GBq a 1 m a 10 cm di di distanza	h <sub>0,07</sub> (mSv/h)/GBq distanza	h <sub>c0,07</sub> (mSv/h)/ GBq/cm <sup>2</sup>	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m <sup>3</sup>	CS Bq/cm <sup>2</sup>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Cd-113m	14.1 a	β <sup>-</sup> , it	1.30E-07	2.30E-08	<0.001	1000	1.4	1.E-01 [2]	5.00E+04	6.00E+01	3		
Cd-115	53.46 h	β <sup>-</sup> / ph	1.30E-09	1.40E-09	0.037	1000	1.5	1.E+01 [2]	5.00E+06	6.00E+03	3	→ In-115	
Cd-115m	44.6 d	β <sup>-</sup> / ph	6.40E-09	3.30E-09	0.003	1000	1.6	1.E+02 [2]	9.00E+05	1.00E+03	3	→ In-115	
Cd-117	2.49 h	β <sup>-</sup> / ph	2.50E-10	2.80E-10	0.158	1000	1.5	1.E+01 [1]	2.00E+07	3.00E+04	3	→ In-117m, In-117	
Cd-117m	3.36 h	β <sup>-</sup> / ph	3.20E-10	2.80E-10	0.282	1000	1.5	1.E+01 [1]	2.00E+07	3.00E+04	3	→ In-117, In-117m	
In-109	4.2 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	7.30E-11	6.60E-11	0.117	300	0.3	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	30	→ Cd-109	
In-110	4.9 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	2.50E-10	2.40E-10	0.468	60	0.2	1.E+01 [1]	2.00E+07	3.00E+04	30		
In-110m	69.1 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	8.10E-11	1.00E-10	0.238	700	1.1	1.E+01 [1]	7.00E+07	1.00E+05	3		
In-111	2.8047 d	ec / ph	3.10E-10	2.90E-10	0.082	400	0.3	1.E+01 [2]	2.00E+07	3.00E+04	30		
In-112	14.97 min	ec, β <sup>+</sup> , β <sup>-</sup> / ph	1.30E-11	1.00E-11	0.047	900	1	1.E+02 [1]	5.00E+08	6.00E+05	10		
In-113m	1.6579 h	it / ph	3.20E-11	2.80E-11	0.047	500	0.6	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	10		
In-114m / In-114	49.51 d	it, ec / ph	1.10E-08	4.10E-09	0.023	3000	3.2	1.E+01 [2]	5.00E+05	8.00E+02	3		
In-115	4.41 E14 a	β <sup>-</sup>	4.50E-07	3.20E-08	<0.001	1000	1.3	1.E+02	1.00E+04	2.00E+01	3		
In-115m	4.486 h	it, β <sup>-</sup> / ph	8.70E-11	8.60E-11	0.033	900	1	1.E+02	7.00E+07	1.00E+05	10	→ In-115	
In-116m	54.41 min	β <sup>-</sup> / ph	8.00E-11	6.40E-11	0.356	1000	1.7	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3		
In-117	43.2 min	β <sup>-</sup> / ph	4.80E-11	3.10E-11	0.109	2000	1.8	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3		
In-117m	116.2 min	β <sup>-</sup> , it / ph	1.10E-10	1.20E-10	0.019	1000	1.4	1.E+02 [1]	5.00E+07	8.00E+04	3	→ In-117 [6]	
In-119m / In-119	18.0 min	β <sup>-</sup> , it / ph	2.90E-11	4.70E-11	0.033	1000	1.7	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3		
Sn-110	4.11 h	ec / ph	2.60E-10	3.50E-10	0.064	70	0.1	1.E+02 [2]	2.00E+07	3.00E+04	100	→ In-110S [6]	
Sn-111	35.3 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	2.20E-11	2.30E-11	0.087	400	0.6	1.E+02 [1]	3.00E+08	4.00E+05	10	→ In-111	
Sn-113	115.09 d	ec / ph	1.90E-09	7.30E-10	0.019	4	<0.1	1.E+00 [2]	3.00E+06	4.00E+03	300	→ In-113m	
Sn-117m	13.76 d	it / ph	2.20E-09	7.10E-10	0.038	3000	2.4	1.E+02	3.00E+06	4.00E+03	3		
Sn-119m	293.1 d	it / ph	1.50E-09	3.40E-10	0.011	1	<0.1	1.E+01	4.00E+06	6.00E+03	1000		
Sn-121	27.03 h	β <sup>-</sup>	2.80E-10	2.30E-10	<0.001	1000	1.1	1.E+03	2.00E+07	3.00E+04	3		
Sn-121m	43.9 a	it, β <sup>-</sup> / ph	3.30E-09	3.80E-10	0.004	300	0.3	1.E+00 [2]	2.00E+06	3.00E+03	30	→ Sn-121	
Sn-123	129.2 d	β <sup>-</sup> / ph	5.60E-09	2.10E-09	0.001	1000	1.6	1.E+02	1.00E+06	1.00E+03	3		
Sn-123m	40.06 min	β <sup>-</sup> / ph	4.40E-11	3.80E-11	0.024	2000	1.9	1.E+02 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3		
Sn-125	9.64 d	β <sup>-</sup> / ph	2.80E-09	3.10E-09	0.053	1000	1.5	1.E+01	2.00E+06	3.00E+03	3	→ Sb-125	
Sn-126	2.30 E5 a	β <sup>-</sup> / ph	1.80E-08	4.70E-09	0.017	1000	1.2	1.E-01 [2]	3.00E+05	5.00E+02	3	→ Sb-126 [6]	

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	Grandezze di apprezzamento					Livello di esenzione		Livello di licenza Vincoli			Nuclide figlio instabile
			e <sub>inh</sub> Sv/Bq	e <sub>ing</sub> Sv/Bq	h <sub>10</sub> (mSv/h)/ GBq a 1 m a 10 cm di di distanza	h <sub>0,07</sub> (mSv/h)/GBq	h <sub>c0,07</sub> (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m <sup>3</sup>	CS Bq/cm <sup>2</sup>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Sn-127	2.10 h	β <sup>-</sup> / ph	2.00E-10	2.00E-10	0.313	1000	1.6	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3	→ Sb-127 [6]	
Sn-128	59.07 min	β <sup>-</sup> / ph	1.50E-10	1.50E-10	0.138	1000	1.5	1.E+01 [1]	4.00E+07	6.00E+04	3	→ Sb-128S [6]	
Sb-115	32.1 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	2.30E-11	2.40E-11	0.151	400	0.6	1.E+01 [1]	3.00E+08	4.00E+05	10		
Sb-116	15.8 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	2.30E-11	2.60E-11	0.321	500	0.9	1.E+01 [1]	3.00E+08	4.00E+05	10		
Sb-116m	60.3 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	8.50E-11	6.70E-11	0.487	400	0.9	1.E+01 [1]	7.00E+07	1.00E+05	10		
Sb-117	2.80 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	2.70E-11	1.80E-11	0.045	400	0.3	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	30		
Sb-118m	5.00 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	2.30E-10	2.10E-10	0.411	200	0.3	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	30		
Sb-119	38.19 h	ec / ph	5.90E-11	8.10E-11	0.022	3	<0.1	1.E+03 [1]	1.00E+08	1.00E+05	1000		
Sb-120	15.89 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.20E-11	1.40E-11	0.079	500	0.7	1.E+02 [1]	5.00E+08	7.00E+05	10		
Sb-120m	5.76 d	ec / ph	1.30E-09	1.20E-09	0.386	400	0.4	1.E+00	5.00E+06	6.00E+03	10		
Sb-122	2.7238 d	β <sup>-</sup> , ec, β <sup>+</sup> / ph	1.20E-09	1.70E-09	0.068	1000	1.6	1.E+01	5.00E+06	7.00E+03	3		
Sb-124	60.20 d	β <sup>-</sup> / ph	4.70E-09	2.50E-09	0.261	1000	1.5	1.E+00	1.00E+06	2.00E+03	3		
Sb-124n	20.2 min	it / ph	8.30E-12	8.00E-12	<0.001	<1	<0.1	1.E+02 [1]	7.00E+08	1.00E+06	1000	→ Sb-124 [6]	
Sb-125	2.75856 a	β <sup>-</sup> / ph	3.30E-09	1.10E-09	0.076	700	0.7	1.E-01 [2]	2.00E+06	3.00E+03	10	→ Te-125m	
Sb-126	12.35 j	β <sup>-</sup> / ph	3.20E-09	2.40E-09	0.434	1000	1.5	1.E+00	2.00E+06	3.00E+03	3		
Sb-126m	19.15 min	β <sup>-</sup> , it / ph	3.30E-11	3.60E-11	0.239	1000	1.5	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Sb-126 [6] → Te-127, Te-127m	
Sb-127	3.85 d	β <sup>-</sup> / ph	1.70E-09	1.70E-09	0.106	1000	1.6	1.E+01 [2]	4.00E+06	5.00E+03	3		
Sb-128	10.4 min	β <sup>-</sup> / ph	6.70E-10	7.60E-10	0.472	1000	1.8	1.E+01	9.00E+06	1.00E+04	3		
Sb-128m	9.01 h	β <sup>-</sup> , it / ph	2.60E-11	3.30E-11	0.313	1000	1.8	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Te-129, Te-129m	
Sb-129	4.40 h	β <sup>-</sup> / ph	3.50E-10	4.20E-10	0.212	1000	1.6	1.E+01 [1]	2.00E+07	2.00E+04	3		
Sb-130	39.5 min	β <sup>-</sup> / ph	9.10E-11	9.10E-11	0.505	2000	2.1	1.E+01 [1]	7.00E+07	9.00E+04	3	→ Te-131, Te-131m	
Sb-131	23.03 min	β <sup>-</sup> / ph	8.30E-11	1.00E-10	0.278	1000	1.7	1.E+01 [1]	7.00E+07	1.00E+05	3		
Te-116	2.49 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.70E-10	1.70E-10	0.033	8	0.2	1.E+02 [1]	4.00E+07	5.00E+04	30	→ Sb-116 [6]	
Te-119m	4.70 d	ec, β <sup>+</sup> / ph						1.E+00	1.00E+07	1.00E+04	300		
Te-121	19.16 d	ec / ph	4.40E-10	4.30E-10	0.104	20	0.1	1.E+01	1.00E+07	2.00E+04	100		
Te-121m	154 d	it, ec / ph	3.60E-09	2.30E-09	0.043	200	0.4	1.E+00	2.00E+06	2.00E+03	10	→ Te-121 [6]	

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	Grandezze di apprezzamento						Livello di esenzione LL Bq/g	Livello di licenza Vincoli			Nuclide figlio instabile
			e <sub>inh</sub> Sv/Bq	e <sub>ing</sub> Sv/Bq	h <sub>10</sub> (mSv/h)/ GBq a 1 m a 10 cm di di distanza	h <sub>0,07</sub> (mSv/h)/GBq distanza	hc <sub>0,07</sub> (mSv/h)/ GBq/cm <sup>2</sup>	LA Bq		CA Bq/m <sup>3</sup>	CS Bq/cm <sup>2</sup>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Te-123	6.00 E14 a	ec / ph	5.00E-09	4.40E-09	0.017	2	<0.1	1.E-01	1.00E+06	2.00E+03	100		
Te-123m	119.25 d	it / ph	3.40E-09	1.40E-09	0.032	400	0.8	1.E+00	2.00E+06	2.00E+03	10	→ Te-123	
Te-125m	57.40 d	it / ph	2.90E-09	8.70E-10	0.027	500	1.1	1.E+03	2.00E+06	3.00E+03	3		
Te-127	9.35 h	β <sup>-</sup> / ph	1.80E-10	1.70E-10	0.001	1000	1.4	1.E+03	3.00E+07	5.00E+04	3		
Te-127m	109 d	it, β <sup>-</sup> / ph	6.20E-09	2.30E-09	0.009	40	0.5	1.E+01 [2]	1.00E+06	1.00E+03	10	→ Te-127	
Te-129	69.6 min	β <sup>-</sup> / ph	5.70E-11	6.30E-11	0.012	1000	1.6	1.E+02 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3	→ I-129	
Te-129m	33.6 d	it, β <sup>-</sup> / ph	5.40E-09	3.00E-09	0.011	600	1.2	1.E+01 [2]	1.00E+06	2.00E+03	3	→ Te-129	
Te-131	25.0 min	β <sup>-</sup> / ph	6.10E-11	8.70E-11	0.067	2000	2	1.E+02	1.00E+08	1.00E+05	3	→ I-131	
Te-131m	30 h	β <sup>-</sup> , it / ph	1.60E-09	1.90E-09	0.208	2000	1.5	1.E+01 [2]	4.00E+06	5.00E+03	3	→ I-131, Te-131	
Te-132	3.204 d	β <sup>-</sup> / ph	3.00E-09	3.70E-09	0.050	700	0.7	1.E+00 [2]	2.00E+06	3.00E+03	10	→ I-132 [6]	
Te-133	12.5 min	β <sup>-</sup> / ph	4.40E-11	7.20E-11	0.151	1000	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ I-133	
Te-133m	55.4 min	β <sup>-</sup> , it / ph	1.90E-10	2.80E-10	0.344	1000	1.8	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3	→ I-133, Te-133	
Te-134	41.8 min	β <sup>-</sup> / ph	1.10E-10	1.10E-10	0.142	2000	1.7	1.E+01 [1]	5.00E+07	8.00E+04	3	→ I-134 [6]	
I-120	81.6 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.90E-10	3.40E-10	1.155	800	1.5	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3		
I-120m	53 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.40E-10	2.10E-10	1.108	800	1.7	1.E+01 [1]	4.00E+07	6.00E+04	3		
I-121	2.12 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	3.90E-11	8.20E-11	0.077	400	0.4	1.E+02 [1]	2.00E+08	2.00E+05	10	→ Te-121	
I-123	13.27 h	ec / ph	1.10E-10	2.10E-10	0.043	400	0.3	1.E+02	5.00E+07	8.00E+04	30	→ Te-123	
I-124	4.1760 d	ec, β <sup>+</sup> / ph	6.30E-09	1.30E-08	0.170	300	0.5	1.E+01	1.00E+06	1.00E+03	10		
I-125	59.400 d	ec / ph	7.30E-09	1.50E-08	0.033	4	<0.1	1.E+02	8.00E+05	1.00E+03	10		
I-126	12.93 d	ec, β <sup>+</sup> , β <sup>-</sup> / ph	1.40E-08	2.90E-08	0.078	700	0.7	1.E+01	4.00E+05	6.00E+02	10		
I-128	24.99 min	β <sup>-</sup> , ec, β <sup>+</sup> / ph	2.20E-11	4.60E-11	0.016	1000	1.5	1.E+02 [1]	3.00E+08	4.00E+05	3		
I-129	1.57 E7 a	β <sup>-</sup> / ph	5.10E-08	1.10E-07	0.016	100	0.3	1.E-02	1.00E+05	2.00E+02	3	→ Xe-129	
I-130	12.36 h	β <sup>-</sup> / ph	9.60E-10	2.00E-09	0.325	1000	1.6	1.E+01	6.00E+06	9.00E+03	3		
I-131	8.02070 d	β <sup>-</sup> / ph	1.10E-08	2.20E-08	0.062	1000	1.4	1.E+01	5.00E+05	8.00E+02	3	→ Xe-131m	
I-132	2.295 h	β <sup>-</sup> / ph	2.00E-10	2.90E-10	0.338	1000	1.7	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3		
I-132m	1.387 h	it, β <sup>-</sup> / ph	1.10E-10	2.20E-10	0.055	300	1	1.E+02	5.00E+07	8.00E+04	10	→ I-132 [6] → Xe-133, Xe-133m	
I-133	20.8 h	β <sup>-</sup> / ph	2.10E-09	4.30E-09	0.093	1000	1.6	1.E+01	3.00E+06	4.00E+03	3		
I-134	52.5 min	β <sup>-</sup> / ph	7.90E-11	1.10E-10	0.385	1000	1.8	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3		

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	Grandezze di apprezzamento					Livello di esenzione		Livello di licenza Vincoli			Nuclide figlio instabile
			$e_{inh}$ Sv/Bq	$e_{ing}$ Sv/Bq	$h_{10}$ (mSv/h)/ GBq a 1 m a 10 cm di di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq distanza	$hc_{0,07}$ (mSv/h)/ GBq/cm <sup>2</sup>	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m <sup>3</sup>	CS Bq/cm <sup>2</sup>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
I-135	6.57 h	$\beta^-$ / ph	4.60E-10	9.30E-10	0.223	1000	1.6	1.E+01 [2]	1.00E+07	2.00E+04	3	→ Xe-135, Xe-135m	
Xe-122 / I-122	20.1 h	ec, $\beta^+$ / ph			0.284	800	1.3	1.E+02 [1]	7.00E+07	7.00E+04			
Xe-123	2.08 h	ec, $\beta^+$ / ph			0.107	800	0.9	1.E+02 [1]	1.00E+08	1.00E+05		→ I-123	
Xe-125	16.9 h	ec, $\beta^+$ / ph			0.060	300	0.2	1.E+02	3.00E+08	3.00E+05		→ I-125	
Xe-127	36.4 d	ec / ph			0.059	400	0.3	1.E+01	2.00E+08	2.00E+05			
Xe-129m	8.88 d	it / ph			0.030	3000	1.9	1.E+03	3.00E+09	3.00E+06			
Xe-131m	11.84 d	it / ph			0.012	3000	2.1	1.E+03	8.00E+09	8.00E+06			
Xe-133	5.243 d	$\beta^-$ / ph			0.016	1000	1	1.E+02	2.00E+09	2.00E+06			
Xe-133m	2.19 d	it / ph			0.016	2000	1.7	1.E+02	2.00E+09	2.00E+06		→ Xe-133	
Xe-135	9.14 h	$\beta^-$ / ph			0.040	2000	1.6	1.E+02	3.00E+08	3.00E+05		→ Cs-135	
Xe-135m	15.29 min	it, $\beta^-$ / ph			0.069	200	0.4	1.E+02 [1]	2.00E+08	2.00E+05		→ Cs-135	
Xe-137	3.818 min	$\beta^-$ / ph			1.167	2	1.7		3.00E+08	3.00E+05			
Xe-138	14.08 min	$\beta^-$ / ph			0.166	1000	1.7	1.E+02 [1]	5.00E+07	5.00E+04		→ Cs-138 [6]	
Cs-125	45 min	ec, $\beta^+$ / ph	2.30E-11	3.50E-11	0.114	500	0.7	1.E+01 [1]	3.00E+08	4.00E+05	10	→ Xe-125	
Cs-127	6.25 h	ec, $\beta^+$ / ph	4.00E-11	2.40E-11	0.079	100	0.2	1.E+02	2.00E+08	2.00E+05	30	→ Xe-127	
Cs-129	32.06 h	ec, $\beta^+$ / ph	8.10E-11	6.00E-11	0.063	30	<0.1	1.E+01	7.00E+07	1.00E+05	1000		
Cs-130	29.21 min	ec, $\beta^+$ , $\beta^-$ / ph	1.50E-11	2.80E-11	0.087	500	0.8	1.E+02 [1]	4.00E+08	6.00E+05	10		
Cs-131	9.689 d	ec / ph	4.50E-11	5.80E-11	0.016	2	<0.1	1.E+03 [1]	1.00E+08	2.00E+05	1000		
Cs-132	6.479 d	ec, $\beta^+$ , $\beta^-$ / ph	3.80E-10	5.00E-10	0.119	50	0.1	1.E+01	2.00E+07	2.00E+04	100		
Cs-134	2.0648 a	$\beta^-$ , ec / ph	9.60E-09	1.90E-08	0.236	1000	1.1	1.E-01	6.00E+05	9.00E+02	3		
Cs-134m	2.903 h	it / ph	2.60E-11	2.00E-11	0.009	1000	1.5	1.E+03	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Cs-134 [6]	
Cs-135	2.3 E6 a	$\beta^-$	9.90E-10	2.00E-09	0.000	600	0.7	1.E+02	6.00E+06	8.00E+03	10		
Cs-135m	53 min	it / ph	2.40E-11	1.90E-11	0.239	70	0.2	1.E+01 [1]	3.00E+08	3.00E+05	30	→ Cs-135	
Cs-136	13.16 d	$\beta^-$ / ph	1.90E-09	3.00E-09	0.327	1000	1.5	1.E+00	3.00E+06	4.00E+03	3		
Cs-137 / Ba-137m	30.1671 a	$\beta^-$ , it / ph	6.70E-09	1.30E-08	0.092	2000	1.5	1.E-01 [2]	9.00E+05	1.00E+03	3		
Cs-138	33.41 min	$\beta^-$ / ph	4.60E-11	9.20E-11	0.445	1000	1.8	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3		
Ba-126 / Cs-126	100 min	ec, $\beta^+$ / ph	1.20E-10	2.60E-10	0.805	900	1.6	1.E+02 [1]	5.00E+07	7.00E+04	3		
Ba-128 / Cs-128	2.43 d	ec, $\beta^+$ / ph	1.30E-09	2.70E-09	0.209	700	1.2	1.E+02 [2]	5.00E+06	6.00E+03	3		

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	Grandezze di apprezzamento						Livello di esenzione		Livello di licenza Vincoli			Nuclide figlio instabile
			e <sub>inh</sub> Sv/Bq	e <sub>ing</sub> Sv/Bq	h <sub>10</sub> (mSv/h)/ GBq a 1 m di di distanza	h <sub>0,07</sub> (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	h <sub>c0,07</sub> (mSv/h)/ GBq/cm <sup>2</sup>	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m <sup>3</sup>	CS Bq/cm <sup>2</sup>			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Ba-131	11.50 d	ec / ph	3.50E-10	4.50E-10	0.087	300	0.4	1.E+01	2.00E+07	2.00E+04	10	→ Cs-131		
Ba-131m	14.6 min	it / ph	6.40E-12	4.90E-12	0.019	50	0.4	1.E+02 [1]	9.00E+08	1.00E+06	10	→ Ba-131		
Ba-133	10.52 a	ec / ph	1.80E-09	1.00E-09	0.085	70	0.1	1.E-01	3.00E+06	5.00E+03	100			
Ba-133m	38.9 h	it, ec / ph	2.80E-10	5.50E-10	0.019	2000	1.5	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	3	→ Ba-133		
Ba-135m	28.7 h	it / ph	2.30E-10	4.50E-10	0.018	2000	1.5	1.E+02	3.00E+07	4.00E+04	3			
Ba-139	83.06 min	β <sup>-</sup> / ph	5.50E-11	1.20E-10	0.012	1000	1.7	1.E+02 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3			
Ba-140	12.752 d	β <sup>-</sup> / ph	1.60E-09	2.50E-09	0.031	1000	1.5	1.E+00	4.00E+06	5.00E+03	3	→ La-140 [6]		
Ba-141	18.27 min	β <sup>-</sup> / ph	3.50E-11	7.00E-11	0.152	1000	1.9	1.E+02 [1]	2.00E+08	2.00E+05	3	→ La-141		
Ba-142	10.6 min	β <sup>-</sup> / ph	2.70E-11	3.50E-11	0.160	1000	1.7	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ La-142 [6]		
La-131	59 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	3.60E-11	3.50E-11	0.116	400	0.6	1.E+01 [1]	2.00E+08	2.00E+05	10	→ Ba-131		
La-132	4.8 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	2.80E-10	3.90E-10	0.379	400	0.8	1.E+01 [1]	2.00E+07	3.00E+04	10			
La-135	19.5 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	2.50E-11	3.00E-11	0.017	2	<0.1	1.E+03	2.00E+08	3.00E+05	1000			
La-137	6.0 E4 a	ec / ph	1.00E-08	8.10E-11	0.014	2	<0.1	1.E+02	6.00E+05	8.00E+02	1000			
La-138	1.02 E11 a	ec, β <sup>-</sup> / ph	1.80E-07	1.10E-09	0.185	400	0.4	1.E-01	3.00E+04	5.00E+01	10			
La-140	1.6781 d	β <sup>-</sup> / ph	1.50E-09	2.00E-09	0.332	1000	1.8	1.E+00	4.00E+06	6.00E+03	3			
La-141	3.92 h	β <sup>-</sup> / ph	2.20E-10	3.60E-10	0.016	1000	1.6	1.E+02 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3	→ Ce-141		
La-142	91.1 min	β <sup>-</sup> / ph	1.50E-10	1.80E-10	0.490	1000	1.8	1.E+01 [1]	4.00E+07	6.00E+04	3			
La-143	14.2 min	β <sup>-</sup> / ph	3.30E-11	5.60E-11	0.219	1000	1.6	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Ce-143		
Ce-134 / La-134	3.16 d	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.60E-09	2.50E-09	0.149	600	1	1.E+03 [2]	4.00E+06	5.00E+03	10			
Ce-135	17.7 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	7.60E-10	7.90E-10	0.271	2000	1.8	1.E+01	8.00E+06	1.00E+04	3	→ La-135		
Ce-137	9.0 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.90E-11	2.50E-11	0.016	10	<0.1	1.E+03	3.00E+08	4.00E+05	1000	→ La-137		
Ce-137m	34.4 h	it, ec / ph	5.90E-10	5.40E-10	0.016	2000	1.6	1.E+02 [2]	1.00E+07	1.00E+04	3	→ Ce-137, La-137		
Ce-139	137.641 d	ec / ph	1.40E-09	2.60E-10	0.036	500	0.5	1.E+00	4.00E+06	6.00E+03	10			
Ce-141	32.508 d	β <sup>-</sup> / ph	3.10E-09	7.10E-10	0.014	2000	1.6	1.E+02	2.00E+06	3.00E+03	3			
Ce-143	33.039 h	β <sup>-</sup> / ph	1.00E-09	1.10E-09	0.053	1000	1.6	1.E+01	6.00E+06	8.00E+03	3	→ Pr-143		
Ce-144 / Pr-144m	284.91 d	β <sup>-</sup> / ph	2.90E-08	5.20E-09	0.005	800	0.9	1.E+01 [2]	2.00E+05	3.00E+02	10	→ Pr-144		
Pr-136	13.1 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	2.50E-11	3.30E-11	0.375	600	1.1	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3			
Pr-137	1.28 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	3.50E-11	4.00E-11	0.083	300	0.5	1.E+02 [1]	2.00E+08	2.00E+05	10	→ Ce-137		
Pr-138m	2.12 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.30E-10	1.30E-10	0.379	600	0.8	1.E+01 [1]	5.00E+07	6.00E+04	10			

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	Grandezze di apprezzamento					Livello di esenzione	Livello di licenza Vincoli			Nuclide figlio instabile
			$e_{inh}$ Sv/Bq	$e_{ing}$ Sv/Bq	$h_{10}$ (mSv/h)/ GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$hc_{0,07}$ (mSv/h)/ GBq/cm <sup>2</sup>		LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m <sup>3</sup>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Pr-139	4.41 h	ec, $\beta^+$ / ph	3.00E-11	3.10E-11	0.028	100	0.1	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	100	→ Ce-139
Pr-142	19.12 h	$\beta^-$ , ec / ph	7.40E-10	1.30E-09	0.011	1000	1.6	1.E+02	8.00E+06	1.00E+04	3	
Pr-142m	14.6 min	it / ph	9.40E-12	1.70E-11	<0.001	<1	<0.1	1.E+07 [1]	6.00E+08	9.00E+05	1000	→ Pr-142
Pr-143	13.57 d	$\beta^-$	2.20E-09	1.20E-09	0.000	1000	1.5	1.E+03	3.00E+06	4.00E+03	3	
Pr-144	17.28 min	$\beta^-$ / ph	3.00E-11	5.00E-11	0.099	1000	1.6	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	
Pr-145	5.984 h	$\beta^-$ / ph	2.60E-10	3.90E-10	0.002	1000	1.6	1.E+03	2.00E+07	3.00E+04	3	
Pr-147	13.4 min	$\beta^-$ / ph	3.00E-11	3.30E-11	0.144	1000	1.8	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Nd-147
Nd-136	50.65 min	ec, $\beta^+$ / ph	8.90E-11	9.90E-11	0.061	200	0.3	1.E+02 [1]	7.00E+07	9.00E+04	30	→ Pr-136 [6]
Nd-138 / Pr-138	5.04 h	ec / ph	3.80E-10	6.40E-10	0.398	700	1.3	1.E+03 [2]	2.00E+07	2.00E+04	3	
Nd-139	29.7 min	ec, $\beta^+$ / ph	1.70E-11	2.00E-11	0.070	300	0.4	1.E+02 [1]	4.00E+08	5.00E+05	10	→ Pr-139
Nd-139m	5.50 h	ec, $\beta^+$ , it / ph	2.50E-10	2.50E-10	0.246	500	0.6	1.E+01 [1]	2.00E+07	3.00E+04	10	→ Pr-139, Nd-139
Nd-140	3.37 d	ec / ph						1.E+04 [2]	3.00E+06	4.00E+03	100	
Nd-141	2.49 h	ec, $\beta^+$ / ph	8.80E-12	8.30E-12	0.021	50	0.1	1.E+02 [1]	7.00E+08	9.00E+05	100	
Nd-147	10.98 d	$\beta^-$ / ph	2.10E-09	1.10E-09	0.027	1000	1.5	1.E+02	3.00E+06	4.00E+03	3	→ Pm-147
Nd-149	1.728 h	$\beta^-$ / ph	1.30E-10	1.20E-10	0.063	2000	1.8	1.E+02 [1]	5.00E+07	6.00E+04	3	→ Pm-149
Nd-151	12.44 min	$\beta^-$ / ph	2.90E-11	3.00E-11	0.137	1000	1.7	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Pm-151
												→ Nd-141, Nd-141m
Pm-141	20.90 min	ec, $\beta^+$ / ph	2.50E-11	3.60E-11	0.137	500	0.9	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	10	
Pm-143	265 d	ec / ph	9.60E-10	2.30E-10	0.057	7	<0.1	1.E+00	6.00E+06	9.00E+03	1000	
Pm-144	363 d	ec / ph	5.40E-09	9.70E-10	0.248	40	0.1	1.E-01	1.00E+06	2.00E+03	100	
Pm-145	17.7 a	ec, $\alpha$ / ph	2.40E-09	1.10E-10	0.013	10	<0.1	1.E+01	3.00E+06	3.00E+03	1000	
Pm-146	5.53 a	ec, $\beta^-$ / ph	1.30E-08	9.00E-10	0.122	500	0.6	1.E-01	5.00E+05	6.00E+02	10	→ Sm-146
Pm-147	2.6234 a	$\beta^-$	3.50E-09	2.60E-10	<0.001	500	0.6	1.E+03	2.00E+06	2.00E+03	10	→ Sm-147
Pm-148	5.368 d	$\beta^-$ / ph	2.20E-09	2.70E-09	0.091	1000	1.6	1.E+01	3.00E+06	4.00E+03	3	
Pm-148m	41.29 d	$\beta^-$ , it / ph	4.30E-09	1.80E-09	0.306	1000	1.4	1.E+00	1.00E+06	2.00E+03	3	→ Sm-148
Pm-149	53.08 h	$\beta^-$ / ph	8.20E-10	9.90E-10	0.002	1000	1.6	1.E+03	7.00E+06	1.00E+04	3	
Pm-150	2.68 h	$\beta^-$ / ph	2.10E-10	2.60E-10	0.226	1000	1.8	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3	
Pm-151	28.40 h	$\beta^-$ / ph	6.40E-10	7.30E-10	0.052	1000	1.5	1.E+01	9.00E+06	1.00E+04	3	→ Sm-151
Sm-141	10.2 min	ec, $\beta^+$ / ph	2.70E-11	3.90E-11	0.287	500	1	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	10	→ Pm-141 [6]

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	Grandezze di apprezzamento						Livello di esenzione		Livello di licenza Vincoli			Nuclide figlio instabile
			$e_{inh}$ Sv/Bq	$e_{ing}$ Sv/Bq	$h_{10}$ (mSv/h)/ GBq a 1 m di di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$hc_{0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m <sup>3</sup>	CS Bq/cm <sup>2</sup>			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Sm-141m	22.6 min	ec, $\beta^+$ , it / ph	5.60E-11	6.50E-11	0.338	900	1.1	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3	→ Pm-141, Sm-141		
Sm-142 / Pm-142	72.49 min	ec, $\beta^+$ / ph	1.10E-10	1.90E-10	0.752	800	1.5	1.E+02 [1]	5.00E+07	8.00E+04	3			
Sm-145	340 d	ec / ph	1.10E-09	2.10E-10	0.026	20	<0.1	1.E+02	5.00E+06	8.00E+03	1000	→ Pm-145		
Sm-146	1.03 E8 a	$\alpha$	6.70E-06	5.40E-08	<0.001	<1	<0.1	1.E+00	9.00E+02	1.00E+00	3			
Sm-147	1.060 E11 a	$\alpha$	6.10E-06	4.90E-08	<0.001	<1	<0.1	1.E+00	1.00E+03	1.00E+00	3			
Sm-151	90 a	$\beta^-$	2.60E-09	9.80E-11	<0.001	<1	<0.1	1.E+03	2.00E+06	3.00E+03	1000			
Sm-153	46.50 h	$\beta^-$ / ph	6.80E-10	7.40E-10	0.016	1000	1.6	1.E+02	9.00E+06	1.00E+04	3			
Sm-155	22.3 min	$\beta^-$ / ph	2.80E-11	2.90E-11	0.019	1000	1.6	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Eu-155		
Sm-156	9.4 h	$\beta^-$ / ph	2.80E-10	2.50E-10	0.022	1000	1.4	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	3	→ Eu-156 [6]		
Eu-145	5.93 d	ec, $\beta^+$ / ph	7.30E-10	7.50E-10	0.217	60	0.2	1.E+00	8.00E+06	1.00E+04	30	→ Sm-145		
Eu-146	4.61 d	ec, $\beta^+$ / ph	1.20E-09	1.30E-09	0.375	100	0.3	1.E+00	5.00E+06	7.00E+03	30	→ Sm-146		
Eu-147	24.1 d	ec, $\beta^+$ , $\alpha$ / ph	1.00E-09	4.40E-10	0.085	300	0.3	1.E+01	6.00E+06	8.00E+03	30	→ Sm-147, Pm-143		
Eu-148	54.5 d	ec, $\beta^+$ , $\alpha$ / ph	2.30E-09	1.30E-09	0.327	70	0.2	1.E+00	3.00E+06	4.00E+03	30	→ Pm-144		
Eu-149	93.1 d	ec / ph	2.30E-10	1.00E-10	0.018	20	<0.1	1.E+01	3.00E+07	4.00E+04	1000			
Eu-150	36.9 a	ec, $\beta^+$ / ph	3.40E-08	1.30E-09	0.238	100	0.2	1.E-01	2.00E+05	2.00E+02	30			
Eu-150m	12.8 h	$\beta^-$ , ec, $\beta^+$ / ph	2.80E-10	3.80E-10	0.008	1000	1.4	1.E+03 [1]	2.00E+07	3.00E+04	3			
Eu-152	13.537 a	ec, $\beta^+$ , $\beta^-$ / ph	2.70E-08	1.40E-09	0.179	700	0.8	1.E-01	2.00E+05	3.00E+02	10	→ Gd-152		
Eu-152m	9.3116 h	$\beta^-$ , ec, $\beta^+$ / ph	3.20E-10	5.00E-10	0.047	900	1.3	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	3	→ Gd-152		
Eu-154	8.593 a	$\beta^-$ , ec / ph	3.50E-08	2.00E-09	0.185	2000	1.8	1.E-01	2.00E+05	2.00E+02	3			
Eu-155	4.7611 a	$\beta^-$ / ph	4.70E-09	3.20E-10	0.012	200	0.3	1.E+00	1.00E+06	2.00E+03	30			
Eu-156	15.19 d	$\beta^-$ / ph	3.00E-09	2.20E-09	0.188	1000	1.5	1.E+00	2.00E+06	3.00E+03	3			
Eu-157	15.18 h	$\beta^-$ / ph	4.40E-10	6.00E-10	0.049	1000	1.6	1.E+02	1.00E+07	2.00E+04	3			
Eu-158	45.9 min	$\beta^-$ / ph	7.50E-11	9.40E-11	0.220	1000	1.8	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3			
Gd-145	23.0 min	ec, $\beta^+$ / ph	3.50E-11	4.40E-11	0.360	500	0.9	1.E+01 [1]	2.00E+08	2.00E+05	10	→ Eu-145 [6]		
Gd-146	48.27 d	ec / ph	5.20E-09	9.60E-10	0.057	600	0.9	1.E+00 [2]	1.00E+06	2.00E+03	10	→ Eu-146 [6]		
Gd-147	38.1 h	ec, $\beta^+$ / ph	5.90E-10	6.10E-10	0.206	400	0.4	1.E+01 [1]	1.00E+07	1.00E+04	10	→ Eu-147		
Gd-148	74.6 a	$\alpha$	3.00E-05	5.50E-08	<0.001	<1	<0.1	1.E+00	2.00E+02	3.00E-01	3			

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	Grandezze di apprezzamento						Livello di esenzione		Livello di licenza Vincoli			Nuclide figlio instabile
			e <sub>inh</sub> Sv/Bq	e <sub>ing</sub> Sv/Bq	h <sub>10</sub> (mSv/h)/ GBq a 1 m di distanza	h <sub>0,07</sub> (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	hc <sub>0,07</sub> (mSv/h)/ GBq/cm <sup>2</sup>	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m <sup>3</sup>	CS Bq/cm <sup>2</sup>			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Gd-149	9,28 d	ec, β <sup>+</sup> / ph	7.90E-10	4.50E-10	0.076	400	0.6	1.E+01	8.00E+06	1.00E+04	10	→ Eu-149		
Gd-151	124 d	ec, α / ph	9.30E-10	2.00E-10	0.018	200	0.2	1.E+01	6.00E+06	9.00E+03	30	→ Sm-147		
Gd-152	1.08 E14 a	α	2.20E-05	4.10E-08	<0.001	<1	<0.1	1.E+01 [1]	3.00E+02	4.00E-01	3			
Gd-153	240.4 d	ec / ph	2.50E-09	2.70E-10	0.029	30	0.1	1.E+01	2.00E+06	3.00E+03	100			
Gd-159	18.479 h	β <sup>-</sup> / ph	3.90E-10	4.90E-10	0.010	1000	1.5	1.E+02	2.00E+07	2.00E+04	3			
Tb-147	1.64 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.20E-10	1.60E-10	0.356	400	0.8	1.E+01 [1]	5.00E+07	7.00E+04	10	→ Gd-147 [6]		
Tb-149	4.118 h	ec, β <sup>+</sup> , α / ph	3.10E-09	2.50E-10	0.241	400	0.6	1.E-01	2.00E+06	3.00E+03	10	→ Gd-149, Eu-145		
Tb-150	3.48 h	ec, β <sup>+</sup> , α / ph	1.80E-10	2.50E-10	0.346	400	0.8	1.E+01 [1]	3.00E+07	5.00E+04	10			
Tb-151	17.609 h	ec, β <sup>+</sup> , α / ph	3.30E-10	3.40E-10	0.147	400	0.6	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	10	→ Gd-151, Eu-147		
Tb-153	2.34 d	ec, β <sup>+</sup> / ph	2.40E-10	2.50E-10	0.045	100	0.1	1.E+01	3.00E+07	3.00E+04	100	→ Gd-153		
Tb-154	21.5 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	6.00E-10	6.50E-10	0.313	400	0.6	1.E+01 [1]	1.00E+07	1.00E+04	10			
Tb-155	5.32 d	ec / ph	2.50E-10	2.10E-10	0.031	200	0.2	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	30			
Tb-156	5.35 d	ec / ph	1.40E-09	1.20E-09	0.277	500	0.8	1.E+00	4.00E+06	6.00E+03	10			
Tb-156m	24.4 h	it / ph	2.30E-10	1.70E-10	0.007	4	<0.1	1.E+01	3.00E+07	4.00E+04	1000			
Tb-156n	5.3 h	it / ph	1.30E-10	8.10E-11	0.001	8	0.6	1.E+04 [1]	5.00E+07	6.00E+04	10	→ Tb-156 [6]		
Tb-157	71 a	ec / ph	7.90E-10	3.40E-11	0.001	6	<0.1	1.E+02	8.00E+06	1.00E+04	1000			
Tb-158	180 a	ec, β <sup>-</sup> / ph	3.00E-08	1.10E-09	0.127	400	0.6	1.E-01	2.00E+05	3.00E+02	10			
Tb-160	72.3 d	β <sup>-</sup> / ph	5.40E-09	1.60E-09	0.169	1000	1.7	1.E+00	1.00E+06	2.00E+03	3			
Tb-161	6.906 d	β <sup>-</sup> / ph	1.20E-09	7.20E-10	0.013	1000	1.3	1.E+03	5.00E+06	7.00E+03	3			
Dy-155	9.9 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.20E-10	1.30E-10	0.094	100	0.1	1.E+01 [1]	5.00E+07	7.00E+04	100	→ Tb-155		
Dy-157	8.14 h	ec / ph	5.50E-11	6.10E-11	0.065	40	0.1	1.E+02	1.00E+08	2.00E+05	100	→ Tb-157		
Dy-159	144.4 d	ec / ph	2.50E-10	1.00E-10	0.015	10	<0.1	1.E+03	2.00E+07	3.00E+04	1000			
Dy-165	2.334 h	β <sup>-</sup> / ph	8.70E-11	1.10E-10	0.005	1000	1.6	1.E+03	7.00E+07	1.00E+05	3			
Dy-166	81.6 h	β <sup>-</sup> / ph	1.80E-09	1.60E-09	0.010	1000	1.1	1.E+02	3.00E+06	5.00E+03	3	→ Ho-166		
Ho-155	48 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	3.20E-11	3.70E-11	0.066	300	0.5	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	10	→ Dy-155		
Ho-157	12.6 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	7.60E-12	6.50E-12	0.088	300	0.3	1.E+02 [1]	8.00E+08	1.00E+06	30	→ Dy-157		
Ho-159	33.05 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.00E-11	7.90E-12	0.069	200	0.2	1.E+02 [1]	6.00E+08	8.00E+05	30	→ Dy-159		
Ho-161	2.48 h	ec / ph	1.00E-11	1.30E-11	0.022	20	<0.1	1.E+02 [1]	6.00E+08	8.00E+05	1000			
Ho-162	15.0 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	4.50E-12	3.30E-12	0.032	70	0.2	1.E+02 [1]	1.00E+09	2.00E+06	30			

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	Grandezze di apprezzamento						Livello di esenzione LL Bq/g	Livello di licenza Vincoli			Nuclide figlio instabile
			$c_{inh}$ Sv/Bq	$c_{ing}$ Sv/Bq	$h_{10}$ (mSv/h)/ GBq a 1 m a 10 cm di di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq distanza	$hc_{0,07}$ (mSv/h)/ GBq/cm <sup>2</sup>	LA Bq		CA Bq/m <sup>3</sup>	CS Bq/cm <sup>2</sup>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Ho-162m	67.0 min	it, ec, $\beta^+$ / ph	3.30E-11	2.60E-11	0.094	300	0.3	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	30	→ Ho-162	
Ho-164	29 min	ec, $\beta^-$ / ph	1.30E-11	9.50E-12	0.009	600	0.7	1.E+03 [1]	5.00E+08	6.00E+05	10		
Ho-164m	38.0 min	it / ph	1.60E-11	1.60E-11	0.014	20	<0.1	1.E+03 [1]	4.00E+08	5.00E+05	1000	→ Ho-164	
Ho-166	26.80 h	$\beta^-$ / ph	8.30E-10	1.40E-09	0.005	1000	1.7	1.E+02	7.00E+06	1.00E+04	3		
Ho-166m	1.20 E3 a	$\beta^-$ / ph	7.80E-08	2.00E-09	0.268	800	0.9	1.E-01	8.00E+04	1.00E+02	10		
Ho-167	3.1 h	$\beta^-$ / ph	1.00E-10	8.30E-11	0.061	1000	1.4	1.E+02 [1]	6.00E+07	8.00E+04	3		
Er-161	3.21 h	ec, $\beta^+$	8.50E-11	8.00E-11	0.139	400	0.4	1.E+01 [1]	7.00E+07	1.00E+05	10	→ Ho-161	
Er-165	10.36 h	ec	1.40E-11	1.90E-11	0.011	7	<0.1	1.E+03 [1]	4.00E+08	6.00E+05	1000		
Er-169	9.40 d	$\beta^-$	9.20E-10	3.70E-10	<0.001	1000	1	1.E+03	7.00E+06	9.00E+03	10		
Er-171	7.516 h	$\beta^-$	3.00E-10	3.60E-10	0.064	2000	1.9	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	3	→ Tm-171	
Er-172	49.3 h	$\beta^-$	1.20E-09	1.00E-09	0.084	1000	1	1.E+01	5.00E+06	7.00E+03	10	→ Tm-172	
Tm-162	21.70 min	ec, $\beta^+$ / ph	2.70E-11	2.90E-11	0.261	300	0.9	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	10		
Tm-166	7.70 h	ec, $\beta^+$ / ph	2.80E-10	2.80E-10	0.270	200	0.4	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	10		
Tm-167	9.25 d	ec / ph	1.00E-09	5.60E-10	0.029	2000	1.1	1.E+02 [1]	6.00E+06	8.00E+03	3		
Tm-170	128.6 d	$\beta^-$ , ec / ph	5.20E-09	1.30E-09	0.001	1000	1.6	1.E+02	1.00E+06	2.00E+03	3		
Tm-171	1.92 a	$\beta^-$ / ph	9.10E-10	1.10E-10	<0.001	<1	<0.1	1.E+03	7.00E+06	9.00E+03	1000		
Tm-172	63.6 h	$\beta^-$ / ph	1.40E-09	1.70E-09	0.069	1000	1.5	1.E+01	4.00E+06	6.00E+03	3		
Tm-173	8.24 h	$\beta^-$ / ph	2.60E-10	3.10E-10	0.063	1000	1.6	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	3		
Tm-175	15.2 min	$\beta^-$ / ph	3.10E-11	2.70E-11	0.160	2000	2	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Yb-175	
Yb-162	18.87 min	ec, $\beta^+$ / ph	2.30E-11	2.30E-11	0.027	60	0.1	1.E+02 [1]	3.00E+08	4.00E+05	100	→ Tm-162 [6]	
Yb-166	56.7 h	ec / ph	9.50E-10	9.50E-10	0.022	10	0.1	1.E+02 [1]	6.00E+06	9.00E+03	100	→ Tm-166 [6]	
Yb-167	17.5 min	ec, $\beta^+$ / ph	9.50E-12	6.70E-12	0.053	200	0.4	1.E+02 [1]	6.00E+08	9.00E+05	10	→ Tm-167	
Yb-169	32.026 d	ec / ph	2.40E-09	7.10E-10	0.061	1000	1	1.E+01	3.00E+06	3.00E+03	10		
Yb-175	4.185 d	$\beta^-$ / ph	7.00E-10	4.40E-10	0.007	1000	1.1	1.E+02	9.00E+06	1.00E+04	3		
Yb-177	1.911 h	$\beta^-$ / ph	9.40E-11	9.70E-11	0.028	1000	1.5	1.E+02 [1]	6.00E+07	9.00E+04	3	→ Lu-177	
Yb-178	74 min	$\beta^-$ / ph	1.10E-10	1.20E-10	0.006	1000	1.3	1.E+03 [2]	5.00E+07	8.00E+04	3	→ Lu-178	
Lu-169	34.06 h	ec, $\beta^+$ / ph	4.90E-10	4.60E-10	0.154	100	0.2	1.E+01 [1]	1.00E+07	2.00E+04	30	→ Yb-169	
Lu-170	2.012 d	ec, $\beta^+$ / ph	9.50E-10	9.90E-10	0.281	60	0.3	1.E+01 [1]	6.00E+06	9.00E+03	30		
Lu-171	8.24 d	ec, $\beta^+$ / ph	9.30E-10	6.70E-10	0.115	30	0.1	1.E+01	6.00E+06	9.00E+03	100		

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	Grandezze di apprezzamento					Livello di esenzione		Livello di licenza Vincoli			Nuclide figlio instabile
			$e_{inh}$ Sv/Bq	$e_{ing}$ Sv/Bq	$h_{10}$ (mSv/h)/ GBq a 1 m a 10 cm di di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq distanza	$hc_{0,07}$ (mSv/h)/ GBq/cm <sup>2</sup>	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m <sup>3</sup>	CS Bq/cm <sup>2</sup>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Lu-172	6.70 d	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.80E-09	1.30E-09	0.283	300	0.5	1.E+00	3.00E+06	5.00E+03	10		
Lu-173	1.73 a	ec / ph	1.50E-09	2.60E-10	0.028	30	0.1	1.E+00	4.00E+06	6.00E+03	100		
Lu-174	3.31 a	ec, β <sup>+</sup> / ph	2.90E-09	2.70E-10	0.024	10	<0.1	1.E+00	2.00E+06	3.00E+03	1000		
Lu-174m	142 d	it, ec / ph	2.60E-09	5.30E-10	0.015	30	<0.1	1.E+01	2.00E+06	3.00E+03	300	→ Lu-174	
Lu-176	3.85 E10 a	β <sup>-</sup> / ph	4.60E-08	1.80E-09	0.081	2000	2.3	1.E-01	1.00E+05	2.00E+02	3		
Lu-176m	3.635 h	β <sup>-</sup> , ec / ph	1.60E-10	1.70E-10	0.003	1000	1.8	1.E+03	4.00E+07	5.00E+04	3		
Lu-177	6.647 d	β <sup>-</sup> / ph	1.10E-09	5.30E-10	0.006	1000	1.3	1.E+02	5.00E+06	8.00E+03	3		
Lu-177m	160.4 d	β <sup>-</sup> , it / ph	1.20E-08	1.70E-09	0.166	2000	2.6	1.E-01 [2]	5.00E+05	7.00E+02	3	→ Lu-177	
Lu-178	28.4 min	β <sup>-</sup> / ph	4.10E-11	4.70E-11	0.022	1000	1.8	1.E+02 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3		
Lu-178m	23.1 min	β <sup>-</sup> / ph	5.60E-11	3.80E-11	0.182	2000	2.8	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3		
Lu-179	4.59 h	β <sup>-</sup> / ph	1.60E-10	2.10E-10	0.005	1000	1.6	1.E+03	4.00E+07	5.00E+04	3		
Hf-170	16.01 h	ec / ph	4.30E-10	4.80E-10	0.091	200	0.3	1.E+02 [1]	1.00E+07	2.00E+04	30	→ Lu-170 [6]	
Hf-172	1.87 a	ec / ph	3.70E-08	1.00E-09	0.030	100	0.1	1.E+01 [2]	2.00E+05	2.00E+02	100	→ Lu-172 [6]	
Hf-173	23.6 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	2.20E-10	2.30E-10	0.071	300	0.3	1.E+01	3.00E+07	4.00E+04	30	→ Lu-173	
Hf-175	70 d	ec / ph	8.80E-10	4.10E-10	0.065	200	0.2	1.E+00	7.00E+06	9.00E+03	30		
Hf-177m	51.4 min	it / ph	1.50E-10	8.10E-11	0.370	4000	4.5	1.E+01 [1]	4.00E+07	6.00E+04	1		
Hf-178m	31 a	it / ph	3.10E-07	4.70E-09	0.378	2000	2.1	1.E+01 [1]	2.00E+04	3.00E+01	3		
Hf-179m	25.05 d	it / ph	3.20E-09	1.20E-09	0.149	1000	1.6	1.E+01 [1]	2.00E+06	3.00E+03	3		
Hf-180m	5.5 h	it, β <sup>-</sup> / ph	2.00E-10	1.70E-10	0.166	700	1.1	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3		
Hf-181	42.39 d	β <sup>-</sup> / ph	4.10E-09	1.10E-09	0.089	2000	1.9	1.E+00	1.00E+06	2.00E+03	3		
Hf-182	9E6 a	β <sup>-</sup> / ph	3.60E-07	3.00E-09	0.039	500	0.6	1.E-01 [2]	2.00E+04	2.00E+01	10	→ Ta-182 [6]	
Hf-182m	61.5 min	β <sup>-</sup> , it / ph	7.10E-11	4.20E-11	0.150	1000	1.8	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3	182	
Hf-183	1.067 h	β <sup>-</sup> / ph	8.30E-11	7.30E-11	0.116	1000	1.6	1.E+01 [1]	7.00E+07	1.00E+05	3	→ Ta-183	
Hf-184	4.12 h	β <sup>-</sup> / ph	4.50E-10	5.20E-10	0.043	2000	2.2	1.E+02 [1]	1.00E+07	2.00E+04	3	→ Ta-184	
Ta-172	36.8 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	5.70E-11	5.30E-11	0.244	700	1.5	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3	→ Hf-172 [6]	
Ta-173	3.14 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.60E-10	1.90E-10	0.098	500	0.7	1.E+01 [1]	4.00E+07	5.00E+04	10	→ Hf-173	
Ta-174	1.14 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	6.60E-11	5.70E-11	0.106	700	1.2	1.E+01 [1]	9.00E+07	1.00E+05	3	→ Hf-174	
Ta-175	10.5 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	2.00E-10	2.10E-10	0.137	200	0.3	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	30	→ Hf-175	

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	Grandezze di apprezzamento						Livello di esenzione		Livello di licenza Vincoli			Nuclide figlio instabile
			e <sub>inh</sub> Sv/Bq	e <sub>ing</sub> Sv/Bq	h <sub>10</sub> (mSv/h)/ GBq a 1 m a 10 cm di di distanza	h <sub>0,07</sub> (mSv/h)/GBq	hc <sub>0,07</sub> (mSv/h)/ GBq/cm <sup>2</sup>	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m <sup>3</sup>	CS Bq/cm <sup>2</sup>			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Ta-176	8.09 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	3.30E-10	3.10E-10	0.280	100	0.5	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	10			
Ta-177	56.56 h	ec / ph	1.30E-10	1.10E-10	0.015	100	0.2	1.E+02 [1]	5.00E+07	6.00E+04	30			
Ta-178	9,31 min	ec, β <sup>+</sup> / ph			0.021	10	0.2	1.E+01 [1]			30			
Ta-178m	2.36 h	ec / ph	1.10E-10	7.80E-11	0.172	700	1.2		5.00E+07	8.00E+04	3			
Ta-179	1.82 a	ec / ph	2.90E-10	6.50E-11	0.008	6	<0.1	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	1000			
Ta-180	8.152 h	ec, β <sup>-</sup> / ph	6.20E-11	5.40E-11	0.011	200	0.4	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	10			
Ta-180m	1E13 a		1.40E-08	8.40E-10	0.094	600	1	1.E+03	4.00E+05	6.00E+02	10			
Ta-182	114.43 d	β <sup>-</sup> / ph	7.40E-09	1.50E-09	0.194	1000	1.8	1.E-01	8.00E+05	1.00E+03	3			
Ta-182m	15.84 min	it / ph	3.60E-11	1.20E-11	0.044	3000	2.7	1.E+02 [1]	2.00E+08	2.00E+05	3	→ Ta-182 [6]		
Ta-183	5.1 d	β <sup>-</sup> / ph	2.00E-09	1.30E-09	0.051	2000	2.3	1.E+01	3.00E+06	4.00E+03	3			
Ta-184	8.7 h	β <sup>-</sup> / ph	6.30E-10	6.80E-10	0.247	2000	2.8	1.E+01 [1]	1.00E+07	1.00E+04	3			
Ta-185	49.4 min	β <sup>-</sup> / ph	7.20E-11	6.80E-11	0.033	2000	2.3	1.E+02 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3	→ W-185		
Ta-186	10.5 min	β <sup>-</sup> / ph	3.10E-11	3.30E-11	0.252	2000	2.5	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3			
W-176	2.3h		7.60E-11	1.10E-10	0.036	20	0.1	1.E+02 [1]	8.00E+07	1.00E+05	100	→ Ta-176 [6]		
W-177	132 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	4.60E-11	6.10E-11	0.140	300	0.4	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	10	→ Ta-177		
W-178 / Ta-178-1	21.6 d	ec / ph	1.20E-10	2.50E-10	0.024	20	0.2	1.E+01 [1]	5.00E+07	7.00E+04	30			
W-179	37.05 min	ec / ph	1.80E-12	3.30E-12	0.019	10	<0.1	1.E+02 [1]	3.00E+09	5.00E+06	1000	→ Ta-179		
W-181	121.2 d	ec / ph	4.30E-11	8.20E-11	0.009	7	<0.1	1.E+01	1.00E+08	2.00E+05	1000			
W-185	75.1 d	β <sup>-</sup>	2.20E-10	5.00E-10	<0.001	1000	1.1	1.E+03	3.00E+07	4.00E+04	3			
W-187	23.72 h	β <sup>-</sup> / ph	3.30E-10	7.10E-10	0.075	2000	1.6	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	3	→ Re-187		
W-188	69.78 d	β <sup>-</sup> / ph	8.40E-10	2.30E-09	<0.001	1000	1	1.E+01 [2]	7.00E+06	1.00E+04	10	→ Re-188		
Re-177	0.233h		2.20E-11	2.20E-11	0.100	300	0.8	1.E+01 [1]	3.00E+08	4.00E+05	10	→ W-177 [6]		
Re-178	13.2 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	2.40E-11	2.50E-11	0.256	700	1.6	1.E+01 [1]	3.00E+08	3.00E+05	3	→ W-178		
Re-181	19.9 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	3.70E-10	4.20E-10	0.124	500	0.6	1.E+01	2.00E+07	2.00E+04	10	→ W-181		
Re-182	64.0 h	ec / ph	1.70E-09	1.40E-09	0.177	80	0.6	1.E+00	4.00E+06	5.00E+03	10			
Re-182m	12.7 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	3.00E-10	2.70E-10	0.282	900	1.7	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	3			
Re-183	70.0 d	ec / ph						1.E+01	3.00E+06	5.00E+03	300			
Re-184	38.0 d	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.80E-09	1.00E-09	0.138	300	0.6	1.E+00	3.00E+06	5.00E+03	10			
Re-184m	169 d	it, ec / ph	4.80E-09	1.50E-09	0.063	300	0.8	1.E-01	1.00E+06	2.00E+03	10	→ Re-184 [6]		

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	Grandezze di apprezzamento			Livello di esenzione		Livello di licenza Vincoli			Nuclide figlio instabile	
			$c_{inh}$ Sv/Bq	$c_{ing}$ Sv/Bq	$h_{10}$ (mSv/h)/ GBq a 1 m a 10 cm di di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq distanza	$hc_{0,07}$ (mSv/h)/ GBq (kBq/cm <sup>2</sup> )	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m <sup>3</sup>		CS Bq/cm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Re-186	3.7183 d	$\beta^-$ , ec / ph	1.20E-09	1.50E-09	0.004	2000	1.6	1.E+03	5.00E+06	7.00E+03	3	
Re-186m	2.00 E5 a	it / ph	7.90E-09	2.20E-09	0.004	10	0.1	1.E+00 [2]	8.00E+05	1.00E+03	100	→ Re-186
Re-187	4.12 E10 a	$\beta^-$	4.60E-12	5.10E-12	<0.001	<1	<0.1	1.E+03	1.00E+09	2.00E+06	1000	
Re-188	17.0040 h	$\beta^-$ / ph	7.40E-10	1.40E-09	0.010	1000	1.8	1.E+02	8.00E+06	1.00E+04	3	
Re-188m	18.59 min	it / ph	2.00E-11	3.00E-11	0.016	40	0.2	1.E+02 [1]	3.00E+08	4.00E+05	30	→ Re-188
Re-189	24.3 h	$\beta^-$ / ph	6.00E-10	7.80E-10	0.011	2000	1.6	1.E+02 [2]	1.00E+07	1.00E+04	3	→ Os-189m
Os-180 / Re-180	21.5 min	ec, $\beta^+$ / ph	2.50E-11	1.70E-11	0.199	300	1	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	10	
Os-181	105 min	ec, $\beta^+$ / ph	1.00E-10	8.90E-11	0.186	400	0.6	1.E+01 [1]	6.00E+07	8.00E+04	10	→ Re-181 [6]
Os-182	22.10 h	ec / ph	5.20E-10	5.60E-10	0.071	100	0.2	1.E+01	1.00E+07	2.00E+04	30	→ Re-182-1 [6]
Os-185	93.6 d	ec / ph	1.40E-09	5.10E-10	0.112	40	0.1	1.E+00	4.00E+06	6.00E+03	100	
Os-189m	5.8 h	it / ph	7.90E-12	1.80E-11	<0.001	5	<0.1	1.E+04 [1]	8.00E+08	1.00E+06	1000	
Os-191	15.4 d	$\beta^-$ / ph	1.50E-09	5.70E-10	0.015	400	0.4	1.E+02 [2]	4.00E+06	6.00E+03	10	
Os-191m	13.10 h	it / ph	1.40E-10	9.60E-11	0.002	5	0.1	1.E+03	4.00E+07	6.00E+04	100	→ Os-191
Os-193	30.11 h	$\beta^-$ / ph	6.80E-10	8.10E-10	0.012	1000	1.6	1.E+02	9.00E+06	1.00E+04	3	
Os-194	6.0 a	$\beta^-$ / ph	4.20E-08	2.40E-09	0.001	2	<0.1	1.E+00 [2]	1.00E+05	2.00E+02	100	→ Ir-194
Ir-182	15 min	ec, $\beta^+$ / ph	4.00E-11	4.80E-11	0.584	1000	1.9	1.E+01 [1]	2.00E+08	2.00E+05	3	→ Os-182
Ir-184	3.09 h	ec, $\beta^+$ / ph	1.90E-10	1.70E-10	0.296	1000	1.5	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3	
Ir-185	14.4 h	ec, $\beta^+$ / ph	2.60E-10	2.60E-10	0.091	300	0.5	1.E+01 [1]	2.00E+07	3.00E+04	10	→ Os-185 [6]
Ir-186	16.64 h	ec, $\beta^+$ / ph	5.00E-10	4.90E-10	0.243	1000	1	1.E+01 [1]	1.00E+07	2.00E+04	10	
Ir-186m	1.92 h	ec, $\beta^+$ , it / ph	7.10E-11	6.10E-11	0.152	900	0.9	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	10	
Ir-187	10.5 h	ec, $\beta^+$ / ph	1.20E-10	1.20E-10	0.059	100	0.1	1.E+02	5.00E+07	7.00E+04	100	
Ir-188	41.5 h	ec, $\beta^+$ / ph	6.20E-10	6.30E-10	0.223	500	0.5	1.E+01 [1]	1.00E+07	1.00E+04	10	
Ir-189	13.2 d	ec / ph	4.60E-10	2.40E-10	0.016	50	0.1	1.E+02 [2]	1.00E+07	2.00E+04	100	
Ir-190	11.78 d	ec / ph	2.50E-09	1.20E-09	0.228	800	1.3	1.E+00 [2]	2.00E+06	3.00E+03	3	
Ir-190m	1.120 h	it / ph	1.10E-11	8.00E-12	<0.001	5	<0.1	1.E+04 [1]	5.00E+08	8.00E+05	1000	→ Ir-190 [6]
Ir-190n	3.087 h	ec, it / ph	1.40E-10	1.20E-10	0.247	900	0.9	1.E+01 [1]	4.00E+07	6.00E+04	10	→ Ir-190
Ir-192	73.827 d	$\beta^-$ , ec / ph	4.90E-09	1.40E-09	0.131	2000	1.6	1.E+00	1.00E+06	2.00E+03	3	
Ir-192n	241 a	it / ph	1.90E-08	3.10E-10	0.025	2	<0.1	1.E+02 [1]	3.00E+05	4.00E+02	1000	→ Ir-192 [6]
Ir-193m	10.53 d	it / ph	1.00E-09	2.70E-10				1.E+04	6.00E+06	8.00E+03	1000	

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	Grandezze di apprezzamento						Livello di esenzione		Livello di licenza Vincoli			Nuclide figlio instabile
			$e_{inh}$ Sv/Bq	$e_{ing}$ Sv/Bq	$h_{10}$ (mSv/h)/ GBq a 1 m a 10 cm di di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq distanza	$hc_{0,07}$ (mSv/h)/ GBq/cm <sup>2</sup>	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m <sup>3</sup>	CS Bq/cm <sup>2</sup>			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Ir-194	19.28 h	$\beta^-$ / ph	7.50E-10	1.30E-09	0.017	1000	1.6	1.E+02	8.00E+06	1.00E+04	3			
Ir-194m	171 d	$\beta^-$ / ph	8.20E-09	2.10E-09	0.367	1000	1.5	1.E+01 [2]	7.00E+05	1.00E+03	3			
Ir-195	2.5 h	$\beta^-$ / ph	1.00E-10	1.00E-10	0.012	1000	1.7	1.E+02 [1]	6.00E+07	8.00E+04	3			
Ir-195m	3.8 h	$\beta^-$ , it / ph	2.40E-10	2.10E-10	0.073	2000	2.6	1.E+02 [1]	3.00E+07	3.00E+04	3	→ Ir-195		
Pt-186	2.08 h	ec, $\alpha$ / ph	6.60E-11	9.30E-11	0.115	20	0.1	1.E+01 [1]	9.00E+07	1.00E+05	100	→ Ir-186-1 [6], Os-182		
Pt-188	10.2 d	ec, $\alpha$ / ph	6.30E-10	7.60E-10	0.035	800	0.8	1.E+01 [1]	1.00E+07	1.00E+04	10	→ Ir-188 [6]		
Pt-189	10.87 h	ec, $\beta^+$ / ph	7.30E-11	1.20E-10	0.054	200	0.2	1.E+02	8.00E+07	1.00E+05	30	→ Ir-189		
Pt-190	6.50 E11 a	$\alpha$						1.E+00	3.00E+04	4.00E+01	30			
Pt-191	2.802 d	ec / ph	1.90E-10	3.40E-10	0.053	200	0.3	1.E+01 [2]	3.00E+07	4.00E+04	30			
Pt-193	50 a	ec / ph	2.70E-11	3.10E-11	0.001	4	<0.1	1.E+01	2.00E+08	3.00E+05	1000			
Pt-193m	4.33 d	it / ph	2.10E-10	4.50E-10	0.003	2000	1.8	1.E+03 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3	→ Pt-193		
Pt-195m	4.02 d	it / ph	3.10E-10	6.30E-10	0.016	2000	2.1	1.E+02 [1]	2.00E+07	3.00E+04	3			
Pt-197	19.8915 h	$\beta^-$ / ph	1.60E-10	4.00E-10	0.005	1000	1.5	1.E+03	4.00E+07	5.00E+04	3			
Pt-197m	95.41 min	it, $\beta^-$ / ph	4.30E-11	8.40E-11	0.015	2000	1.6	1.E+02 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Pt-197		
Pt-199	30.80 min	$\beta^-$ / ph	2.20E-11	3.90E-11	0.031	1000	1.7	1.E+02 [1]	3.00E+08	4.00E+05	3	→ Au-199		
Pt-200	12.5 h	$\beta^-$ / ph	4.00E-10	1.20E-09	0.011	1000	1.5	1.E+02 [2]	2.00E+07	2.00E+04	3	→ Au-200		
Au-193	17.65 h	ec / ph	1.60E-10	1.30E-10	0.029	400	0.5	1.E+02	4.00E+07	5.00E+04	10	→ Pt-193		
Au-194	38.02 h	ec, $\beta^+$ / ph	3.80E-10	4.20E-10	0.157	200	0.2	1.E+01	2.00E+07	2.00E+04	30			
Au-195	186.098 d	ec / ph	1.20E-09	2.50E-10	0.017	40	0.2	1.E+01	5.00E+06	7.00E+03	30			
Au-196	6.183 d	ec, $\beta^-$ / ph						1.E+01	2.00E+07	2.00E+04	1000			
Au-198	2.69517 d	$\beta^-$ / ph	1.10E-09	1.00E-09	0.065	1000	1.6	1.E+01	5.00E+06	8.00E+03	3			
Au-198m	2.27 d	it / ph	2.00E-09	1.30E-09	0.094	3000	3.9	1.E+01	3.00E+06	4.00E+03	1	→ Au-198		
Au-199	3.139 d	$\beta^-$ / ph	7.60E-10	4.40E-10	0.015	2000	1.5	1.E+02	8.00E+06	1.00E+04	3			
Au-200	48.4 min	$\beta^-$ / ph	5.60E-11	6.80E-11	0.044	1000	1.6	1.E+02 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3			
Au-200m	18.7 h	$\beta^-$ , it / ph	1.00E-09	1.10E-09	0.323	2000	2.1	1.E+01 [1]	6.00E+06	8.00E+03	3	→ Au-200		
Au-201	26 min	$\beta^-$ / ph	2.90E-11	2.40E-11	0.008	1000	1.6	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3			
Hg-193	3.80 h	ec, $\beta^+$ / ph	1.00E-10	8.20E-11	0.037	800	1.1	1.E+02 [1]	6.00E+07	8.00E+04	3	→ Au-193		
Hg-193m	11.8 h	ec, $\beta^+$ , it / ph	3.80E-10	4.00E-10	0.162	1000	0.9	1.E+01 [1]	2.00E+07	2.00E+04	10	→ Hg-193		

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	Grandezze di apprezzamento					Livello di esenzione	Livello di licenza Vincoli			Nuclide figlio instabile
			$e_{inh}$ Sv/Bq	$e_{ing}$ Sv/Bq	$h_{10}$ (mSv/h)/ GBq a 1 m a 10 cm di di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq distanza	$hc_{0,07}$ (mSv/h)/ GBq/cm <sup>2</sup>		LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m <sup>3</sup>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Hg-194	440 a	ec / ph	1.90E-08	5.10E-08	0.001	4	<0.1	1.E-01 [2]	3.00E+05	4.00E+02	3	→ Au-194 [6]
Hg-195	10.53 h	ec, $\beta^+$ / ph	9.20E-11	9.70E-11	0.034	60	0.1	1.E+02	7.00E+07	9.00E+04	100	→ Au-195
Hg-195m	41.6 h	it, ec, $\beta^+$ / ph	6.50E-10	5.60E-10	0.037	1000	1.3	1.E+02 [2]	9.00E+06	1.00E+04	3	→ Hg-195, Au-195
Hg-197	64.94 h	ec / ph	2.80E-10	2.30E-10	0.014	20	0.1	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	100	
Hg-197m	23.8 h	it, ec / ph	6.60E-10	4.70E-10	0.017	3000	2.7	1.E+02	9.00E+06	1.00E+04	3	→ Hg-197
Hg-199m	42.66 min	it / ph	5.20E-11	3.10E-11	0.032	2000	2.3	1.E+02 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	
Hg-203	46.612 d	$\beta^-$ / ph	1.90E-09	1.90E-09	0.039	800	0.9	1.E+01	3.00E+06	4.00E+03	10	
Tl-194	33.0 min	ec, $\beta^+$ / ph	8.90E-12	8.10E-12	0.125	90	0.1	1.E+01 [1]	7.00E+08	9.00E+05	100	→ Hg-194
Tl-194m	32.8 min	ec, $\beta^+$ / ph	3.60E-11	4.00E-11	0.368	700	1.3	1.E+01 [1]	2.00E+08	2.00E+05	3	→ Hg-194
Tl-195	1.16 h	ec, $\beta^+$ / ph	3.00E-11	2.70E-11	0.159	200	0.3	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	30	→ Hg-195
Tl-197	2.84 h	ec, $\beta^+$ / ph	2.70E-11	2.30E-11	0.065	300	0.3	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	30	→ Hg-197
Tl-198	5.3 h	ec, $\beta^+$ / ph	1.20E-10	7.30E-11	0.280	100	0.2	1.E+01 [1]	5.00E+07	7.00E+04	30	
Tl-198m	1.87 h	ec, $\beta^+$ , it / ph	7.30E-11	5.40E-11	0.188	2000	1.5	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3	→ Tl-198 [6]
Tl-199	7.42h	ec, $\beta^+$ / ph	3.70E-11	2.60E-11	0.042	600	0.5	1.E+02	2.00E+08	2.00E+05	10	
Tl-200	26.1 h	ec, $\beta^+$ / ph	2.50E-10	2.00E-10	0.198	100	0.2	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	30	
Tl-201	72.912 h	ec / ph	7.60E-11	9.50E-11	0.018	100	0.2	1.E+02	8.00E+07	1.00E+05	30	
Tl-202	12.23 d	ec / ph	3.10E-10	4.50E-10	0.077	60	0.1	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	100	
Tl-204	3.78 a	$\beta^-$ , ec / ph	6.20E-10	1.30E-09	<0.001	1000	1.4	1.E+00	1.00E+07	1.00E+04	3	→ Pb-204
Tl-209	2.161 min	$\beta^-$ / ph			0.296	1000	1.9				3	→ Pb-209
Pb-195m	15 min	ec, $\beta^+$ / ph	3.00E-11	2.90E-11	0.254	600	1.9	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Tl-195 [6]
Pb-198	2.4 h	ec / ph	8.70E-11	1.00E-10	0.073	600	0.6	1.E+02 [1]	7.00E+07	1.00E+05	10	→ Tl-198 [6]
Pb-199	90 min	ec, $\beta^+$ / ph	4.80E-11	5.40E-11	0.218	200	0.3	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	30	→ Tl-199
Pb-200	21.5 h	ec / ph	2.60E-10	4.00E-10	0.037	1000	1	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	10	→ Tl-200 [6]
Pb-201	9.33 h	ec, $\beta^+$ / ph	1.20E-10	1.60E-10	0.120	300	0.3	1.E+01	5.00E+07	7.00E+04	30	→ Tl-201
Pb-202	5.25 E4 a	ec, $\alpha$ / ph	1.40E-08	8.70E-09	0.001	4	<0.1	1.E-01 [2]	4.00E+05	6.00E+02	30	→ Tl-202
Pb-202m	3.53 h	it, ec / ph	1.20E-10	1.30E-10	0.310	900	1	1.E+01 [1]	5.00E+07	7.00E+04	10	→ Pb-202, Tl-202
Pb-203	51.873 h	ec / ph	1.60E-10	2.40E-10	0.054	500	0.4	1.E+01	4.00E+07	5.00E+04	10	
Pb-205	1.53 E7 a	ec / ph	4.10E-10	2.80E-10	0.001	4	<0.1	1.E+01	1.00E+07	2.00E+04	1000	
Pb-209	3.253 h	$\beta^-$	3.20E-11	5.70E-11	<0.001	1000	1.4	1.E+03	2.00E+08	3.00E+05	3	

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	Grandezze di apprezzamento					Livello di esenzione LL Bq/g	Livello di licenza Vincoli				
			e <sub>inh</sub> Sv/Bq	e <sub>ing</sub> Sv/Bq	h <sub>10</sub> (mSv/h)/ GBq a 1 m a 10 cm di di distanza	h <sub>0,07</sub> (mSv/h)/GBq distanza	hc <sub>0,07</sub> (mSv/h)/ GBq/cm <sup>2</sup>		LA Bq	CA Bq/m <sup>3</sup>	CS Bq/cm <sup>2</sup>	Nuclide figlio instabile	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Pb-210	22.20 a	β <sup>-</sup> , α / ph	1.10E-06	6.80E-07	0.003	3	<0.1	1.E-01 [2]	5.00E+03	8.00E+00	0,3	→ Bi-210	
Pb-211 / Bi-211	36.1 min	β <sup>-</sup> , α / ph	5.60E-09	1.80E-10	0.016	1000	1.7	1.E+02 [1]	1.00E+06	1.00E+03	3		
Pb-212	10.64 h	β <sup>-</sup> / ph	3.30E-08	5.90E-09	0.025	2000	1.8	1.E+01 [2]	2.00E+05	3.00E+02	3	→ Bi-212 [6]	
Pb-214	26.8 min	β <sup>-</sup> / ph	4.80E-09	1.40E-10	0.041	2000	1.9	1.E+02 [1]	1.00E+06	2.00E+03	3	→ Bi-214 [6]	
Bi-200	36.4 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	5.60E-11	5.10E-11	0.371	600	0.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	10	→ Pb-200	
Bi-201	108 min	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.10E-10	1.20E-10	0.205	500	0.8	1.E+01 [1]	5.00E+07	8.00E+04	10	→ Pb-201 [6]	
Bi-202	1.72 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.00E-10	8.90E-11	0.367	500	0.6	1.E+01 [1]	6.00E+07	8.00E+04	10	→ Pb-202	
Bi-203	11.76 h	ec, β <sup>+</sup> / ph	4.50E-10	4.80E-10	0.310	200	0.4	1.E+01 [1]	1.00E+07	2.00E+04	10	→ Pb-203	
Bi-205	15.31 d	ec, β <sup>+</sup> / ph	1.00E-09	9.00E-10	0.239	100	0.2	1.E+01 [1]	6.00E+06	8.00E+03	30	→ Pb-205	
Bi-206	6.243 d	ec, β <sup>+</sup> / ph	2.10E-09	1.90E-09	0.487	600	1	1.E+00	3.00E+06	4.00E+03	10		
Bi-207	32.9 a	ec, β <sup>+</sup> / ph	3.20E-09	1.30E-09	0.233	100	0.3	1.E-01	2.00E+06	3.00E+03	30		
Bi-208	3.68 E5 a	ec / ph						1.E-02	2.00E+06	2.00E+03	300		
Bi-210	5.013 d	β <sup>-</sup> , α	6.00E-08	1.30E-09	<0.001	1000	1.6	1.E+03	1.00E+05	1.00E+02	3	→ Po-210	
Bi-210m	3.04 E6 a	α / ph	2.10E-06	1.50E-08	0.042	500	0.4	1.E-01 [2]	3.00E+03	4.00E+00	10	→ Tl-206	
Bi-212 / Po-212, Tl-208	60.55 min	β <sup>-</sup> , α / ph	3.90E-08	2.60E-10	0.180	1000	1.7	1.E+01 [1]	2.00E+05	2.00E+02	3		
Bi-213 / Po-213, Tl-209	45.59 min	β <sup>-</sup> , α / ph	4.10E-08	2.00E-10	0.027	1000	1.6	1.E+02 [1]	1.00E+05	2.00E+02	3		
Bi-214	19.9 min	β <sup>-</sup> , α / ph	2.10E-08	1.10E-10	0.239	1000	1.7	1.E+01 [1]	3.00E+05	4.00E+02	3	→ Po-214-> Pb-210	
Po-203	36.7 min	ec, β <sup>+</sup> , α / ph	6.10E-11	5.20E-11	0.245	1000	1	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	10	→ Bi-203 [6]	
Po-205	1.66 h	ec, β <sup>+</sup> , α / ph	8.90E-11	5.90E-11	0.233	200	0.3	1.E+01 [1]	7.00E+07	9.00E+04	30	→ Bi-205 [6], Pb-201	
Po-206	8.8 d	ec, α / ph						1.E+00	2.00E+04	2.00E+01	3	→ Bi-206 [6]	
Po-207	5.80 h	ec, β <sup>+</sup> , α / ph	1.50E-10	1.40E-10	0.201	200	0.3	1.E+01 [1]	4.00E+07	6.00E+04	30	→ Bi-207 [6]	
Po-208	2.898 a	α, ec						1.E+00	3.00E+03	3.00E+00	0,3	→ Bi-208	
Po-209	102 a	α, ec / ph						1.E+00	3.00E+03	3.00E+00	0,3	→ Pb-205	
Po-210	138.376 d	α	2.20E-06	2.40E-07	<0.001	<1	<0.1	1.E+00	3.00E+03	4.00E+00	1		

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	Grandezze di apprezzamento					Livello di esenzione LL Bq/g	Livello di licenza Vincoli			Nuclide figlio instabile
			e <sub>inh</sub> Sv/Bq	e <sub>ing</sub> Sv/Bq	h <sub>10</sub> (mSv/h)/ GBq a 1 m a 10 cm di di distanza	h <sub>0,07</sub> (mSv/h)/GBq distanza	hc <sub>0,07</sub> (mSv/h)/ GBq/cm <sup>2</sup>		LA Bq	CA Bq/m <sup>3</sup>	CS Bq/cm <sup>2</sup>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
At-207	1.80 h	ec, β <sup>+</sup> , α / ph	1.90E-09	2.30E-10	0.198	500	0.5	1.E+01 [1]	3.00E+06	4.00E+03	10	→ Po-207 [6], Bi-203
At-211	7.214 h	ec, α / ph	1.10E-07	1.10E-08	0.008	3	<0.1	1.E+03 [2]	5.00E+04	8.00E+01	30	→ Po-211, Bi-207 [6]
Rn-220	55.6 s	α / ph			<0.001	<1	<0.1	1.E+04 [1]				→ Po-216-> Pb-212
Rn-222	3.8235 d	α / ph			<0.001	<1	<0.1	1.E+01 [2]				→ Po-218-> Pb-214
Fr-222	14.2 min	β <sup>-</sup> / ph	2.10E-08	7.10E-10	0.001	1000	1.6	1.E+03 [2]	3.00E+05	4.00E+02	3	→ Ra-222 etc.
Fr-223	22.00 min	β <sup>-</sup> , α / ph	1.30E-09	2.30E-09	0.017	2000	1.8	1.E+02 [1]	5.00E+06	6.00E+03	3	→ Ra-223
Ra-223	11.43 d	α / ph	5.70E-06	1.00E-07	0.024	600	0.5	1.E+01 [2]	1.00E+03	1.00E+00	3	→ Rn-219→ Po-215→ Pb-211
Ra-224	3.66 d	α / ph	2.40E-06	6.50E-08	0.002	30	<0.1	1.E+00 [2]	3.00E+03	3.00E+00	3	→ Rn-220 etc.
Ra-225	14.9 d	β <sup>-</sup> / ph	4.80E-06	9.50E-08	0.007	1000	0.9	1.E+01	1.00E+03	2.00E+00	3	→ Ac-225
Ra-226	1600 a	α / ph	2.20E-06	2.80E-07	0.001	50	<0.1	1.E-02 [2]	3.00E+03	4.00E+00	1	→ Rn-222
Ra-226 (+ figli)					0.283	5000	5.2	1.E-02	3.00E+03	4.00E+00	1	
Ra-227	42.2 min	β <sup>-</sup> / ph	2.10E-10	8.40E-11	0.038	2000	1.8	1.E+02 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3	→ Ac-227
Ra-228	5.75 a	β <sup>-</sup> / ph	1.70E-06	6.70E-07	<0.001	<1	<0.1	1.E-01 [2]	4.00E+03	5.00E+00	0.3	→ Ac-228
Ac-224	2.78 h	ec, α / ph	9.90E-08	7.00E-10	0.038	100	0.2	1.E+02 [1]	6.00E+04	8.00E+01	30	→ Ra-224, Fr-220 etc.
Ac-225	10.0 d	α / ph	6.50E-06	2.40E-08	0.005	20	0.1	1.E+01 [2]	9.00E+02	1.00E+00	10	→ Fr-221 etc.
Ac-226	29.37 h	β <sup>-</sup> , ec, α / ph	1.00E-06	1.00E-08	0.024	1000	1.3	1.E+02 [2]	6.00E+03	8.00E+00	3	→ Th-226, Ra-226, Fr-222
Ac-227	21.772 a	β <sup>-</sup> , α / ph	6.30E-04	1.10E-06	<0.001	<1	<0.1	1.E-02 [2]	1.00E+01	1.00E-02	0.1	→ Th-227, Fr-223
Ac-228	6.15 h	β <sup>-</sup> / ph	2.90E-08	4.30E-10	0.145	2000	1.8	1.E+01 [1]	2.00E+05	3.00E+02	3	→ Th-228
Th-226	30.57 min	α / ph	7.80E-08	3.60E-10	0.002	100	0.3	1.E+03 [1]	8.00E+04	1.00E+02	30	→ Ra-222 etc.
Th-227	18.68 d	α / ph	7.60E-06	8.90E-09	0.023	200	0.2	1.E+01	8.00E+02	1.00E+00	10	→ Ra-223
Th-228	1.9116 a	α / ph	3.20E-05	7.00E-08	0.002	3	<0.1	1.E-01 [2]	2.00E+02	3.00E-01	3	→ Ra-224
Th-229	7.34 E3 a	α / ph	6.90E-05	4.80E-07	0.027	300	0.5	1.E-01 [2]	9.00E+01	1.00E-01	0.3	→ Ra-225

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	Grandezze di apprezzamento					Livello di esenzione		Livello di licenza Vincoli			Nuclide figlio instabile
			$e_{inh}$ Sv/Bq	$e_{ing}$ Sv/Bq	$h_{10}$ (mSv/h)/ GBq a 1 m a 10 cm di di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq	$hc_{0,07}$ (mSv/h)/ GBq/cm <sup>2</sup>	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m <sup>3</sup>	CS Bq/cm <sup>2</sup>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Th-230	7.538 E4 a	$\alpha$ / ph	2.80E-05	2.10E-07	0.001	3	<0.1	1.E-01	2.00E+02	3.00E-01	1	→ Ra-226	
Th-231	25.52 h	$\beta^-$ / ph	4.00E-10	3.40E-10	0.019	700	0.8	1.E+03	2.00E+07	2.00E+04	10	→ Pa-231	
Th-232	1.405 E10 a	$\alpha$ / ph	2.90E-05	2.20E-07	0.001	3	<0.1	1.E-01 [2]	2.00E+02	3.00E-01	1	→ Ra-228	
Th-234 / Pa-234m	24.10 d	$\beta^-$ / ph	5.80E-09	3.40E-09	0.008	1000	1.9	1.E+02 [2]	1.00E+06	1.00E+03	3	→ Pa-234	
<b>Th nat (+ figli)</b>					0.355	6000	5.4	Allegato 2			1		
Pa-227	38.3 min	$\alpha$ , ec / ph	9.70E-08	4.50E-10	0.007	5	<0.1	1.E+01 [1]	6.00E+04	9.00E+01	300	→ Ac-223	
Pa-228	22 h	ec, $\beta^+$ , $\alpha$ / ph	5.10E-08	7.80E-10	0.168	400	0.9	1.E+01	1.00E+05	2.00E+02	10	→ Th-228, Ac-224 → Th-230, U-230,	
Pa-230	17.4 d	ec, $\beta^-$ , $\alpha$ / ph	5.70E-07	9.20E-10	0.108	200	0.3	1.E+01	1.00E+04	1.00E+01	30	Ac-226	
Pa-231	3.276 E4 a	$\alpha$ / ph	8.90E-05	7.10E-07	0.020	40	0.1	1.E-02	7.00E+01	9.00E-02	0.3	→ Ac-227	
Pa-232	1.31 d	$\beta^-$ , ec / ph	6.80E-09	7.20E-10	0.151	1000	1.3	1.E+01	9.00E+05	1.00E+03	3	→ U-232	
Pa-233	26.967 d	$\beta^-$ / ph	3.20E-09	8.70E-10	0.041	2000	1.4	1.E+01	2.00E+06	3.00E+03	3	→ U-233	
Pa-234	6.70 h	$\beta^-$ / ph	5.80E-10	5.10E-10	0.281	2000	2.9	1.E+01	1.00E+07	1.00E+04	3	→ U-234	
U-230	20.8 d	$\alpha$ / ph	1.20E-05	5.50E-08	0.003	6	<0.1	1.E+01 [2]	5.00E+02	7.00E-01	3	→ Th-226	
U-231	4.2 d	ec, $\alpha$ / ph	4.00E-10	2.80E-10	0.032	10	0.1	1.E+02	2.00E+07	2.00E+04	100	→ Pa-231, Th-227	
U-232	68.9 a	$\alpha$ / ph	2.60E-05	3.30E-07	0.002	6	<0.1	1.E-01 [2]	2.00E+02	3.00E-01	1	→ Th-228	
U-233	1.592 E5 a	$\alpha$ / ph	6.90E-06	5.00E-08	0.001	2	<0.1	1.E+00	9.00E+02	1.00E+00	3	→ Th-229	
U-234	2.455 E5 a	$\alpha$ / ph	6.80E-06	4.90E-08	0.002	3	<0.1	1.E+00	9.00E+02	1.00E+00	3	→ Th-230	
U-235	7.04 E8 a	$\alpha$ / ph	6.10E-06	4.60E-08	0.028	100	0.2	1.E+00 [2]	1.00E+03	1.00E+00	3	→ Th-231	
U-236	2.342E7 a	$\alpha$ / ph	6.30E-06	4.60E-08	0.002	1	<0.1	1.E+01 [1]	1.00E+03	1.00E+00	3	→ Th-232	
U-237	6.75 d	$\beta^-$ / ph	1.70E-09	7.70E-10	0.037	1000	1.6	1.E+02	4.00E+06	5.00E+03	3	→ Np-237	
U-238	4.468 E9 a	$\alpha$ , fs / ph	5.70E-06	4.40E-08	0.002	1	<0.1	1.E+00 [2]	1.00E+03	1.00E+00	10	→ Th-234	
U-239	23.45 min	$\beta^-$ / ph	3.50E-11	2.80E-11	0.012	1000	1.6	1.E+02 [1]	2.00E+08	2.00E+05	3	→ Np-239	
U-240	14.1 h	$\beta^-$ / ph	8.40E-10	1.10E-09	0.009	1000	1	1.E+02 [2]	7.00E+06	1.00E+04	10	→ Np-240	
<b>U nat (+ figli)</b>					0.296	6000	7.1	Allegato 2			1		
Np-232	14.7 min	ec, $\beta^+$ / ph	3.50E-11	9.70E-12	0.199	400	0.6	1.E+01 [1]	2.00E+08	2.00E+05	10	→ U-232	
Np-233	36.2 min	ec, $\alpha$ / ph	3.00E-12	2.20E-12	0.022	40	<0.1	1.E+02 [1]	2.00E+09	3.00E+06	1000	→ U-233	

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	Grandezze di apprezzamento					Livello di esenzione		Livello di licenza Vincoli			Nuclide figlio instabile
			$e_{inh}$ Sv/Bq	$e_{ing}$ Sv/Bq	$h_{10}$ (mSv/h)/ GBq a 1 m a 10 cm di di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq distanza	$hc_{0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m <sup>3</sup>	CS Bq/cm <sup>2</sup>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Np-234	4.4 d	ec, $\beta^+$ / ph	7.30E-10	8.10E-10	0.219	80	0.2	1.E+01	8.00E+06	1.00E+04	30	→ U-234	
Np-235	396.1 d	ec, $\alpha$ / ph	2.70E-10	5.30E-11	0.008	3	<0.1	1.E+03	2.00E+07	3.00E+04	1000	→ U-235, Pa-231	
Np-236	1.54 E5 a	ec, $\beta^-$ , $\alpha$ / ph	2.00E-06	1.70E-08	0.046	1000	1.8	1.E+00	3.00E+03	4.00E+00	3	→ U-236, Pu-236	
Np-236m	22.5 h	ec, $\beta^-$ / ph	3.60E-09	1.90E-10	0.013	600	0.6	1.E+02	2.00E+06	2.00E+03	10	→ U-236, Pu-236	
Np-237	2.144 E6 a	$\alpha$ / ph	1.50E-05	1.10E-07	0.018	30	0.1	1.E+00 [2]	4.00E+02	6.00E-01	3	→ Pa-233	
Np-238	2.117 d	$\beta^-$ / ph	1.70E-09	9.10E-10	0.089	1000	1.1	1.E+01	4.00E+06	5.00E+03	3	→ Pu-238	
Np-239	2.3565 d	$\beta^-$ / ph	1.10E-09	8.00E-10	0.039	2000	2.3	1.E+02	5.00E+06	8.00E+03	3	→ Pu-239	
Np-240	61.9 min	$\beta^-$ / ph	1.30E-10	8.20E-11	0.225	3000	3.4	1.E+01 [1]	5.00E+07	6.00E+04	1	→ Pu-240	
Np-240m	7.22 min	$\beta^-$ , it / ph			0.060	1000	1.6	1.E+03			3	→ Pu-240	
Pu-234	8.8 h	ec, $\alpha$ / ph	1.80E-08	1.60E-10	0.018	6	<0.1	1.E+02 [1]	3.00E+05	5.00E+02	1000	→ Np-234, U-230	
Pu-235	25.3 min	ec, $\alpha$ / ph	2.60E-12	2.10E-12	0.026	8	<0.1	1.E+02 [1]	2.00E+09	3.00E+06	1000	→ Np-235, U-231	
Pu-236	2.858 a	$\alpha$ , fs / ph	1.30E-05	8.60E-08	0.003	1	<0.1	1.E+00	5.00E+02	6.00E-01	3	→ U-232	
Pu-237	45.2 d	ec, $\alpha$ / ph	3.00E-10	1.00E-10	0.018	6	<0.1	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	1000	→ Np-237, U-233	
Pu-238	87.7 a	$\alpha$ , fs / ph	3.00E-05	2.30E-07	0.002	<1	<0.1	1.E-01	2.00E+02	3.00E-01	1	→ U-234	
Pu-239	2.411 E4 a	$\alpha$ / ph	3.20E-05	2.50E-07	0.001	<1	<0.1	1.E-01 [2]	2.00E+02	3.00E-01	1	→ U-235	
Pu-240	6564 a	$\alpha$ , fs / ph	3.20E-05	2.50E-07	0.002	<1	<0.1	1.E-01	2.00E+02	3.00E-01	1	→ U-236	
Pu-241	14.35 a	$\beta^-$ , a	5.80E-07	4.70E-09	<0.001	<1	<0.1	1.E+01	1.00E+04	1.00E+01	30	→ Am-241, U-237	
Pu-242	3.75 E5 a	$\alpha$ , fs / ph	3.10E-05	2.40E-07	0.002	<1	<0.1	1.E-01	2.00E+02	3.00E-01	1	→ U-238	
Pu-243	4.956 h	$\beta^-$ / ph	1.10E-10	8.50E-11	0.007	1000	1.3	1.E+03	5.00E+07	8.00E+04	3	→ Am-243	
Pu-244 [9]	8.00 E7 a	$\alpha$ , fs / ph	3.00E-05	2.40E-07	0.053	1	0.1	1.E-01 [2]	2.00E+02	3.00E-01	1	→ U-240	
Pu-245	10.5 h	$\beta^-$ / ph	6.50E-10	7.20E-10	0.070	2000	2	1.E+02 [2]	9.00E+06	1.00E+04	3	→ Am-245	
Pu-246	10.84 d	$\beta^-$ / ph	7.00E-09	3.30E-09	0.034	700	0.7	1.E+01 [2]	9.00E+05	1.00E+03	10	→ Am-246	
Am-237	73.0 min	ec, $\alpha$ / ph	3.60E-11	1.80E-11	0.073	800	0.7	1.E+02 [1]	2.00E+08	2.00E+05	10	→ Pu-237, Np-233	
Am-238	98 min	ec, $\beta^+$ , $\alpha$ / ph	6.60E-11	3.20E-11	0.145	60	0.1	1.E+01 [1]	9.00E+07	1.00E+05	100	→ Pu-238, Np-234	
Am-239	11.9 h	ec, $\alpha$ / ph	2.90E-10	2.40E-10	0.059	1000	1.4	1.E+02 [1]	2.00E+07	3.00E+04	3	→ Pu-239, Np-235	
Am-240	50.8 h	ec, $\alpha$ / ph	5.90E-10	5.80E-10	0.171	50	0.3	1.E+01	1.00E+07	1.00E+04	30	→ Pu-240, Np-236	
Am-241	432.2 a	$\alpha$ / ph	2.70E-05	2.00E-07	0.019	6	<0.1	1.E-01	2.00E+02	3.00E-01	1	→ Np-237	
Am-242	16.02 h	$\beta^-$ , ec / ph	1.20E-08	3.00E-10	0.009	1000	1.1	1.E+03	5.00E+05	7.00E+02	3	→ Cm-242, Pu-242	

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	Grandezze di apprezzamento					Livello di esenzione LL Bq/g	Livello di licenza Vincoli			Nuclide figlio instabile
			e <sub>inh</sub> Sv/Bq	e <sub>ing</sub> Sv/Bq	h <sub>10</sub> (mSv/h)/ GBq a 1 m a 10 cm di di distanza	h <sub>0,07</sub> (mSv/h)/GBq distanza	hc <sub>0,07</sub> (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )		LA Bq	CA Bq/m <sup>3</sup>	CS Bq/cm <sup>2</sup>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Am-242m	141 a	it, α / ph	2.40E-05	1.90E-07	0.006	2	<0.1	1.E-01 [2]	3.00E+02	3.00E-01	1	→ Am-242, Np-238
Am-243	7.37 E3 a	α / ph	2.70E-05	2.00E-07	0.014	2	<0.1	1.E-01 [2]	2.00E+02	3.00E-01	1	→ Np-239
Am-244	10.1 h	β <sup>-</sup> / ph	1.50E-09	4.60E-10	0.145	3000	2.9	1.E+01	4.00E+06	6.00E+03	3	→ Cm-244
Am-244m	26 min	β <sup>-</sup> / ph	6.20E-11	2.90E-11	0.002	1000	1.6	1.E+04 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3	→ Cm-244
Am-245	2.05 h	β <sup>-</sup> / ph	7.60E-11	6.20E-11	0.007	2000	1.8	1.E+03	8.00E+07	1.00E+05	3	→ Cm-245
Am-246	39 min	β <sup>-</sup> / ph	1.10E-10	5.80E-11	0.135	4000	4.5	1.E+01 [1]	5.00E+07	8.00E+04	1	→ Cm-246
Am-246m	25.0 min	β <sup>-</sup> / ph	3.80E-11	3.40E-11	0.154	1000	1.7	1.E+01 [1]	2.00E+08	2.00E+05	3	→ Cm-246
Cm-238	2.4 h	ec, α / ph	4.80E-09	8.00E-11	0.021	7	<0.1	1.E+02 [1]	1.00E+06	2.00E+03	1000	→ Am-238, Pu-234
Cm-240	27 d	α, fs / ph	2.30E-06	7.60E-09	0.003	<1	<0.1	1.E+02	3.00E+03	4.00E+00	30	→ Pu-236
Cm-241	32.8 d	ec, α / ph	2.60E-08	9.10E-10	0.100	600	0.7	1.E+01	2.00E+05	3.00E+02	10	→ Am-241, Pu-237
Cm-242	162.8 d	α, fs / ph	3.70E-06	1.20E-08	0.002	<1	<0.1	1.E+01	2.00E+03	2.00E+00	30	→ Pu-238
Cm-243	29.1 a	ec / ph	2.00E-05	1.50E-07	0.033	1000	1.1	1.E+00	3.00E+02	4.00E-01	1	→ Pu-239, Am-243
Cm-244	18.10 a	α, fs / ph	1.70E-05	1.20E-07	0.002	<1	<0.1	1.E+00	4.00E+02	5.00E-01	3	→ Pu-240
Cm-245	8.5 E3 a	α, fs / ph	2.70E-05	2.10E-07	0.028	400	0.4	1.E-01	2.00E+02	3.00E-01	1	→ Pu-241
Cm-246 [9]	4.76 E3 a	α, fs / ph	2.70E-05	2.10E-07	0.013	<1	<0.1	1.E-01	2.00E+02	3.00E-01	1	→ Pu-242
Cm-247	1.56 E7 a	α / ph	2.50E-05	1.90E-07	0.053	100	0.1	1.E-01 [2]	2.00E+02	3.00E-01	1	→ Pu-243
Cm-248 [9]	3.48 E5 a	α, fs / ph	9.50E-05	7.70E-07	3.8	<1	<0.1	1.E-01	6.00E+01	9.00E-02	0.3	→ Pu-244
Cm-249	64.15 min	β <sup>-</sup> / ph	5.10E-11	3.10E-11	0.003	1000	1.5	1.E+03	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Bk-249
Cm-250 [9]	8300 a	α, β <sup>-</sup> , fs / ph	5.40E-04	4.40E-06	36	<1	<0.1	1.E-02 [2]	1.00E+01	2.00E-02	0.1	→ Pu-246, Bk-250 → Cm-245, Am-241
Bk-245	4.94 d	ec, α / ph	1.80E-09	5.70E-10	0.054	2000	1.6	1.E+02	3.00E+06	5.00E+03	3	→ Cm-246
Bk-246	1.80 d	ec / ph	4.60E-10	4.80E-10	0.161	30	0.1	1.E+01 [1]	1.00E+07	2.00E+04	100	→ Am-243
Bk-247	1.38 E3 a	α / ph	4.50E-05	3.50E-07	0.021	800	0.7	1.E-01	1.00E+02	2.00E-01	1	→ Am-243
Bk-249	330 d	β <sup>-</sup> , α	1.00E-07	9.70E-10	<0.001	20	<0.1	1.E+02	6.00E+04	8.00E+01	300	→ Cf-249, Am-245
Bk-250	3.212 h	β <sup>-</sup> / ph	7.10E-10	1.40E-10	0.137	1000	1.5	1.E+01 [1]	8.00E+06	1.00E+04	3	→ Cf-250
Cf-244	19.4 min	α / ph	1.80E-08	7.00E-11	0.003	<1	<0.1	1.E+04 [1]	3.00E+05	5.00E+02	1000	→ Cm-240
Cf-246	35.7 h	α, fs / ph	3.50E-07	3.30E-09	0.002	<1	<0.1	1.E+03	2.00E+04	2.00E+01	100	→ Cm-242
Cf-248 [9]	334 d	α, fs / ph	6.10E-06	2.80E-08	0.003	<1	<0.1	1.E+00	1.00E+03	1.00E+00	10	→ Cm-244

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Tipo di decadimento e di radiazione	Grandezze di apprezzamento					Livello di esenzione		Livello di licenza Vincoli			Nuclide figlio instabile
			e <sub>inh</sub> Sv/Bq	e <sub>ing</sub> Sv/Bq	h <sub>10</sub> (mSv/h)/ GBq a 1 m di di distanza	h <sub>0,07</sub> (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	hc <sub>0,07</sub> (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m <sup>3</sup>	CS Bq/cm <sup>2</sup>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Cf-249	351 a	α, fs / ph	4.50E-05	3.50E-07	0.060	200	0.2	1.E-01	1.00E+02	2.00E-01	1	→ Cm-245	
Cf-250 [9]	13.08 a	α, fs / ph	2.20E-05	1.60E-07	0.035	<1	<0.1	1.E+00	3.00E+02	4.00E-01	1	→ Cm-246	
Cf-251	900 a	α / ph	4.60E-05	3.60E-07	0.037	1000	1.8	1.E-01	1.00E+02	2.00E-01	1	→ Cm-247	
Cf-252 [9]	2.645 a	α, fs / ph	1.30E-05	9.00E-08	1.3	<1	<0.1	1.E+00	5.00E+02	6.00E-01	3	→ Cm-248	
Cf-253	17.81 d	β <sup>-</sup> , α / ph	1.00E-06	1.40E-09	<0.001	800	0.8	1.E+02 [2]	6.00E+03	8.00E+00	10	→ Es-253, Cm-249	
Cf-254 [9]	60.5 d	α, fs / ph	2.20E-05	4.00E-07	42	<1	<0.1	1.E+00	3.00E+02	4.00E-01	1	→ Cm-250	
Es-250	8.6 h	ec / ph	4.20E-10	2.10E-11	0.071	20	0.1	1.E+02 [1]	1.00E+07	2.00E+04	100	→ Cf-250	
Es-251	33 h	ec, α / ph	1.70E-09	1.70E-10	0.028	200	0.2	1.E+02 [1]	4.00E+06	5.00E+03	30	→ Cf-251, Bk-247	
Es-253	20.47 d	α, fs / ph	2.10E-06	6.10E-09	0.001	1	<0.1	1.E+02	3.00E+03	4.00E+00	30	→ Bk-249	
Es-254	275.7 d	α, β <sup>-</sup> , fs / ph	6.00E-06	2.80E-08	0.021	6	<0.1	1.E-01 [2]	1.00E+03	1.00E+00	10	→ Bk-250	
Es-254m	39.3 h	β <sup>-</sup> , α, ec, fs / ph	3.70E-07	4.20E-09	0.077	1000	1.4	1.E+01 [2]	2.00E+04	2.00E+01	3	→ Fm-254, Bk-250	
Fm-252	25.39 h	α, fs / ph	2.60E-07	2.70E-09	0.002	<1	<0.1	1.E+03	2.00E+04	3.00E+01	100	→ Cf-248	
Fm-253	3.00 d	ec, α / ph	3.00E-07	9.10E-10	0.023	200	0.2	1.E+02	2.00E+04	3.00E+01	30	→ Es-253, Cf-249	
Fm-254	3.240 h	α, fs / ph	7.70E-08	4.40E-10	0.002	<1	<0.1	1.E+04 [1]	8.00E+04	1.00E+02	1000	→ Cf-250	
Fm-255	20.07 h	α, fs / ph	2.60E-07	2.50E-09	0.016	5	0.1	1.E+02	2.00E+04	3.00E+01	100	→ Cf-251	
Fm-257	100.5 d	α, fs / ph	5.20E-06	1.50E-08	0.032	600	0.8	1.E+01	1.00E+03	2.00E+00	10	→ Cf-253	
Md-257	5.2 h		2.00E-08	1.20E-10	0.027	30	<0.1	1.E+02 [1]	3.00E+05	4.00E+02	1000	→ Fm-257, Es-253	
Md-258	55 d		4.40E-06	1.30E-08	0.007	2	<0.1	1.E+01	1.00E+03	2.00E+00	10	→ Es-254	

## Spiegazioni delle singole colonne

- 1-3 Indicazioni generali concernenti il radionuclide [Fonte: International Commission on Radiological Protection, ICRP 107]. I nuclidi figli con un tempo di dimezzamento inferiore a 10 minuti non figurano separatamente; le loro caratteristiche sono integrate nella riga del nuclide padre.
- 1 Radionuclide; m: metastabile. Un nuclide figlio con un tempo di dimezzamento inferiore a 10 minuti è indicato dopo la barra.
- 2 Tempo di dimezzamento: s: secondo; min: minuto; h: ora; d = giorno; a: anno; E: rappresentazione esponenziale. [Fonte: International Commission on Radiological Protection, ICRP 107]. Singoli nuclidi che non vi figurano: IAEA, Safety Requirements: Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, Revision of IAEA Safety Series N°115, GOV2011/42, 15 agosto 2011; Table III-2A.
- 3 Tipo di decadimento e radiazione:  $\alpha$  = raggi alfa;  $\beta^+$ ,  $\beta^-$  = raggi beta;  $\epsilon$  = cattura di elettroni; ti: transizione isomerica; fs: fissione spontanea. Per ogni radionuclide, la «radiazione» è indicata con «/ph» se il decadimento è accompagnato dall'emissione di una radiazione fotonica ( $\gamma$  o X) con energia superiore a  $10^{-4}$  MeV per decadimento.
- 4, 5 Coefficiente di dose per la dose efficace impegnata in seguito a inalazione (respirazione) o a ingestione (cibi, bevande) di un radionuclide per adulti [Fonte: IAEA, Safety Requirements: Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, Revision of IAEA Safety Series N°115, GOV2011/42, 15 agosto 2011; tabella III-2A colonna e(g)<sub>5  $\mu$ m</sub> per inalazione e colonna e(g) per ingestione]. Singoli nuclidi che non vi figurano: International Commission on Radiological Protection, «ICRP Database of Dose Coefficients: Workers and Members of the Public», accessibile nella rubrica «Free Educational CD Downloads» del sito <http://www.icrp.org/>.
- 4 Coefficiente di dose per la dose efficace impegnata in seguito a inalazione di un radionuclide. L'inalazione di 1 Bq conduce al massimo alla dose efficace impegnata indicata in Sv. Il valore indicato corrisponde al valore massimo ottenuto per i vari tipi (o velocità) di assorbimento dei polmoni nel sangue (F, M o S), con un AMAD di 5  $\mu$ m.
- N.B.: Per 12 radionuclidi [Nb-91, Nb-91m, Nb-92m, Te-119m, Nd-140, Re-183, Pt-190, Au-196, Bi-208, Po-206, Po-208, Po-209], i valori di  $e_{inh}$  non sono dati né nelle BSS dell'AIEA né nel CD1 ICRP. Nell'ORaP del 22 giugno 1994, i valori per questi radionuclidi erano stati ricavati dal rapporto NRPB-R245 del 1991. Vista l'anzianità della fonte e poiché questi radionuclidi sono di esigua importanza, si è deciso di non indicare coefficienti di dose per questi dodici radionuclidi nella versione rivista dell'ORaP.
- 5 Coefficiente di dose per la dose efficace impegnata in seguito a un'ingestione di un radionuclide. L'ingestione di 1 Bq conduce al massimo alla dose efficace impegnata indicata in Sv.
- N.B.: Per 12 radionuclidi (come per  $e_{inh}$ ), i valori di  $e_{ing}$  non sono dati né nelle

BSS dell'AIEA né nel CD1 ICRP. Nell'ORaP del 22 giugno 1994, i valori per questi radionuclidi erano stati ricavati dal rapporto NRPB-R245 del 1991. Vista l'anzianità della fonte e poiché questi radionuclidi sono di esigua importanza, si è deciso di non indicare coefficienti di dose per questi dodici radionuclidi nella versione rivista dell'ORaP.

- 6–8 Coefficiente di dose per l'irradiazione esterna [Fonte: Petoussi et al., GSF-Bericht 7/93, Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH, Neuherberg]. Qualora il nuclide figlio avesse un tempo di dimezzamento inferiore a 10 minuti, è indicata la somma dei coefficienti di dose del nuclide padre e del nuclide figlio.
- 6 Intensità di dose a 10 mm di profondità nel tessuto (equivalente di intensità di dose ambientale) a 1 m di distanza da una sorgente radioattiva con un'attività pari a 1 GBq ( $10^9$  Bq).
- 7 Intensità di dose a 0,07 mm di profondità nel tessuto (equivalente di intensità di dose direzionale) a 10 cm di distanza da una sorgente radioattiva con un'attività pari a 1 GBq ( $10^9$  Bq).
- 8 Coefficiente di dose per la contaminazione della pelle. Una contaminazione della pelle pari a 1 kBq/cm<sup>2</sup> (media su 100 cm<sup>2</sup>) comporta l'intensità di dose indicata (equivalente di dose direzionale).
- 9–12 Livello di esenzione, livello di licenza e vincoli
- 9 Livello di esenzione per l'attività specifica in Bq/g (LL). [Fonti: IAEA, Safety Requirements: Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, Revision of IAEA Safety Series N°115, GOV2011/42, 15 agosto 2011; tabella I-2; Brenk Systemplanung, Berechnung von Freigrenzen und Freigabewerten für Nuklide, für die keine Werte in den IAEA-BSS vorliegen Endbericht, Aachen, 2012.] Per i radionuclidi con un tempo di dimezzamento breve, i livelli di esenzione calcolati nel rapporto della Brenk Systemplanung sono spesso superiori a quelli dell'attività specifica applicabili a piccoli quantitativi di materia, definiti nelle BSS dell'AIEA. In questo caso e per i pochi radionuclidi per i quali non è stato calcolato alcun valore dalla Brenk Systemplanung, i limiti considerati nella presente ordinanza sono quelli applicabili a piccoli quantitativi di materia figuranti nelle BSS dell'AIEA. [Fonte: IAEA, Safety Requirements: Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, Revision of IAEA Safety Series N°115, GOV2011/42, 15 agosto 2011; tabella I-1 colonna «Activity Concentration»]. I radionuclidi per i quali i livelli di esenzione considerati sono quelli figuranti nelle BSS dell'AIEA per piccoli quantitativi di materia sono contrassegnati con la nota [1] nella colonna 9 della tabella.

I radionuclidi per i quali si è tenuto conto del contributo di nuclidi figli per determinare il valore di LL sono contrassegnati con la nota [2] nella colonna 9 della tabella. La tabella sottostante indica per ogni radionuclide per il quale si è tenuto conto di un nuclide figlio l'ultimo radionuclide della catena di decadimento considerato insieme al padre per il calcolo del valore di LL.

Esempio: Ra-226 -> Po-214; significa che i nuclidi figli di Ra-226 fino a Po-214 (vale a dire Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214 e Po-214) sono considerati

insieme al padre per il calcolo del valore di LL).

Per i radionuclidi H-3 e S-35, che possono essere presenti in diverse forme chimiche, il calcolo dell'LL nel rapporto della Brenk è stato eseguito con i coefficienti di dose più pessimisti per ogni via di esposizione (p. es. per S-35, con l' $e_{ing}$  di S-35 org. e l' $e_{inh}$  di S-35 inorg). I valori di LL così ottenuti sono stati applicati a tutte le forme chimiche del radionuclide.

- 10 Livello di licenza per la manipolazione giornaliera. I valori dei livelli di licenza sono derivati dalla colonna 4, poiché nella manipolazione di radionuclidi nei laboratori il pericolo maggiore è quello di inalazione. L'inalazione unica di un'attività LA comporta una dose efficace impegnata di 6 mSv.  
Per i gas nobili, C-11, N-13, O-15, F-18 e Cl-38, il livello di licenza corrisponde all'attività presente in un locale con un volume di 1000 m<sup>3</sup> con una concentrazione CA di cui alla colonna 11.
- 11 Vincolo per attività continua nell'aria, applicabile alle persone professionalmente esposte a radiazioni. La permanenza in aria con una concentrazione di attività CA per 40 ore settimanali e 50 settimane l'anno comporta una dose efficace impegnata di 20 mSv.  
Per l'inalazione si applica:  $CA [Bq/m^3] = 0,02 Sv / (e_{inh} \cdot 2400 m^3/a)$ .  
Per i gas nobili, la permanenza in una nube emisferica di grande estensione per 40 ore settimanali e 50 settimane l'anno comporta una dose efficace di 20 mSv (I coefficienti di dose per l'immersione  $e_{imm}$  provengono dalla pubblicazione ICRP119 o, se non vi figurano, dalla direttiva IFSN-G14). Nella maggior parte dei casi, il valore CA si riferisce al nuclide padre. Le eccezioni, per le quali è indicato il valore CA del nuclide figlio, sono espressamente contrassegnate. Sono contrassegnati da un'apposita nota a piè di pagina anche i casi in cui l'immersione provoca un'irradiazione della pelle o di tutti gli organi e la dose dovuta a immersione è più significativa di quella dovuta a inalazione. [5]: per Kr-88 sono stati indicati i valori del nuclide figlio per l'immersione. [3]: derivato dalla dose efficace per l'immersione. [4]: derivato dalla dose alla pelle per l'immersione. In questo caso, il coefficiente di dose  $e_{imm}$  alla pelle proviene dalla pubblicazione [Federal Guidance Report N°12, External Exposure to Radionuclides in air, water and soil, Keith F. Eckerman and Jeffrey C. Ryman, settembre 1993].
- 12 Vincoli per la contaminazione superficiale al di fuori delle zone controllate. La superficie massima ammessa per il calcolo del valore medio della contaminazione superficiale è di 100 cm<sup>2</sup> per il controllo della contaminazione di persone e piani di lavoro, di 300 cm<sup>2</sup> per il declassamento di sostanze e di 1000 cm<sup>2</sup> per il declassamento di edifici. In casi motivati, l'autorità di vigilanza può permettere che la contaminazione superficiale media sia calcolata su superfici più ampie.
- 13 Nuclide figlio instabile; → significa: decade in ...; in caso di ramificazione in più nuclidi, gli stessi sono separati da una virgola; una seconda freccia indica una serie di decadimento. [6]: il valore  $h_{10}$  del nuclide figlio è superiore a 0,1 (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza (a seconda del caso, considerare il nuclide figlio!).

## Tavola delle note

- [1] Radionuclide per il quale sono utilizzati come livello di esenzione i valori per piccoli quantitativi di materia delle BSS dell'AIEA.
- [2] Radionuclide per il quale si è tenuto conto del contributo di nuclidi figli per determinare il valore di LL (colonna 9). Nella tabella a pagina xx è indicato per ognuno di questi radionuclidi l'ultimo radionuclide della catena di decadimento che è stato considerato insieme al padre per il calcolo del valore di LL.
- [3] Ricavato dalla dose efficace per l'immersione (colonna 11).
- [4] Ricavato dalla dose alla pelle per l'immersione (colonna 11).
- [5] Per Kr-88 sono stati indicati i valori del nuclide figlio per l'immersione (colonna 11).
- [6] Il valore  $h_{10}$  del nuclide figlio è superiore a 0,1 (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza (a seconda del caso, considerare il nuclide figlio! Colonna 13).
- [7] Deve essere considerata anche la parte H-3, HTO.
- [8] Per Kr-85, il valore LA è stato scelto in modo che l'intensità di dose a una distanza di 10 cm sia di 5  $\mu$ Sv/h.
- [9] Per  $h_{10}$  si è tenuto conto della fissione spontanea. La quota di fissione spontanea è tratta da «Tables of Isotopes» (8a edizione, 1996, John Wiley&Sons) e dalla banca dati ENDF del «Brookhaven National Laboratory». Per il numero medio di neutroni per fissione e per il fattore di dose sono stati ripresi i valori di Cf-252. Non è stata presa in considerazione la parte di fotoni prodotti nel corso della fissione nucleare e l'emissione di fotoni dei prodotti di fissione generati.

## Miscela di nuclidi

### **Nel caso delle miscele di nuclidi, alle colonne 9, 11 e 12 si applica la regola dell'addizione:**

Regola per il controllo dell'osservanza dei limiti di attività per le miscele di nuclidi, ponderando i vari nuclidi in funzione della loro pericolosità. Se sono soddisfatte le disequazioni seguenti, le miscele si situano al di sotto del livello di esenzione o del vincolo per la contaminazione superficiale.

$$\frac{a_1}{LL_1} + \frac{a_2}{LL_2} + \dots + \frac{a_n}{LL_n} < 1$$

$a_1, a_2, \dots, a_n$ : attività specifiche dei nuclidi 1, 2, ..., n in Bq/kg.

$LL_1, LL_2, \dots, LL_n$ : livelli di esenzione dei nuclidi 1, 2, ..., n in Bq/kg secondo l'allegato 3 colonna 9.

$$\frac{c_1}{CS_1} + \frac{c_2}{CS_2} + \dots + \frac{c_n}{CS_n} < 1$$

$c_1, c_2, \dots, c_n$ : valori di contaminazione dei nuclidi 1, 2, ..., n in Bq/cm<sup>2</sup>.

$CS_1, CS_2, \dots, CS_n$ : vincolo per la contaminazione superficiale dei nuclidi 1, 2, ..., n in Bq/cm<sup>2</sup> secondo l'allegato 3 colonna 9.

## Sulla nota [2] Inclusione di nuclidi figli nel calcolo del livello di esenzione

Nuclide	Nuclidi figli								
Mg-28	-> Al-28	Mo-99	-> Tc-99m	I-135	-> Xe-135m	Hg-195m	-> Hg-195	Np-237	-> Pa-233
Si-32	-> P-32	Tc-95m	-> Tc-95	Cs-137	-> Ba-137m	Pb-202	-> Tl-202	Pu-239	-> U-235m
Ca-45	-> Sc-45me	Ru-103	-> Rh-103m	Ba-128	-> Cs-128	Pb-210	-> Bi-210	Pu-244	-> Np-240
Sc-44m	-> Sc-44	Ru-106	-> Rh-106	Ce-134	-> La-134	Pb-212	-> Tl-208	Pu-245	-> Am-245
Ti-44	-> Sc-44	Pd-100	-> Rh-100	Ce-137m	-> Ce-137	Bi-210m	-> Tl-206	Pu-246	-> Am-246m
Fe-52	-> Mn-52m	Pd-109	-> Ag-109m	Ce-144	-> Pr-144	At-211	-> Po-211	Am-242m	-> Np-238
Fe-60	-> Co-60	Ag-108m	-> Ag-108	Nd-138	-> Pr-138	Rn-222	-> Tl-210	Am-243	-> Np-239
Ni-66	-> Cu-66	Ag-110m	-> Ag-110	Nd-140	-> Pr-140	Fr-222	-> Po-214	Cm-247	-> Pu-243
Zn-62	-> Cu-62	Cd-109	-> Ag-109m	Gd-146	-> Eu-146	Ra-223	-> Tl-207	Cm-250	-> Am-246m
Zn-69m	-> Zn-69	Cd-113m	-> In-113m	Yb-178	-> Lu-178	Ra-224	-> Tl-208	Cf-253	-> Cm-249
Zn-72	-> Ga-72m	Cd-115	-> In-115m	Lu-177m	-> Lu-177	Ra-226	-> Po-214		
Ge-68	-> Ga-68	Cd-115m	-> In-115m	Hf-172	-> Sn-121m	Ra-228	-> Ac-228		
As-73	-> Ge-73m	In-111	-> Cd-111m	Hf-182	-> Ta-182	Ac-225	-> Pb-209		
Br-80m	-> Br-80	In-114m	-> In-114	W-188	-> Re-188	Ac-226	-> Th-226		
Br-83	-> Kr-83m	Sn-110	-> In-110m	Re-186m	-> Re-186	Ac-227	-> Bi-211		
Rb-83	-> Kr-83m	Sn-113	-> In-113m	Re-189	-> Os-189m	Th-228	-> Tl-208		
Sr-80	-> Rb-80	Sn-121m	-> Sn-121	Os-191	-> Ir-191m	Th-229	-> Pb-209		
Sr-89	-> Y-89m	Sn-126	-> Sb-126	Os-194	-> Ir-194	Th-232	-> Tl-208		
Sr-90	-> Y-90	Sb-125	-> Te-125m	Ir-189	-> Os-189m	Th-234	-> Pa-234		
Sr-91	-> Y-91m	Sb-127	-> Te-127	Ir-190	-> Os-190m	U-230	-> Po-214		
Y-87	-> Sr-87m	Te-127m	-> Te-127	Ir-194m	-> Ir-194	U-232	-> Tl-208		
Zr-86	-> Y-86m	Te-129m	-> Te-129	Pt-191	-> Ir-191m	U-235	-> Th-231		
Zr-95	-> Nb-95m	Te-131m	-> Te-131	Pt-200	-> Au-200	U-238	-> Pa-234		
Zr-97	-> Nb-97	Te-132	-> I-132	Hg-194	-> Au-194	U-240	-> Np-240		

*Allegato 4*  
(art. 73 cpv. 1, 74 cpv. 1 e 192 cpv. 3)

## Grandezze di dose e metodo per l'accertamento della dose di radiazione

### 1 Grandezze di dose

#### 1.1 Dose assorbita D (absorbed dose)

Grandezza di dose fondamentale, definita dal rapporto.

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

dove  $d\bar{\varepsilon}$  è l'energia media trasferita dalle radiazioni ionizzanti alla materia della massa  $dm$ . L'unità SI di dose assorbita è il joule diviso chilogrammo (J/kg) e il suo nome specifico è il gray (Gy).

#### 1.2 Dose assorbita media DT in un tessuto o in un organo T (mean absorbed dose in a tissue or organ)

Dose assorbita media  $D_T$  in un tessuto o in un organo T, data da:

$$D_T = \frac{\varepsilon_T}{m_T}$$

dove  $\varepsilon_T$  è l'energia media trasferita a un tessuto o a un organo T e  $m_T$  la massa di questo tessuto od organo.

#### 1.3 Dose equivalente HT (equivalent dose)

Dose in un tessuto o in un organo T, data da:

$$H_T = \sum_R w_R D_{T,R}$$

dove  $D_{T,R}$  è la dose media assorbita dalla radiazione R in un tessuto o in un organo T e  $w_R$  il fattore di ponderazione della radiazione. Poiché  $w_R$  è adimensionale, l'unità della dose equivalente è la stessa della dose assorbita, ossia il J/kg, e il suo nome specifico è il sievert (Sv).

#### 1.4 Fattore di ponderazione della radiazione

Tipo di radiazione e intervallo		Fattori di pondera-
---------------------------------	--	---------------------

di energia		zione della radiazione $w_R$
Fotoni, tutte le energie		1
Elettroni e muoni, tutte le energie		1
Neutroni, con energia:	– inferiore a 1 MeV – da 1 MeV a 50 MeV – superiore a 50 MeV	$2,5+18,2 \cdot e^{-[\ln(E)]^2/6}$ $5,0+17,0 \cdot e^{-[\ln(2 \cdot E)]^2/6}$ $2,5+3,25 \cdot e^{-[\ln(0,04 \cdot E)]^2/6}$
Protoni e pioni carichi		2
Particelle alfa, frammenti di fissione, nuclei pesanti		20

### 1.5 Dose equivalente impegnata nell'organo $H_T(\tau)$ (committed equivalent dose)

Integrale rispetto al tempo dell'intensità di dose equivalente in un determinato tessuto od organo che una persona di riferimento riceverà dopo l'apporto di una sostanza radioattiva nel corpo, dove  $t$  è il tempo di integrazione in anni.

### 1.6 Dose efficace $E$ (effective dose)

Somma delle dosi relative agli organi ponderate di tutti i tessuti e gli organi del corpo indicati, data dall'espressione:

$$E = \sum_T w_T \sum_R w_R D_{T,R} \quad \text{o} \quad E = \sum_T w_T H_T$$

dove  $H_T$  o  $w_R D_{T,R}$  è la dose equivalente nel tessuto o nell'organo  $T$  e  $w_T$  il fattore di ponderazione dei tessuti. L'unità della dose efficace è la stessa della dose assorbita, ossia il  $J \text{ kg}^{-1}$  e il suo nome specifico è il sievert (Sv).

### 1.7 Fattori di ponderazione dei tessuti

Tessuto od organo	Fattori di ponderazione dei tessuti, $w_T$
midollo osseo (rosso)	0,12
colon	0,12
polmoni	0,12
stomaco	0,12
seno	0,12
gonadi	0,08

vescica	0,04
fegato	0,04
esofago	0,04
tiroide	0,04
cervello	0,01
pelle	0,01
periostio	0,01
ghiandole salivari	0,01
altri organi e tessuti	0,12

### 1.8 Dose efficace impegnata $E(\tau)$ (committed effective dose)

Somma dei prodotti delle dosi impegnate negli organi e dei relativi fattori di ponderazione dei tessuti ( $w_T$ ), dove  $\tau$  è il tempo di integrazione in anni dopo l'apporto di attività. Il periodo impegnato ammonta a 50 anni per gli adulti e si estende fino all'età di 70 anni per i bambini.

### 1.9 Equivalente di dose H (dose equivalent)

1.9.1 Prodotto tra D e Q in un punto del tessuto, dove D è la dose assorbita nel tessuto molle ICRU e Q il fattore di qualità per la radiazione osservata in quel punto, quindi:

$$H = D Q$$

1.9.2 L'unità dell'equivalente di dose è il joule per chilogrammo ( $J\ kg^{-1}$ ) e il suo nome specifico è il sievert (Sv). Riguardo alle relative grandezze di misura, si veda l'equivalente di dose individuale e l'equivalente di dose ambientale.

### 1.10 Equivalente di dose direzionale $H^*(d, \Omega)$ (directional dose equivalent)

1.10.1 Equivalente di dose in un punto del campo di radiazioni che sarebbe prodotto alla profondità d nel relativo campo di radiazioni espanso su un raggio della sfera ICRU orientato nella direzione stabilita  $\Omega$ . L'unità dell'equivalente di dose direzionale è il joule per chilogrammo ( $J/kg$ ) e il suo nome specifico è il sievert (Sv).

1.10.2 Nel caso particolare di un campo unidirezionale, la direzione può essere specificata con l'angolo  $\alpha$  tra il raggio opposto al campo di radiazione e il raggio stabilito  $\Omega$ . Se  $\alpha = 0^\circ$  la grandezza  $H^*(d, 0^\circ)$  può essere scritta come  $H^*(d)$  ed è uguale a  $H^*(d)$ .

1.10.3 I valori raccomandati per d sono 10 mm per le radiazioni penetranti e 0,07 mm per quelle a basso potere di penetrazione (v. **grandezze operative per la dosimetria ambientale**).

### 1.11 Equivalente di dose ambientale $H^*(10)$ (ambient dose equivalent)

Equivalente di dose in un punto del campo di radiazioni che verrebbe prodotto a 10 mm di profondità nel relativo campo di radiazioni orientato ed espanso su un vettore radiale della sfera ICRU opposto alla direzione di incidenza della radiazione. L'unità dell'equivalente di dose ambientale è il joule per chilogrammo ( $J/kg$ ) e il suo nome specifico è il sievert (Sv).

### 1.12 Equivalente di dose individuale Hp(d) (personal dose equivalent)

1.12.1 Una grandezza dosimetrica. L'equivalente di dose nel tessuto molle ICRU a una profondità idonea  $d$  sotto il punto della superficie del corpo dove si porta il dosimetro individuale. L'unità dell'equivalente di dose individuale è il joule per chilogrammo (J/kg) e il suo nome specifico è il sievert (Sv).

1.12.2 La dose profonda individuale Hp(d) ( $d=10$  mm) è un valore stimato per la dose efficace. La dose superficiale individuale Hp(d) ( $d=0,07$  mm) è un valore stimato per la dose alla pelle.

### 1.13 Sfera ICRU (ICRU-sphere)

Sfera del diametro di 30 cm, con una densità di  $1 \text{ g/cm}^3$  e la seguente composizione (parti di massa relative): ossigeno 76,2 per cento, carbonio 11,1 per cento, idrogeno 10,1 per cento e azoto 2,6 per cento (approssimazione per il tessuto molle).

### 1.14 Fattore di qualità Q(L) (quality factor)

1.14.1 Fattore che designa l'efficacia biologica di una radiazione sulla base della densità di ionizzazione lungo le tracce di particelle cariche nel tessuto. Q è definito come una funzione del LET (L) illimitato di particelle cariche nell'acqua:

$$Q(L) = \begin{cases} 1 & \text{per } L < 10 \text{ keV}/\mu\text{m}, \\ 0,32 L - 2,2 & \text{per } 10 \leq L \leq 100 \text{ keV}/\mu\text{m}, \\ 300/L^{1/2} & \text{per } L > 100 \text{ keV}/\mu\text{m} \end{cases}$$

1.14.2 Nella definizione delle dosi relative agli organi, Q è stato sostituito dal fattore di ponderazione della radiazione. Q continua tuttavia a essere utilizzato per la definizione dell'equivalente di dose (grandezza dosimetrica).

## 2 Metodo per l'accertamento della dose di radiazione

### 2.1 Principio

Di norma, la dose efficace e le dosi equivalenti sono accertate con l'ausilio di grandezze operative.

### 2.2 Grandezze operative

2.2.1 Le grandezze operative per la dosimetria individuale in caso di irradiazione esterna sono:

- a. la dose profonda individuale  $H_p(10)$  [sigla  $H_p$ ];
- b. la dose superficiale individuale  $H_p(0,07)$  [sigla  $H_s$ ].

2.2.2 Le grandezze operative per la dosimetria ambientale sono:

- a. l'equivalente di dose ambientale  $H^*(10)$ ;
- b. l'equivalente di dose direzionale  $H'(0,07)$ .

2.2.3 La grandezza operativa per l'irradiazione interna è la dose efficace impegnata  $E_{50}$ , calcolata con modelli standard e i fattori di dose di cui agli allegati 3 e 6.

### **2.3 Dosi individuali inferiori ai limiti di dose corrispondenti**

2.3.1 La dose equivalente per un organo è equiparata, in caso di irradiazione esterna, alla dose profonda individuale  $H_p(10)$  o all'equivalente di dose ambientale  $H^*(10)$  per tutti i tessuti e gli organi, ad eccezione della pelle e del cristallino.

2.3.2 La dose equivalente per la pelle e il cristallino è equiparata, in caso di irradiazione esterna, alla dose superficiale individuale  $H_p(0,07)$ , o all'equivalente di dose direzionale  $H'(0,07)$ .

2.3.3 La dose efficace è equiparata alla somma:

- a. della dose equivalente individuale  $H_p(10)$  o dell'equivalente di dose ambientale  $H^*(10)$  e
- b. della dose efficace impegnata  $E_{50}$ .

### **2.4 Dosi individuali superiori ai limiti di dose corrispondenti**

Se i valori di dose accertati secondo il punto 2.3 sono superiori ai limiti corrispondenti, la dose efficace o le dosi equivalenti per la persona interessata devono essere accertate individualmente da un perito, in collaborazione con l'autorità di vigilanza, con metodi di calcolo e fattori di dose conformi allo stato della scienza e della tecnica. Il valore così accertato è decisivo per stabilire se un limite di dose è stato effettivamente superato.

### **2.5 Dosimetria ambientale**

Quando la presente ordinanza limita la dose ambientale, è considerata dose ambientale:

- a. la grandezza  $H^*(10)$  (equivalente di dose ambientale) in caso di radiazione penetrante;
- b. la grandezza  $H'(0,07)$  (equivalente di dose direzionale) in caso di radiazione a basso potere di penetrazione.

*Allegato 5*  
(art. 152 cpv. 3 e 192 cpv. 3)

## Fattori di dose per gli individui della popolazione

### 1. Inalazione

Nuclide	Classe di assorbimento Tipo	Prima infanzia (1a)			Bambini (10 a)			Adulti		
		$e_{inh}$ Sv/Bq	$h_{inh, organo}$ Sv/Bq	Organo	$e_{inh}$ Sv/Bq	$h_{inh, organo}$ Sv/Bq	Organo	$e_{inh}$ Sv/Bq	$h_{inh, organo}$ Sv/Bq	Organo
H-3, HTO [1]	V	4.8 E-11	4.8 E-11	GK	2.3 E-11	2.3 E-11	GK	1.8 E-11	1.8 E-11	GK
H-3, OBT [2]	V	1.1 E-10	1.1 E-10	GK	5.5 E-11	5.5 E-11	GK	4.1 E-11	4.1 E-11	GK
C-14 organico	V	1.6 E-09	1.6 E-09	GK	7.9 E-10	7.9 E-10	GK	5.8 E-10	5.8 E-10	GK
Na-22	F	7.3 E-09	6.4 E-08	ET	2.4 E-09	2.0 E-08	ET	1.3 E-09	9.2 E-09	ET
Na-24	F	1.8 E-09	4.3 E-08	ET	5.7 E-10	1.3 E-08	ET	2.7 E-10	6.0 E-09	ET
Sc-47	F	2.8 E-09	1.4 E-08	Lu	1.1 E-09	6.7 E-09	Lu	7.3 E-10	5.1 E-09	Lu
Cr-51	M	1.9 E-10	8.2 E-10	ET	6.4 E-11	2.6 E-10	ET	3.2 E-11	1.4 E-10	Lu
Mn-54	M	6.2 E-09	2.5 E-08	ET	2.4 E-09	9.1 E-09	Lu	1.5 E-09	6.3 E-09	Lu
Fe-59	M	1.3 E-08	6.7 E-08	Lu	5.5 E-09	3.1 E-08	Lu	3.7 E-09	2.3 E-08	Lu
Co-57	M	2.2 E-09	1.2 E-08	Lu	8.5 E-10	4.8 E-09	Lu	5.5 E-10	3.3 E-09	Lu
Co-58	M	6.5 E-09	3.0 E-08	ET	2.4 E-09	1.2 E-08	Lu	1.6 E-09	8.9 E-09	Lu
Co-60	M	3.4 E-08	1.6 E-07	Lu	1.5 E-08	7.3 E-08	Lu	1.0 E-08	5.2 E-08	Lu
Zn-65	M	6.5 E-09	1.9 E-08	ET	2.4 E-09	7.5 E-09	Lu	1.6 E-09	5.1 E-09	Lu
Se-75	F	6.0 E-09	2.4 E-08	Ni	2.5 E-09	9.2 E-09	Ni	1.0 E-09	5.4 E-09	Ni
Br-82	M	3.0 E-09	5.0 E-08	ET	1.1 E-09	1.5 E-08	ET	6.3 E-10	7.0 E-09	ET
Sr-89	M	2.4 E-08	1.5 E-07	Lu	9.1 E-09	6.3 E-08	Lu	6.1 E-09	4.5 E-08	Lu
Sr-90	M	1.1 E-07	7.0 E-07	Lu	5.1 E-08	2.9 E-07	Lu	3.6 E-08	2.1 E-07	Lu

Nuclide	Classe di assorbimento Tipo	Prima infanzia (1a)		Organo	Bambini (10 a)		Organo	Adulti		Organo
		e <sub>inh</sub> Sv/Bq	h <sub>inh, organo</sub> Sv/Bq		e <sub>inh</sub> Sv/Bq	h <sub>inh, organo</sub> Sv/Bq		e <sub>inh</sub> Sv/Bq	h <sub>inh, organo</sub> Sv/Bq	
Y-91	M	3.0 E-08	1.7 E-07	Lu	1.1 E-08	6.9 E-08	Lu	7.1 E-09	5.0 E-08	Lu
Zr-95	M	1.6 E-08	9.1 E-08	Lu	6.8 E-09	4.2 E-08	Lu	4.8 E-09	3.1 E-08	Lu
Nb-95	M	5.2 E-09	2.8 E-08	Lu	2.2 E-09	1.3 E-08	Lu	1.5 E-09	9.5 E-09	Lu
Mo-99	M	4.4 E-09	1.8 E-08	DD	1.5 E-09	7.2 E-09	Lu	8.9 E-10	5.3 E-09	Lu
Tc-99m	M	9.9 E-11	1.4 E-09	ET	3.4 E-11	4.3 E-10	ET	1.9 E-11	2.1 E-10	ET
Ru-103	M	8.4 E-09	5.3 E-08	Lu	3.5 E-09	2.4 E-08	Lu	2.4 E-09	1.8 E-08	Lu
Ru-106	M	1.1 E-07	7.1 E-07	Lu	4.1 E-08	2.8 E-07	Lu	2.8 E-08	2.0 E-07	Lu
Ag-110m	M	2.8 E-08	1.1 E-07	Lu	1.2 E-08	5.1 E-08	Lu	7.6 E-09	3.6 E-08	Lu
Sn-125	M	1.5 E-08	6.5 E-08	Lu	5.0 E-09	2.7 E-08	Lu	3.1 E-09	2.0 E-08	Lu
Sb-122	M	5.7 E-09	2.7 E-08	DD	1.8 E-09	7.5 E-09	Lu	1.0 E-09	5.5 E-09	Lu
Sb-124	M	2.4 E-08	1.4 E-07	Lu	9.6 E-09	6.1 E-08	Lu	6.4 E-09	4.4 E-08	Lu
Sb-125	M	1.6 E-08	1.0 E-07	Lu	6.8 E-09	4.5 E-08	Lu	4.8 E-09	3.2 E-08	Lu
Sb-127	M	7.3 E-09	3.1 E-08	Lu	2.7 E-09	1.4 E-08	Lu	1.7 E-09	1.1 E-08	Lu
Te-125m	M	1.1 E-08	7.4 E-08	Lu	4.8 E-09	3.5 E-08	Lu	3.4 E-09	2.6 E-08	Lu
Te-127m	M	2.6 E-08	1.7 E-07	Lu	1.1 E-08	7.7 E-08	Lu	7.4 E-09	5.6 E-08	Lu
Te-129m	M	2.6 E-08	1.5 E-07	Lu	9.8 E-09	6.6 E-08	Lu	6.6 E-09	4.8 E-08	Lu
Te-131m	M	5.8 E-09	3.2 E-08	ET	1.9 E-09	9.8 E-09	ET	9.4 E-10	4.6 E-09	Lu
Te-132	M	1.3 E-08	5.6 E-08	ET	4.0 E-09	1.7 E-08	ET	2.0 E-09	1.0 E-08	Lu
I-125	F	2.3 E-08	4.5 E-07	SD	1.1 E-08	2.2 E-07	SD	5.1 E-09	1.0 E-07	SD
I-125 organico	V	4.0 E-08	8.1 E-07	SD	2.2 E-08	4.4 E-07	SD	1.1 E-08	2.1 E-07	SD
I-125 elementare	V	5.2 E-08	1.0 E-06	SD	2.8 E-08	5.6 E-07	SD	1.4 E-08	2.7 E-07	SD
I-129	F	8.6 E-08	1.7 E-06	SD	6.7 E-08	1.3 E-06	SD	3.6 E-08	7.1 E-07	SD
I-129 organico	V	1.5 E-07	3.0 E-06	SD	1.3 E-07	2.7 E-06	SD	7.4 E-08	1.5 E-06	SD
I-129 elementare	V	2.0 E-07	3.9 E-06	SD	1.7 E-07	3.4 E-06	SD	9.6 E-08	1.9 E-06	SD

Nuclide	Classe di assorbimento Tipo	Prima infanzia (1a)			Bambini (10 a)			Adulti		
		$e_{inh}$ Sv/Bq	$h_{inh, organo}$ Sv/Bq	Organo	$e_{inh}$ Sv/Bq	$h_{inh, organo}$ Sv/Bq	Organo	$e_{inh}$ Sv/Bq	$h_{inh, organo}$ Sv/Bq	Organo
I-131	F	7.2 E-08	1.4 E-06	SD	1.9 E-08	3.7 E-07	SD	7.4 E-09	1.5 E-07	SD
I-131 organico	V	1.3 E-07	2.5 E-06	SD	3.7 E-08	7.4 E-07	SD	1.5 E-08	3.1 E-07	SD
I-131 elementare	V	1.6 E-07	3.2 E-06	SD	4.8 E-08	9.5 E-07	SD	2.0 E-08	3.9 E-07	SD
I-133	F	1.8 E-08	3.5 E-07	SD	3.8 E-09	7.4 E-08	SD	1.5 E-09	2.8 E-08	SD
I-133 organico	V	3.2 E-08	6.3 E-07	SD	7.6 E-09	1.5 E-07	SD	3.1 E-09	6.0 E-08	SD
I-133 elementare	V	4.1 E-08	8.0 E-07	SD	9.7 E-09	1.9 E-07	SD	4.0 E-09	7.6 E-08	SD
I-135	F	3.7 E-09	7.0 E-08	SD	7.9 E-10	1.5 E-08	SD	3.2 E-10	5.7 E-09	SD
I-135 organico	V	6.7 E-09	1.3 E-07	SD	1.6 E-09	3.1 E-08	SD	6.8 E-10	1.3 E-08	SD
I-135 elementare	V	8.5 E-09	1.6 E-07	SD	2.1 E-09	3.8 E-08	SD	9.2 E-10	1.5 E-08	SD
Cs-134	F	7.3 E-09	4.9 E-08	ET	5.3 E-09	1.8 E-08	ET	6.6 E-09	1.2 E-08	ET
Cs-136	F	5.2 E-09	5.9 E-08	ET	2.0 E-09	1.9 E-08	ET	1.2 E-09	8.8 E-09	ET
Cs-137 / Ba-137m	F	5.4 E-09	2.5 E-08	ET	3.7 E-09	9.7 E-09	ET	4.6 E-09	7.4 E-09	ET
Ba-140	M	2.0 E-08	1.1 E-07	Lu	7.6 E-09	4.8 E-08	Lu	5.1 E-09	3.5 E-08	Lu
La-140	M	6.3 E-09	4.4 E-08	ET	2.0 E-09	1.3 E-08	ET	1.1 E-09	6.2 E-09	ET
Ce-141	M	1.1 E-08	6.9 E-08	Lu	4.6 E-09	3.2 E-08	Lu	3.2 E-09	2.4 E-08	Lu
Ce-144	M	1.6 E-07	6.5 E-07	Lu	5.5 E-08	2.6 E-07	Lu	3.6 E-08	1.9 E-07	Lu
Pr-143	M	8.4 E-09	4.6 E-08	Lu	3.2 E-09	2.1 E-08	Lu	2.2 E-09	1.5 E-08	Lu
Pb-210	M	3.7 E-06	2.2 E-05	Lu	1.5 E-06	1.1 E-05	KH	1.1 E-06	1.3 E-05	KH
Bi-210	M	3.0 E-07	2.4 E-06	Lu	1.3 E-07	1.1 E-06	Lu	9.3 E-08	7.7 E-07	Lu
Po-210	M	1.1 E-05	8.1 E-05	Lu	4.6 E-06	3.5 E-05	Lu	3.3 E-06	2.6 E-05	Lu
Ra-224	M	8.2 E-06	6.7 E-05	Lu	3.9 E-06	3.2 E-05	Lu	3.0 E-06	2.5 E-05	Lu
Ra-226	M	1.1 E-05	9.1 E-05	Lu	4.9 E-06	3.8 E-05	Lu	3.5 E-06	2.8 E-05	Lu
Th-227	S	3.0 E-05	2.5 E-04	Lu	1.4 E-05	1.2 E-04	Lu	1.0 E-05	8.7 E-05	Lu
Th-228	S	1.3 E-04	1.1 E-03	Lu	5.5 E-05	4.5 E-04	Lu	4.0 E-05	3.3 E-04	Lu

Nuclide	Classe di assorbimento Tipo	Prima infanzia (1a)			Bambini (10 a)			Adulti		
		$e_{inh}$ Sv/Bq	$h_{inh,organo}$ Sv/Bq	Organo	$e_{inh}$ Sv/Bq	$h_{inh,organo}$ Sv/Bq	Organo	$e_{inh}$ Sv/Bq	$h_{inh,organo}$ Sv/Bq	Organo
Th-230	S	3.5 E-05	2.6 E-04	KH	1.6 E-05	2.4 E-04	KH	1.4 E-05	2.8 E-04	KH
Th-232	S	5.0 E-05	3.5 E-04	Lu	2.6 E-05	2.6 E-04	KH	2.5 E-05	2.9 E-04	KH
Pa-231	M	2.3 E-04	1.0 E-02	KH	1.5 E-04	7.5 E-03	KH	1.4 E-04	6.8 E-03	KH
U-234	M	1.1 E-05	9.0 E-05	Lu	4.8 E-06	3.8 E-05	Lu	3.5 E-06	2.7 E-05	Lu
U-235	M	1.0 E-05	8.1 E-05	Lu	4.3 E-06	3.4 E-05	Lu	3.1 E-06	2.4 E-05	Lu
U-238	M	9.4 E-06	7.5 E-05	Lu	4.0 E-06	3.1 E-05	Lu	2.9 E-06	2.2 E-05	Lu
Np-237	M	4.0 E-05	8.3 E-04	KH	2.2 E-05	6.7 E-04	KH	2.3 E-05	1.0 E-03	KH
Np-239	M	4.2 E-09	1.8 E-08	ET	1.4 E-09	8.4 E-09	Lu	9.3 E-10	6.3 E-09	Lu
Pu-238	M	7.4 E-05	1.2 E-03	KH	4.4 E-05	9.8 E-04	KH	4.6 E-05	1.4 E-03	KH
Pu-239	M	7.7 E-05	1.3 E-03	KH	4.8 E-05	1.1 E-03	KH	5.0 E-05	1.5 E-03	KH
Pu-240	M	7.7 E-05	1.3 E-03	KH	4.8 E-05	1.1 E-03	KH	5.0 E-05	1.5 E-03	KH
Pu-241	M	9.7 E-07	2.2 E-05	KH	8.3 E-07	2.4 E-05	KH	9.0 E-07	3.1 E-05	KH
Am-241	M	6.9 E-05	1.4 E-03	KH	4.0 E-05	1.2 E-03	KH	4.2 E-05	1.7 E-03	KH
Cm-242	M	1.8 E-05	1.2 E-04	KH	7.3 E-06	4.8 E-05	Lu	5.2 E-06	3.5 E-05	Lu
Cm-244	M	5.7 E-05	9.6 E-04	KH	2.7 E-05	6.4 E-04	KH	2.7 E-05	9.2 E-04	KH

**Classe di assorbimento:** descrive la velocità alla quale una sostanza inalata passa dai polmoni al sangue. Tipo F: elevata, tipo M: media, tipo S: lenta, tipo V: immediata (solo per alcuni gas e vapori)

$e_{inh}$ : dose efficace impegnata; tempo di integrazione: 50 anni per gli adulti, 70 anni per i bambini  
 Fattori di dose tratti da: ICRP, 2012. Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60. ICRP Publication 119. Ann. ICRP 41 (Suppl.). Allegato G1, H1 (AMAD = 1  $\mu$ m).  
 I fattori di dose per altri nuclidi e per altre classi di età figurano nella ICRP Publication 119.

$h_{inh, Organ}$ : dose impegnata nell'organo più colpito (GK: corpo intero, Go: gonadi, KM: midollo osseo (rosso), DD: colon, Lu: polmoni, Ma: stomaco, Bl: vescica, Br: seno, Le: fegato, SR: esofago, SD: tiroide, Ha: pelle, KH: periostio, altri organi (ET: vie respiratorie extratoraciche, Ut: utero, Ni: reni, Mi: milza))  
 Fattori di dose tratti da: ICRP Database of Dose Coefficients: Workers and Members of the Public; Ver. 3.0 - Free Educational CD Downloads (AMAD = 1  $\mu$ m)

[1] Sotto forma di acqua evaporata

[2] Trizio legato organicamente

## 2. Ingestione

Nuclide	Prima infanzia (1a)			Bambini (10a)			Adulti		
	$e_{ing}$ Sv/Bq	$h_{ing, organo}$ Sv/Bq	Organo	$e_{ing}$ Sv/Bq	$h_{ing, organo}$ Sv/Bq	Organo	$e_{ing}$ Sv/Bq	$h_{ing, organo}$ Sv/Bq	Organo
H-3, HTO	4.8E-11	4.8E-11	GK	2.3E-11	2.3E-11	GK	1.8E-11	1.8E-11	GK
H-3, OBТ [2]	1.2E-10	1.6E-10	Ma	5.7E-11	6.7E-11	Ma	4.2E-11	4.7E-11	Ma
C-14	1.6E-09	1.9E-09	Ma	8.0E-10	8.9E-10	Ma	5.8E-10	6.3E-10	Ma
Na-22	1.5E-08	2.8E-08	KH	5.5E-09	1.1E-08	KH	3.2E-09	6.3E-09	KH
Na-24	2.3E-09	6.7E-09	Ma	7.7E-10	2.1E-09	Ma	4.3E-10	1.2E-09	Ma
Sc-47	3.9E-09	3.0E-08	DD	1.2E-09	9.0E-09	DD	5.4E-10	4.1E-09	DD
Cr-51	2.3E-10	1.4E-09	DD	7.8E-11	4.5E-10	DD	3.8E-11	2.1E-10	DD
Mn-54	3.1E-09	8.3E-09	DD	1.3E-09	3.3E-09	DD	7.1E-10	1.8E-09	DD
Fe-59	1.3E-08	3.5E-08	DD	4.7E-09	1.2E-08	DD	1.8E-09	5.8E-09	DD
Co-57	1.6E-09	5.6E-09	DD	5.8E-10	1.8E-09	DD	2.1E-10	9.4E-10	DD
Co-58	4.4E-09	1.4E-08	DD	1.7E-09	4.9E-09	DD	7.4E-10	2.8E-09	DD
Co-60	2.7E-08	5.1E-08	DD	1.1E-08	2.0E-08	Le	3.4E-09	8.7E-09	DD
Zn-65	1.6E-08	2.2E-08	KH	6.4E-09	8.9E-09	KH	3.9E-09	5.4E-09	KH
Se-75	1.3E-08	5.1E-08	Ni	6.0E-09	2.2E-08	Ni	2.6E-09	1.4E-08	Ni
Br-82	2.6E-09	4.0E-09	DD	9.5E-10	1.5E-09	DD	5.4E-10	8.3E-10	Ma
Sr-89	1.8E-08	9.2E-08	DD	5.8E-09	2.7E-08	DD	2.6E-09	1.4E-08	DD

Nuclide	Prima infanzia (1a)			Bambini (10a)			Adulti		
	e <sub>ing</sub> Sv/Bq	h <sub>ing, organo</sub> Sv/Bq	Organo	e <sub>ing</sub> Sv/Bq	h <sub>ing, organo</sub> Sv/Bq	Organo	e <sub>ing</sub> Sv/Bq	h <sub>ing, organo</sub> Sv/Bq	Organo
Sr-90	7.3E-08	7.3E-07	KH	6.0E-08	1.0E-06	KH	2.8E-08	4.1E-07	KH
Y-91	1.8E-08	1.4E-07	DD	5.2E-09	4.2E-08	DD	2.4E-09	1.9E-08	DD
Zr-95	5.6E-09	3.4E-08	DD	1.9E-09	1.1E-08	DD	9.5E-10	5.1E-09	DD
Nb-95	3.2E-09	1.6E-08	DD	1.1E-09	5.6E-09	DD	5.8E-10	2.8E-09	DD
Mo-99	3.5E-09	1.6E-08	Le	1.1E-09	5.5E-09	Le/Ni	6.0E-10	3.1E-09	Ni
Tc-99m	1.3E-10	4.7E-10	SD	4.3E-11	1.4E-10	DD	2.2E-11	6.7E-11	DD
Ru-103	4.6E-09	2.9E-08	DD	1.5E-09	9.2E-09	DD	7.3E-10	4.3E-09	DD
Ru-106	4.9E-08	3.3E-07	DD	1.5E-08	1.0E-07	DD	7.0E-09	4.5E-08	DD
Ag-110m	1.4E-08	4.6E-08	DD	5.2E-09	1.7E-08	DD	2.8E-09	8.5E-09	DD
Sn-125	2.2E-08	1.8E-07	DD	6.7E-09	5.2E-08	DD	3.1E-09	2.4E-08	DD
Sb-122	1.2E-08	9.1E-08	DD	3.7E-09	2.7E-08	DD	1.7E-09	1.2E-08	DD
Sb-124	1.6E-08	9.6E-08	DD	5.2E-09	3.0E-08	DD	2.5E-09	1.4E-08	DD
Sb-125	6.1E-09	3.3E-08	KH	2.1E-09	1.3E-08	KH	1.1E-09	9.0E-09	KH
Sb-127	1.2E-08	8.4E-08	DD	3.6E-09	2.5E-08	DD	1.7E-09	1.2E-08	DD
Te-125m	6.3E-09	9.0E-08	KH	1.9E-09	3.4E-08	KH	8.7E-10	2.0E-08	KH
Te-127m	1.8E-08	1.4E-07	KH	5.2E-09	5.5E-08	KH	2.3E-09	3.2E-08	KH
Te-129m	2.4E-08	1.1E-07	DD	6.6E-09	3.2E-08	DD	3.0E-09	1.4E-08	DD
Te-131m	1.4E-08	1.5E-07	SD	4.3E-09	4.5E-08	SD	1.9E-09	1.8E-08	SD
Te-132	3.0E-08	3.2E-07	SD	8.3E-09	7.5E-08	SD	3.8E-09	3.1E-08	SD
I-125	5.7E-08	1.1E-06	SD	3.1E-08	6.2E-07	SD	1.5E-08	3.0E-07	SD
I-129	2.2E-07	4.3E-06	SD	1.9E-07	3.8E-06	SD	1.1E-07	2.1E-06	SD
I-131	1.8E-07	3.6E-06	SD	5.2E-08	1.0E-06	SD	2.2E-08	4.3E-07	SD
I-133	4.4E-08	8.6E-07	SD	1.0E-08	2.0E-07	SD	4.3E-09	8.2E-08	SD
I-135	8.9E-09	1.7E-07	SD	2.2E-09	3.9E-08	SD	9.3E-10	1.6E-08	SD

Nuclide	Prima infanzia (1a)			Bambini (10a)			Adulti		
	e <sub>ing</sub> Sv/Bq	h <sub>ing, organo</sub> Sv/Bq	Organo	e <sub>ing</sub> Sv/Bq	h <sub>ing, organo</sub> Sv/Bq	Organo	e <sub>ing</sub> Sv/Bq	h <sub>ing, organo</sub> Sv/Bq	Organo
Cs-134	1.6E-08	2.4E-08	DD	1.4E-08	1.7E-08	DD	1.9E-08	2.1E-08	DD
Cs-136	9.5E-09	1.3E-08	DD	4.4E-09	5.3E-09	DD	3.0E-09	3.4E-09	DD
Cs-137 / Ba-137m	1.2E-08	2.3E-08	DD	1.0E-08	1.3E-08	DD	1.3E-08	1.5E-08	DD
Ba-140	1.8E-08	1.2E-07	DD	5.8E-09	3.5E-08	DD	2.6E-09	1.7E-08	DD
La-140	1.3E-08	8.7E-08	DD	4.2E-09	2.7E-08	DD	2.0E-09	1.3E-08	DD
Ce-141	5.1E-09	4.0E-08	DD	1.5E-09	1.2E-08	DD	7.1E-10	5.5E-09	DD
Ce-144	3.9E-08	3.1E-07	DD	1.1E-08	9.2E-08	DD	5.2E-09	4.2E-08	DD
Pr-143	8.7E-09	7.0E-08	DD	2.6E-09	2.1E-08	DD	1.2E-09	9.3E-09	DD
Pb-210	3.6E-06	3.8E-05	KH	1.9E-06	4.4E-05	KH	6.9E-07	2.3E-05	KH
Bi-210	9.7E-09	7.6E-08	DD	2.9E-09	2.3E-08	DD	1.3E-09	1.0E-08	DD
Po-210	8.8E-06	7.6E-05	Mi	2.6E-06	2.5E-05	Mi	1.2E-06	1.3E-05	Ni
Ra-224	6.6E-07	2.3E-05	KH	2.6E-07	1.1E-05	KH	6.5E-08	1.7E-06	KH
Ra-226	9.6E-07	2.9E-05	KH	8.0E-07	3.9E-05	KH	2.8E-07	1.2E-05	KH
Th-227	7.0E-08	8.0E-07	KH	2.3E-08	3.9E-07	KH	8.8E-09	8.8E-08	KH
Th-228	3.7E-07	8.4E-06	KH	1.4E-07	4.3E-06	KH	7.2E-08	2.5E-06	KH
Th-230	4.1E-07	1.3E-05	KH	2.4E-07	1.1E-05	KH	2.1E-07	1.2E-05	KH
Th-232	4.5E-07	1.3E-05	KH	2.9E-07	1.2E-05	KH	2.3E-07	1.2E-05	KH
Pa-231	1.3E-06	6.0E-05	KH	9.2E-07	4.6E-05	KH	7.1E-07	3.6E-05	KH
U-234	1.3E-07	1.8E-06	KH	7.4E-08	1.5E-06	KH	4.9E-08	7.8E-07	KH
U-235	1.3E-07	1.7E-06	KH	7.1E-08	1.4E-06	KH	4.7E-08	7.4E-07	KH
U-238	1.2E-07	1.6E-06	KH	6.8E-08	1.4E-06	KH	4.5E-08	7.1E-07	KH
Np-237	2.1E-07	5.0E-06	KH	1.1E-07	4.1E-06	KH	1.1E-07	5.4E-06	KH
Np-239	5.7E-09	4.4E-08	DD	1.7E-09	1.3E-08	DD	8.0E-10	6.0E-09	DD
Pu-238	4.0E-07	6.9E-06	KH	2.4E-07	5.9E-06	KH	2.3E-07	7.4E-06	KH

Nuclide	Prima infanzia (1a)			Bambini (10a)			Adulti		
	e <sub>ing</sub> Sv/Bq	h <sub>ing, organo</sub> Sv/Bq	Organo	e <sub>ing</sub> Sv/Bq	h <sub>ing, organo</sub> Sv/Bq	Organo	e <sub>ing</sub> Sv/Bq	h <sub>ing, organo</sub> Sv/Bq	Organo
Pu-239	4.2E-07	7.6E-06	KH	2.7E-07	6.8E-06	KH	2.5E-07	8.2E-06	KH
Pu-240	4.2E-07	7.6E-06	KH	2.7E-07	6.8E-06	KH	2.5E-07	8.2E-06	KH
Pu-241	5.7E-09	1.2E-07	KH	5.1E-09	1.4E-07	KH	4.8E-09	1.6E-07	KH
Am-241	3.7E-07	8.3E-06	KH	2.2E-07	7.3E-06	KH	2.0E-07	9.0E-06	KH
Cm-242	7.6E-08	9.7E-07	KH	2.4E-08	3.5E-07	KH	1.2E-08	1.9E-07	KH
Cm-244	2.9E-07	5.8E-06	KH	1.4E-07	3.9E-06	KH	1.2E-07	4.9E-06	KH

- e<sub>ing</sub>:** dose efficace impegnata; tempo di integrazione: 50 anni per gli adulti, 70 anni per i bambini  
 Fattori di dose tratti da: ICRP, 2012. Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60. ICRP Publication 119. Ann. ICRP 41 (Suppl.). Allegato F1 (AMAD = 1 µm)  
 I fattori di dose per altri nuclidi e per altre classi di età figurano nella ICRP Publication 119.
- h<sub>ing, Organ</sub>:** dose impegnata nell'organo più colpito (GK: corpo intero, Go: gonadi, KM: midollo osseo (rosso), DD: colon, Lu: polmoni, Ma: stomaco, Bl: vescica, Br: seno, Le: fegato, SR: esofago, SD: tiroide, Ha: pelle, KH: periostio, altri organi (ET: vie respiratorie extratoraciche, Ut: utero, Ni: reni, Mi: milza))  
 Fattori di dose tratti da: ICRP Database of Dose Coefficients: Workers and Members of the Public; Ver. 3.0 – Free Educational CD Downloads (AMAD = 1 µm)
- [2] Trizio legato organicamente

*Allegato 6*  
(art. 136 cpv. 4, 152 cpv. 3 e 192 cpv. 3)

## Fattori di dose per radiazione da nube e dal suolo

Nuclide	Irradiazione esterna da nube radioattiva		Irradiazione esterna dal suolo
	$c_{imm}^{nube}$ (mSv/h)/(Bq/m <sup>3</sup> )	$c_{sol}^{nube}$ (mSv/h)/(Bq/m <sup>2</sup> )	
H-3	0.0E+00		0.0E+00
C-11	1.6E-07		3.6E-09
C-14	9.4E-12		4.6E-14
O-15	1.7E-07		3.9E-09
F-18	1.6E-07		3.4E-09
Na-22	3.7E-07		7.4E-09
Na-24	7.5E-07		1.3E-08
Sc-47	1.7E-08		3.6E-10
Cr-51	5.0E-09		1.1E-10
Mn-54	1.4E-07		2.8E-09
Fe-59	2.0E-07		4.0E-09
Co-57	1.8E-08		3.9E-10
Co-58	1.6E-07		3.3E-09
Co-60	4.3E-07		8.3E-09
Zn-65	9.8E-08		1.9E-09
Se-75	6.0E-08		1.3E-09
Br-82	4.4E-07		8.9E-09
Kr-79	4.0E-08		8.5E-10
Kr-81	8.8E-10		5.7E-12
Kr-83m	8.8E-12		1.2E-12
Kr-85	9.2E-10		3.8E-11
Kr-85m	2.5E-08		5.6E-10
Kr-87	1.4E-07		3.0E-09
Kr-88	3.5E-07		6.2E-09
Kr-88/Rb-88	4.7E-07		8.9E-09
Kr-89	3.4E-07		6.6E-09
Kr-90			

Nuclide	Irradiazione esterna da nube radioattiva		Irradiazione esterna dal suolo
	$c_{imm}^{nube}$ (mSv/h)/(Bq/m <sup>3</sup> )	$c_{sol}^{nube}$ (mSv/h)/(Bq/m <sup>2</sup> )	
Sr-89	1.6E-09		2.5E-10
Sr-90	3.5E-10		5.9E-12
Sr-90/Y-90	3.2E-09		4.0E-10
Y-91	2.2E-09		2.7E-10
Zr-95	1.2E-07		2.5E-09
Nb-95	1.3E-07		2.6E-09
Mo-99	2.5E-08		6.4E-10
Mo-99/Tc-99m	4.2E-08		1.0E-09
Tc-99m	1.9E-08		4.1E-10
Ru-103	8.0E-08		1.7E-09
Ru-106	0.0E+00		0.0E+00
Ru-106/Rh-106	3.9E-08		1.2E-09
Ag-110m	4.6E-07		9.3E-09
Sn-125	5.9E-08		1.4E-09
Sb-122	7.3E-08		1.8E-09
Sb-124	3.2E-07		5.62E-09
Sb-125	6.8E-08		1.5E-09
Sb-127	1.1E-07		2.4E-09
Te-125m	1.2E-09		9.6E-11
Te-127m	4.0E-10		3.1E-11
Te-129m	5.7E-09		2.1E-10
Te-131m	2.4E-07		4.9E-09
Te-132	3.4E-08		7.7E-10
Te-132/I-132	4.1E-07		8.6E-09
I-125	1.4E-09		1.1E-10
I-129	1.0E-09		7.2E-11
I-130	3.5E-07		7.4E-09

Nuclide	Irradiazione esterna da nube radioattiva	Irradiazione esterna dal suolo
	$e_{imm}$ (mSv/h)/(Bq/m <sup>3</sup> )	$e_{sol}$ (mSv/h)/(Bq/m <sup>2</sup> )
I-131	6.1E-08	1.3E-09
I-132	3.7E-07	7.8E-09
I-133	1.0E-07	2.2E-09
I-134	4.4E-07	9.0E-09
I-135	2.7E-07	5.3E-09
Xe-122	7.9E-09	2.2E-10
Xe-123	1.0E-07	2.2E-09
Xe-125	3.9E-08	8.9E-10
Xe-127	4.0E-08	9.2E-10
Xe-129m	3.4E-09	1.5E-10
Xe-131m	1.3E-09	5.9E-11
Xe-133	5.0E-09	1.5E-10
Xe-133m	4.6E-09	1.3E-10
Xe-135	4.0E-08	9.0E-10
Xe-135m	6.7E-08	1.5E-09
Xe-137	3.7E-08	1.3E-09
Xe-138	2.0E-07	3.9E-09
Cs-134	2.5E-07	5.3E-09
Cs-136	3.5E-07	7.2E-09
Cs-137	3.4E-10	1.1E-11
Cs-137/Ba-137m	9.2E-08	2.0E-09
Ba-140	2.9E-08	6.9E-10
Ba-140/La-140	4.3E-07	8.4E-09
La-140	4.0E-07	7.7E-09
Ce-141	1.1E-08	2.5E-10
Ce-144	2.6E-09	6.2E-11
Ce-144/Pr-144	1.2E-08	6.4E-10
Pr-143	7.0E-10	7.5E-11
Pb-210	1.7E-10	7.8E-12
Bi-210	9.3E-10	1.3E-10
Po-210	1.6E-12	3.3E-14
Ra-224	1.6E-09	3.5E-11
Ra-226	1.1E-09	2.4E-11
Th-227	1.9E-08	4.1E-10

Nuclide	Irradiazione esterna da nube radioattiva	Irradiazione esterna dal suolo
	$e_{imm}$ (mSv/h)/(Bq/m <sup>3</sup> )	$e_{sol}$ (mSv/h)/(Bq/m <sup>2</sup> )
Th-228	3.0E-10	7.8E-12
Th-230	5.5E-11	2.3E-12
Th-232	2.8E-11	1.6E-12
Pa-231	5.2E-09	1.2E-10
U-234	2.2E-11	2.1E-12
U-235	2.5E-08	5.4E-10
U-238	1.2E-11	1.4E-12
Np-237	3.1E-09	8.8E-11
Np-239	2.6E-08	5.8E-10
Pu-238	1.2E-11	2.2E-12
Pu-239	1.4E-11	1.1E-12
Pu-240	1.2E-11	2.0E-12
Pu-241	2.2E-13	5.1E-15
Am-241	2.4E-09	7.8E-11
Cm-242	1.4E-11	2.4E-12
Cm-244	1.4E-11	2.1E-12

**$e_{imm}$ :** fattori di dose per irradiazione esterna in una nube emisferica di grande estensione, all'aperto.  
 **$e_{sol}$ :** fattori di dose per irradiazione esterna di una grande superficie di deposizione al suolo.  
**Valori nulli:** i valori inferiori a 4.0E-19 sono indicati come 0.0E+00.

## Limiti di immissione

### 1 Limiti di immissione per l'aria ( $L_{\text{aria}}$ ):

1.1 I limiti di immissione per l'aria sono definiti in modo che il soggiorno costante (8766 ore l'anno = n.o.) in un luogo con una concentrazione di attività nell'aria corrispondente al limite di immissione per un nuclide specifico, in seguito all'inalazione e all'immersione comporterebbe una dose annua di 0,3 mSv per la persona in situazione critica (bambino nella prima infanzia, bambino di 10 anni o adulto).

#### 1.2

Nuclide	Limite di immissione per l'aria [Bq/m <sup>3</sup> ]			
	Adulto	10 anni	Prima infanzia	<b>Minimo</b>
HTO	2,2E+03	2,3E+03	3,1E+03	2,2E+03
C-14 (org.)	6,8E+01	6,7E+01	9,3E+01	6,7E+01
Na-22	2,7E+01	2,0E+01	1,9E+01	1,9E+01
Na-24	6,4E+01	5,1E+01	4,8E+01	4,8E+01
Mn-54	2,5E+01	2,1E+01	2,3E+01	2,1E+01
Co-60	3,9E+00	3,5E+00	4,3E+00	3,5E+00
Zn-65	2,4E+01	2,2E+01	2,2E+01	2,1E+01
Br-82	4,7E+01	3,8E+01	3,9E+01	3,8E+01
Sr-90/Y-90	1,1E+00	1,0E+00	1,3E+00	1,0E+00
Tc-99m	1,4E+03	1,2E+03	1,1E+03	1,1E+03

I-131 (el)	2,0E+00	1,1E+00	9,3E-01	9,3E-01
Cs-137/Ba-137m	8,5E+00	1,4E+01	2,7E+01	8,5E+00
Pu-239	7,9E-04	1,2E-03	1,9E-03	7,9E-04

1.3 I limiti di immissione per l'aria per altri radionuclidi possono essere calcolati con la seguente formula:

$$LI_{aria}[Bq/m^3] = \min\left(\frac{0.3mSv/a}{QR_{inf} \cdot e_{inal,inf} + F_{scher} \cdot e_{imm} \cdot n.o.}; \frac{0.3mSv/a}{QR_{10a} \cdot e_{inal,10a} + F_{scher} \cdot e_{imm} \cdot n.o.}; \frac{0.3mSv/a}{QR_{ad} \cdot e_{inal,ad} + F_{scher} \cdot e_{imm} \cdot n.o.}\right)$$

dove  $e_{inal,inf}$ ,  $e_{ing,10a}$  e  $e_{ing,ad}$  [mSv/Bq] è il coefficiente di dose per l'inalazione per i bambini nella prima infanzia, i bambini di 10 anni o gli adulti ed  $e_{imm}$  [(mSv/h)/(Bq/m<sup>3</sup>)] è il coefficiente di dose per l'immersione (non legato all'età). I fattori di dose per inalazione e immersione provengono dagli allegati 5 e 6.

Per l'immersione è stato impiegato un fattore di schermatura ( $F_{scher}$ ) di 0,4 per un soggiorno parziale nell'edificio.

Per i coefficienti respiratori  $QR_{inf}$ ,  $QR_{10a}$ ,  $QR_{ad}$  [m<sup>3</sup>/a] per bambini nella prima infanzia, bambini di 10 anni o adulti sono stati impiegati i seguenti valori (IFSN-G14):

- a.  $QR_{inf} = 2022 [m^3/a]$
- b.  $QR_{10a} = 5688 [m^3/a]$
- c.  $QR_{ad} = 7584 [m^3/a]$

## 2 Limiti di immissione per le acque(LI<sub>acque</sub>):

2.1 I limiti di immissione per le acque pubbliche sono definiti in modo che una persona in situazione critica che coprisse l'intero fabbisogno di acqua potabile con acqua contaminata con il limite di immissione, ne riceverebbe una dose di ingestione annua di 0,3 mSv.

## 2.2

Nuclide	Limite di immissione per le acque [Bq/l]			
	Adulto	10 anni	Prima infanzia	<b>Minimo</b>
HTO	2,6E+04	2,0E+04	2,5E+04	2,0E+04
C-14	8,0E+02	5,8E+02	7,5E+02	5,8E+02
Na-22	1,4E+02	8,4E+01	8,0E+01	8,0E+01
Na-24	1,1E+03	6,0E+02	5,2E+02	5,2E+02
Mn-54	6,5E+02	3,6E+02	3,9E+02	3,6E+02
Co-60	1,4E+02	4,2E+01	4,4E+01	4,2E+01
Zn-65	1,2E+02	7,2E+01	7,5E+01	7,2E+01
Sr-90/Y-90	1,6E+01	7,7E+00	1,6E+01	7,7E+00
Tc-99m	2,1E+04	1,1E+04	9,2E+03	9,2E+03
I-131 (el)	2,1E+01	8,9E+00	6,7E+00	6,7E+00
Cs-137/Ba-137m	3,6E+01	4,6E+01	1,0E+02	3,6E+01
Pu-239	1,8E+00	1,7E+00	2,9E+00	1,7E+00
Am-241	2,3E+00	2,1E+00	3,2E+00	2,1E+00

2.3 I limiti di immissione per le acque per altri radionuclidi possono essere calcolati con la seguente formula:

$$LI_{acque}[Bq/l] = \min\left(\frac{0.3mSv/a}{e_{ing,inf} \cdot CA_{inf}}; \frac{0.3mSv/a}{e_{ing,10a} \cdot CA_{10a}}; \frac{0.3mSv/a}{e_{ing,ad} \cdot CA_{ad}}\right)$$

dove  $e_{ing,inf}$ ,  $e_{ing,10a}$  e  $e_{ing,ad}$  [mSv/Bq] è il coefficiente di dose per l'ingestione per bambini nella prima infanzia, bambini di 10 anni d'età o adulti e  $CA_{inf}$ ,  $CA_{10a}$ ,  $CA_{ad}$  è il consumo di acqua potabile in litri all'anno [l/a] per bambini nella prima infanzia, bambini di 10 anni o adulti.

Per il consumo di acqua potabile sono stati calcolati 650 l per adulti e bambini di 10 anni e 250 l per i bambini nella prima infanzia. I fattori di dose per ingestione provengono dall'allegato 5.

### 3 Nel caso delle miscele di nuclidi, per i limiti di immissione per l'aria o per le acque si applica la regola dell'addizione:

Regola per il controllo dell'osservanza dei limiti di immissione per l'aria o per le acque per le miscele di nuclidi, ponderando i vari nuclidi in funzione della loro pericolosità. Se sono soddisfatte le disequazioni seguenti, le miscele si situano al di sotto dei limiti di immissione.

$$\frac{a_1}{LI_{aria_1}} + \frac{a_2}{LI_{aria_2}} + \dots + \frac{a_n}{LI_{aria_n}} < 1$$

$a_1, a_2, \dots, a_n$ : concentrazioni di attività nell'aria dei nuclidi 1, 2, ..., n in Bq/m<sup>3</sup>.

$LI_{aria_1}, LI_{aria_2}, \dots, LI_{aria_n}$ : limiti di immissione per l'aria dei nuclidi 1, 2, ..., n in Bq/m<sup>3</sup>.

$$\frac{a_1}{LI_{acque_1}} + \frac{a_2}{LI_{acque_2}} + \dots + \frac{a_n}{LI_{acque_n}} < 1$$

$a_1, a_2, \dots, a_n$ : concentrazioni di attività nell'acqua dei nuclidi 1, 2, ..., n in Bq/l.

$LI_{acque_1}, LI_{acque_2}, \dots, LI_{acque_n}$ : limiti di immissione per le acque dei nuclidi 1, 2, ..., n in Bq/l.

*Allegato 8*

(art. 58 cpv. 4 lett. b, 92 cpv. 2 e 97 cpv. 2)

## Designazione delle zone controllate e sorvegliate

A seconda delle sorgenti di radiazioni impiegate, le zone controllate e sorvegliate devono essere contrassegnate come segue:

### 1 Sorgenti radioattive non sigillate:

- il nuclide di massima radiotossicità e la sua attività massima;
- la classificazione dell'area di lavoro (tipo A, B o C) o del tipo di zona;
- il grado di contaminazione massima non fissata su superfici in Bq/cm<sup>2</sup> oppure come numero dei vincoli per il nuclide in questione;
- il grado di contaminazione massima dell'aria del locale in Bq/m<sup>3</sup>;
- l'intensità di dose ambientale in mSv/h nelle aree accessibili, se sensato;
- indicazioni sugli indumenti protettivi necessari e sulle misure di protezione;
- il segnale di pericolo.

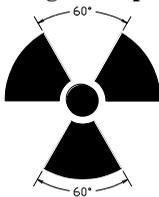
### 2 Sorgenti radioattive sigillate:

- il nuclide di massima radiotossicità e la sua attività massima, oppure l'attività e il nuclide con la radiazione gamma a più alta energia;
- l'intensità di dose ambientale in mSv/h nelle aree accessibili, se sensato;
- il segnale di pericolo.

### 3 Impianti (p. es. impianti a raggi X, acceleratori):

- la designazione dell'impianto;
- il tipo di radiazione (p. es. elettroni, raggi X, neutroni, sempre che ciò non risulti già evidente dalla designazione dell'impianto);
- l'intensità di dose ambientale in mSv/h nelle aree accessibili, se sensato;
- il segnale di pericolo.

### 4 Segnale di pericolo



Rapporto tra i raggi: 1:1, 5:5

*Allegato 9*  
(art. 108)

### **Valori di attività per la definizione di sorgenti sigillate ad alta attività**

Per i radionuclidi che non figurano nella tabella sottostante, il valore di attività corrisponde al valore D della pubblicazione dell'AIEA «Dangerous quantities of radioactive material (D-values)» (quantitativi pericolosi di materiali radioattivi (valori D)) (EPR-D-VALUES 2006)<sup>45</sup>.

Radionuclide	Valore di attività (TBq)
Am-241	$6 \times 10^{-2}$
Am-241/Be	$6 \times 10^{-2}$
Cf-252	$2 \times 10^{-2}$
Cm-244	$5 \times 10^{-2}$
Co-60	$3 \times 10^{-2}$
Cs-137	$1 \times 10^{-1}$
Gd-153	$1 \times 10^0$
Ir-192	$8 \times 10^{-2}$
Pm-147	$4 \times 10^1$
Pu-238	$6 \times 10^{-2}$
Pu-239/Be <sup>46</sup>	$6 \times 10^{-2}$
Ra-226	$4 \times 10^{-2}$
Se-75	$2 \times 10^{-1}$
Sr-90 (Y-90)	$1 \times 10^0$
Tm-170	$2 \times 10^1$
Yb-169	$3 \times 10^{-1}$

<sup>45</sup> Le pubblicazioni dell'AIEA concernenti la presente ordinanza si possono consultare gratuitamente sul sito Internet dell'AIEA [www.iaea.org](http://www.iaea.org) > Publications.

<sup>46</sup> È indicata l'attività del radionuclide che emette raggi alfa.

*Allegato 10*  
(art. 198)

## **Modifica di altri atti normativi**

Le ordinanze qui appresso sono modificate come segue:

### **1. Ordinanza del 19 novembre 2013<sup>47</sup> sulla formazione professionale**

*Art. 12 cpv. 6*

<sup>6</sup>Le prescrizioni concernenti le formazioni in radioprotezione riconosciute ai sensi dell'ordinanza del ...<sup>48</sup> sulla radioprotezione necessitano del consenso dell'Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP).

### **2. Ordinanza dell'11 febbraio 2004<sup>49</sup> sulla circolazione stradale militare**

*Allegato 1 numero 1701*

#### **1700            Trasporti di materiale radioattivo**

1701            Il materiale dell'esercito con materiale radioattivo che conformemente alla SDR/ADR può essere trasportato come collo esente e gli oggetti ammessi dall'Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP) in virtù dell'articolo 27 dell'ordinanza del ...<sup>50</sup> sulla radioprotezione non sottostanno alle prescrizioni in materia di trasporti della SDR/ADR concernenti la classe 7.

### **3. Ordinanza del 20 ottobre 2010<sup>51</sup> sugli interventi NBCN**

*Art. 5 cpv. 1 lett. c*

*Abrogato*

*Art. 11 cpv. 2 lett. b*

<sup>2</sup> In questi casi l'UFPP ha i compiti seguenti:

---

47    RS **412.101**

48    RS ...

49    RS **510.710**

50    RS ...

51    RS **520.17**

- b. procura i dati e le informazioni necessari per allestire un quadro della situazione radiologica e ne assicura la valutazione per ordinare provvedimenti immediati.

*Allegato 1 numero 8*

*Abrogato*

#### **4. Ordinanza del 10 dicembre 2004<sup>52</sup> sull'energia nucleare**

*Art. 8 cpv. 4*

<sup>4</sup>Nella progettazione di un impianto nucleare ai sensi dell'articolo 7 lettera c, gli incidenti di cui ai capoversi 2 e 3 vanno suddivisi in funzione della probabilità come stabilito nell'articolo 135 dell'ordinanza del ...<sup>53</sup> sulla radioprotezione (ORaP). Oltre all'evento iniziatore va ipotizzato un fallimento singolo indipendente. Occorre comprovare che le dosi di cui all'articolo 135 capoversi 2-5 ORaP possono essere rispettate.

*Art. 22 cpv. 1*

<sup>1</sup>Gli impianti nucleari non necessitano di un'autorizzazione di massima, se la frequenza di tutti gli incidenti di cui all'articolo 8 capoversi 2 e 3 con una dose risultante superiore a 1 mSv per gli individui della popolazione ammonta al massimo a  $10^{-6}$  all'anno; in aggiunta, per i depositi intermedi e i depositi in strati geologici profondi, la somma delle attività di tutti i nuclidi da depositare non deve superare  $10^{13}$  LL conformemente all'allegato 3 colonna 9 ORaP<sup>54</sup>.

*Modifica di allegati*

<sup>1</sup>L'allegato 3 è modificato secondo l'appendice 1.

<sup>2</sup>L'allegato 6 ha una nuova versione secondo l'appendice 2.

#### **5. Ordinanza del 20 settembre 2013<sup>55</sup> sulla ricerca umana**

*Sostituzione di un'espressione*

*In tutta l'ordinanza, l'espressione «sorgente radioattiva» è sostituito con «sorgente di radiazioni».*

---

52 RS 732.11

53 RS ...

54 RS 814.501

55 RS 810.301

**Art. 23** Verifica, notifica e rapporto in caso di  
impiego di sorgenti radioattive

<sup>1</sup> Nel caso di esami con sorgenti radioattive, la direzione del progetto verifica il rispetto dei vincoli di dose di cui all'articolo 57 dell'ordinanza sulla radioprotezione del ....

<sup>2</sup> Essa notifica alla commissione d'etica competente il superamento del vincolo di dose ammesso entro sette giorni lavorativi dal momento in cui ne ha conoscenza.

<sup>3</sup> La commissione d'etica competente può richiedere la consulenza tecnica dell'UFSP per valutare il calcolo o la stima della dose nonché per definire ulteriori misure.

<sup>4</sup> Entro un anno dalla conclusione o dall'interruzione di un progetto di ricerca comprendente esami con sorgenti radioattive sigillate o non sigillate, la direzione del progetto trasmette all'UFSP un rapporto finale contenente tutte le indicazioni rilevanti ai fini della radioprotezione, in particolare una stima retrospettiva delle dosi per le persone partecipanti.

<sup>5</sup> Non sussiste alcun obbligo di fare rapporto secondo il capoverso 4 nel caso di esami di routine di medicina nucleare con radiofarmaci omologati.

<sup>6</sup> Nell'ambito del parere di cui all'articolo 19 o su domanda, l'UFSP può prevedere ulteriori deroghe dall'obbligo di fare rapporto di cui al capoverso 4.

## **6. Ordinanza del 20 settembre 2013<sup>56</sup> sulle sperimentazioni cliniche**

### *Sostituzione di un'espressione*

*In tutta l'ordinanza, l'espressione «sorgente radioattiva» è sostituito con «sorgente di radiazioni».*

**Art. 44** Monitoraggio, notifica e rapporto in caso di  
impiego di sorgenti radioattive

<sup>1</sup> Nel caso di sperimentazioni cliniche con agenti terapeutici che possono emettere radiazioni ionizzanti e di esami con sorgenti radioattive, lo sperimentatore monitora il rispetto del vincolo di dose di cui all'articolo 57 dell'ordinanza sulla radioprotezione del ....

<sup>2</sup> Essa notifica alla commissione d'etica competente il superamento del vincolo di dose ammesso entro sette giorni lavorativi dal momento in cui ne ha conoscenza.

<sup>3</sup> Per le sperimentazioni cliniche delle categorie B e C con agenti terapeutici che emettono radiazioni ionizzanti occorre dare notifica anche all'Istituto conformemente al capoverso 2. Tale obbligo incombe al promotore.

<sup>4</sup> La commissione d'etica competente o l'Istituto possono richiedere la consulenza tecnica dell'UFSP per valutare il calcolo o la stima della dose nonché per definire ulteriori misure.

---

<sup>56</sup> RS 810.305

<sup>5</sup> Entro un anno dalla conclusione o dall'interruzione di una sperimentazione clinica comprendente esami con sorgenti radioattive sigillate o non sigillate, lo sperimentatore trasmette all'UFSP un rapporto finale contenente tutte le indicazioni rilevanti ai fini della radioprotezione, in particolare una stima retrospettiva delle dosi per le persone partecipanti.

<sup>6</sup> Non sussiste alcun obbligo di fare rapporto secondo il capoverso 5 nel caso di esami di routine di medicina nucleare con radiofarmaci omologati.

<sup>7</sup> Nell'ambito del parere di cui all'articolo 28 o su domanda, l'UFSP può prevedere ulteriori deroghe all'obbligo di fare rapporto di cui al capoverso 5.

## **7. Ordinanza del 27 giugno 1995<sup>57</sup> sull'assicurazione malattie**

*Art. 44 cpv. 3*

<sup>3</sup> Sono fatte salve le disposizioni relative all'applicazione di radiazioni ionizzanti in chiropratica, segnatamente l'articolo 19 capoverso 1 lettera d dell'ordinanza del ...<sup>58</sup> sulla radioprotezione nonché le relative disposizioni d'esecuzione del Dipartimento federale dell'interno.

## **8. Ordinanza del 19 dicembre 1983<sup>59</sup> sulla prevenzione degli infortuni**

*Sostituzione di un'espressione*

*In tutta l'ordinanza, l'espressione «Ufficio federale» è sostituito con «UFSP».*

*Art. 2 cpv. 2 lett. c*

<sup>2</sup> Le prescrizioni sulla prevenzione degli infortuni professionali non sono applicabili:

- c. agli impianti nucleari per quanto concerne la sicurezza nucleare, la sicurezza e la protezione tecnica contro le radiazioni, come anche per la protezione tecnica contro le radiazioni alle aziende sottoposte al controllo dell'Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP) in virtù dell'ordinanza del ...<sup>60</sup> sulla radioprotezione;

---

57 RS **832.102**

58 RS ...

59 RS **832.30**

60 RS ...

*Appendice 1 alla modifica dell'ordinanza sull'energia nucleare  
(allegato 10 n. 3)*

*Allegato 3<sup>61</sup>  
(art. 28 e 41)*

## **Documentazione relativa all'esercizio**

### *N. 1 «Regolamento di radioprotezione»*

#### **1. Documenti organizzativi**

---

Regolamento di radioprotezione	Il regolamento di radioprotezione disciplina i compiti del titolare della licenza d'esercizio in materia di radioprotezione, in particolare la misurazione dei rilasci radioattivi nei dintorni dell'impianto e la radioprotezione delle persone impiegate nella zona controllata dell'impianto nucleare.
--------------------------------	---

---

---

<sup>61</sup> Aggiornato dal n. 12 dell'all. all'O del 12 nov. 2008 sull'Ispettorato federale della sicurezza nucleare, in vigore dal 1° gen. 2009 (RU **2008** 5747).

*Appendice 2 alla modifica dell'ordinanza sull'energia nucleare  
(allegato 10 n. 3)*

*Allegato 6  
(art. 21 e 38)*

### **Rapporto su eventi e riscontri nell'ambito della sicurezza interna**

Rapporto	Contenuto	Periodicità
Rapporto d'evento	Rapporto su eventi e riscontri prodottisi nell'impianto contenente: a. classificazione in base ai criteri sottostanti, descrizione sintetica dell'evento o del riscontro e conclusioni al momento note; b. stato dell'impianto prima dell'evento o al momento del riscontro; c. svolgimento dell'evento e risposta dell'impianto o genere di riscontro; d. causa dell'evento o del riscontro; e. misure immediate; f. allegati.	Ad ogni evento o riscontro che soggiace all'obbligo di notifica
Rapporto sulle misure successive	Rapporto su eventi e riscontri prodottisi nell'impianto contenente: a. misure successive; b. valutazione dell'importanza per la sicurezza; c. allegati.	Ad ogni evento o riscontro che soggiace all'obbligo di notifica

### **Classificazione di eventi e riscontri**

Eventi e riscontri vanno classificati secondo la loro importanza per la preparazione alle situazioni di emergenza.

#### **1. Classificazione:**

Tipo di notifica	Descrizione
<b>Emergenza generale</b> (General Emergency)	evento che costituisce un serio rischio radiologico attuale o previsto per i dintorni e che rende assolutamente necessaria la preparazione o l'attuazione di misure di protezione nei dintorni degli impianti nucleari.
<b>Emergenza nell'area del sito</b> (Site Area Emergency)	evento che potrebbe trasformarsi in un'emergenza generale o in cui vi è un serio rischio radiologico nell'area del sito. È possibile un rischio radiologico futuro (previsto) per i dintorni che rende necessario l'intervento dello stato maggiore d'emergenza dell'impianto nucleare e di organizzazioni d'emergenza esterne.

---

<b>Allerta</b>	evento che conduce a un abbassamento notevole del grado di protezione per il personale addetto all'esercizio o che potrebbe trasformarsi in un'emergenza nell'area del sito o in un'emergenza generale e, a seconda dell'evento, potrebbe richiedere anche l'intervento dello stato maggiore d'emergenza o di stati maggiori ristretti dell'impianto nucleare.
<b>Non classificato</b>	evento o riscontro che soggiace all'obbligo di notifica per quanto riguarda la sicurezza nucleare, che non soddisfa nessuno dei criteri propri dell'allerta, dell'emergenza nell'area del sito o dell'emergenza generale.
<b>Evento d'interesse pubblico</b>	evento percettibile per il pubblico nell'area dell'impianto nucleare o negli immediati dintorni, indipendentemente dalla sua importanza per la sicurezza nucleare, oppure evento connesso con un impianto nucleare riguardo a cui l'IFSN deve eventualmente rispondere a interrogazioni, oppure evento percettibile per il pubblico nell'ambito di un trasporto delle categorie da I a III (di cui all'allegato 2 OENu) di materiale nucleare o scorie radioattive provenienti dal ritrattamento.

---

## 2. Scadenze per la notifica di eventi e riscontri nell'ambito della sicurezza interna:

	<b>Emergenza generale</b>	<b>Emergenza nell'area del sito</b>	<b>Allerta</b>	<b>Non classificato</b>	<b>Evento d'interesse pubblico</b>
Notifica telefonica (prima informazione)	immediatamente	immediatamente	immediatamente	24 ore <sup>1</sup>	immediatamente
Conferma scritta della notifica	Secondo i dettami dell'organizzazione di emergenza dell'IFSN	Secondo i dettami dell'organizzazione di emergenza dell'IFSN	Secondo i dettami dell'organizzazione di emergenza dell'IFSN	24 ore <sup>1</sup>	Entro 2 ore dopo la prima informazione
Rapporto d'evento	36 ore	36 ore	10 giorni	30 giorni	Rapporto mensile <sup>2</sup>
Rapporto sulle misure successive	Secondo le esigenze	Secondo le esigenze	30 giorni	30 giorni	Rapporto mensile <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Entro 24 ore, fra le 08:00 e le 17:00

<sup>2</sup> Nel rapporto trimestrale o annuo, se non è necessario un rapporto mensile

### 3. Scala di valutazione internazionale INES dell'AIEA

Per poter informare la popolazione, gli eventi e i riscontri devono essere valutati secondo la scala di valutazione internazionale INES dell'AIEA. (cfr. INES User's Manual edizione 2008, AIEA, Vienna 2009).

Livello	Denominazione	Criteri
7	Incidente grave	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Rilascio nei dintorni dell'impianto di gran parte dell'inventario del nocciolo, sotto forma di una miscela di sostanze radioattive a breve e lunga vita media (in quantità radiologicamente equivalenti a più di 50 000 TBq di iodio 131).</li> </ul>
6	Incidente serio	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Rilascio nei dintorni dell'impianto di sostanze radioattive (in quantità radiologicamente equivalenti a iodio 131 fra i 5000 e i 50 000 TBq).</li> </ul>
5	Incidente con pericolo per i dintorni dell'impianto	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Rilascio nei dintorni dell'impianto di sostanze radioattive (in quantità radiologicamente equivalenti a iodio 131 fra i 500 e i 5000 TBq).</li> <li>– Grave danneggiamento del nocciolo e rilascio di una grande quantità di radioattività all'interno dell'impianto.</li> </ul>
4	Incidente senza pericolo significativo per i dintorni dell'impianto	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Rilascio nei dintorni dell'impianto di sostanze radioattive in quantità superiore ai limiti consentiti che comporta per le persone più esposte alle radiazioni una dose dell'ordine di alcuni millisievert.</li> <li>– Danneggiamento parziale del nocciolo del reattore dovuto a cause meccaniche o a fusione.</li> <li>– Irradiazione del personale risultante in un'alta probabilità di decesso a breve termine.</li> </ul>
3	Avaria seria	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Rilascio nei dintorni dell'impianto di sostanze radioattive in quantità superiore ai limiti consentiti che comporta per le persone più esposte alle radiazioni una dose dell'ordine di alcuni decimi di millisievert.</li> <li>– Irradiazione del personale tale da rendere verosimili patologie acute da radiazioni. Grave contaminazione nell'impianto.</li> <li>– Avarie che, in concomitanza con l'ulteriore fallimento di sistemi di sicurezza, potrebbero portare ad incidenti; oppure una situazione in cui i sistemi di sicurezza non sarebbero in grado di evitare un incidente, nel caso in cui si verificassero certi eventi iniziatori.</li> </ul>
2	Avaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Evento o riscontro caratterizzato da importanti disfunzioni dei sistemi di sicurezza ma con un</li> </ul>

sufficiente margine di sicurezza da ovviare anche ad ulteriori fallimenti. Eventi e riscontri del livello 1, ma che fanno intravedere in aggiunta significative lacune organizzative o relative alla cultura della sicurezza.

- Evento con un'irradiazione del personale maggiore della dose limite annua. Diffusione significativa di radioattività all'interno dell'impianto non prevedibile in base alla progettazione.

---

1 Anomalia

- Anomalia non prevista dalle condizioni di esercizio prescritte. Può essere riconducibile al mancato funzionamento di equipaggiamenti, a errori umani o a lacune procedurali. Evento o riscontro senza conseguenze dirette sulla sicurezza, ma caratterizzato da notevoli lacune organizzative o relative alla cultura della sicurezza.

---

0 Eventi e riscontri non significativi per la sicurezza

- Eventi e riscontri che non comportano il superamento di limiti e condizioni d'esercizio e che possono essere gestiti con le procedure appropriate.  
Esempi: singoli errori all'interno di un sistema ridondante constatati in occasione di test periodici, arresto automatico del reattore con risposta normale dell'impianto, perdite entro i limiti d'esercizio previsti.

Tutti gli esempi sono da considerarsi senza grosse implicazioni per la cultura della sicurezza.

---



# **Ordinanza del DFI concernente la manipolazione di sorgenti radioattive (MSRa)**

del ...

Avamprogetto per l'indagine conoscitiva

---

*Il Dipartimento federale dell'interno, d'intesa con l'Ispettorato federale della sicurezza nucleare (IFSN),*

visti gli articoli 95 capoverso 7, 96 capoverso 2, 98 capoverso 4, 101, 103 capoverso 2, 111 capoverso 2 dell'ordinanza del ...<sup>1</sup> sulla radioprotezione (ORaP),

*ordina:*

## **Capitolo 1: Disposizioni generali**

### **Art. 1**            Oggetto e campo d'applicazione

<sup>1</sup> La presente ordinanza regola tutte le manipolazioni con sorgenti radioattive.

<sup>2</sup> È esclusa la manipolazione di sorgenti radioattive sigillate a scopo diagnostico e terapeutico in medicina e in veterinaria.

### **Art. 2**            Definizioni

Si applicano le definizioni di cui all'articolo 2 e all'allegato 1 ORaP nonché all'allegato 1 della presente ordinanza.

### **Art. 3**            Deroghe

Nel singolo caso l'Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP) può, su richiesta, concedere deroghe alle disposizioni della presente ordinanza se:

- a. l'esperienza e lo stato della scienza e della tecnica lo richiedono in caso di una novità tecnica o di un'applicazione speciale; e
- b. misure appropriate garantiscono che il rischio radiologico rimane uguale a quello incorso se le disposizioni della presente ordinanza fossero osservate.

**RS 814.554**

<sup>1</sup> **RS 814.501**

**Art. 4** Messa in sicurezza di sorgenti radioattive

<sup>1</sup> Le sorgenti altamente radioattive di cui all'articolo 108 ORaP devono essere messe in sicurezza con adeguate misure di carattere edile e operativo contro la sottrazione e le manipolazioni non autorizzate.

<sup>2</sup> Le informazioni sensibili per la sicurezza di sorgenti altamente radioattive devono essere protette con misure amministrative e tecniche dall'accesso non autorizzato.

<sup>3</sup> Le misure di sicurezza hanno in particolare l'obiettivo di evitare, intercettare, ritardare la sottrazione o la manipolazione non autorizzata e di consentire un intervento.

<sup>4</sup> Le misure di sicurezza devono essere riportate in un piano di sicurezza. Quest'ultimo deve essere sottoposto per la verifica all'autorità di vigilanza e aggiornato regolarmente.

<sup>5</sup> Nel piano di sicurezza vanno riportate in particolare le modalità per garantire l'accesso alle aree con sorgenti altamente radioattive alle sole persone autorizzate.

<sup>6</sup> La presenza e l'integrità delle sorgenti altamente radioattive devono essere controllate periodicamente. La periodicità deve essere stabilita nel piano di sicurezza.

<sup>7</sup> Se il bilancio di attività in un sito di deposito di sorgenti radioattive supera di oltre 100 000 volte il livello di licenza di cui all'appendice colonna 10 ORaP, l'autorità di vigilanza può esigere un piano di sicurezza e corrispondenti misure di messa in sicurezza.

**Art. 5** Vincoli per la manipolazione di sorgenti non sigillate

Per la manipolazione di sorgenti radioattive non sigillate vanno osservati, oltre ai valori operativi di cui all'appendice 3 ORaP, i vincoli di cui all'allegato 2 della presente ordinanza.

**Art. 6** Tipi di settore

<sup>1</sup> All'interno di zone con un'intensità di dose ambientale più elevata, per la pianificazione e la regolazione delle dosi individuali devono essere allestiti e segnalati settori con una delle seguenti intensità di dose ambientale massime ammesse:

- a. tipo di settore V: in punti accessibili, intensità di dose ambientale inferiore a 0,01 mSv/h;
- b. tipo di settore W: in punti accessibili, intensità di dose ambientale tra 0,01 e 0,1 mSv/h;
- c. tipo di settore X: in punti accessibili, intensità di dose ambientale tra 0,1 e 1,0 mSv/h;
- d. tipo di settore Y: in punti accessibili, intensità di dose ambientale tra 1,0 e 10 mSv/h;
- e. tipo di settore Z: in punti accessibili, intensità di dose ambientale superiore a 10 mSv/h.

<sup>2</sup> La permanenza nei settori di tipo V-Z va sorvegliata in considerazione del principio dell'ottimizzazione di cui all'articolo 5 ORaP. La durata della permanenza va limitata in modo che non venga superata una dose individuale data.

<sup>3</sup> Gli accessi a locali del tipo di settore Z devono poter essere bloccati con porte o travi in calcestruzzo durante l'esercizio normale.

## **Capitolo 2: Misure edili di radioprotezione ed equipaggiamento**

### **Sezione 1: Disposizioni generali**

**Art. 7** Piani relativi alle misure tecniche edili di radioprotezione

<sup>1</sup> Per i locali di irradiazione di cui agli articoli 30 e 31 e i locali di medicina nucleare di cui agli articoli 27 e 28, il richiedente deve allegare alla domanda di licenza i piani relativi alle misure tecniche edili di radioprotezione, in particolare:

- a. una pianta dei locali in scala 1:20 o 1:50 sulla quale figura la disposizione delle sorgenti radioattive e delle possibili direzioni delle radiazioni facenti stato per la determinazione delle distanze;
- b. disegni in sezione qualora necessari per determinare le aree da proteggere;
- c. tabelle di calcolo contenenti le indicazioni di cui all'allegato 7;
- d. una descrizione dell'impianto di allarme e sicurezza.

<sup>2</sup> I piani relativi alle misure tecniche edili di radioprotezione devono essere stati controllati da periti in radioprotezione ai sensi dell'articolo 9 capoverso 1 lettera c ORaP. Questi provvedono affinché l'esecuzione dei lavori avvenga conformemente alle prescrizioni di cui al capoverso 1.

**Art. 8** Tecnica di costruzione, contrassegno e certificato delle sorgenti radioattive sigillate

<sup>1</sup> La tecnica di costruzione e il contrassegno delle sorgenti radioattive sigillate sono disciplinati dagli articoli 105 e 106 ORaP.

<sup>2</sup> Il fornitore deve allegare a ogni sorgente radioattiva un certificato del produttore, su cui sono riportate almeno le indicazioni seguenti:

- a. classificazione ISO sulla base di un esame del tipo, se l'attività della sorgente radioattiva supera di 100 volte il livello di licenza di cui all'appendice 3 colonna 10 ORaP;
- b. radionuclide, forma fisica e chimica, attività, tipo e dimensioni dell'involucro, data di fabbricazione e di misurazione;
- c. risultati dell'esame di ermeticità e di assenza di contaminazione.

**Art. 9** Approvazione dei piani secondo la legge sul lavoro

Le aziende industriali che allestiscono o ristrutturano zone di lavoro per la manipolazione di sorgenti radioattive non sigillate o locali di irradiazione per unità di irradiazione devono rispettare, conformemente all'articolo 7 capoverso 1 della legge sul lavoro del 13 marzo 1964, le prescrizioni in materia di approvazione dei piani da parte delle autorità cantonali.

**Sezione 2: Zone di lavoro e zone****Art. 10** Caratteristiche edili

I requisiti edili delle zone di lavoro e delle zone di cui agli articoli 95 e 96 ORaP sono disciplinati nell'allegato 5.

**Art. 11** Settori tagliafuoco

<sup>1</sup> Le singole zone di lavoro e zone devono essere concepite come settori tagliafuoco separati tra loro.

<sup>2</sup> È ammessa la disposizione nello stesso settore tagliafuoco di più zone di lavoro o zone, a condizione che sia osservato l'articolo 136 ORaP.

<sup>3</sup> Se una zona di lavoro di tipo C è delimitata all'interno di un locale, per le superfici perimetrali del locale valgono i requisiti in materia di protezione dagli incendi.

<sup>4</sup> L'autorità di vigilanza può, in singoli casi, aumentare i requisiti minimi per quanto concerne la resistenza al fuoco delle zone di lavoro, qualora il pericolo di incendio sia più acuto o vi sia rischio di contaminazione.

**Art. 12** Pavimenti, superfici di lavoro, cappe aspiranti

<sup>1</sup> Nel fissare al pavimento apparecchi o attrezzature senza distanza dal suolo, ci si deve assicurare che nessun liquido possa infiltrarsi sotto gli apparecchi o sotto il rivestimento del pavimento.

<sup>2</sup> Le superfici di lavoro ed i pavimenti devono soddisfare in linea di massima gli stessi requisiti dei laboratori chimici; essi vanno realizzati in modo da essere intaccati il meno possibile dai prodotti chimici ordinari, quali acidi, basi, solventi organici e prodotti di pulizia.

<sup>3</sup> Per le cappe aspiranti, i comandi dei rubinetti del gas e dell'acqua e gli interruttori elettrici devono essere disposti sul lato esterno.

**Art. 13** Accesso

L'accesso alle zone di lavoro e alle zone deve essere allestito in modo da impedire la propagazione delle contaminazioni. I requisiti sono disciplinati nell'allegato 5.

**Art. 14** Lavabi

<sup>1</sup> All'interno delle zone controllate e delle zone di lavoro, in prossimità delle uscite devono essere disponibili lavabi per la decontaminazione delle mani.

<sup>2</sup> I rubinetti e i distributori di sapone devono poter essere azionati senza usare le mani. Devono inoltre essere utilizzati unicamente asciugamani monouso.

**Art. 15** Scarichi per rifiuti liquidi

Se all'interno di una zona di lavoro o di una zona si producono rifiuti radioattivi liquidi si devono predisporre idonei scarichi oppure recipienti collettori. L'autorità di vigilanza decide se gli scarichi devono essere allacciati a un impianto di controllo secondo l'articolo 24.

**Art. 16** Aerazione

<sup>1</sup> Le zone di lavoro e le zone devono essere aerate in maniera sufficiente secondo i requisiti di cui all'allegato 5.

<sup>2</sup> Se non possono essere aerate a sufficienza tramite una finestra esterna, le zone di lavoro di tipo C devono essere aerate tramite circolazione artificiale. Qualora in un edificio vi siano più zone di lavoro di tipo C, l'autorità preposta al rilascio delle licenze e l'autorità di vigilanza possono esigere un'aerazione artificiale.

<sup>3</sup> In presenza di aerazione artificiale, questa va regolata in modo che la pressione nei locali con maggiore rischio di contaminazione sia più bassa di quella dei locali con minore rischio, in particolare rispetto ai locali ad attività normale ubicati in altre parti dell'edificio.

<sup>4</sup> Il titolare della licenza deve verificare almeno una volta all'anno il corretto funzionamento dell'aerazione artificiale (depressione) nelle zone di lavoro e nelle zone.

<sup>5</sup> Le cappe aspiranti in posizione di lavoro, cioè con un'apertura d'aerazione di 20 cm, devono disporre di un afflusso d'aria pari ad almeno 0,5 m al secondo.

<sup>6</sup> Le celle in depressione devono garantire costantemente una depressione, fintanto che al loro interno si trovano sorgenti radioattive non sigillate. Nonostante le variazioni di pressione provocate dalle fasi di lavorazione, la depressione non deve scendere al disotto di 50 Pascal. Un manometro deve indicare in permanenza il valore della depressione.

**Art. 17** Scarico dell'aria

<sup>1</sup> Nel caso di evacuazione artificiale dell'aria, lo scarico dell'aria deve essere effettuato in modo che l'aria espulsa dal locale non possa fluire nello stesso o in altri locali.

<sup>2</sup> All'interno dell'edificio, e in condizioni normali d'esercizio, le tubazioni di scarico dell'aria vanno mantenute in depressione per tutta la loro lunghezza oppure devono essere realizzate a tenuta di gas.

<sup>3</sup> Lo scarico dell'aria all'esterno dell'edificio deve avvenire nel rispetto dei limiti di immissione secondo l'articolo 36 capoverso 1 ORaP o del vincolo di dose riferito alla sorgente stabilito per luoghi accessibili secondo l'articolo 25 capoverso 3 ORaP.

<sup>4</sup> Per le aree all'interno del perimetro aziendale valgono come vincolo i limiti di immissione in considerazione del tempo di permanenza.

<sup>5</sup> L'autorità di vigilanza può esigere che la tubazione di scarico dell'aria sia dotata, per la sorveglianza dell'aria espulsa, di un raccordo per il prelievo di campioni d'aria rappresentativi oppure che tale tubazione sia permanentemente sorvegliata e che venga stabilito un bilancio delle immissioni nell'ambiente.

#### **Art. 18**            Filtri

<sup>1</sup> Nelle zone di lavoro del tipo A e B l'aria espulsa dalle cappe aspiranti deve essere convogliata, attraverso filtri appropriati, il più vicino possibile all'uscita delle cappe.

<sup>2</sup> Tutta l'aria espulsa dalle zone di tipo II-IV e dalle zone di lavoro di tipo A deve essere convogliata attraverso filtri appropriati.

<sup>3</sup> L'aria aspirata dalle celle in depressione deve essere filtrata direttamente all'uscita delle celle. L'autorità di vigilanza può esigere l'impiego di filtri specifici per i nuclidi (per esempio filtri a carbone attivo, trappole refrigerate).

<sup>4</sup> L'efficacia dei filtri deve essere verificata almeno una volta all'anno.

<sup>5</sup> L'autorità di vigilanza approva il tipo e il montaggio dei filtri nonché i metodi per la verifica della loro efficacia.

### **Sezione 3: Siti di deposito di sorgenti radioattive**

#### **Art. 19**            Accesso

L'accesso ai siti di deposito e l'accesso alle sorgenti radioattive, deve essere controllato e vietato ai non aventi diritto.

#### **Art. 20**            Scopo e allestimento

I siti di deposito di sorgenti radioattive di cui all'allegato 1 essere contrassegnati come tali e possono avere unicamente funzione di deposito; essi devono essere allestiti come zone controllate o sorvegliate.

#### **Art. 21**            Intensità di dose ambientale all'esterno dei siti di deposito

Nei luoghi accessibili all'esterno dei siti di deposito devono essere rispettati i vincoli delle intensità di dose ambientale di cui all'allegato 2.

#### **Art. 22**            Protezione dagli incendi

<sup>1</sup> I siti di deposito di sorgenti radioattive devono soddisfare le seguenti classi di resistenza al fuoco conformemente alla direttiva antincendio del 26 marzo 2003

emanata dall'Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio<sup>2</sup> in materia di protezione dagli incendi:

- a. sorgenti radioattive non sigillate e sigillate da 100 LA: EI 30/REI 30<sup>3</sup>
- b. sorgenti radioattive non sigillate superiori a 10 000 LA: EI 60/REI 60
- c. sorgenti sigillate altamente radioattive: EI 60/REI 60

<sup>2</sup> Per il deposito di sorgenti radioattive con licenza legata al tipo di cui all'articolo 27 ORaP e per il deposito dei relativi semilavorati, l'autorità di vigilanza può accordare deroghe al capoverso 1, a condizione che la protezione dagli incendi sia garantita con altre misure.

#### **Art. 23** Aerazione

<sup>1</sup> I siti di deposito di sorgenti radioattive non sigillate devono poter essere aerati in maniera sufficiente. Se il bilancio di attività è superiore a 10 000 volte il livello di licenza LA, il sito di deposito deve essere aerato artificialmente.

<sup>2</sup> L'aerazione artificiale dei siti di deposito è disciplinata dall'articolo 16 capoverso 3 e dall'articolo 17.

### **Sezione 4: Trattamento delle acque di scarico, impianti di controllo**

#### **Art. 24** Controllo e ritenzione delle acque di scarico

<sup>1</sup> L'autorità preposta al rilascio delle licenze e l'autorità di vigilanza possono esigere l'installazione di un impianto di controllo delle acque di scarico, qualora si presuma che i limiti di immissione nelle acque secondo l'articolo 36 capoverso 2 ORaP o il vincolo di dose stabilito riferito alla sorgente di cui all'articolo 25 capoverso 3 ORaP possano essere superati al momento in cui queste abbandonano il perimetro aziendale. I criteri di valutazione sono in particolare:

- a. il volume d'attività;
- b. il numero di posti di lavoro;
- c. le concentrazioni delle attività;
- d. il rischio di contaminazione dovuto alle manipolazioni previste;
- e. gli scarichi a pavimento;
- f. il tempo di dimezzamento dei nuclidi impiegati;

<sup>2</sup> Questa direttiva antincendio (12-03i) e la relativa norma di protezione antincendio (1-03i) sono ottenibili dall'Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio, Bundesgasse 20, casella postale, CH - 3001 Berna oppure in Internet all'indirizzo [www.preaver.ch/IT](http://www.preaver.ch/IT) (e-mail: [mail@vkf.ch](mailto:mail@vkf.ch)).

<sup>3</sup> Classe di resistenza al fuoco: «EI» per gli elementi non portanti della costruzione, «REI» per gli elementi portanti.

- g. la frequenza di cambiamento dei lavori di ricerca previsti;
- h. la frequenza di sostituzione e l'esperienza professionale del personale.

<sup>2</sup> Le zone di lavoro di tipo A e le zone di tipo I-IV devono disporre di un impianto di controllo delle acque di scarico.

<sup>3</sup> L'autorità di vigilanza può esigere l'installazione di impianti di trattamento delle acque di scarico e un controllo del contenuto di nuclidi e di attività nelle acque di scarico dell'azienda.

#### **Art. 25** Disposizione dell'impianto di controllo delle acque di scarico

<sup>1</sup> Un impianto di controllo delle acque di scarico deve raccogliere tutte le acque potenzialmente contaminate che affluiscono dalle zone di lavoro allacciate all'impianto.

<sup>2</sup> Un impianto di controllo delle acque di scarico deve disporre di almeno due serbatoi di raccolta che possono essere riempiti alternativamente.

<sup>3</sup> L'ermeticità dei serbatoi di raccolta accessibili da ogni parte deve poter essere controllata in ogni momento. I serbatoi devono essere posti in un bacino di ritenzione in grado di accogliere il contenuto di almeno un serbatoio. I bacini di ritenzione devono essere disposti in modo da raccogliere le perdite prevedibili.

<sup>4</sup> L'ermeticità dei serbatoi di raccolta interrati deve essere controllata almeno ogni tre anni.

<sup>5</sup> Lo svuotamento dei serbatoi di raccolta non deve prodursi in maniera automatica. Deve avvenire in seguito a un'operazione manuale attiva come, ad esempio, il premere un pulsante o l'aprire un dispositivo di chiusura.

<sup>6</sup> Ogni singolo serbatoio di raccolta deve essere dotato almeno dei seguenti dispositivi:

- a. sfioratore naturale riversante in un altro serbatoio oppure nella vasca di raccolta;
- b. indicatore di livello;
- c. sistema di allarme che entra in azione quando il serbatoio è pieno per i  $4/5$ ;
- d. miscelatore;
- e. dispositivo per il prelievo di un campione rappresentativo
- f. valvole di sicurezza contro sovrappressioni e depressioni

#### **Art. 26** Acque di scarico

<sup>1</sup> Tutte le acque di scarico provenienti dai servizi sanitari delle stanze di pazienti sottoposti a terapia di medicina nucleare possono essere immesse nell'ambiente solo tramite un impianto di controllo secondo gli articoli 24 e 25.

<sup>2</sup> Le gabbie, le stalle e i locali di coltura delle piante, nei quali sono applicate sorgenti radioattive non sigillate agli animali o alle piante, devono essere sistemati in modo

da impedire la contaminazione dell'ambiente e delle acque di scarico tramite gli escreti o l'acqua utilizzata per l'irrigazione.

## **Sezione 5: Disposizione e schermatura delle aree di medicina nucleare**

### **Art. 27** Disposizione e allestimento di locali di medicina nucleare

<sup>1</sup> I laboratori di medicina nucleare, i locali di applicazione e i locali scanner adibiti alla preparazione e all'applicazione di sorgenti radioattive non sigillate nonché le stanze dei pazienti sottoposti a terapia devono soddisfare almeno gli stessi requisiti relativi alle zone di lavoro di tipo C.

<sup>2</sup> I pazienti di medicina nucleare devono disporre all'interno di una zona controllata di locali di attesa ed eventualmente riposo e di servizi igienici separati. Questi locali devono poter essere ben decontaminati.

<sup>3</sup> La schermatura delle stanze dei pazienti sottoposti a terapia deve essere concepita in vista di un'occupazione permanente delle stesse.

<sup>4</sup> La schermatura dei locali scanner, di attesa, riposo e applicazione deve essere concepita in vista di un'occupazione di 40 ore alla settimana.

### **Art. 28** Misure edili di schermatura

<sup>1</sup> Rispetto ai locali adiacenti accessibili, le aree d'attesa e i locali di riposo dei pazienti di medicina nucleare a cui sono state somministrate sorgenti radioattive non sigillate, nonché i locali di applicazione di medicina nucleare, i locali scanner e le stanze dei pazienti sottoposti a terapia devono essere dotati di una schermatura sufficiente a rispettare i vincoli in vigore per l'intensità di dose ambientale di cui all'allegato 2.

<sup>2</sup> Per il dimensionamento delle schermature si deve tenere conto, secondo l'esperienza e lo stato della scienza e della tecnica, delle attività applicate, delle distanze dalle aree accessibili, della durata di un'eventuale esposizione di persone e dei parametri specifici dei nuclidi. A tal fine occorre considerare:

- a. le raccomandazioni delle organizzazioni specializzate nazionali e internazionali;
- b. le guide dell'Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP).

<sup>3</sup> Le stanze dei pazienti sottoposti a terapia devono disporre di schermi mobili appropriati. Nel caso si debbano assistere pazienti immobilizzati a letto, lungo il letto del paziente deve essere posto un pannello schermante fisso alto almeno 110 cm. L'intensità di dose ambientale misurata dietro lo schermo non deve superare i valori di cui all'allegato 2.

<sup>4</sup> All'esterno dei locali schermati, l'azione protettiva delle schermature deve essere assicurata fino a un'altezza di almeno 200 cm dal pavimento.

<sup>5</sup> L'equivalente di piombo va scritto in modo indelebile su porte, finestre e pannelli contenenti schermature supplementari.

<sup>6</sup> Nelle installazioni per la tomografia computerizzata, come la tomografia a emissione di positroni (PET) o la tomografia computerizzata a emissione singola di fotoni (SPECT), il locale di comando deve essere completamente separato e schermato dal locale di radiazione.

**Art. 29** Servizi sanitari nelle stanze dei pazienti sottoposti a terapia

Le stanze per pazienti sottoposti a terapia residenziale di medicina nucleare devono essere dotate di servizi sanitari (lavabo, doccia, WC) propri, oppure questi ultimi devono essere disponibili nelle immediate vicinanze all'interno della zona controllata.

**Sezione 6: Disposizione e schermatura per la manipolazione di unità di irradiazione**

**Art. 30** Ubicazione delle unità di irradiazione

<sup>1</sup> L'esercizio di unità di irradiazione senza protezione totale deve avvenire all'interno di locali di irradiazione.

<sup>2</sup> Se, per ragioni aziendali o tecniche, l'esercizio di unità di irradiazione senza protezione totale all'interno di locali di irradiazione non è possibile, o non è necessario per ragioni di radioprotezione, l'autorità di vigilanza può ammetterlo all'interno di altre zone sorvegliate.

<sup>3</sup> L'ubicazione di unità di irradiazione con protezione totale non soggiace a requisiti speciali.

**Art. 31** Requisiti dei locali di irradiazione

<sup>1</sup> I locali di irradiazione adibiti all'esercizio di unità di irradiazione devono essere allestiti come zona sorvegliata e devono rispondere ai seguenti requisiti:

- a. l'installazione di comando (tavolo di comando) deve trovarsi all'esterno del locale di irradiazione;
- b. prima di attivare la modalità di irradiazione, occorre garantire che nessuna persona si trovi più all'interno del locale di irradiazione;
- c. la modalità di irradiazione deve poter essere attivata soltanto con gli accessi chiusi e messi in sicurezza. Se questo non può essere garantito con l'utilizzo di un comando manuale a distanza, deve attivarsi un allarme acustico qualora un accesso rimanga aperto con la modalità di irradiazione attivata;
- d. il locale deve poter essere abbandonato in qualsiasi momento. Se per lasciare il locale occorre attraversare l'area di pericolo, devono essere installati anche interruttori per l'arresto d'emergenza;
- e. la modalità di irradiazione deve essere chiaramente indicata con un segnale ottico all'interno del locale di irradiazione e all'ingresso dello stesso. Qua-

lora, per ragioni tecniche, l'impiego di segnali ottici all'interno del locale di irradiazione non fosse possibile, la messa in funzione dell'impianto va indicata con un segnale acustico;

- f. l'autorità preposta al rilascio delle licenze e l'autorità di vigilanza possono esigere l'installazione di dispositivi di sicurezza supplementari nel caso in cui sussista un elevato pericolo per le persone.

<sup>2</sup> La schermatura dei locali di irradiazione è disciplinata dall'articolo 98 ORaP. Tenuto conto della frequenza d'esercizio, per la dose ambientale non possono venire superati i seguenti vincoli:

- a. 0,02 mSv in una settimana: nei locali all'esterno di zone sorvegliate;
- b. 0,1 mSv in una settimana: nei luoghi all'esterno delle zone sorvegliate non previsti per una permanenza prolungata;
- c. 0,1 mSv in una settimana: nei luoghi all'interno di zone sorvegliate dove possono sostare solo persone professionalmente esposte a radiazioni.

<sup>3</sup> La frequenza d'esercizio di cui sopra deve essere di almeno un'ora alla settimana.

<sup>4</sup> Nei luoghi dove non possono sostare persone durante l'esercizio delle unità di irradiazione la dose ambientale non è sottoposta ad alcuna limitazione.

**Art. 32**                    Requisiti delle unità di irradiazione fisse ubicate all'esterno di locali di irradiazione

<sup>1</sup> Il vincolo dell'intensità di dose ambientale per le unità di irradiazione in aree in cui soggiornano individui della popolazione è pari a 0,5  $\mu$ Sv l'ora se è possibile una permanenza prolungata e a 2,5  $\mu$ Sv l'ora se non è possibile una permanenza prolungata.

<sup>2</sup> Qualora non fosse possibile rispettare i vincoli delle intensità di dose ambientale di cui al capoverso 1, le aree con intensità di dose superiore devono essere segnalate chiaramente. Le persone che permangono regolarmente all'interno di queste aree sono considerate professionalmente esposte a radiazioni e devono essere sottoposte alla dosimetria.

**Art. 33**                    Requisiti delle unità di irradiazione mobili

Le unità di irradiazione destinate all'impiego mobile devono presentare, a schermatura chiusa, un'intensità di dose ambientale inferiore a 0,1 mSv/h a un metro di distanza dalla superficie.

## Capitolo 3: Misure operative

### Sezione 1: Misure operative generali

#### Art. 34 Deposito di sorgenti radioattive

<sup>1</sup> Se le sorgenti radioattive non sigillate sono depositate in una zona di lavoro, l'autorità preposta al rilascio delle licenze o l'autorità di vigilanza fissa, in virtù dell'articolo 95 capoverso 3 ORaP, l'attività massima ammissibile.

<sup>2</sup> Nei depositi di sorgenti radioattive non possono essere immagazzinati materiali acceleranti della combustione né derrate alimentari.

<sup>3</sup> Qualora siano immagazzinate più sorgenti radioattive in un medesimo deposito, esse devono essere schermate in modo che la manipolazione di una singola sorgente possa danneggiare il meno possibile la schermatura delle altre.

<sup>4</sup> Ogni sorgente radioattiva deve essere depositata in maniera tale da evitare qualsiasi contaminazione e da renderne possibile l'identificazione in ogni momento.

<sup>5</sup> I liquidi radioattivi devono essere depositati in un recipiente infrangibile oppure il recipiente deve essere posto in un contenitore infrangibile di capacità tale da poter contenere il liquido radioattivo, incluso il suo involucri.

<sup>6</sup> Le sorgenti radioattive fisicamente, chimicamente o biologicamente instabili devono essere depositate in maniera tale da impedire il formarsi di sovrappressioni inammissibili.

#### Art. 35 Trasporto di sorgenti radioattive all'interno del perimetro aziendale

<sup>1</sup> Per il trasporto delle sorgenti radioattive all'interno del perimetro aziendale, ma all'esterno delle zone controllate e sorvegliate, l'imballaggio deve soddisfare i seguenti requisiti:

- a. deve essere dotato all'esterno di segnali di pericolo riconoscibili con chiarezza secondo l'allegato 8 ORaP;
- b. deve schermare le radiazioni in modo tale che l'intensità di dose ambientale, misurata alla distanza di 1 m dalla superficie esterna, non superi il valore di 0,1 mSv/h e, sulla superficie stessa, il valore di 1 mSv/h;
- c. non può presentare sulle superfici esterne nessuna contaminazione trasmissibile superiore ai valori fissati nell'appendice colonna 12 ORaP;
- d. deve impedire la fuoriuscita di radioattività e la conseguente contaminazione di materiali, di persone o dell'ambiente;
- e. se le sorgenti radioattive in forma liquida, gassosa o polverosa sono contenute in un recipiente fragile, questo recipiente deve essere racchiuso in un contenitore infrangibile;
- f. nel caso di sorgenti radioattive liquide, il contenitore deve contenere materiale assorbente in quantità sufficiente da poter trattenere tutto il liquido;

- g. nel caso di sostanze radioattive gassose, il recipiente ed il contenitore devono essere a tenuta di gas.

<sup>2</sup> Durante i trasporti all'interno del perimetro aziendale, ma all'esterno delle zone controllate e sorvegliate, le sorgenti radioattive devono essere vigilate direttamente oppure si deve garantire che risultino inaccessibili a persone non autorizzate. Ci si deve inoltre assicurare che terzi non siano inutilmente esposti a radiazioni.

<sup>3</sup> Alla consegna o all'invio di sorgenti radioattive, il cui imballaggio o contenitore rispetti le prescrizioni per i trasporti all'esterno del perimetro aziendale, non devono essere adottate misure aggiuntive per il trasporto all'interno del perimetro aziendale.

#### **Art. 36** Smaltimento degli imballaggi delle sorgenti

I contenitori di protezione, quelli di conservazione e gli imballaggi di spedizione di sorgenti radioattive possono essere eliminati come sostanze non radioattive solo se sono stati declassati secondo l'articolo 118 ORaP e se qualsiasi avvertenza di radioattività è stata completamente rimossa. Se l'avvertenza di radioattività non può essere completamente rimossa, deve essere apposta una menzione chiaramente visibile, indicante che si tratta di un imballaggio vuoto senza contenuto radioattivo.

#### **Art. 37** Immissioni nell'ambiente

<sup>1</sup> Il titolare della licenza deve stabilire un bilancio di tutte le immissioni di sorgenti radioattive nell'ambiente superiori al livello di esenzione di cui all'appendice 3 colonna 9 ORaP.

<sup>2</sup> Il bilancio può essere effettuato mediante calcolo oppure, a richiesta dell'autorità di vigilanza, sulla base di misure. Il bilancio deve essere redatto annualmente e inviato all'autorità di vigilanza con indicazione della data di consegna e del tragitto di immissione, del nuclide e dell'attività.

<sup>3</sup> Le acque di scarico raccolte in un impianto di controllo secondo gli articoli 24 e 25 devono essere sottoposte ad una misurazione di attività prima di essere immesse nel sistema fognario o nel corso d'acqua in cui vengono convogliate.

<sup>4</sup> Il controllo dell'attività delle acque di scarico è effettuato mediante analisi di laboratorio eseguita su un campione prelevato dal serbatoio di raccolta e rappresentativo del suo contenuto. In alternativa e se è nota la composizione dei nuclidi, l'attività può essere misurata direttamente nel serbatoio mediante una sonda appropriata oppure determinata con un'operazione di calcolo.

#### **Art. 38** Strumenti di misurazione delle radiazioni ionizzanti

<sup>1</sup> Nei locali e nelle aree in cui vengono manipolate sorgenti radioattive devono essere sempre disponibili adeguati apparecchi per la misurazione delle radiazioni ai sensi dell'articolo 100 ORaP. Nell'allegato 6 sono elencati il tipo e la quantità minima degli apparecchi necessari che devono essere disponibili per i diversi ambiti d'applicazione e le diverse attività. L'equipaggiamento per gli ambiti d'applicazione e le attività non disciplinati nell'allegato 6 deve essere stabilito secondo l'esperienza e lo stato della scienza e della tecnica.

<sup>2</sup> Se si manipolano sostanze radioattive volatili che possono provocare la contaminazione dell'aria inalata o dell'aria espulsa, l'autorità di vigilanza può esigere l'impiego di apparecchi di misura per il controllo della concentrazione dell'attività nell'aria inalata o nell'aria del locale.

<sup>3</sup> L'immissione in commercio e il controllo della stabilità di misurazione nonché la portata della garanzia della qualità degli strumenti di misurazione delle radiazioni ionizzanti sono retti dall'articolo 101 ORaP.

<sup>4</sup> Gli strumenti di misurazione, di cui l'immissione in commercio e il controllo non sono disciplinati dall'articolo 101 capoverso 1 ORaP, devono essere calibrati dal produttore o da un altro servizio abilitato, prima della prima utilizzazione.

<sup>5</sup> Subito dopo la taratura o la calibrazione degli strumenti di misurazione dev'essere stabilito un valore di riferimento per l'esame di stabilità annuale, mediante una sorgente di radiazione appropriata (sorgente di valore di riferimento, sorgente di controllo, sorgente piana). Se la divergenza rispetto al valore di riferimento è superiore al 20 per cento, l'apparecchio deve essere registrato e nuovamente tarato o calibrato secondo i capoversi 3 e 4.

<sup>6</sup> Il funzionamento degli strumenti di misurazione mobili va controllato giornalmente o prima di ogni utilizzazione. Il controllo del funzionamento contempla almeno un test delle batterie, controlli del valore di fondo e la verifica del funzionamento attraverso una sorgente di radiazione.

#### **Art. 39**            Informazione al corpo dei pompieri

Il corpo dei pompieri competente deve essere informato per scritto sulla presenza e sull'ubicazione di sostanze radioattive nonché su un eventuale, particolare modo di procedere in caso di incendio. Devono essere indicati segnatamente:

- a.    il piano di situazione;
- b.    il nuclide;
- c.    l'attività;
- d.    i contenitori di sorgenti.

#### **Art. 40**            Istruzione e sorveglianza del personale di pulizia

Il personale di pulizia può lavorare all'interno delle zone controllate solo se è stato istruito in tal senso da una persona con formazione in radioprotezione e se è posto sotto la sorveglianza di quest'ultima.

#### **Art. 41**            Segnalazioni

<sup>1</sup> Gli accessi alle zone controllate e alle zone sorvegliate devono essere segnalati conformemente all'allegato 8 ORaP, in particolare:

- a.    le zone di lavoro di cui all'articolo 95 ORaP;
- b.    le zone di cui all'articolo 96 ORaP;
- c.    i locali di irradiazione;

d. i siti di deposito di sorgenti radioattive.

<sup>2</sup> All'interno delle zone controllate e sorvegliate le dosi ambientali e le contaminazioni di intensità elevata devono essere contrassegnate e segnalate. Se necessario, la permanenza all'interno di questi settori deve essere specialmente controllata e limitata.

#### **Art. 42** Metodi di lavoro e comportamento

Tutte le operazioni di lavoro con sorgenti radioattive sono organizzate in modo da evitare per quanto possibile ogni rischio di contaminazione delle persone e degli oggetti, di incorporazioni nonché di dosi in parti del corpo e nel corpo intero. Allo scopo si applicano i metodi di lavoro di cui all'allegato 3.

#### **Art. 43** Mezzi di protezione individuale

Per la manipolazione di sorgenti radioattive nelle zone controllate o sorvegliate, il titolare della licenza deve mettere a disposizione del personale i mezzi di protezione individuale necessari e provvedere affinché detti mezzi siano adeguati alle attuali conoscenze tecniche e mantenuti in condizioni ineccepibili.

### **Sezione 2: Misure operative per la manipolazione di sorgenti radioattive non sigillate**

#### **Art. 44** Indumenti di lavoro nelle zone di lavoro e nelle zone

<sup>1</sup> All'interno delle zone di lavoro e delle zone di tipo I-IV tutte le persone sono tenute a indossare adeguati indumenti di lavoro, incluse le calzature.

<sup>2</sup> Indumenti di lavoro, scarpe o sovrascarpe devono essere indossati separatamente:

- a. nelle zone di lavoro di tipo A e B e nelle zone di tipo II o superiore;
- b. se la contaminazione superficiale o quella dell'aria all'interno di una zona controllata supera il decuplo dei vincoli riportati all'appendice 3 colonne 11 e 12 ORaP;
- c. nei lavori, il cui svolgimento può comportare contaminazioni secondo la lettera b.

<sup>3</sup> Se necessario, nei casi di cui al capoverso 2 lettere b e c si deve:

- a. cambiare la biancheria personale;
- b. indossare una tuta protettiva, eventualmente con dispositivo di difesa dell'apparato respiratorio.

<sup>4</sup> Gli indumenti di lavoro utilizzati separatamente devono essere contrassegnati in modo inequivocabile e non possono essere indossati all'esterno delle corrispondenti zone di lavoro e zone. Gli indumenti di lavoro devono essere conservati in armadi o spogliatoi separati all'interno delle zone di lavoro e delle zone; gli indumenti personali all'esterno delle stesse.

<sup>5</sup> Le persone che indossano durante il lavoro tute protettive con dispositivo di difesa delle vie respiratorie devono essere in collegamento permanente con un'altra persona.

<sup>6</sup> Concluso un lavoro, deve essere controllata la contaminazione della biancheria e degli indumenti di lavoro, per verificare se il suo grado supera i vincoli CS, di cui all'appendice 3 colonna 12 ORaP, e se la biancheria e gli indumenti di lavoro devono essere decontaminati. È fatto salvo il capoverso 8.

<sup>7</sup> La biancheria e gli indumenti che presentano valori di contaminazione superiori a quelli fissati all'appendice 3 colonna 12 ORaP non devono essere affidati a lavanderie pubbliche.

<sup>8</sup> Gli indumenti di lavoro usati, che non possono essere decontaminati al di sotto del vincolo CS, possono essere utilizzati soltanto nelle zone di tipo III e IV e solo d'intesa con l'autorità di vigilanza.

#### **Art. 45** Mobilio e attrezzature nelle zone di lavoro e nelle zone

Nelle zone di lavoro e nelle zone il mobilio deve essere limitato allo stretto necessario. I lavori di decontaminazione devono poter essere eseguiti facilmente. Possono essere installati unicamente gli apparecchi ed i supporti necessari allo svolgimento delle operazioni con le sostanze radioattive. Le superfici di lavoro devono essere liberate da tutti gli oggetti non indispensabili; in particolare, le zone di lavoro e le zone non possono essere impiegate per attività estranee a quelle cui sono destinate.

#### **Art. 46** Applicazione ad animali e piante

Per l'applicazione delle sorgenti radioattive non sigillate agli animali ed alle piante si applicano, oltre alle prescrizioni generali, le disposizioni seguenti:

- a. gli escreti, le parti del corpo e i cadaveri degli animali da esperimento contaminati da radioattività, nonché i mezzi di coltura vegetali radioattivi e le parti di piante non più utilizzate, che non possono essere esentati illimitatamente o liberati ai sensi degli articoli 117 e 118 ORaP, devono essere trattati come scorie radioattive (articoli 25–27 della legge del 22 marzo 1991<sup>4</sup> sulla radioprotezione [LRaP], artt. 125–127 ORaP);
- b. le gabbie con animali contenenti sostanze radioattive e le colture vegetali con mezzi di coltura contrassegnati come radioattivi devono essere manipolate e immagazzinate all'interno di aree controllate.

#### **Art. 47** Somministrazione di sorgenti radioattive non sigillate ad animali a fini veterinari

<sup>1</sup> Le sorgenti radioattive non sigillate possono essere somministrate agli animali soltanto se il titolare della licenza dimostra che, con l'adozione di adeguate misure di radioprotezione, l'essere umano e l'ambiente non sono esposti a radiazioni in misura inammissibile.

<sup>4</sup> RS 814.50

<sup>2</sup> Gli animali a cui sono state somministrate sorgenti radioattive non sigillate possono essere dimessi da una zona controllata soltanto quando può essere garantito che la risultante possibile esposizione a radiazioni degli individui della popolazione è inferiore a 10 µSv all'anno.

<sup>3</sup> Prima della dimissione degli animali, al loro detentore deve essere consegnato un promemoria in cui sono contenute le regole di comportamento da seguire per ridurre al minimo l'esposizione alle radiazioni del detentore stesso e di altre persone, nonché per quanto tempo vigono tali regole. Le regole di comportamento vanno illustrate nel corso di un colloquio, durante il quale vanno anche consegnate informazioni sui rischi delle radiazioni ionizzanti.

#### **Art. 48** Prove sul campo

La manipolazione all'aperto soggetta a licenza di sorgenti radioattive non sigillate per l'esecuzione di prove sul campo deve essere valutata nel singolo caso dall'autorità di vigilanza. In linea di massima sono applicabili le prescrizioni generali sulla manipolazione delle sorgenti radioattive non sigillate ed i provvedimenti previsti per la radioprotezione operativa.

### **Sezione 3: Misure operative per applicazioni di medicina nucleare**

#### **Art. 49** Protezione dei pazienti

<sup>1</sup> L'indicazione di esami e trattamenti di medicina nucleare a fini diagnostici o terapeutici deve essere giustificata secondo gli articoli 39–42 ORaP. Essa deve figurare nella cartella clinica.

<sup>2</sup> Per gli esami diagnostici di medicina nucleare deve essere utilizzata una tecnica adeguata ai sensi dell'articolo 43 ORaP per ottenere l'informazione necessaria al fine diagnostico con una dose minima.

<sup>3</sup> Devono essere osservate le raccomandazioni in materia di tecniche d'esame ottimizzate di cui all'articolo 43 ORaP emesse dall'UFSP o da organizzazioni riconosciute a livello nazionale e internazionale.

<sup>4</sup> Devono essere osservati i valori di riferimento diagnostici pubblicati dall'UFSP ai sensi dell'articolo 46 ORaP.

<sup>5</sup> Il funzionamento corretto e ottimizzato dei sistemi di misurazione e di diagnosi della medicina nucleare deve essere assicurato da un programma di garanzia della qualità ai sensi degli articoli 58-61.

<sup>6</sup> Durante l'esame di medicina nucleare, il paziente deve poter essere osservato.

#### **Art. 50** Registrazione delle applicazioni di radiazioni

<sup>1</sup> Le applicazioni con sorgenti radioattive non sigillate a fini diagnostici e terapeutici devono essere registrate per ogni paziente secondo l'articolo 44 ORaP.

<sup>2</sup> Per la registrazione delle applicazioni diagnostiche con impianti a raggi X effettuate mediante apparecchi ibridi come tomografi PET o SPECT, fanno inoltre stato le disposizioni dell'ordinanza sui raggi X del...<sup>5</sup>.

<sup>3</sup> I dati registrati vanno conservati in ottemperanza alle disposizioni vigenti per la cartella clinica, oppure per almeno 20 anni per le applicazioni terapeutiche e per almeno 10 anni per gli esami diagnostici.

#### **Art. 51** Applicazione di sorgenti radioattive non sigillate

<sup>1</sup> L'applicazione di sorgenti radioattive non sigillate per diagnosi e terapie ambulatoriali deve avvenire in un locale di applicazione.

<sup>2</sup> L'applicazione di sorgenti radioattive non sigillate per terapie residenziali deve avvenire nella stanza del paziente oppure in un locale di applicazione ubicato il più vicino possibile.

#### **Art. 52** Terapie ambulatoriali e residenziali

<sup>1</sup> I pazienti trattati con sorgenti radioattive non sigillate devono essere ricoverati in stanze separate, isolati dagli altri pazienti non trattati, nel rispetto dell'articolo 54.

<sup>2</sup> Ai pazienti sottoposti a terapia ambulatoriale con iodio 131 possono essere applicati fino a 200 MBq. Se l'applicazione supera i 200 MBq, i pazienti devono essere ricoverati, dopo l'applicazione, per un periodo di almeno 48 ore, in locali di cui al capoverso 1.

<sup>3</sup> In singoli casi, l'UFSP può ammettere terapie ambulatoriali con iodio 131 fino a 400 MBq, se giustificate da motivi medici o sociali e qualora si possa dimostrare che l'esposizione alle radiazioni di altre persone non supera 1 mSv/anno e quella delle persone che assistono i pazienti a titolo non professionale non supera 5 mSv/caso.

<sup>4</sup> Il titolare della licenza deve comunicare ogni anno all'autorità di vigilanza quali terapie residenziali e stazionarie (nuclide, attività, numero di giorni di ricovero e patologia) sono state effettuate.

<sup>5</sup> Le applicazioni ripetute di piccole attività di iodio 131 per evitare un ricovero non sono giustificate, a prescindere dalla durata degli intervalli, né dal punto di vista della radioprotezione né da quello medico e pertanto non sono ammesse.

#### **Art. 53** Escrementi di pazienti

<sup>1</sup> Gli escrementi dei pazienti sottoposti a terapia residenziale a cui sono state somministrate sorgenti radioattive non sigillate a fini terapeutici devono essere considerati come sorgenti radioattive non sigillate. Gli escrementi contaminati devono essere raccolti conformemente agli articoli 26 e 29.

<sup>2</sup> Gli escrementi dei pazienti in terapia ambulatoriale dimessi dalla zona controllata non devono essere sottoposti a controlli particolari.

<sup>5</sup> RS 814.542.1

**Art. 54** Dimissione dopo una terapia con sostanze radioattive

<sup>1</sup> I pazienti sottoposti a terapia residenziale possono essere dimessi dalla zona controllata solo se l'esposizione alle radiazioni di altre persone non supera 1 mSv/anno e se quella delle persone che assistono i pazienti a titolo non professionale non supera 5 mSv/caso.

<sup>2</sup> Per i pazienti sottoposti a terapia con iodio 131 si può presumere che il capoverso 1 sia adempito, se, nel rispetto delle misure di radioprotezione necessarie dopo la dimissione, l'intensità di dose ambientale misurata alla distanza di 1 m dal paziente è inferiore a 10 µSv/ora.

<sup>3</sup> L'UFSP può, in singoli casi, autorizzare deroghe al capoverso 2 se le dimissioni sono dettate da considerazioni mediche o sociali. Il medico responsabile deve presentare un'apposita domanda e provare (p. es. la situazione personale del paziente) che i familiari e altre persone non sono in pericolo o possono trovarsi esposti a radiazioni inammissibili.

<sup>4</sup> Prima di una dimissione, il medico responsabile è tenuto a spiegare al paziente, nel corso di un colloquio personale, le regole di comportamento necessarie alla radioprotezione dei familiari e di terzi. Al paziente devono inoltre essere consegnate istruzioni scritte in merito al comportamento da tenere per un periodo adeguato e un certificato con indicazione dei tipi e dei quantitativi di radiofarmaci somministrati e dell'intensità di dose a 1 m di distanza alla dimissione.

**Art. 55** Trattamento delle salme contenenti sostanze radioattive

<sup>1</sup> Se un paziente muore nel corso di un trattamento terapeutico con sorgenti radioattive, il medico responsabile dell'esecuzione della terapia provvede affinché sia seguita la procedura secondo l'allegato 4, nel rispetto della personalità del defunto e dei principi di pietà. Il medico comunica le disposizioni prese e le indicazioni di rilievo al perito; quest'ultimo le comunica all'UFSP.

<sup>2</sup> È ammesso il trasporto della salma con i consueti veicoli e senza l'adozione di misure speciali, purché le attività indicate al capoverso 3 per l'inumazione non siano superate.

<sup>3</sup> La cremazione o l'inumazione di una salma è ammessa se l'attività non supera i valori seguenti:

- a. inumazione: attività inferiore a 10 000 LA in conformità all'appendice colonna 10 ORaP;
- b. cremazione: attività inferiore a 1000 LA in conformità all'appendice 3 colonna 10 ORaP.

<sup>4</sup> Se i criteri di cui al capoverso 3 non sono soddisfatti, l'attività deve essere ridotta almeno ai suddetti valori mediante asportazione degli organi critici o conservazione della salma a bassa temperatura.

## Sezione 4: Misure operative per la manipolazione di sorgenti sigillate e unità di irradiazione

### Art. 56 Applicazione ed esercizio

<sup>1</sup> Qualora non siano utilizzate, le sorgenti radioattive sigillate devono essere conservate in recipienti di protezione.

<sup>2</sup> Le unità di irradiazione devono essere messe in sicurezza contro l'esercizio non autorizzato.

<sup>3</sup> Il dimensionamento della zona sorvegliata per l'impiego mobile di unità di irradiazione all'esterno di locali di irradiazione deve essere stabilito in modo che non siano superate le seguenti dosi ambientali:

- a. 0,02 mSv la settimana all'interno di edifici;
- b. 0,1 mSv la settimana all'aperto.

### Art. 57 Impiego mobile di unità di irradiazione per l'esame non distruttivo di materiale all'esterno di locali di irradiazione

<sup>1</sup> Per l'impiego mobile di unità di irradiazione si deve disporre dei dispositivi speciali seguenti:

- a. materiale di delimitazione (paletti, corde ecc.);
- b. cartelli d'avvertimento, lampeggiatori;
- c. se necessario, materiale di schermatura (p. es., pareti schermate);
- d. un apparecchio di misura della radiazione con allarme acustico per ciascun addetto all'impiego mobile;
- e. inoltre un apparecchio di misura dell'intensità di dose a lettura diretta.

<sup>2</sup> Il fascio primario della sorgente radioattiva fuoriuscita dal recipiente deve essere limitato, mediante un collimatore, al campo necessario.

<sup>3</sup> Durante l'impiego mobile sul posto deve essere presente una seconda persona professionalmente esposta a radiazioni. La seconda persona deve essere istruita in modo che sia in grado di usare le unità di irradiazione conformemente alla radioprotezione e di avviare le misure del caso per la gestione di incidenti.

<sup>4</sup> La zona sorvegliata va sbarrata su tutti i lati. Con un apparecchio per la misurazione dell'intensità di dose va verificato che, in considerazione della frequenza d'esercizio settimanale nel luogo d'impiego, nel punto di sbarramento non sia superato il vincolo dell'intensità di dose ambientale. La frequenza d'esercizio di cui sopra deve essere di almeno un'ora alla settimana.

<sup>5</sup> A ogni impiego dell'unità di irradiazione va verificato con un apparecchio per la misurazione dell'intensità di dose se la sorgente sia fuoriuscita e rientrata correttamente nel recipiente di lavoro.

<sup>6</sup> Qualora per ragioni tecniche od organizzative non fosse possibile sbarrare la zona sorvegliata in modo che i limiti dell'intensità di dose ambientale settimanale non

vengano superati (ad esempio strada trafficata), l'esame può essere eseguito soltanto previo consenso dell'autorità di vigilanza.

## **Capitolo 4: Garanzia della qualità, esame, manutenzione**

### **Sezione 1: Disposizioni generali**

#### **Art. 58** Istruzioni d'esercizio e documentazione

<sup>1</sup> Il titolare della licenza deve assicurarsi che per ogni sistema di misurazione e di diagnosi della medicina nucleare, nonché per ogni unità di irradiazione, siano disponibili in ogni momento istruzioni d'esercizio redatte nella lingua abitualmente usata nell'azienda. Queste ultime devono comprendere almeno:

- a. le istruzioni per l'esercizio conforme all'uso a cui è destinato l'impianto;
- b. le istruzioni per i controlli periodici, per la manutenzione e per le necessarie registrazioni dell'impianto;
- c. le istruzioni per la riparazione di guasti.

<sup>2</sup> Il titolare della licenza si assicura che per ogni sistema di misurazione e di diagnosi della medicina nucleare, nonché per ogni unità di irradiazione siano disponibili almeno i seguenti documenti:

- a. la licenza dell'UFSP per l'installazione e l'esercizio dell'impianto;
- b. i verbali relativi a tutti gli esami eseguiti;
- c. il certificato di sorgente per le unità di irradiazione;
- d. i piani di costruzione di radioprotezione e i calcoli per i locali di irradiazione.

### **Sezione 2: Garanzia della qualità nelle applicazioni di medicina nucleare**

#### **Art. 59** Disposizioni fondamentali

<sup>1</sup> Per l'immissione in commercio di dispositivi di misurazione e diagnostici della medicina nucleare si applicano le prescrizioni dell'ordinanza del 17 ottobre 2011<sup>6</sup> relativa ai dispositivi medici (ODmed).

<sup>2</sup> Per i requisiti fondamentali relativi alla portata e alla frequenza delle misure di garanzia della qualità per gli apparecchi di misurazione e i sistemi di diagnosi della medicina nucleare di cui all'articolo 112 ORaP, si deve tenere conto dell'esperienza e dello stato della scienza e della tecnica. A tal fine devono essere considerate:

- a. le norme nazionali e internazionali pertinenti;

<sup>6</sup> RS 812.213

b. le guide dell'UFSP.

<sup>3</sup> I risultati degli esami di qualità devono essere messi a verbale e archiviati nella documentazione dell'impianto di cui all'articolo 58.

<sup>4</sup> In occasione del collaudo e dell'esame di condizione devono essere calcolati e messi a verbale i valori di riferimento per l'esecuzione degli esami di stabilità.

<sup>5</sup> La ditta specializzata autorizzata secondo l'articolo 21 capoverso 1 lettera c ORaP ad attuare misure di garanzia della qualità comunica all'UFSP l'esecuzione e il risultato dei collaudi e degli esami di condizione.

<sup>6</sup> L'autorità di vigilanza determina la forma e il contenuto della comunicazione.

#### **Art. 60**           Apparecchi di misurazione per determinare l'attività

<sup>1</sup> Per verificare il dosaggio di sorgenti radioattive non sigillate prima della loro applicazione all'essere umano, devono essere disponibili e usati strumenti di misurazione per la determinazione dell'attività (attivimetri).

<sup>2</sup> Prima della messa in funzione, gli attivimetri devono essere sottoposti a collaudo da parte del fornitore per garantirne la corretta installazione.

<sup>3</sup> L'immissione in commercio e il controllo della stabilità di misurazione degli attivimetri sono disciplinati dall'articolo 12 dell'ordinanza del DFGP del 7 dicembre 2012<sup>7</sup> sugli strumenti di misurazione delle radiazioni ionizzanti (OSMRI).

<sup>4</sup> Il titolare della licenza assicura il corretto funzionamento degli attivimetri sottoponendoli almeno ogni sei anni a manutenzione da parte di personale tecnico specializzato, seguita da un esame di condizione.

<sup>5</sup> La stabilità degli attivimetri deve essere verificata regolarmente. A tal fine devono essere disponibili sorgenti di controllo adeguate.

#### **Art. 61**           Sistemi diagnostici della medicina nucleare

<sup>1</sup> Nel quadro della messa in funzione, il fornitore deve sottoporre i sistemi diagnostici della medicina nucleare a un collaudo.

<sup>2</sup> Il titolare della licenza assicura il corretto funzionamento dei sistemi diagnostici della medicina nucleare sottoponendoli ogni sei mesi a manutenzione da parte di personale tecnico specializzato autorizzato, seguita da un esame di condizione.

<sup>3</sup> La stabilità dei sistemi diagnostici della medicina nucleare deve essere verificata regolarmente. A tal fine devono essere disponibili mezzi di controllo adeguati.

<sup>4</sup> Per la garanzia della qualità degli apparecchi ibridi come tomografi PET o SPECT fanno inoltre stato le disposizioni dell'ordinanza sui raggi X<sup>8</sup>.

<sup>7</sup> RS 941.210.5

<sup>8</sup> RS 814.542.1

**Art. 62** Preparazione e sintesi di radiofarmaci

<sup>1</sup> I seguenti radiofarmaci a rischio elevato devono essere preparati o sintetizzati sotto la direzione di un responsabile tecnico. Questi deve soddisfare i requisiti professionali di cui all'articolo 5 capoverso 4 lettera d dell'ordinanza del 17 ottobre 2001<sup>9</sup> sull'autorizzazione dei medicinali (OAMed):

- a. radiofarmaci basati su kit per scopi terapeutici;
- b. radiofarmaci non omologati per PET (tomografia per emissione di positroni);
- c. radiofarmaci prodotti internamente.

<sup>2</sup> I seguenti radiofarmaci possono essere preparati e sintetizzati sotto la direzione di una persona che non soddisfa i requisiti professionali di cui all'articolo 5 capoverso 4 lettera d OAMed, ma che è stata formata da un responsabile tecnico abilitato:

- a. radiofarmaci omologati basati su kit per scopi terapeutici;
- b. radiofarmaci omologati basati su kit per la diagnostica a fini commerciali;
- c. radiofarmaci non omologati per la diagnostica tra cui kit di marcatura Tc-99m o generatori.

<sup>3</sup> Per la preparazione e la sintesi di radiofarmaci omologati basati su kit per la diagnostica tra cui kit di marcatura Tc-99m o generatori non è necessaria una formazione da parte di un responsabile tecnico abilitato secondo l'articolo 63 capoverso 3 ORaP.

<sup>4</sup> La preparazione e la sintesi di radiofarmaci deve avvenire all'interno di una zona di lavoro (laboratorio isotopi) all'esterno del locale di applicazione o della stanza del paziente.

<sup>5</sup> Per rispettare le necessarie regole della farmaceutica e i requisiti ambientali per la preparazione e la sintesi di radiofarmaci sterili vanno considerati l'esperienza e lo stato della scienza e della tecnica. A tal fine si devono considerare:

- a. le norme nazionali e internazionali pertinenti;
- b. le guide dell'UFSP.

**Art. 63** Garanzia della qualità dei radiofarmaci

<sup>1</sup> Se i radiofarmaci sono forniti pronti per l'uso, sul posto devono essere adottate solo le misure a garanzia della qualità alle quali non ha già provveduto il produttore.

<sup>2</sup> L'attività del radiofarmaco deve essere verificata prima della somministrazione con un apparecchio di misurazione secondo l'articolo 60. Al momento dell'applicazione, la precisione del dosaggio deve di norma situarsi tra il +/- 10 per cento rispetto all'attività nominale.

<sup>3</sup> Prima dell'applicazione sull'essere umano, la qualità dei radiofarmaci deve essere verificata secondo l'articolo 59 ORaP. A tal fine si devono considerare:

<sup>9</sup> **RS** 812.212.1

- a. le informazioni specifiche del produttore;
- b. le norme nazionali e internazionali pertinenti;
- c. le guide dell'UFSP.

**Art. 64** Coinvolgimento di fisici medici

<sup>1</sup> Nelle applicazioni di medicina nucleare i fisici medici devono essere strettamente coinvolti conformemente all'articolo 47 ORaP. A tal fine devono essere considerate le raccomandazioni internazionali e nazionali.

<sup>2</sup> Come entità minima del coinvolgimento per ciascun impianto valgono i valori seguenti:

- a. camera a raggi gamma: 3 giorni l'anno;
- b. tomografo SPECT: 5 giorni l'anno;
- c. tomografo PET: 6 giorni l'anno.

<sup>3</sup> Se l'esperienza o lo stato della scienza e della tecnica e i restanti principi della radioprotezione lo richiedono, l'autorità di vigilanza dispone in singoli casi un coinvolgimento di fisici medici di entità maggiore rispetto a quello prescritto nel capoverso 2.

<sup>4</sup> In singoli casi, l'autorità di vigilanza può ammettere un coinvolgimento di fisici medici di entità minore rispetto a quanto prescritto nel capoverso 1 se opportune misure garantiscono che il rischio radiologico rimane uguale.

### **Sezione 3: Garanzia della qualità nell'esercizio di sorgenti radioattive sigillate e unità di irradiazione**

**Art. 65** Sicurezza e manutenzione

<sup>1</sup> La condizione e l'ermeticità delle sorgenti radioattive sigillate devono essere verificate a intervalli appropriati e con metodi adeguati. Il metodo e l'esito degli esami vanno messi a verbale.

<sup>2</sup> Le unità di irradiazione devono essere sottoposte a manutenzione e ad esame di condizione secondo le indicazioni del fabbricante o del fornitore. I risultati degli esami vanno messi a verbale.

<sup>3</sup> Il funzionamento conforme all'uso dei dispositivi di sicurezza delle unità di irradiazione deve essere verificato e messo a verbale dal gestore secondo le indicazioni del fabbricante.

## Capitolo 5: Disposizioni finali

### Art. 66 Abrogazione di altri atti normativi

L'ordinanza del 21 novembre 1997<sup>10</sup> concernente la manipolazione di sorgenti radioattive non sigillate è abrogata.

### Art. 67 Licenze già rilasciate

<sup>1</sup> I titolari di licenze per la manipolazione di sorgenti radioattive rilasciate prima dell'entrata in vigore della presente ordinanza devono:

- a. rispettare le disposizioni della presente ordinanza per la manipolazione di sorgenti radioattive;
- b. adeguare entro tre anni alle nuove disposizioni le misure tecniche ed edili adottate prima dell'entrata in vigore della presente ordinanza, purché il capoverso 3 non disponga altrimenti.

<sup>2</sup> Il capoverso 1 lettera b si applica in particolare per:

- a. le misure di messa in sicurezza per sorgenti radioattive di cui all'articolo 4;
- b. la segnalazione di zone controllate e sorvegliate di cui all'articolo 41 capoverso 1.

<sup>3</sup> La disposizione di cui all'articolo 28 capoverso 4 non vale per tomografi SPECT o PET installati prima dell'entrata in vigore della presente ordinanza con il locale di comando separato e schermato dal locale diagnostico unicamente con una parete di protezione.

### Art. 68 Entrata in vigore

La presente ordinanza entra in vigore il ....

...

Dipartimento federale dell'interno:

Alain Berset

<sup>10</sup> [RU 1997 2923]

*Allegato I*  
(art. 1 cpv. 2)

## **Definizioni**

### *Osservazione preliminare*

Le definizioni sono elencate in ordine alfabetico.

### *Attivimetro*

Strumento per misurare l'attività di determinate sorgenti radioattive non sigillate destinate a uso medico.

### *Attività residua*

La quantità di sostanza radioattiva rimasta in un materiale o in un corpo in un momento determinato, dopo che una precedente quantità elevata si è ridotta grazie a processi fisici, chimici e biologici, o a misure di decontaminazione.

### *Calibrazione*

Determinazione del rapporto tra il valore effettivo della grandezza da misurare ed il valore indicato dallo strumento di misura. In presenza di forti divergenze può essere necessario ricorrere alla registrazione.

### *Collaudo*

Esame per verificare se un prodotto è stato installato in modo da garantire la radioprotezione alla messa in funzione e durante l'utilizzo.

### *Contaminazione*

Stato di impurità di un materiale provocato da sostanze radioattive. Per le persone si deve distinguere tra contaminazione esterna e contaminazione interna.

### *Contaminazione superficiale*

Contaminazione di una superficie con sostanze radioattive. Sono comprese l'attività non fissata, fissata e penetrata attraverso la superficie. L'unità di misura di questa grandezza è l'attività per unità di superficie in Bq/cm<sup>2</sup>.

### *Decontaminazione*

Eliminazione o diminuzione della contaminazione prodotta da sostanze radioattive.

### *Deposito*

Conservazione di sostanze radioattive in condizioni controllate, con protezione da inutili esposizioni alle radiazioni e dall'accesso non autorizzato.

*Dispositivo di schermatura totale*

Schermatura di un impianto generatore di radiazioni ionizzanti e di unità che contengono sorgenti radioattive sigillate, la quale durante l'esercizio dell'impianto confina completamente le radiazioni primarie, diffuse e parassite in modo tale da ridurre l'intensità di dose ambientale, a 10 cm di distanza dalla superficie dell'impianto, a meno di 1  $\mu\text{Sv}$  l'ora e da impedire che, in ogni punto accessibile, i limiti di dose per gli individui della popolazione siano superati.

*Esame di condizione*

Esame dello stato di un prodotto in uso e verifica dell'adempimento dei requisiti prescritti. L'esame di condizione è la parte conclusiva della manutenzione ed è effettuato durante o immediatamente dopo quest'ultima.

*Esame di stabilità*

Controlli di determinati parametri volti a stabilire le divergenze rispetto a vincoli di riferimento ed effettuati a intervalli regolari.

*Esame non distruttivo di materiale*

Esame della qualità o della struttura di un oggetto mediante irradiazione (analisi di massima della struttura).

*Impianto di controllo delle acque di scarico*

Dispositivo atto ad evitare che liquidi radioattivi provenienti dalle zone controllate confluiscono senza alcun controllo nella rete fognaria attraverso le acque di scarico.

*Locale di irradiazione*

Locale in cui è utilizzata un'unità di irradiazione non dotata di dispositivo di schermatura totale. Un locale di irradiazione è schermato in modo da consentire il rispetto nelle aree limitrofe dei vincoli di dose ambientale.

*Luogo per il cambio degli abiti*

Il luogo per il cambio degli abiti separa chiaramente le aree potenzialmente contaminate da quelle non contaminate, ad esempio con una barriera valicabile.

*Mezzi di protezione individuale*

Mezzi ausiliari di protezione contro le contaminazioni esterne ed interne nonché contro le radiazioni dirette per persone che manipolano sorgenti radioattive, quali guanti, soprascarpe, camici di laboratorio, maschere, occhiali protettivi, indumenti protettivi, strumenti prensili, pinzette, manipolatori a distanza, schermature mobili.

### *Misurazione comparativa*

Misurazione della radioattività con diversi apparecchi o metodi di misurazione, eseguita nelle medesime condizioni di irradiazione oppure sulle medesime sorgenti radioattive, in modo da ottenere risultati comparabili tra loro, in particolare mediante la determinazione delle deviazioni dei valori nominali e il calcolo di fattori di correzione.

### *Monitor di contaminazione per il corpo*

Apparecchio per misurare contemporaneamente la contaminazione superficiale di entrambe le mani e i piedi, e, se del caso, di altre parti del corpo con sonde di misurazione supplementari.

### *Monitor di contaminazione per le mani*

Apparecchio di misura per determinare la contaminazione sulla superficie delle mani, concepito in modo da permettere lo svolgimento delle misurazioni senza l'ausilio delle mani. Esso dispone di 1-2 rilevatori a grande superficie (almeno 100 cm<sup>2</sup>).

### *Monitor di contaminazione per le mani e i piedi*

Apparecchio per misurare contemporaneamente la contaminazione superficiale di entrambe le mani e i piedi con due sonde di almeno 150 cm<sup>2</sup> per le mani e una o due sonde di almeno complessivi 1000 cm<sup>2</sup> per i piedi.

### *Perimetro aziendale*

Il perimetro aziendale comprende l'intera area dove è ubicato un impianto nucleare, un istituto di ricerca o una struttura sanitaria.

### *Prove sul campo*

Ricerche limitate nel tempo o esperimenti scientifici in natura o su installazioni tecniche all'esterno delle zone controllate allestite stabilmente.

### *Resistenza al fuoco*

Valutazione di parti di costruzione (delimitazioni dei locali) secondo il comportamento al fuoco, in particolare la durata della resistenza al fuoco in virtù della direttiva AICAA<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> Direttiva antincendio del 26 marzo 2003 emanata dall'Associazione degli istituti cantonali di assicurazioni antincendio (12-03i), stato 20.10.2008. Questa direttiva antincendio (12-03i) e la relativa norma di protezione antincendio (1-03i) sono ottenibili dall'Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio, Bundesgasse 20, casella postale, CH - 3001 Berna oppure in Internet all'indirizzo [www.preaver.ch/IT](http://www.preaver.ch/IT) (e-mail: [mail@vkf.ch](mailto:mail@vkf.ch)).

*Settori tagliafuoco*

I compartimenti tagliafuoco sono settori di costruzioni e impianti separati tra di loro mediante parti della costruzione che formano compartimenti tagliafuoco. Le parti della costruzione che formano compartimenti tagliafuoco sono elementi che delimitano gli spazi come muri tagliafuoco, pareti e solette formanti compartimenti tagliafuoco, chiusure e sbarramenti antincendio. Esse devono limitare il passaggio del fuoco, del calore e del fumo.

*Sistema di documentazione dell'immagine*

Sistema di registrazione (ad esempio stampante) per immagini mediche sotto forma di scale di grigio. In caso di registrazione dell'immagine analogica il concetto include anche i dispositivi di trattamento della pellicola (sistemi basati sulla luce diurna o sulla camera oscura).

*Sistema di riproduzione dell'immagine*

Unità funzionale con uno schermo per visualizzare le immagini elaborate.

*Sito di deposito*

I siti di deposito per le sorgenti radioattive sono locali, installazioni o contenitori nei quali vengono depositate sorgenti radioattive al di sopra del livello di licenza secondo l'appendice 3 colonna 10 ORaP, quali locali riservati, armadi, casseforti, scaffali, frigoriferi, celle frigorifere o scomparti delle stesse, contenitori schermati, contenitori di trasporto ecc.

*Taratura*

Verifica ufficiale e conferma che un singolo apparecchio per la misurazione delle radiazioni (strumento di misurazione) soddisfa le prescrizioni legali in materia.

*Unità di irradiazione*

Apparecchio contenente una sorgente radioattiva sigillata, utilizzato a scopo di irradiazione. La sorgente radioattiva è rinchiusa in un involucro schermato, con il quale resta meccanicamente collegata in ogni condizione d'esercizio.

*Zona controllata*

Una zona controllata ai sensi dell'articolo 92 ORaP è un locale/un'area definito/a in cui sono necessari provvedimenti protettivi e di sicurezza specifici per evitare l'esposizione alle radiazioni dovuta a inalazione, incorporazione, irradiazione esterna o diffusione di una contaminazione.

### *Zona di lavoro*

Tutti i locali conformemente all'articolo 95 ORaP, all'interno dei quali si opera con sorgenti radioattive non sigillate al di sopra del livello di licenza secondo l'appendice colonna 10 ORaP. Si tratta, in particolare, dei laboratori di isotopi, dei locali di attesa e di riposo dei pazienti a cui sono state somministrate sorgenti radioattive non sigillate, dei locali scanner e adibiti alle applicazioni e delle stanze dei pazienti sottoposti a terapia. Le zone di lavoro sono suddivise nei tipi A, B e C in funzione delle attività utilizzate.

### *Zone*

Secondo l'articolo 96 ORaP, le zone sono aree nelle quali sono possibili contaminazioni di superfici o dell'aria del locale. La suddivisione avviene in funzione delle contaminazioni delle superfici e dell'aria presenti o prevedibili.

*Allegato 2*  
(art. 5, art. 21, art. 28 cpv. 1 e 3)

## **Vincoli delle intensità di dose ambientale durante la manipolazione di sorgenti radioattive non sigillate**

(I vincoli per le contaminazioni sono disciplinati nell'appendice 3 colonna 11 ORaP)

### **1. Vincoli delle intensità di dose ambientale**

a. I limiti di dose concernenti le persone fissati nell'ORaP, derivanti dall'esposizione alle radiazioni esterne, sono rispettati quando i vincoli delle intensità di dose ambientale di cui alla seguente tabella non sono superati (i vincoli devono intendersi come valori netti, ossia dedotta la radiazione di fondo naturale). Questo non significa che l'obbligo della dosimetria individuale per le persone esposte professionalmente a radiazioni sia abrogato.

Ubicazione del luogo interessato	Luogo di permanenza delle persone	Val. operativo in $\mu\text{Sv l'ora}$
<i>All'interno di una zona controllata:</i>		
all'interno di zone di lavoro e zone	– luoghi accessibili con limitazione di permanenza e debitamente contrassegnati	–
	– luoghi accessibili senza particolari limitazioni di permanenza	< 10
	– posti di lavoro stabilmente attrezzati	< 5
all'esterno di zone di lavoro e zone	– locali situati in prossimità delle zone di lavoro	< 2,5
all'interno o all'esterno di zone di lavoro e zone	– luoghi non previsti per permanenza prolungata, quali servizi igienici, corridoi, scale, sale d'aspetto, spogliatoi, archivi e magazzini senza posti di lavoro, passaggi, trombe d'ascensori; dietro gli schermi fissati stabilmente nelle stanze di pazienti sottoposti a terapia	< 25

### *All'esterno di una zona controllata:*

all'interno del perimetro aziendale	– luoghi previsti per una permanenza prolungata, quali stanze di ospedali, appartamenti del personale, residenze per ospiti, ecc.	< 0,1
-------------------------------------	---	-------

---

	– posti di lavoro stabilmente attrezzati	< 0,5
	– luoghi non previsti per permanenza prolungata, quali servizi igienici, corridoi, scale, sale d'aspetto, spogliatoi, archivi e magazzini senza posti di lavoro, passaggi, trombe d'ascensori, altre aree aziendali	< 2,5
all'esterno del perimetro aziendale	– in generale, specialmente locali d'abitazione, di soggiorno, di lavoro	< 0,1
	– luoghi non previsti per permanenza prolungata, quali spazi verdi, viabilità, cantieri, ecc.	< 0,5

---

b. Se il vincolo non può essere ridotto mediante misure edili (schermi, sbarramenti), il titolare della licenza deve poter dimostrare all'autorità di vigilanza, sulla base di un'analisi individuale e specifica della situazione contingente, che il rispetto dei limiti di dose è garantito.

## **2. Manipolazione di breve durata di una sorgente radioattiva durante il periodo di una settimana**

Nel caso di esposizione di breve durata e sotto controllo all'azione di una sorgente radioattiva, le intensità di dose, espresse in  $\mu\text{Sv l'ora}$ , possono essere corrispondentemente aumentate purché nei siti dove le persone possono soggiornare durante questo tempo le dosi ambientali non superino, come media settimanale,  $100 \mu\text{Sv}$  all'interno delle zone controllate e  $20 \mu\text{Sv}$  all'esterno di dette zone (oppure  $100 \mu\text{Sv}$  nei siti non previsti per permanenze prolungate).

*Allegato 3*  
(art. 42)

## **Metodi di lavoro**

1. Tutte le operazioni con liquidi radioattivi devono essere eseguite all'interno di idonei recipienti collettori oppure su superfici di lavoro rivestite con materiale assorbente.
2. I controlli a campione della contaminazione delle superfici di lavoro e dei pavimenti devono essere effettuati almeno una volta la settimana.
3. Per evitare la contaminazione e l'incorporazione, durante la manipolazione di sorgenti radioattive non sigillate devono essere sempre indossati guanti adatti. Dopo ogni manipolazione deve essere verificata l'eventuale contaminazione delle mani.
4. Lavori quali la soffiatura del vetro, le saldature e i trattamenti meccanici di materiali contaminati che possono dare origine a vapori o polveri radioattive possono essere eseguiti solo quando si dispone di un efficace sistema di aspirazione. Qualora la sola aspirazione si riveli insufficiente ad impedire l'inalazione di vapori o polveri radioattive, devono essere adottati provvedimenti supplementari.
5. Durante la manipolazione di emettitori gamma, emettitori di positroni ed emettitori beta a maggiore energia, per evitare le dosi delle estremità devono essere utilizzate schermature adeguate e, per aumentare la distanza delle mani dalla sorgente radioattiva, pinze, strumenti prensili o pinzette.
6. Durante i lavori con sorgenti radioattive non sigillate non si deve portare nessun oggetto alla bocca. In particolare, è vietato introdurre nelle zone di lavoro e nelle zone I-IV cibi, bevande, tabacchi o cosmetici.
7. È possibile prelevare materiali e oggetti dalle zone controllate e farne ulteriore uso senza restrizioni soltanto se sono soddisfatte le condizioni di declassamento e nulla osta di cui all'articolo 118 ORaP.
8. Prima di dare inizio a lavori di pulizia, di revisione e di riparazione all'interno di una zona di lavoro, nonché sui sistemi di scarico delle acque e di aerazione relativi a tali aree, un perito deve verificare l'eventuale presenza di contaminazione. Devono essere adottate misure adeguate onde evitare esposizioni inutili o inammissibili alle radiazioni o la contaminazione di persone.
9. Prima di iniziare i lavori con sorgenti radioattive non sigillate che possono comportare una contaminazione superiore ai vincoli di cui all'appendice 3 colonna 12 ORaP, va preparato il materiale necessario alla decontaminazione.
10. Nelle zone di lavoro dei tipi A e B le manipolazioni di sorgenti radioattive non sigillate, qualunque sia il loro stato fisico, devono essere eseguite all'interno di celle in depressione, se l'attività è superiore a 10 000 volte il livello di licenza. In singoli casi, le manipolazioni che presentano un rischio

di incorporazione più basso possono essere eseguite, previo accordo dell'autorità di vigilanza, anche in una cappa aspirante.

11. Devono essere adottate tutte le misure atte ad evitare la propagazione delle contaminazioni. Ogni persona che lascia una zona di lavoro deve sottoporsi ad un controllo di contaminazione e, se del caso, ad una decontaminazione.
12. Il titolare della licenza deve sorvegliare le zone di lavoro di tipo A anche al di fuori dell'orario di lavoro (ad esempio giri di controllo, segnali e spie nella centrale di sorveglianza).
13. In caso di contaminazione della pelle o di incorporazione, devono essere subito adottate le misure necessarie o allertato il perito. Quest'ultimo decide come procedere e, se del caso, si avvale della collaborazione di un medico competente in materia.

*Allegato 4*  
(art. 55 cpv. 1)

## **Autopsia e inumazione delle salme**

In caso di decesso di un paziente durante la terapia si applica la procedura seguente.

1. Il perito responsabile della radioprotezione si occupa di determinare l'attività residua presente nella salma.
2. Nel corso di tutte le operazioni a cui la salma deve essere sottoposta quali il recupero, il deposito, l'autopsia, i preparativi per l'inumazione, secondo l'articolo 9 capoverso 1 lettera c ORaP i periti in radioprotezione faranno in modo che nessuna persona o sito venga contaminato e che le dosi di irradiazione restino le più basse possibili per tutte le persone coinvolte. A tale scopo ordinano metodi e mezzi ausiliari di lavorazione adeguati. Al termine dei lavori provvede inoltre a misurare la contaminazione e ordina, se del caso, lo svolgimento di operazioni di decontaminazione.
3. Per quanto concerne le salme di pazienti trattati con raggi gamma, il perito responsabile della radioprotezione decide in merito ad una eventuale limitazione del tempo di permanenza in prossimità della salma e ordina i provvedimenti necessari. La camera ardente deve essere contrassegnata, se del caso, con l'indicazione del nuclide e dell'attività.
4. Per l'asportazione degli organi critici deve essere previsto un locale dotato di tavolo autoptico e pavimento facilmente decontaminabili. I periti in radioprotezione devono istruire il patologo in merito al metodo di lavoro opportuno ai sensi dell'articolo 9 capoverso 1 lettera c ORaP, onde evitare la contaminazione di persone e oggetti. Se del caso, la dose assorbita dal patologo deve essere misurata con un dosimetro a lettura diretta. Al termine delle operazioni, i periti in radioprotezione provvedono al controllo della contaminazione del patologo e del posto di lavoro. Gli organi asportati contaminati radioattivamente devono essere trattati conformemente alle prescrizioni applicabili alle scorie radioattive (artt. 119–134 ORaP).
5. Ai sensi dell'articolo 9 capoverso 1 lettera c ORaP i periti in radioprotezione istruiscono il personale incaricato di preparare e inumare la salma in merito al comportamento da adottare e, se del caso, ne ordinano la dosimetria mediante dosimetri a lettura diretta.

*Allegato 5*  
(Art. 10, 11 cpv. 4,  
13, 16 cpv. 1)

### Zone di di lavoro e zone: requisiti edili

Requisito	Zona di lavoro			Zona			
	A	B	C	I	II	III	IV
<b>Resistenza al fuoco [min]<sup>12, 13</sup></b>							
Pavimento, pareti, soffitti	90	60	30				
Porte, finestre interne	60	30	30	concetto di protezione dagli incendi Direttiva IFSN HSK-R-50			
Passaggi attraverso pareti/pavimenti/soffitti	90	60					
Serranda tagliafuoco adduzione ed evacuazione aria	x <sup>14</sup>	x				Direttiva IFSN HSK-R-50	

<sup>12</sup> Direttiva antincendio del 26 marzo 2003 emanata dall'Associazione degli istituti cantonali di assicurazioni antincendio (12-03i), stato 20.10.2008. Questa direttiva antincendio (12-03i) e la relativa norma di protezione antincendio (1-03i) sono ottenibili dall'Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio, Bundesgasse 20, casella postale, CH - 3001 Berna oppure in Internet all'indirizzo [www.preaver.ch/IT](http://www.preaver.ch/IT) (e-mail: [mail@vkf.ch](mailto:mail@vkf.ch)).

<sup>13</sup> Classe di resistenza al fuoco: «EI» per gli elementi non portanti della costruzione, «REI» per gli elementi portanti

<sup>14</sup> Per l'intera tabella: «x» = necessario

Requisito	Zona di lavoro			Zona			
	A	B	C	I	II	III	IV
<b>Decontaminabilità</b>							
Pareti	impermeabile, senza interruzioni		vernice lavabile	impermeabile, senza interruzioni			
Raccordo pavimento-parete	rialzato per 10 cm		sigillato	rialzato per 10 cm			
Pavimento, superfici di lavoro	impermeabile, senza interruzioni						
Ancoraggi al pavimento	sigillati						
<b>Accesso</b>							
Luogo cambio abiti		X					
Spogliatoio	X			X	X	X	X
Doccia decontam.	X			X	X	X	X
<b>Punto di decontaminazione</b>							
Lavabi in prossimità dell'uscita	x <sup>15</sup>	X	X	X	X	X	X
Rubinetto + distributore di sapone azionabili senza mani	X	X	X	X	X	X	X
Asciugamani monouso	X	X	X	X	X	X	X

<sup>15</sup> Per l'intera tabella: «x» = necessario

Requisito	Zona di lavoro			Zona			
	A	B	C	I	II	III	IV
<b>Aerazione/filtro</b>							
Aerazione sufficiente (finestra)			x	x			
Aerazione artificiale	x	x			x	x	x
Min. 5 ricambi d'aria l'ora	x	x			x	x	x
Depressione rispetto ai locali limitrofi	x	x			x	x	x
Depressione assicurata in mancanza di elettricità	x				x	x	x
Filtro aria espulsa cappe aspiranti	x	x			x	x	x
Filtro aria espulsa locale	x						x

*Allegato 6*  
(Art. 38 cpv. 1)

## **Strumenti di misurazione delle radiazioni ionizzanti: equipaggiamento minimo necessario**

Durante la manipolazione di sorgenti radioattive sigillate e non sigillate, secondo l'applicazione e l'attività devono essere disponibili apparecchi di misurazione per la verifica e il controllo dell'intensità di dose ambientale e della contaminazione delle superfici.

<b>Ambito d'applicazione, attività</b>	<b>Equipaggiamento minimo</b>	<b>Osservazioni</b>
Singola zona di lavoro C (incl. locale applicazioni / stanza pazienti sottoposti a terapia)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitor di contaminazione per le mani in prossimità dell'uscita</li> <li>- Apparecchio per la misurazione dell'intensità di dose in caso di manipolazione di emettitori gamma</li> </ul>	Non necessario per la manipolazione esclusiva di H-3 (in questo caso, il controllo della contaminazione deve avvenire mediante «test di rilascio» e valutazione nel counter $\beta$ )
Singola zona di lavoro B/A	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitor di contaminazione per le mani e i piedi/Monitor di contaminazione per il corpo in prossimità dell'uscita della zona di lavoro</li> <li>- Monitor di contaminazione</li> <li>- Apparecchio per la misurazione dell'intensità di dose in caso di manipolazione di emettitori gamma</li> </ul>	
Più zone di lavoro all'interno di una zona controllata	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitor di contaminazione per le mani e i piedi/Monitor di contaminazione per il corpo in prossimità di ogni uscita della zona controllata</li> <li>- Monitor di contaminazione in ogni laboratorio</li> <li>- Apparecchio per la misurazione dell'intensità di dose in caso di manipolazione di emettitori gamma</li> </ul>	

---

Ambito d'applicazione, attività Sito di deposito	<ul style="list-style-type: none"><li>- Apparecchio di allarme intensità di dose personale</li></ul> Equipaggiamento minimo <ul style="list-style-type: none"><li>- Monitor di contaminazione</li><li>- Apparecchio per la misurazione dell'intensità di dose in caso di manipolazione di emettitori gamma</li><li>- Apparecchio allarme radiazioni acustico personale</li><li>- Apparecchio per la misurazione dell'intensità di dose</li></ul>	Qualora sia possibile superare i vincoli di dose ambientale Osservazioni  A disposizione in qualsiasi momento
Esercizio di unità di irradiazione per l'esame non distruttivo di materiale		

*Allegato 7*  
(Art. 7 cpv. 1 lett. c)

## Modello di tabella di calcolo

La tabella di calcolo deve contenere i dati seguenti:

- a. radionuclide utilizzato;
- b. attività massima manipolata in Bq;
- c. per le unità di irradiazione, frequenza d'esercizio massima in ore alla settimana;
- d. destinazione delle aree limitrofe al locale di irradiazione o ad altre zone controllate;
- e. i vincoli per la dose ambientale nelle aree limitrofe secondo l'articolo 31 capoverso 2 e l'allegato 2;
- f. distanza sorgente radioattiva/area da proteggere con indicazione se radiazione diretta (RD) o radiazione parassita (RP);
- g. fattore di attenuazione necessario per mezzo della delimitazione del locale;
- h. materiale utilizzato per le delimitazioni del locale (incl. porte e finestre) e per le schermature, incl. spessore, massa volumica apparente ed equivalente di piombo;
- i. fattore di attenuazione esistente dovuto alla delimitazione del locale.

a. Radionuclide		b. Attività massima manipolata [Bq]			c. Frequenza esercizio [h/sett.]		Descrizione locale		
Descrizione impianto					Piano		Altezza locale [m]		
Schermatura necessaria					Schermatura esistente o prevista				
Pos.	d. Area da proteggere	e. Vincolo dell'intensità di dose ambientale [mSv/sett.]	f. RD [m]	f. RP [m]	g. Fattore di attenuazione necessario	h. Materiale costruzione	h. Massa volumica apparente [kg/m <sup>3</sup> ]	h. Spessore [cm]	i. Fattore di attenuazione esistente

