

# Ordinanza sulla radioprotezione (ORaP)

del 22 giugno 1994 (Stato 25 gennaio 2000)

---

*Il Consiglio federale svizzero,*

visto l'articolo 47 capoverso 1 della legge federale del 22 marzo 1991<sup>1</sup>  
sulla radioprotezione (LRaP),

*ordina:*

## Capitolo 1: Disposizioni generali e principi della radioprotezione

### Art. 1 Campo d'applicazione

<sup>1</sup> La presente ordinanza si applica alle sostanze, agli oggetti e ai rifiuti, la cui attività, concentrazione, contaminazione, intensità di dose o massa supera i valori indicati nell'appendice 2.

<sup>2</sup> La presente ordinanza si applica inoltre:

- a. agli impianti generatori di radiazioni ionizzanti;
- b. agli apparecchi e agli impianti che possono emettere radiazioni ionizzanti parassite, qualora l'intensità di dose ambientale accertata di cui all'appendice 5, sia superiore a 1 microsievert ( $\times$ Sv) all'ora a 10 cm dalla superficie esterna;
- c. ...<sup>2</sup>

<sup>3</sup> I valori indicati nell'appendice 3 si applicano all'esecuzione delle prescrizioni in materia di radioprotezione.

### Art. 2 Deroghe

<sup>1</sup> La presente ordinanza non si applica alla manipolazione di materie prime di origine naturale e di composizioni di nuclidi che non sono menzionate nell'allegato 2 e forniscono una dose inferiore a 1 mSv all'anno.<sup>3</sup>

<sup>2</sup> La presente ordinanza non si applica alle sostanze con un'attività specifica inferiore al limite di esenzione indicato nell'appendice 3, colonna 9, e un'intensità di dose ambientale superiore a 0,1  $\times$ Sv all'ora a 10 cm dalla superficie esterna, dopo deduzione del valore di fondo, qualora si sia dimostrato all'autorità di sorveglianza che la

RU 1994 1947

<sup>1</sup> RS 814.50

<sup>2</sup> Abrogata dal n. I dell'O del 17 nov. 1999 (RU 2000 107).

<sup>3</sup> Nuovo testo giusta il n. I dell'O del 17 nov. 1999, in vigore dal 1° gen. 2000 (RU 2000 107).

dose efficace accumulata dalle persone non supererà in alcun momento il valore di  $10 \times \text{Sv}$  all'anno.

<sup>3</sup> Gli articoli 125-127, 133 e 134 non si applicano alle attività che esigono una licenza giusta la legge del 23 dicembre 1959<sup>4</sup> sull'energia nucleare.

### **Art. 3**            Miscela

<sup>1</sup> Non sono ammesse miscele di sostanze radioattive con materiali non radioattivi, al solo scopo di eludere l'applicazione della presente ordinanza.

<sup>2</sup> L'autorità di sorveglianza può autorizzare la miscela di sostanze di cui all'articolo 2 capoverso 2 con materiali non radioattivi a scopo di riciclaggio, se può essere fornita la prova richiesta dalla suddetta disposizione. Inoltre, è fatto salvo l'articolo 82.

### **Art. 4**            Definizioni

Per la presente ordinanza valgono le definizioni riportate nell'appendice 1.

### **Art. 5**            Giustificazione

<sup>1</sup> Un'attività è giustificata, ai sensi dell'articolo 8 LRaP, qualora i vantaggi ad essa connessi superino nettamente gli svantaggi dovuti alle irradiazioni e qualora non siano disponibili soluzioni complessivamente più favorevoli all'uomo e all'ambiente che non comportino esposizione a radiazioni.

<sup>2</sup> Sono comunque considerate giustificate le attività con radiazioni ionizzanti che procurano, alle persone interessate, una dose efficace inferiore a  $10 \times \text{Sv}$  all'anno.

### **Art. 6**            Ottimizzazione

<sup>1</sup> Per le attività giustificate, la radioprotezione è ritenuta ottimizzata qualora:

- a. le diverse soluzioni adeguate siano state valutate e confrontate dal punto di vista della radioprotezione;
- b. sia possibile ricostruire il processo decisionale che ha portato alla soluzione scelta;
- c. si sia tenuto conto del rischio di incidente e dell'eliminazione delle sorgenti radioattive.

<sup>2</sup> L'autorità di sorveglianza (art. 136) può fissare, nel caso concreto, valori operativi per l'ottimizzazione.

<sup>3</sup> Il principio dell'ottimizzazione è considerato soddisfatto nel caso di attività che non comportano in nessun caso una dose efficace superiore a  $100 \times \text{Sv}$  all'anno per le persone professionalmente esposte a radiazioni e superiore a  $10 \times \text{Sv}$  all'anno per le persone non professionalmente esposte a radiazioni.

<sup>4</sup> RS 732.0

**Art. 7<sup>5</sup>** Valore operativo di dose riferito alla sorgente

<sup>1</sup> Il valore operativo di dose riferito alla sorgente non può essere superiore al valore limite di cui all'articolo 37.

<sup>2</sup> L'autorità preposta al rilascio della licenza (art. 127) decide per quali aziende si deve esigere un valore operativo riferito alla sorgente e stabilisce tale valore.

<sup>3</sup> Il valore operativo di dose riferito alla sorgente è stabilito secondo il principio dell'ottimizzazione. Nel far questo si tiene anche in considerazione l'immissione nell'ambiente di sostanze radioattive e la radiazione diretta proveniente da altre aziende.

**Art. 8** Ricerca

<sup>1</sup> Le autorità di sorveglianza possono incaricare terzi di svolgere ricerche sugli effetti delle radiazioni e sulla radioprotezione, oppure parteciparvi esse stesse.

<sup>2</sup> L'Istituto Paul Scherrer (IPS) e altri organismi della Confederazione, secondo le loro possibilità, rimangono a disposizione delle autorità di sorveglianza per l'esecuzione di mandati di ricerca sugli effetti delle radiazioni e sulla radioprotezione.

<sup>3</sup> Le autorità di sorveglianza si consultano prima di affidare un mandato di ricerca.

**Art. 9** Commissione federale della radioprotezione

<sup>1</sup> La Commissione federale della radioprotezione (CFR) è un organo consultivo del Consiglio federale, del Dipartimento federale dell'interno (DFI), del Dipartimento federale dei trasporti, delle comunicazioni e delle energie (DFTCE), degli uffici interessati, come pure dell'Istituto nazionale svizzero di assicurazione contro gli infortuni (INSAI) per questioni inerenti alla radioprotezione.

<sup>2</sup> Essa si pronuncia segnatamente in merito a:

- a. l'interpretazione e la valutazione di raccomandazioni internazionali concernenti la radioprotezione, nel quadro della loro applicazione in Svizzera;
- b. l'elaborazione e lo sviluppo di principi unitari per l'applicazione delle prescrizioni relative alla radioprotezione.

<sup>3</sup> La Commissione della radioprotezione è amministrativamente incorporata nell'UFSP.

<sup>4</sup> Il DFI emana il regolamento della commissione.

<sup>5</sup> Nuovo testo giusta il n. I dell'O del 17 nov. 1999, in vigore dal 1° gen. 2000 (RU 2000 107).

**Capitolo 2:****Competenze, periti, formazione e perfezionamento professionali****Sezione 1: Principio****Art. 10**

<sup>1</sup> Le persone che operano con radiazioni ionizzanti devono poter fruire di una formazione e di un perfezionamento in materia di radioprotezione in funzione della loro attività e responsabilità.

<sup>2</sup> La formazione deve garantire che queste persone:

- a. vengano a conoscenza delle regole fondamentali della radioprotezione;
- b. apprendano una tecnica di lavoro idonea;
- c. possano applicare le prescrizioni in materia di radioprotezione valide per l'attività svolta;
- c. conoscano i rischi dovuti all'esposizione a radiazioni in caso di comportamenti errati;
- e. siano informate circa i rischi per la salute dovuti ad un'attività che implica l'utilizzo di radiazioni ionizzanti.

**Sezione 2: Competenze per le applicazioni mediche****Art. 11**            Applicazioni diagnostiche

<sup>1</sup> Sono considerati prova della necessaria competenza:

- a. il diploma federale in medicina per le applicazioni diagnostiche con impianti generatori di radiazioni ionizzanti (impianti) e con sorgenti radioattive sigillate;
- b. una formazione riconosciuta dall'Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP) con esame di tecnica radiologica e radioprotezione per le applicazioni diagnostiche con impianti a scopo chiropratico.

<sup>2</sup> Per applicazioni diagnostiche con dosi elevate o di tipo interventistico di cui al capoverso 1 lettera a la persona deve inoltre provare di aver conseguito il titolo di medico specialista FMH o una formazione complementare equivalente nel relativo metodo radiologico.

<sup>3</sup> Sono considerati prova della necessaria competenza per le applicazioni diagnostiche con impianti a scopo odontoiatrico:

- a. il diploma federale di medico-dentista, o
- b. una formazione riconosciuta dall'UFSP con esame di tecnica radiologica in medicina dentaria e radioprotezione per gli odontopratici ammessi ad esercitare la professione dai Cantoni.

<sup>4</sup> Per l'attività di perito è fatto salvo l'articolo 18.

**Art. 12** Applicazioni terapeutiche

<sup>1</sup> Sono considerati prova della necessaria competenza per le applicazioni terapeutiche con impianti e con sorgenti radioattive sigillate:

- a. il diploma federale in medicina,
- b. la corrispondente formazione di medico specialista FMH,
- c. una formazione in radioprotezione riconosciuta dall'UFSP, e
- d. una formazione pratica appropriata, acquisita in un ospedale.

<sup>2</sup> Se la materia della formazione di cui al capoverso 1 lettera c è già stata acquisita nell'ambito della formazione di medico specialista FMH, l'UFSP può dispensare il medico da una formazione supplementare.<sup>6</sup>

**Art. 13** Diagnostica e terapia mediante sorgenti radioattive non sigillate

<sup>1</sup> Sono considerati prova della necessaria competenza per le applicazioni di sorgenti radioattive non sigillate:

- a. il diploma federale di medicina,
- b. la corrispondente formazione di medico specialista FMH,
- c. un corso di radioprotezione sull'applicazione medica di radionuclidi riconosciuto dall'UFSP, e
- d. una formazione pratica appropriata, acquisita in un ospedale.

<sup>2</sup> L'UFSP può dispensare il medico dal corso di cui al capoverso 1 lettera c, se la materia del corso è già stata acquisita nell'ambito della formazione di medico specialista FMH.

**Art. 14** Veterinari

<sup>1</sup> E' considerato prova della necessaria competenza per le applicazioni con radiazioni ionizzanti in veterinaria il diploma federale in medicina veterinaria.

<sup>2</sup> Per l'attività di perito è fatto salvo l'articolo 18.

**Art. 15** Personale sanitario

Per i seguenti gruppi professionali è considerata prova della necessaria competenza una formazione in radioprotezione con esame finale, riconosciuta dall'UFSP:

- a. tecnici di radiologia medica (TRM);
- b. assistenti di medici e dentisti, e igienisti odontoiatrici;
- c. ...<sup>7</sup>
- d. assistenti di veterinari;

<sup>6</sup> Nuovo testo giusta il n. I dell'O del 17 nov. 1999, in vigore dal 1° gen. 2000 (RU 2000 107).

<sup>7</sup> Abrogata dal n. I dell'O del 17 nov. 1999 (RU 2000 107).

- e. altro personale sanitario che effettua radiografie a scopo medico.

### **Sezione 3: Competenze per altre applicazioni**

#### **Art. 16** Esigenze in materia di competenze

<sup>1</sup> Per le persone attive nella ricerca, nell'insegnamento, nella medicina analitica, nell'industria, negli impianti nucleari, nel trasporto e nel commercio che assolvono compiti di radioprotezione nei confronti di terzi, è considerata prova della necessaria competenza una formazione in radioprotezione con esame finale, riconosciuta dall'autorità di sorveglianza.

<sup>2</sup> L'autorità di sorveglianza può, nel caso concreto, dispensare dall'esame qualora i rischi legati allo svolgimento di un'attività siano esigui.

#### **Art. 17** Formazione delle organizzazioni di soccorso

<sup>1</sup> Le persone appartenenti ad organizzazioni di soccorso, quali la polizia, i vigili del fuoco, la protezione civile, gli stati maggiori di condotta o i servizi sanitari, che assumono compiti di radioprotezione nel caso di incidenti radiologici, devono essere formate conformemente alla loro funzione ed attività.

<sup>2</sup> La Commissione federale per la protezione atomica e chimica (COPAC) coordina la formazione.

### **Sezione 4: Periti**

#### **Art. 18**

<sup>1</sup> I periti di cui all'articolo 16 LRaP devono dimostrare di aver frequentato un corso di formazione in radioprotezione con esame finale, corrispondente alla loro attività e responsabilità, riconosciuto dall'autorità di sorveglianza, nonché di disporre di conoscenze nell'ambito della legislazione sulla radioprotezione.

<sup>2</sup> I medici, i dentisti e i veterinari che dispongono di una formazione di cui agli articoli 11 e 14 ed esercitano la funzione di perito, devono aver frequentato un corso di formazione con esame finale in radioprotezione e tecnica radiologica riconosciuto dall'UFSP.

<sup>3</sup> I medici che dispongono di una formazione riconosciuta dall'UFSP giusta l'articolo 12, o che hanno frequentato un corso riconosciuto dall'UFSP giusta l'articolo 13, nonché i chiropratici e gli odontopratici con una formazione riconosciuta dall'UFSP di cui agli articoli 11 capoversi 1 e 3, sono considerati periti nel loro campo di attività.

<sup>4</sup> L'autorità di sorveglianza può, nel caso concreto, dispensare dall'esame qualora i rischi legati allo svolgimento di un'attività siano esigui.

**Sezione 5:****Formazione e perfezionamento professionale; aiuti finanziari****Art. 19** Corsi di formazione e di perfezionamento

<sup>1</sup> Le autorità di sorveglianza e l'IPS organizzano, a seconda della richiesta, corsi di radioprotezione.

<sup>2</sup> Il DFI e il DFTCE possono incaricare altri organismi o istituzioni di organizzare corsi di radioprotezione.

**Art. 20** Aiuti finanziari a terzi che organizzano corsi di formazione e di perfezionamento

<sup>1</sup> L'UFSP o la Divisione principale per la sicurezza degli impianti nucleari (DSN) possono accordare aiuti finanziari, entro i limiti dei crediti disponibili, a corsi di formazione o di perfezionamento in radioprotezione organizzati da terzi (scuole, organizzazioni specialistiche).

<sup>2</sup> Gli aiuti finanziari sono accordati soltanto se la formazione è stata riconosciuta dall'autorità di sorveglianza.

<sup>3</sup> Gli aiuti finanziari sono calcolati in modo che, assieme agli ulteriori introiti dell'organizzatore dei corsi, non oltrepassino le spese che questi può documentare.

**Sezione 6: Delega al DFI e al DFTCE; riconoscimento di una formazione all'estero****Art. 21**

<sup>1</sup> Il DFI e il DFTCE disciplinano, nel quadro delle loro competenze:

- a. le condizioni per il riconoscimento di una formazione o di un corso di cui gli articoli 11, 12, 13, 15, 16 e 18;
- b. le condizioni che disciplinano le attività delle organizzazioni di soccorso giusta l'articolo 17.

<sup>2</sup> Possono regolare la materia d'esame e lo svolgimento degli esami stessi.

<sup>3</sup> Determinano le attività che le persone in possesso delle conoscenze necessarie sono autorizzate a svolgere.

**Art. 22<sup>8</sup>** Riconoscimento di una formazione all'estero

L'autorità di sorveglianza riconosce una formazione all'estero, se equivale alla formazione corrispondente definita dagli articoli 11-16 e 18.

<sup>8</sup> Nuovo testo giusta il n. I dell'O del 17 nov. 1999, in vigore dal 1° gen. 2000 (RU 2000 107).

## **Capitolo 3: Applicazioni mediche delle radiazioni**

### **Sezione 1: Principi**

#### **Art. 23**            Informazione e consenso del paziente

Le prescrizioni del diritto federale concernenti la protezione dell'integrità fisica, della vita e della personalità, come pure le prescrizioni del diritto cantonale in materia di sanità pubblica si applicano all'informazione e al consenso del paziente nell'ambito di applicazioni delle radiazioni programmate a scopo diagnostico o terapeutico.

#### **Art. 24**            Protezione del paziente

Il titolare della licenza deve assicurare che ogni impianto medico disponga dei dispositivi necessari alla protezione del paziente e che questi dispositivi vengano utilizzati.

#### **Art. 25**            Registrazione

Il titolare della licenza deve tenere un registro delle applicazioni terapeutiche delle radiazioni e delle applicazioni diagnostiche a dosi elevate o di tipo interventistico, in modo che sia possibile stabilire la dose di irradiazione del paziente anche a posteriori.

#### **Art. 26**            Radioscopia

<sup>1</sup> La radioscopia può essere eseguita soltanto da un medico. I tecnici in radiologia medica (TRM) possono eseguire, secondo le istruzioni di un medico, una radioscopia di controllo dei campi di radioterapia.

<sup>2</sup> Possono essere utilizzati unicamente impianti muniti di amplificatore d'immagine e regolazione automatica dell'intensità di dose.

<sup>3</sup> Non sono ammesse radioscopie per visite di idoneità, in particolare nell'ambito di accertamenti per l'ammissione ad una assicurazione.

### **Sezione 2: Esami speciali**

#### **Art. 27**            Esami radiologici su vasta scala

<sup>1</sup> Gli esami radiologici su vasta scala possono essere effettuati unicamente se giustificati dal punto di vista medico ed epidemiologico.

<sup>2</sup> Non sono ammessi esami su vasta scala a mezzo di radioscopie o schermografie.

#### **Art. 28**            Esami fisiologici e farmacologici

<sup>1</sup> Ogni progetto di applicazione di sorgenti radioattive sigillate o non sigillate sull'uomo per esami fisiologici e farmacologici necessita dell'autorizzazione dell'UFSP.

<sup>2</sup> La domanda per il rilascio della licenza deve essere corredata di:

- a. una valutazione etico-scientifica del programma degli esami;
- b. indicazioni sul controllo di qualità previsto;
- c. dati relativi alla dichiarazione di consenso, al numero, all'età e al sesso delle persone sottoposte a esame;
- d. una stima dell'esposizione a radiazioni.

<sup>3</sup> Per le persone sane che prendono parte a questi progetti si applica il valore limite giusta l'articolo 37.

<sup>4</sup> Con il consenso dell'UFSP, il valore limite può raggiungere i 5 mSv, purché la dose accumulata nei cinque anni precedenti, compreso l'anno in corso, non superi i 5 mSv.

<sup>5</sup> I risultati del progetto di ricerca rilevanti ai fini della radioprotezione devono essere comunicati all'UFSP al termine degli esami.

### **Sezione 3: Radiofarmaci**

#### **Art. 29** Test clinici di radiofarmaci

<sup>1</sup> Chi intende effettuare test clinici di radiofarmaci sull'uomo deve darne avviso all'UFSP al più tardi sei settimane prima dell'inizio dei test.

<sup>2</sup> L'avviso deve essere corredata di:

- a. una valutazione etico-scientifica del programma degli esami;
- b. indicazioni sul controllo di qualità previsto;
- c. dati relativi alla dichiarazione di consenso, al numero, all'età e al sesso delle persone sottoposte a esame;
- d. una stima dell'esposizione a radiazioni.

<sup>3</sup> Per le persone sane che prendono parte a questi progetti si applica il valore limite giusta l'articolo 37.

<sup>4</sup> Con il consenso dell'UFSP, il valore limite può raggiungere 5 mSv, purché la dose accumulata nei cinque anni precedenti, compreso l'anno in corso, non superi i 5 mSv.

<sup>5</sup> I risultati del progetto di ricerca rilevanti ai fini della radioprotezione devono essere comunicati all'UFSP al termine degli esami.

#### **Art. 30** Ammissione di radiofarmaci

<sup>1</sup> I radiofarmaci possono essere messi in commercio o applicati sull'uomo a condizione che siano stati ammessi dall'UFSP.

<sup>2</sup> L'UFSP rilascia l'ammissione, se:

- a. i prodotti sono stati registrati dall'Ufficio intercantonale di controllo dei medicinali (UICM);
- b. i controlli di qualità relativi al radionuclide sono stati svolti conformemente allo stato della scienza e della tecnica.

<sup>3</sup> L'ammissione ha una validità di cinque anni.

<sup>4</sup> I radiofarmaci devono poter essere identificati come tali e contenere almeno i seguenti dati:

- a. la denominazione del prodotto;
- b. il segnale di pericolo di cui all'appendice 6;
- c. i radionuclidi, la loro forma chimica e le loro attività, come pure gli altri radionuclidi presenti e le loro attività ad una determinata data;
- d. le altre forme chimiche dei radionuclidi presenti;
- e. le sostanze non radioattive aggiunte;
- f. la prima e l'ultima data (data di scadenza) in cui i radiofarmaci possono essere utilizzati.

#### **Art. 31**            Controlli di qualità

<sup>1</sup> Chi fabbrica radiofarmaci o li applica sull'uomo è tenuto ad eseguire regolarmente controlli di qualità.

<sup>2</sup> L'UFSP può prelevare in qualsiasi momento campioni di radiofarmaci per accertare se le condizioni dell'ammissione sono ancora soddisfatte. A tale scopo, può richiedere la collaborazione di servizi specializzati.

#### **Art. 32**            Commissione tecnica paritetica

<sup>1</sup> Una commissione tecnica paritetica, composta di rappresentanti della Confederazione e dell'UICM, dev'essere consultata, quale organo consultivo, nell'ambito dell'ammissione e della registrazione dei radiofarmaci.

<sup>2</sup> Il DFI definisce i compiti della commissione paritetica e nomina i rappresentanti della Confederazione.

## **Capitolo 4: Protezione delle persone esposte a radiazioni**

### **Sezione 1: Limiti di dose**

#### **Art. 33**            Persone professionalmente esposte a radiazioni

<sup>1</sup> Il titolare della licenza determina le persone che nell'azienda sono professionalmente esposte a radiazioni e le informa sulla loro particolare situazione di persone professionalmente esposte a radiazioni.

<sup>2</sup> Le informa in particolare in merito a:

- a. le dosi di radiazione previste nell'ambito della loro attività;
- b. i valori limite di dose loro applicabili.

<sup>3</sup> Il titolare della licenza non può impiegare persone di età inferiore ai sedici anni quali persone professionalmente esposte a radiazioni.

#### **Art. 34** Valori limite di dose

<sup>1</sup> I valori limite di dose di cui agli articoli 35-37 si applicano alla dose dovuta ad irradiazione controllata, accumulata nel corso di un anno civile.

<sup>2</sup> Non si applicano a:

- a. le applicazioni di radiazioni su pazienti a scopi diagnostici o terapeutici;
- b. le esposizioni a radiazioni in situazioni eccezionali giusta l'articolo 20 L RaP;
- c. le esposizioni dovute a radiazione naturale la cui sorgente non può essere influenzata;
- d. l'esposizione di persone che collaborano a titolo non professionale all'assistenza e alla cura di pazienti.

<sup>3</sup> Nel calcolo dei valori limite di dose, l'esposizione a radiazioni dovuta a radiazione naturale e a eventuali misure mediche non è considerata. È fatta salva la presa in considerazione di un'esposizione a radiazioni emesse dal radon giusta l'articolo 110 capoverso 3.

#### **Art. 35** Valori limite di dose applicabili alle persone professionalmente esposte a radiazioni

<sup>1</sup> Per le persone professionalmente esposte a radiazioni, la dose efficace non deve superare il valore limite di 20 mSv all'anno. È fatto salvo l'articolo 36.

<sup>2</sup> Eccezionalmente e con il consenso dell'autorità di sorveglianza, la dose ammessa per le persone professionalmente esposte a radiazioni che svolgono lavori importanti può raggiungere 50 mSv all'anno, purché la dose totale accumulata nei cinque anni precedenti, compreso l'anno in corso, sia inferiore a 100 mSv.

<sup>3</sup> Per le persone professionalmente esposte a radiazioni, l'equivalente di dose non deve superare i valori limite seguenti:

- a. cristallino: 150 mSv all'anno;
- b. pelle, mani e piedi: 500 mSv all'anno.

#### **Art. 36** Protezione di giovani e donne

<sup>1</sup> Per le persone professionalmente esposte a radiazioni di età compresa tra i 16 e i 18 anni, la dose efficace non deve superare il valore limite di 5 mSv all'anno.

<sup>2</sup> Per le donne professionalmente esposte a radiazioni, dal momento in cui è costato lo stato di gravidanza e fino al termine della stessa, l'equivalente di dose alla

superficie dell'addome non deve superare 2 mSv, e la dose efficace in seguito ad incorporazione 1 mSv.

<sup>3</sup> Le donne che allattano non possono svolgere lavori con sostanze radioattive che possono comportare il rischio di un'incorporazione o di una contaminazione radioattiva.

**Art. 37** Valore limite di dose per le persone non professionalmente esposte a radiazioni

Per le persone non professionalmente esposte a radiazioni, la dose efficace non deve superare il valore limite di 1 mSv all'anno.

**Art. 38** Provvedimenti in caso di superamento dei valori limite di dose

<sup>1</sup> Chi sospetta o costata il superamento di un valore limite di dose deve darne immediatamente avviso all'autorità di sorveglianza.

<sup>2</sup> Il titolare della licenza deve fare in modo che sia svolta un'indagine giusta l'articolo 99.

<sup>3</sup> L'autorità di sorveglianza adotta i provvedimenti necessari.

<sup>4</sup> Se il valore limite di dose per una persona professionalmente esposta a radiazioni è superato, l'interessato non può accumulare, per il resto dell'anno, una dose efficace supplementare superiore a 1 mSv. È fatto salvo il consenso dell'autorità di sorveglianza giusta l'articolo 35 capoverso 2.

**Art. 39** Controllo medico in caso di superamento dei valori limite di dose

<sup>1</sup> Una persona che, sull'arco di un anno, abbia ricevuto una dose efficace superiore a 250 mSv, un'equivalente di dose alla pelle o al periestio superiore a 2500 mSv o un'equivalente di dose superiore a 1000 mSv a un altro organo, deve essere sottoposta a controllo medico.

<sup>2</sup> Il medico comunica i risultati della visita, con una proposta circa i provvedimenti da adottare, sia all'interessato sia all'autorità di sorveglianza. Informa l'INSAI, se si tratta di un lavoratore.

<sup>3</sup> Il medico comunica inoltre all'autorità di sorveglianza:

- 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> L'autorità di sorveglianza conserva questi dati finché la persona interessata rimane esposta professionalmente a radiazioni.

<sup>5</sup> L'autorità di sorveglianza adotta i provvedimenti necessari per le persone non sottoposte a un contratto di lavoro. Può disporre una sospensione dal lavoro per una durata limitata o illimitata.

**Art. 40** Esposizione eccezionale a radiazioni

<sup>1</sup> I valori limite di dose di cui agli articoli 35-37 possono essere superati qualora si tratti di far fronte a un incidente giusta l'articolo 97, se il superamento è reso necessario ai fini della protezione della popolazione e in particolare del salvataggio di vite umane.

<sup>2</sup> Per le persone di cui all'articolo 120 si applicano i valori dell'articolo 121 capoverso 1.

**Art. 41** Personale di volo

<sup>1</sup> Il personale di volo di aerei a reazione dev'essere informato dal proprietario della compagnia aerea sull'esposizione a radiazioni che comporta l'esercizio di tale professione.

<sup>2</sup> Le gestanti possono esigere l'esonero dal servizio di volo.

**Sezione 2: Accertamento della dose d'irradiazione (dosimetria)****Art. 42** Dosimetria per le persone professionalmente esposte a radiazioni

<sup>1</sup> Per le persone professionalmente esposte a radiazioni, la dose dev'essere accertata individualmente e conformemente all'appendice 5 (dosimetria individuale).

<sup>2</sup> La dose dovuta ad irradiazione esterna dev'essere accertata mensilmente.

<sup>3</sup> L'autorità di sorveglianza stabilisce, nel caso concreto, come ed a quale intervallo di tempo dev'essere accertata la dose dovuta ad irradiazione interna. A tal fine, tiene conto delle condizioni di lavoro e dei radionuclidi impiegati.

<sup>4</sup> L'autorità di sorveglianza può esigere che venga impiegato un secondo sistema di dosimetria autonomo che svolga una funzione supplementare.

<sup>5</sup> L'autorità di sorveglianza può autorizzare deroghe ai capoversi 1 e 2, qualora sia a disposizione un sistema di dosimetria supplementare o un altro sistema adeguato di sorveglianza della dose.

**Art. 43** Obblighi del titolare della licenza

<sup>1</sup> Il titolare della licenza deve provvedere affinché la dose di tutte le persone professionalmente esposte a radiazioni impiegate nella sua azienda venga accertata da servizi di dosimetria individuale omologati. Può effettuare personalmente misure di sondaggio per rilevare una contaminazione interna.

<sup>2</sup> È tenuto a informare le persone interessate sui risultati della dosimetria.

<sup>3</sup> È tenuto ad assumersi i costi per la dosimetria.

<sup>4</sup> Deve mettere a disposizione dell'INSAI i dati relativi all'azienda, al personale ed i dati dosimetrici, necessari per l'applicazione dei provvedimenti preventivi di medicina del lavoro.

**Art. 44** Dosimetria per le persone non professionalmente esposte a radiazioni

<sup>1</sup> La dose delle persone non professionalmente esposte a radiazioni è accertata nel quadro della sorveglianza dei limiti di immissione giusta l'articolo 102 o mediante modelli matematici. In casi particolari, la dose può essere accertata anche individualmente.

<sup>2</sup> Per le persone che in un'azienda non sono professionalmente esposte a radiazioni, l'autorità di sorveglianza stabilisce, nel caso concreto, il metodo per l'accertamento della dose.

<sup>3</sup> La contaminazione interna dev'essere accertata conformemente alle appendici 4 e 5.

**Sezione 3: Servizi di dosimetria individuale****Art. 45** Omologazione e condizioni

<sup>1</sup> Chi intende esercitare un servizio di dosimetria individuale deve chiederne l'omologazione.

<sup>2</sup> L'omologazione è accordata se sono soddisfatte le condizioni seguenti:

- a. il responsabile del servizio deve avere una formazione di perito in radioprotezione, possedere un diploma universitario o di una scuola tecnica superiore ad indirizzo tecnico-scientifico e disporre di conoscenze pratiche nella tecnica di misura impiegata;
- b. il servizio deve essere situato in Svizzera e disporre di un'organizzazione adeguata e di personale sufficiente e qualificato;
- c. il sistema di misura deve essere adeguato allo stato della tecnica e riconducibile ai campioni di riferimento nazionali o internazionali (riferibilità<sup>9</sup>).

<sup>3</sup> Qualora un servizio di dosimetria individuale sia accreditato per l'esercizio di tale attività, le condizioni di cui al capoverso 2 sono considerate soddisfatte.

**Art. 46** Procedura e validità dell'omologazione

<sup>1</sup> L'autorità cui compete l'omologazione stabilisce, mediante un'ispezione e un esame tecnico, se le condizioni per l'omologazione sono soddisfatte. Essa può affidare tale incarico a terzi.

<sup>2</sup> La riferibilità giusta l'articolo 45 capoverso 2 lettera c è fissata, nel caso concreto, dall'Ufficio federale di metrologia (UFMET) e controllata da un servizio da esso riconosciuto.

<sup>3</sup> La validità dell'omologazione è di cinque anni.

<sup>9</sup> Nuovo termine giusta il n. I dell'O del 17 nov. 1999, in vigore dal 1° gen. 2000 (RU 2000 107). Di detta modificazione è stato tenuto conto in tutto il presente testo.

**Art. 47** Autorità d'omologazione

<sup>1</sup> L'omologazione è di competenza di:

- a. l'UFSP, se il servizio di dosimetria intende operare, completamente o in massima parte, nel suo settore di sorveglianza o in quello dell'INSAI;
- b. la DSN, se il servizio di dosimetria intende operare, completamente o in massima parte, nel suo settore di sorveglianza.

<sup>2</sup> Nel caso in cui un servizio di dosimetria individuale intendesse operare in diversi settori di sorveglianza, le autorità d'omologazione concordano quale dev'essere l'autorità competente per la relativa omologazione.

<sup>3</sup> Le autorità d'omologazione non possono gestire un servizio di dosimetria individuale.

**Art. 48** Comunicazioni del titolare della licenza

Il titolare della licenza deve comunicare al servizio di dosimetria individuale cui ha affidato il mandato, le generalità (cognome, nome, cognome da nubile, data di nascita, numero AVS, sesso) del personale professionalmente esposto a radiazioni della sua azienda, come pure i dati relativi all'azienda (nome, indirizzo).

**Art. 49** Comunicazioni del servizio di dosimetria individuale

<sup>1</sup> Il servizio di dosimetria individuale deve comunicare i dati di cui all'articolo 48 e le dosi accertate al titolare della licenza entro un mese dalla scadenza del periodo di sorveglianza, come pure al registro centrale delle dosi (art. 53) nella forma prescritta dall'UFSP. Devono inoltre essere comunicati direttamente alla DSN i dati che rientrano nel suo ambito di sorveglianza.

<sup>2</sup> Se la dose efficace, accumulata durante il periodo di sorveglianza, supera 2 mSv oppure se l'equivalente di dose relativo agli organi supera 10 mSv, il servizio di dosimetria individuale deve darne avviso al titolare della licenza e all'autorità di sorveglianza competente (UFSP o INSAI) al più tardi entro dieci giorni dalla ricezione del dosimetro.

<sup>3</sup> Se sussiste il sospetto di superamento di un valore limite di dose, il servizio deve comunicare il risultato al titolare della licenza entro 24 ore. Qualora la dose superi il valore limite di dose di cui all'articolo 35 o 36, il servizio deve informarne immediatamente l'autorità di sorveglianza competente. Esso informa anche l'INSAI, se si tratta di un lavoratore.

**Art. 50** 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 ulteriore 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 misure di interconfronto, secondo le istruzioni dell'autorità cui compete l'omologazione.

**Art. 51** Obbligo del segreto e protezione dei dati

<sup>1</sup> Il servizio di dosimetria individuale è autorizzato a comunicare le generalità e i valori di dose delle persone sottoposte alla dosimetria soltanto a queste ultime, al mandante, all'autorità di sorveglianza, alle autorità cui compete il rilascio della licenza ed al registro centrale delle dosi.

<sup>2</sup> Le persone addette all'esecuzione della dosimetria devono osservare, per quanto concerne l'obbligo del segreto e la protezione dei dati, le prescrizioni applicabili ai funzionari federali.

**Art. 52** Disposizioni tecniche

<sup>1</sup> Il DFI e il DFTCE, dopo aver sentito il parere dell'UFMET, emanano congiuntamente le disposizioni tecniche relative alla dosimetria individuale.

<sup>2</sup> Le disposizioni tecniche concernono, in particolare:

- a. le esigenze minime in materia di sistemi di misura;
- b. le esigenze minime relative alla precisione delle misure, sia durante l'esercizio ordinario sia in occasione di misure di interconfronto;
- c. i modelli standard di calcolo delle dosi d'irradiazione;
- d. la forma delle comunicazioni.

**Sezione 4: Registrazione delle dosi d'irradiazione****Art. 53** Registro centrale delle dosi

<sup>1</sup> L'UFSP tiene un registro delle dosi accumulate dalle persone professionalmente esposte a radiazioni in Svizzera (registro centrale delle dosi).

<sup>2</sup> Il registro centrale delle dosi ha per scopo:

- a. di consentire alle autorità di sorveglianza di controllare in ogni momento le dosi accumulate da tutte le persone professionalmente esposte a radiazioni in Svizzera;
- b. di consentire l'allestimento di statistiche;
- c. di assicurare la conservazione dei dati.

**Art. 54** Dati elaborati

<sup>1</sup> I seguenti dati possono essere memorizzati nel registro centrale delle dosi:

- a. cognome, nome, cognome da nubile;
- b. data di nascita;
- c. numero AVS;
- d. sesso;
- e. nome e indirizzo dell'azienda;

- f. valori di dose;
- g. categoria professionale.

<sup>2</sup> Per le persone attive in Svizzera unicamente a titolo temporaneo vengono registrate le dosi accumulate in Svizzera. Per le altre persone professionalmente esposte a radiazioni vengono registrate anche le dosi accumulate all'estero.

<sup>3</sup> Le autorità di sorveglianza e il Servizio di medicina del lavoro dell'INSAI hanno accesso diretto ai dati relativi al loro settore di sorveglianza.

#### **Art. 55** Conservazione e pubblicazione dei dati

<sup>1</sup> L'UFSP deve conservare tutti i dati trasmessi al registro centrale delle dosi per un periodo di 100 anni.

<sup>2</sup> Le autorità di sorveglianza allestiscono annualmente un rapporto relativo ai risultati della dosimetria individuale.

<sup>3</sup> L'UFSP pubblica il rapporto.

#### **Art. 56** Utilizzazione a fini di ricerca

<sup>1</sup> L'UFSP può utilizzare i dati memorizzati presso il registro centrale delle dosi a fini di ricerca sugli effetti delle radiazioni e sulla radioprotezione o comunicarli a terzi.

<sup>2</sup> L'UFSP mette a disposizione i dati in forma anonima, a meno che la comunicazione di dati personali sia indispensabile per lo svolgimento della ricerca.

<sup>3</sup> I dati sono messi a disposizione del destinatario se:

- a. gli occorrono per svolgere la sua ricerca;
- b. egli ne garantisce la protezione.

<sup>4</sup> Il destinatario è autorizzato ad utilizzare i dati unicamente nel quadro del suo progetto di ricerca. Egli può trasmetterli a terzi unicamente nel quadro del suo progetto di ricerca.

<sup>5</sup> Il destinatario deve rendere anonimi o distruggere i dati, qualora non gli servano più nel quadro del suo progetto di ricerca. Qualora siano previste ulteriori ricerche, i dati devono essere depositati presso l'UFSP.

#### **Art. 57** Libretto di dosimetria personale

<sup>1</sup> L'UFSP distribuisce un libretto di dosimetria personale.

<sup>2</sup> I servizi di dosimetria individuale omologati devono consegnare gratuitamente il libretto alle persone professionalmente esposte a radiazioni.

<sup>3</sup> Il titolare della licenza deve registrare le dosi accumulate. Egli deve consegnare il libretto di dosimetria personale, contenente l'indicazione delle dosi, alla persona professionalmente esposta a radiazioni al termine del rapporto di lavoro o prima che quest'ultima inizi a lavorare in un'altra azienda.

**Capitolo 5:****Manipolazione degli impianti e delle sorgenti radioattive****Sezione 1: Zone controllate****Art. 58**

<sup>1</sup> Il titolare della licenza deve allestire zone controllate al fine di limitare e controllare le irradiazioni.

<sup>2</sup> Le zone controllate devono essere chiaramente delimitate e contrassegnate secondo l'appendice 6.

<sup>3</sup> Il titolare della licenza deve tenere sotto controllo l'accesso alle zone controllate e la permanenza nelle stesse.

<sup>4</sup> Il DFI e il DFTCE emanano le necessarie prescrizioni relative al comportamento da assumere nelle zone controllate.

**Sezione 2:****Schermatura e ubicazione degli impianti e delle sorgenti radioattive****Art. 59** Schermatura

Il locale o l'area in cui sono in funzione o sono depositati impianti fissi o sorgenti radioattive dev'essere concepito o schermato in modo che, tenuto conto della frequenza d'esercizio:

- a. in nessun luogo al di fuori delle zone controllate, all'interno del perimetro aziendale, dove possono soggiornare persone non professionalmente esposte a radiazioni, la dose ambientale superi 0,02 mSv alla settimana. Tale valore può essere superato fino a cinque volte nei luoghi in cui le persone non soggiornano in permanenza;
- b. in nessun luogo all'esterno del perimetro aziendale siano superati i valori limite di immissione di cui all'articolo 102.

**Art. 60** Ubicazione degli impianti e delle sorgenti radioattive utilizzati a scopi non medici

<sup>1</sup> Gli impianti per applicazioni non medici e le unità di irradiazione utilizzati per l'esame non distruttivo dei materiali (analisi della struttura) devono essere installati in un locale di irradiazione oppure essere dotati di un dispositivo di protezione totale.

<sup>2</sup> Il locale di irradiazione deve soddisfare le esigenze seguenti:

- a. l'interruttore deve trovarsi al di fuori del locale di irradiazione;
- b. l'accesso al locale di irradiazione dev'essere impedito mediante dispositivi appropriati quando l'impianto è in esercizio. Dev'essere possibile abbandonare il locale in qualsiasi momento;

- c. un segnale ottico o acustico all'interno del locale di irradiazione, all'ingresso dello stesso e presso l'interruttore, deve indicare chiaramente se l'impianto è in funzione.

<sup>3</sup> L'autorità di sorveglianza può ammettere deroghe al capoverso 1, se un impianto o un'unità di irradiazione non può essere utilizzato in un locale di irradiazione. La dose ambientale, presso la delimitazione della zona controllata, non deve superare 0,1 mSv alla settimana all'aperto e 0,02 mSv alla settimana negli edifici.

<sup>4</sup> Se un impianto o una unità di irradiazione è utilizzato al di fuori di un locale di irradiazione, occorre garantire che l'operatore possa avvalersi in ogni momento dell'aiuto di una terza persona.

<sup>5</sup> Gli impianti radiologici analitici e altri, come pure le unità che contengono sorgenti radioattive sigillate per misure radiometriche quali gli indicatori di livello, i regolatori di livello e gli apparecchi per la misura dello spessore degli strati, devono essere installati in una zona controllata o equipaggiata di un dispositivo di protezione totale.

**Art. 61** Ubicazione degli impianti e delle sorgenti radioattive utilizzati a scopi medici

<sup>1</sup> Il DFI disciplina le esigenze in materia di ubicazione degli impianti medici. Determina, in particolare, le misure architettoniche e le basi di calcolo corrispondenti.

<sup>2</sup> La permanenza di persone in prossimità di pazienti ai quali vengono applicate sorgenti radioattive a scopi terapeutici deve essere limitata al minimo. Il medico responsabile del paziente provvede a far sorvegliare in modo appropriato l'area in cui questi è degente.

<sup>3</sup> Il DFI stabilisce:

- a. le esigenze in merito ai locali di applicazione;
- b. le misure di radioprotezione nell'ambito della cura e della degenza dei pazienti sottoposti a radioterapia.

**Art. 62** Requisiti tecnici

Il DFI e il DFTCE stabiliscono i requisiti tecnici relativi agli impianti e alle sorgenti radioattive e determinano i provvedimenti protettivi necessari per la loro utilizzazione.

### **Sezione 3: Apparecchi per la misura delle radiazioni**

**Art. 63** Apparecchi per la misura delle radiazioni

<sup>1</sup> Il titolare della licenza deve fare in modo che l'azienda disponga del numero necessario di apparecchi appropriati per la misura delle radiazioni.

<sup>2</sup> Nei locali o nei settori in cui vengono manipolate sorgenti radioattive devono essere sempre disponibili strumenti appropriati destinati al controllo dell'intensità di dose o della contaminazione.

<sup>3</sup> Se gli impianti o le unità di irradiazione non medici destinati all'analisi della struttura dei materiali sono utilizzati senza schermature fisse oppure al di fuori di un locale d'irradiazione, il personale di servizio deve disporre, oltre al dosimetro personale, di un apparecchio per la misura delle radiazioni munito di dispositivo d'allarme.

<sup>4</sup> Se la posizione e le dimensioni delle schermature possono essere cambiate, oppure se è necessario erigere barriere per delimitare una zona controllata, l'impianto deve disporre almeno di un apparecchio di misura appropriato, a lettura diretta, per la misura dell'intensità di dose ambientale.

#### **Art. 64** Controllo e taratura degli apparecchi di misura delle radiazioni

<sup>1</sup> Il titolare della licenza deve controllare il funzionamento degli apparecchi di misura ad intervalli convenienti, mediante appropriate sorgenti di controllo.

<sup>2</sup> L'autorità di sorveglianza può obbligare il titolare della licenza a partecipare a misure di interconfronto.

<sup>3</sup> L'autorità di sorveglianza può esigere che gli apparecchi di misura delle radiazioni e gli strumenti per la determinazione delle attività siano controllati e tarati dall'UFMET oppure da un servizio da questo riconosciuto.

<sup>4</sup> I sistemi di misura di riferimento mobili, impiegati per il controllo degli impianti radiologici a scopo terapeutico, devono essere tarati regolarmente dall'UFMET o da un organismo da questo riconosciuto; allo stesso tempo, dev'essere controllato il loro funzionamento.

<sup>5</sup> L'UFMET stabilisce nel caso concreto, dopo aver consultato l'autorità di sorveglianza, le esigenze relative a questi sistemi di misura di riferimento e la frequenza dei procedimenti periodici di taratura.

### **Sezione 4:**

#### **Tecnica di costruzione e contrassegno delle sorgenti radioattive sigillate**

##### **Art. 65** Tecnica di costruzione

<sup>1</sup> Per quanto attiene alla tecnica di costruzione, le sorgenti radioattive devono corrispondere allo stato della scienza e della tecnica, in particolare alle norme dell'International Standard Organisation (norme ISO).

<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, devono essere munite di una schermatura in modo da assorbire la radiazione corpuscolare primaria.

**Art. 66**      Contrassegno

<sup>1</sup> Le sorgenti radioattive sigillate ed i relativi contenitori devono essere contrassegnati in modo che sia sempre possibile identificare la sorgente. L'autorità di sorveglianza può ammettere deroghe, qualora sia impossibile collocare un contrassegno.

<sup>2</sup> Il contrassegno deve indicare il tipo di radionuclide, l'attività, la data di fabbricazione e di misura, come pure la classificazione ISO, oppure deve consentire di potervi risalire.

**Art. 67**      Controllo

<sup>1</sup> Ogni sorgente radioattiva sigillata dev'essere sottoposta a un controllo relativo all'ermeticità e all'assenza di contaminazione superficiale, il quale dev'essere effettuato da un organismo accreditato a svolgere tale attività o riconosciuto dall'autorità di sorveglianza.

<sup>2</sup> Ogni sorgente radioattiva sigillata la cui attività supera di 100 volte il limite di licenza di cui all'appendice 3, colonna 10, deve essere sottoposta ad omologazione conformemente alle norme ISO e debitamente classificata.

<sup>3</sup> In casi motivati, l'autorità di sorveglianza può ammettere deroghe ai capoversi 1 e 2, oppure esigere controlli di qualità supplementari.

**Art. 68**      Applicazione ed esercizio

<sup>1</sup> Le unità di irradiazione e i recipienti di protezione contenenti sorgenti radioattive sigillate che vengono manipolate al di fuori dei locali di irradiazione, devono presentare, a schermatura chiusa, un'intensità di dose ambientale inferiore a 0,1 mSv all'ora ad un metro di distanza dalla superficie.

<sup>2</sup> Qualora non siano utilizzate, le sorgenti radioattive sigillate impiegate per esami non distruttivi dei materiali, devono essere conservate in un recipiente di protezione (unità di irradiazione). Il fascio primario della sorgente radioattiva fuoriuscita dal recipiente deve essere diaframmato, mediante un collimatore, sul campo necessario.

**Sezione 5:****Aree di lavoro destinate alla manipolazione delle sorgenti radioattive non sigillate****Art. 69**      Aree di lavoro

<sup>1</sup> Gli impieghi con sorgenti radioattive non sigillate, la cui attività supera il limite autorizzato di cui all'appendice 3, colonna 10, devono essere svolti nelle aree di lavoro.

<sup>2</sup> Le aree di lavoro devono essere installate in locali separati, previsti esclusivamente a tale scopo.

<sup>3</sup> Le aree di lavoro sono classificate in funzione delle attività utilizzate per operazione o per giorno, ovvero:

- a. tipo C: un'attività compresa tra 1 e 100 limiti di licenza, di cui all'appendice 3, colonna 10;
- b. tipo B:  
un'attività compresa tra 1 e 10 000 limiti di licenza, di cui all'appendice 3, colonna 10;
- c. tipo A:  
un'attività compresa tra 1 limite di licenza ed un limite massimo, fissato nella procedura di licenza.

<sup>4</sup> Per le operazioni che non comportano pericolo di inalazione, l'autorità di sorveglianza può fissare, nel caso concreto, il tipo di area di lavoro in funzione del rischio di incorporazione.

<sup>5</sup> Il DFI e il DFTCE emanano le necessarie prescrizioni relative ai provvedimenti protettivi da adottare per ciascuna area di lavoro.

#### **Art. 70** Derghe

<sup>1</sup> L'autorità di sorveglianza può autorizzare deroghe all'articolo 69 capoverso 2, qualora motivi legati alla tecnica di gestione lo giustifichino e sia garantita la radioprotezione.

<sup>2</sup> Per manipolazioni a basso rischio di incorporazione, essa può, in casi eccezionali, autorizzare valori che superano fino a dieci volte quelli indicati dall'articolo 69 capoverso 3, a condizione che sia garantita la radioprotezione.

<sup>3</sup> Essa può autorizzare valori che superano fino a 100 volte quelli indicati dall'articolo 69 capoverso 3, se un'area di lavoro è adibita esclusivamente al deposito di sorgenti radioattive.

#### **Art. 71** Valori operativi per le contaminazioni

<sup>1</sup> I valori operativi definiti nell'appendice 3, colonna 12, si applicano per contaminazioni massime della pelle, della biancheria, degli indumenti, dei materiali e delle superfici al di fuori delle zone controllate.

<sup>2</sup> Se nei settori accessibili delle zone controllate la contaminazione dei materiali e delle superfici supera di oltre dieci volte il valore operativo di cui all'appendice 3, colonna 12, devono essere applicati provvedimenti di decontaminazione o altri provvedimenti protettivi adeguati.

<sup>3</sup> Se in una zona controllata, una parte della contaminazione rimane fissata alla superficie anche a seguito di sollecitazioni prevedibili, i valori operativi dell'appendice 3, colonna 12, si applicano solo alla contaminazione trasmissibile.

#### **Art. 72** Trattamento e riutilizzazione delle aree al termine dei lavori

<sup>1</sup> Il titolare della licenza è tenuto a decontaminare le aree di lavoro 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, alme-

no fino al raggiungimento dei valori operativi stabiliti dall'appendice 3, colonna 12, e in modo che i limiti massimi di immissione di cui all'articolo 102 non siano superati.

<sup>2</sup> Il titolare della licenza deve rendere conto all'autorità di sorveglianza dei provvedimenti adottati conformemente al capoverso 1.

<sup>3</sup> Il titolare della licenza può adibire le aree di lavoro in questione ad altri usi solo dopo che l'autorità di sorveglianza abbia autorizzato l'accesso.

## **Sezione 6:**

### **Revisione e manutenzione degli impianti e delle sorgenti radioattive**

#### **Art. 73**          Principio

<sup>1</sup> Il titolare della licenza deve fare in modo che gli impianti siano completamente revisionati e sottoposti a manutenzione ad intervalli di tempo appropriati.

<sup>2</sup> L'autorità di sorveglianza determina, nel caso concreto, gli intervalli di tempo relativi agli impianti non medici.

<sup>3</sup> Il titolare della licenza deve verificare regolarmente lo stato delle sorgenti radioattive sigillate e tenere un registro dei controlli.

#### **Art. 74**          Impianti e installazioni medici contenenti sorgenti radioattive sigillate

<sup>1</sup> Il titolare della licenza deve provvedere affinché ogni impianto o installazione medica contenente sorgenti radioattive sigillate sia sottoposto a collaudo prima di essere utilizzato.

<sup>2</sup> Dopo la messa in servizio dell'impianto o dell'installazione medica contenente sorgenti radioattive sigillate, il titolare della licenza deve applicare regolarmente un programma di garanzia di qualità.

<sup>3</sup> Per gli impianti radiologici o le installazioni mediche contenenti sorgenti radioattive sigillate, la revisione deve essere eseguita almeno ogni tre anni, per i piccoli impianti di odontoiatria almeno ogni sei anni, per gli impianti terapeutici che superano i 100 chilovolt e per le unità di irradiazione almeno una volta l'anno.

<sup>4</sup> Per gli impianti terapeutici o le unità di irradiazione, gli elementi rilevanti ai fini della sicurezza e quelli che servono ad accertare la dose devono essere controllati almeno una volta l'anno, nonché dopo ogni modifica delle componenti che possono influire sull'intensità di dose. Il controllo degli elementi che servono ad accertare la dose deve avvenire sotto la sorveglianza di un fisico che dispone di una formazione in fisica medica con riconoscimento in fisica medica delle radiazioni della Società svizzera di radiobiologia e di fisica medica o di un'altra formazione equivalente.<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Nuovo testo del per. giusta il n. I dell'O del 17 nov. 1999, in vigore dal 1° gen. 2000 (RU 2000 107).

<sup>5</sup> Il titolare della licenza deve assumere uno o più fisici con specializzazione in fisica medica conformemente al capoverso 4 per poter garantire il corretto funzionamento degli acceleratori e delle unità di irradiazione impiegati in medicina, nonché per la dosimetria nell'ambito della pianificazione delle irradiazioni.

<sup>6</sup> Il DFI stabilisce i requisiti minimi del collaudo e del programma di garanzia di qualità tenendo conto delle norme internazionali relative alla garanzia di qualità.

## **Sezione 7:**

### **Immagazzinamento, trasporto, importazione, esportazione e transito di sorgenti radioattive**

#### **Art. 75**           Immagazzinamento

<sup>1</sup> Le sorgenti radioattive la cui attività supera i limiti di licenza di cui all'appendice 3, colonna 10, devono essere immagazzinate in modo da essere accessibili solo al personale autorizzato a utilizzarle.

<sup>2</sup> Il DFI e il DFTCE disciplinano il tipo di immagazzinamento e le esigenze in materia di depositi.

#### **Art. 76**           Trasporti al di fuori del perimetro aziendale

<sup>1</sup> Chi trasporta o fa trasportare sorgenti radioattive al di fuori del perimetro aziendale deve osservare le prescrizioni federali concernenti il trasporto di merci pericolose.

<sup>2</sup> Deve dimostrare di disporre di un programma di garanzia di qualità appropriato e di applicarlo.

<sup>3</sup> Lo speditore e il trasportatore di sorgenti radioattive devono designare un responsabile per la garanzia di qualità e fissare per scritto i provvedimenti in materia di garanzia di qualità.

<sup>4</sup> Lo speditore o il trasportatore che dispongono di un sistema di garanzia di qualità per il trasporto di sorgenti radioattive certificato da un servizio accreditato sono ritenuti applicare un programma di garanzia di qualità appropriato.

<sup>5</sup> Coloro che spediscono o trasportano devono assicurarsi che i contenitori o gli imballaggi usati per il trasporto siano conformi alle prescrizioni in materia e siano debitamente mantenuti.

<sup>6</sup> Lo speditore deve verificare che la persona incaricata del trasporto è in possesso di un'autorizzazione per il trasporto di sorgenti radioattive.

#### **Art. 77**           Trasporti entro il perimetro aziendale

Il DFI e il DFTCE stabiliscono le esigenze che devono soddisfare gli imballaggi per il trasporto di sorgenti radioattive entro il perimetro aziendale.

**Art. 78** Importazione, esportazione e transito

<sup>1</sup> Le sorgenti radioattive possono essere importate, esportate o fatte transitare esclusivamente tramite i principali uffici doganali.

<sup>2</sup> La dichiarazione doganale per l'importazione e l'esportazione deve contenere i dati seguenti:

- a. la designazione esatta della merce;
- b. i radionuclidi;
- c. l'attività totale per radionuclide in Becquerel;
- d. il numero della licenza del destinatario o del mittente in Svizzera.

<sup>3</sup> Per ogni immagazzinamento in un deposito doganale è richiesta un'autorizzazione, la quale va presentata all'ufficio doganale.

**Capitolo 6: Scorie radioattive****Sezione 1: Immissione nell'ambiente****Art. 79** Principio

<sup>1</sup> L'immissione di scorie radioattive nell'ambiente può avvenire soltanto se il titolare della licenza è in possesso della relativa autorizzazione e sotto il controllo di quest'ultimo.

<sup>2</sup> Possono essere immesse nell'ambiente soltanto scorie radioattive di bassa attività.

**Art. 80** Immissione di scorie sotto forma di gas, di aerosol o di liquidi

<sup>1</sup> Le scorie radioattive sotto forma di gas, di aerosol o di liquidi possono essere immesse nell'ambiente solo mediante l'aria espulsa nell'atmosfera, oppure per mezzo delle acque di scarico riversate nelle acque di superficie.

<sup>2</sup> L'autorità cui compete il rilascio delle licenze stabilisce per ogni azienda le quote massime ammissibili dell'immissione e, eventualmente, la sua concentrazione.

<sup>3</sup> L'autorità cui compete il rilascio delle licenze stabilisce le quote e le concentrazioni dell'immissione in modo che il valore operativo di dose riferito alla sorgente di cui all'articolo 7 e i valori limite d'immissione di cui all'articolo 102 non siano superati.

**Art. 81** Misure di controllo

<sup>1</sup> L'autorità cui compete il rilascio della licenza stabilisce in quest'ultima una sorveglianza delle emissioni. Può prevedere l'obbligo di annunciare.

<sup>2</sup> La sorveglianza delle immissioni è disciplinata dall'articolo 103.

<sup>3</sup> Il titolare della licenza può rivolgersi a servizi esterni, riconosciuti dall'autorità di sorveglianza, per lo svolgimento delle misure di vigilanza.

<sup>4</sup> L'autorità cui compete il rilascio delle licenze o l'autorità di sorveglianza possono esigere che, prima della messa in esercizio, siano svolte perizie meteorologiche e misure del livello di fondo.

#### **Art. 82** Immissione nell'ambiente di scorie solide

Le scorie radioattive solide la cui attività specifica non è superiore a cento volte il limite di esenzione di cui all'appendice 3, colonna 9, possono essere eccezionalmente immesse nell'ambiente con il consenso dell'autorità cui compete il rilascio delle licenze, se si può assicurare che, miscelandole con materiali non radioattivi, i valori dell'appendice 2 non sono superati.

#### **Art. 83** Combustione di scorie nelle aziende

<sup>1</sup> Le scorie radioattive biologiche o chimico-organiche possono essere combuste nelle aziende in cui sono state prodotte, o in altre aziende autorizzate, se queste dispongono di impianti di combustione adatti, conformemente alle prescrizioni dell'ordinanza del 16 dicembre 1985<sup>11</sup> contro l'inquinamento atmosferico e all'ordinanza tecnica del 10 dicembre 1990<sup>12</sup> sui rifiuti.

<sup>2</sup> Le scorie possono contenere solo i radionuclidi H-3, C-14 o S-35. In casi motivati e con il consenso dell'autorità di sorveglianza, possono essere combuste scorie contenenti altri radionuclidi.

<sup>3</sup> L'attività ammessa settimanalmente per la combustione non deve superare di mille volte il limite di licenza di cui all'appendice 3, colonna 10.

<sup>4</sup> I residui radioattivi risultanti dalla combustione e dalla depurazione dei gas di scarico devono essere trattati come scorie radioattive.

## **Sezione 2: Trattamento delle scorie nelle aziende**

#### **Art. 84** Registrazione

Il detentore di scorie radioattive deve controllare le proprie giacenze e documentare le attività determinanti per il loro successivo trattamento e la loro composizione.

#### **Art. 85** Scorie a tempo di dimezzamento breve

<sup>1</sup> Le scorie contenenti esclusivamente radionuclidi il cui tempo di dimezzamento è uguale o inferiore a 60 giorni devono essere immagazzinate nelle aziende in cui sono state prodotte, finché la loro attività sia scesa ad un valore tale per cui non rientrano più nel campo d'applicazione dell'articolo 1 o si situano al di sotto della quota di immissione nell'ambiente autorizzata conformemente all'articolo 80.

<sup>2</sup> L'attività delle scorie deve essere controllata in modo adeguato nel periodo immediatamente precedente la loro eliminazione.

<sup>11</sup> RS 814.318.142.1

<sup>12</sup> RS 814.600

<sup>3</sup> Il titolare della licenza deve fare in modo che le etichette, i segnali di pericolo o qualsiasi altra iscrizione che faccia riferimento alla radioattività siano tolti dopo la riduzione dell'attività delle scorie, ma prima dell'eliminazione quali scorie non radioattive.

**Art. 86** Gas, polveri, aerosol e liquidi

In quanto ragionevole e realizzabile con un onere adeguato:

- a. le scorie radioattive sotto forma di gas, polveri o aerosol devono essere trattate con appositi dispositivi, quali filtri o torri di lavaggio;
- b. le scorie radioattive liquide devono essere solidificate.

### Sezione 3: Consegna

**Art. 87<sup>13</sup>** Scorie radioattive da consegnare

<sup>1</sup> Le scorie radioattive che non provengono dallo sfruttamento dell'energia nucleare devono essere consegnate, eventualmente dopo essere state trattate nell'azienda, al centro di raccolta della Confederazione.<sup>14</sup>

<sup>1bis</sup> Il centro di raccolta della Confederazione è l'IPS.<sup>15</sup>

<sup>2</sup> Non soggiacciono all'obbligo di consegna all'IPS:

- a. le scorie radioattive che possono essere immesse nell'ambiente;
- b. le scorie radioattive a tempo di dimezzamento breve di cui nell'articolo 85.

<sup>3</sup> Il DFI determina i dettagli tecnici relativi al trattamento delle scorie radioattive che devono essere consegnate.

**Art. 87a<sup>16</sup>** Compiti dell'IPS

<sup>1</sup> L'IPS prende in consegna le scorie nell'ambito delle licenze rilasciate e sotto la condizione del nulla osta da parte dell'autorità di vigilanza, le immagazzina, le condiziona e provvede allo stoccaggio intermedio fino alla loro eliminazione.

<sup>2</sup> L'IPS deve applicare un programma appropriato di garanzia della qualità.

**Art. 87b<sup>17</sup>** Commissione di coordinamento

Una Commissione di coordinamento composta da rappresentanti dell'UFSP, della DSN e dell'IPS stabilisce, all'attenzione delle autorità di vigilanza e delle autorità

<sup>13</sup> Nuovo testo giusta il n. I dell'O del 3 giu. 1996, in vigore dal 1° ago. 1996 (RU **1996** 2129).

<sup>14</sup> Nuovo testo giusta il n. I dell'O del 17 nov. 1999, in vigore dal 1° gen. 2000 (RU **2000** 107).

<sup>15</sup> Introdotto dal n. I dell'O del 17 nov. 1999, in vigore dal 1° gen. 2000 (RU **2000** 107).

<sup>16</sup> Introdotto dal n. I dell'O del 3 giu. 1996, in vigore dal 1° ago. 1996 (RU **1996** 2129).

<sup>17</sup> Introdotto dal n. I dell'O del 3 giu. 1996, in vigore dal 1° ago. 1996 (RU **1996** 2129).

che rilasciano licenze, raccomandazioni sulla procedura da seguire quando è necessario concedere licenze o nulla osta nuovi o supplementari.

#### **Sezione 4:**

#### **Condizionamento, deposito intermedio ed eliminazione delle scorie**

##### **Art. 88**          Principio

Le scorie radioattive provenienti dallo sfruttamento dell'energia nucleare, oppure quelle consegnate al centro di raccolta, devono essere condizionate, se necessario immagazzinate in un deposito intermedio, ed eliminate.

##### **Art. 89**          Condizionamento

<sup>1</sup> Le scorie radioattive devono essere trattate in modo da consentire il deposito intermedio o definitivo (condizionamento).

<sup>2</sup> Il procedimento di condizionamento richiede l'approvazione da parte della DSN.

##### **Art. 90**          Deposito intermedio

Le scorie radioattive devono essere immagazzinate in modo intermedio in locali o in contenitori inaccessibili ai non addetti, in modo che:

- a. l'uomo e l'ambiente non possano essere esposti a radiazioni in misura inammissibile;
- b. non sia compromessa la possibilità di immagazzinare le scorie in un deposito definitivo.

##### **Art. 91**          Eliminazione

Le scorie radioattive devono essere eliminate sotto controllo e in modo da garantire la protezione permanente dell'uomo e dell'ambiente.

##### **Art. 92**          Delega al DFTCE

Il DFTCE emana le disposizioni necessarie in materia di condizionamento, di deposito intermedio e di eliminazione.

#### **Sezione 5: Esportazione di scorie radioattive**

##### **Art. 93**

Un'autorizzazione per l'esportazione di scorie radioattive in vista della loro eliminazione può essere rilasciata in via eccezionale se:

- a. si ha la garanzia che nello Stato di destinazione sono applicate sufficienti misure di sicurezza,
- b. è a disposizione un deposito definitivo idoneo e corrispondente allo stato della scienza e della tecnica, e
- c. l'eliminazione avviene nel quadro di una convenzione di diritto internazionale pubblico.

## Capitolo 7: Incidenti

### Sezione 1: Prevenzione degli incidenti

#### Art. 94          Prevenzione

<sup>1</sup> Il titolare della licenza deve adottare misure idonee a evitare incidenti.

<sup>2</sup> L'esercizio deve essere concepito in modo che il valore operativo di dose riferito alla sorgente di cui all'articolo 7 possa essere osservato anche in caso di incidenti la cui probabilità annua è superiore a 10<sup>-1</sup>.

<sup>3</sup> Per gli incidenti, la cui probabilità annua è compresa tra 10<sup>-1</sup> e 10<sup>-2</sup>, l'esercizio deve essere concepito in modo che la dose supplementare dovuta a un singolo incidente non superi il valore operativo annuo di dose riferito alla sorgente, stabilito per l'azienda interessata.

<sup>4</sup> Per gli incidenti, la cui probabilità annua è compresa tra 10<sup>-2</sup> e 10<sup>-4</sup>, l'esercizio deve essere concepito in modo che:

- a. la dose risultante da un singolo incidente non superi 1 mSv per le persone non professionalmente esposte a radiazioni;
- b. incidenti del genere possano prodursi soltanto raramente.

<sup>5</sup> Per gli incidenti la cui probabilità annua è inferiore a 10<sup>-4</sup>, ma le cui ripercussioni possono essere gravi, l'autorità di sorveglianza esige le misure preventive necessarie.

<sup>6</sup> L'autorità di sorveglianza stabilisce, nel caso concreto, la metodica e le condizioni per l'analisi degli incidenti.

#### Art. 95          Rapporto sulla sicurezza

<sup>1</sup> L'autorità di sorveglianza può esigere dal titolare della licenza un rapporto sulla sicurezza.

<sup>2</sup> Il rapporto sulla sicurezza deve indicare:

- a. i sistemi e i dispositivi di sicurezza;
- b. le misure adottate per garantire la sicurezza;
- c. l'organizzazione aziendale determinante per la sicurezza e la radioprotezione;
- d. gli incidenti, le loro ripercussioni sull'azienda e sulle adiacenze, nonché la loro presumibile frequenza;

- e. il piano di protezione della popolazione in caso di emergenza per le aziende di cui all'articolo 101 capoverso 1.

<sup>3</sup> L'autorità di sorveglianza può esigere ulteriore documentazione.

#### **Art. 96** Misure preventive

<sup>1</sup> Il titolare della licenza deve predisporre le misure preventive necessarie nella sua azienda per far fronte agli incidenti.

<sup>2</sup> Emanare istruzioni relative ai provvedimenti d'urgenza.

<sup>3</sup> Deve fare in modo che siano disponibili in qualsiasi momento i mezzi idonei per far fronte agli incidenti. Questa prescrizione si applica anche alla lotta contro gli incendi nei locali in cui sono manipolate sostanze radioattive.

<sup>4</sup> Il titolare della licenza deve provvedere ad istruire il personale regolarmente in merito alle regole di comportamento, a formarlo per quanto concerne i provvedimenti d'urgenza e a familiarizzarlo circa l'ubicazione e l'impiego dei mezzi d'intervento.

<sup>5</sup> Deve prendere le misure adeguate, affinché il personale incaricato di risolvere l'incidente non accumuli, nel primo anno dopo l'evento, una dose efficace superiore a 50 mSv, e superiore a 250 mSv per le operazioni destinate alla protezione della popolazione, in particolare al salvataggio di vite umane.

<sup>6</sup> L'autorità di sorveglianza può esigere che i mezzi di informazione, il funzionamento dei mezzi d'intervento e la formazione del personale siano controllati mediante esercitazioni pratiche. Può organizzare essa stessa le esercitazioni.

<sup>7</sup> Il titolare della licenza è tenuto ad informare gli organi competenti e i servizi d'intervento cantonali circa le sorgenti radioattive presenti nella sua azienda.

### **Sezione 2: Provvedimenti volti a far fronte agli incidenti**

#### **Art. 97** Provvedimenti d'urgenza

<sup>1</sup> Il titolare della licenza deve intraprendere tutti gli sforzi necessari, volti a superare gli incidenti.

<sup>2</sup> In particolare, deve immediatamente:

- a. contenere gli effetti dell'incidente, segnatamente mediante provvedimenti all'origine;
- b. fare in modo che tutte le persone non impegnate nel superamento dell'incidente non penetrino nella zona di pericolo o la abbandonino immediatamente;
- c. adottare provvedimenti protettivi per il personale d'intervento, quali la sorveglianza delle dosi e l'istruzione;
- d. censire tutte le persone che hanno partecipato all'intervento e controllarle per quanto concerne la contaminazione e l'incorporazione e, se del caso, sottoporle a decontaminazione.

- <sup>3</sup> Subito dopo l'incidente, il titolare della licenza deve:
- a. eliminare le contaminazioni risultanti dall'incidente;
  - b. adottare le misure necessarie per un'analisi dell'incidente.

**Art. 98**            Obbligo di annunciare

- <sup>1</sup> Il titolare della licenza deve annunciare ogni incidente all'autorità di sorveglianza.
- <sup>2</sup> Deve annunciare immediatamente gli incidenti radiologici anche alla Centrale nazionale d'allarme (CENAL).
- <sup>3</sup> In caso di incidente con radiazioni, il titolare della licenza deve informare immediatamente l'autorità di sorveglianza. L'infortunio che concerne un lavoratore deve inoltre essere immediatamente comunicato all'INSAI.

**Art. 99**            Inchiesta

- <sup>1</sup> Dopo un incidente, il titolare della licenza deve incaricare immediatamente un perito di svolgere un'inchiesta.
- <sup>2</sup> Il risultato dell'inchiesta deve essere notificato in un rapporto. Il rapporto deve contenere:
- a. la descrizione dell'incidente, le cause, le ulteriori conseguenze accertate e quelle ipotizzate, le misure adottate;
  - 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 sorveglianza al più tardi entro sei settimane dalla data dell'incidente.

**Art. 100**          Informazioni sull'incidente

L'autorità di sorveglianza provvede ad informare tempestivamente le persone e i Cantoni interessati, nonché la popolazione, in merito agli incidenti radiologici o tecnici. È fatto salvo l'articolo 16 dell'ordinanza del 26 giugno 1991<sup>18</sup> concernente l'organizzazione di intervento in caso di aumento della radioattività (OROIR).

### **Sezione 3: Protezione d'emergenza nelle adiacenze dell'azienda**

**Art. 101**

<sup>1</sup> L'autorità cui compete il rilascio delle licenze stabilisce, nel caso concreto, in quale misura le aziende per le quali, in seguito a incidente, il valore limite di dose di cui all'articolo 37 può essere superato, sono tenute a partecipare alla preparazione e alla realizzazione dei provvedimenti protettivi di emergenza nelle loro adiacenze o ad adottarli esse stesse.

<sup>18</sup> RS 732.32

<sup>2</sup> L'autorità cui compete il rilascio delle licenze si avvale della collaborazione degli organi competenti e dei servizi d'intervento cantonali per la preparazione dei provvedimenti protettivi di emergenza e li informa in merito alle misure adottate.

<sup>3</sup> La messa in guardia e l'allarme, la preparazione e la realizzazione dei provvedimenti protettivi nel caso di aumento della radioattività in prossimità di impianti nucleari sono disciplinati dall'ordinanza del 28 novembre 1983<sup>19</sup> sulla protezione d'emergenza in prossimità degli impianti nucleari.

## **Capitolo 8: Sorveglianza dell'ambiente e delle derrate alimentari**

### **Sezione 1: Sorveglianza dell'ambiente**

#### **Art. 102** Valori limite di immissione

<sup>1</sup> Le immissioni di sostanze radioattive nell'aria, al di fuori del perimetro aziendale, non devono superare, nella media annua, un trecentesimo del valore operativo di cui all'appendice 3, colonna 11.

<sup>2</sup> Le immissioni di sostanze radioattive nelle acque pubblicamente accessibili non devono superare, nella media settimanale, un cinquantesimo del limite di esenzione relativo all'attività specifica, di cui all'appendice 3, colonna 9.

#### **Art. 103** Sorveglianza delle immissioni da parte dell'azienda

<sup>1</sup> L'autorità cui compete il rilascio delle licenze può obbligare il titolare della licenza a sorvegliare, mediante misure tecniche, le immissioni di sostanze radioattive e l'irradiazione diretta emessa dalla sua azienda, e a comunicare i risultati all'autorità di sorveglianza.

<sup>2</sup> Per l'esecuzione di misure di vigilanza, il titolare della licenza può avvalersi della collaborazione di servizi esterni, riconosciuti dall'autorità di sorveglianza.

#### **Art. 104** Sorveglianza della radioattività ambientale

<sup>1</sup> L'UFSP sorveglia le radiazioni ionizzanti e la radioattività ambientale.

<sup>2</sup> La DSN sorveglia inoltre le radiazioni ionizzanti e la radioattività in prossimità degli impianti nucleari e dell'IPS.

<sup>3</sup> L'UFSP collabora con i Cantoni per la sorveglianza della radioattività nelle derrate alimentari.

#### **Art. 105** Programma di prelievo di campioni e di misure

<sup>1</sup> L'UFSP allestisce un programma di prelievo di campioni e di misure in collaborazione con la DSN, l'INSAI, la CENAL ed i Cantoni.

<sup>19</sup> RS 732.33

<sup>2</sup> I laboratori della Confederazione, segnatamente l'IPPS, l'Istituto federale per l'approvvigionamento, la depurazione e la protezione delle acque e il Laboratorio AC di Spiez, sono tenuti a partecipare alla realizzazione del programma di prelievo di campioni e di misure, come pure a mettere a disposizione il personale e il materiale necessari. Si può ricorrere all'aiuto di terzi.

**Art. 106** Raccolta dei dati e rapporto

<sup>1</sup> La DSN, l'INSAI, la CENAL, i Cantoni e gli altri laboratori interessati mettono a disposizione dell'UFSP i dati raccolti nel quadro della sorveglianza, dopo averli interpretati.

<sup>2</sup> In base a questi dati, l'UFSP allestisce annualmente un rapporto in merito ai risultati della sorveglianza e alle dosi di irradiazione che ne risultano per la popolazione. Pubblica il rapporto.

**Art. 107** Commissione federale per la sorveglianza della radioattività

<sup>1</sup> La Commissione federale per la sorveglianza della radioattività (CFSR) è l'organo consultivo del Consiglio federale, del DFI e del DFTCE.

<sup>2</sup> Si pronuncia segnatamente in merito alla radioattività ambientale, ai risultati della sorveglianza, alla loro interpretazione e alle dosi di irradiazione che ne risultano per la popolazione.

<sup>3</sup> L'UFSP mette regolarmente a disposizione della CFSR i dati risultanti dalla sorveglianza.

<sup>4</sup> La CFSR è amministrativamente incorporata nel DFI.

<sup>5</sup> Il DFI emana il regolamento della commissione.

## Sezione 2: Sorveglianza delle derrate alimentari

**Art. 108** Valori limite e di tolleranza per i radionuclidi nelle derrate alimentari

Per i radionuclidi nelle derrate alimentari si applicano i valori limite e le tolleranze definiti nell'ordinanza del 27 febbraio 1986<sup>20</sup> sulle sostanze estranee e sui componenti nelle derrate alimentari.

**Art. 109** Informazione

<sup>1</sup> Gli organi di controllo informano l'UFSP qualora accertino il superamento di un valore limite o di un valore di tolleranza.

<sup>20</sup> [RU 1986 647, 1987 1288, 1988 1235 1302, 1989 1197, 1990 1094, 1991 1878, 1994 2051 art. 2. RS 817.021.23 art. 6]. Ora: definiti nell'O del 26 giu. 1995 sulle sostanze e sui componenti (RS 817.021.23).

<sup>2</sup> L'UFSP informa gli organi di controllo sulle notifiche, di cui al capoverso 1, che gli sono state trasmesse.

### Sezione 3: Concentrazioni elevate di radon

#### Art. 110 Valori limite e valore operativo

<sup>1</sup> Per le concentrazioni di radon nei locali di abitazione e di soggiorno si applica un valore limite di 1000 Becquerel per metro cubo (Bq/m<sup>3</sup>), calcolato come media annua.

<sup>2</sup> Per le concentrazioni di radon nelle aree di lavoro si applica un valore limite di 3000 Bq/m<sup>3</sup>, calcolato come media sulla durata mensile del lavoro.

<sup>3</sup> Se una persona professionalmente esposta a radiazioni è esposta nell'esercizio della sua professione a ulteriori concentrazioni di radon che superano 1000 Bq/m<sup>3</sup>, nel calcolo della dose annua ammissibile giusta l'articolo 35 si deve tener conto anche della dose supplementare accumulata dovuta al radon.

<sup>4</sup> Per le nuove costruzioni e le ristrutturazioni (art. 114), come pure per i risanamenti (art. 113 e 116) è applicabile un valore operativo di 400 Bq/m<sup>3</sup>, nella misura in cui ciò sia realizzabile con misure architettoniche semplici.

#### Art. 111 Misure

<sup>1</sup> La concentrazione di radon deve essere rilevata da servizi di misura riconosciuti.

<sup>2</sup> Le misure possono essere richieste dal proprietario o da qualsiasi altra persona interessata.

<sup>3</sup> Se una misura non è svolta conformemente al capoverso 2, essa viene ordinata dai Cantoni su richiesta dell'interessato. I Cantoni provvedono affinché il risultato della misura sia comunicato all'interessato.

<sup>4</sup> Per «interessati» s'intendono le persone per le quali si può presumere che, in seguito alla permanenza in locali o aree di cui all'articolo 110, i valori limite siano superati. Questa disposizione si applica, in particolare, alle persone che soggiornano in aree a concentrazione elevata di radon giusta l'articolo 115.

<sup>5</sup> Gli utenti degli edifici sono tenuti a rendere i locali accessibili per le misure.

<sup>6</sup> I costi delle misure ordinate dai Cantoni sono a carico del proprietario.

#### Art. 112 Riconoscimento e obblighi dei servizi di misura

<sup>1</sup> Sono riconosciuti dall'UFSP i servizi di misura il cui sistema di misura è conforme allo stato della tecnica ed è riconducibile ai campioni di riferimento nazionali o internazionali (riferibilità).

<sup>2</sup> La riferibilità è stabilita, nel caso concreto, dall'UFMET e controllata da un organo da esso riconosciuto.

<sup>3</sup> I servizi di misura sono tenuti a comunicare i risultati delle misure al servizio cantonale competente.

**Art. 113** Provvedimenti di protezione

<sup>1</sup> In caso di superamento del valore limite di cui all'articolo 110, il proprietario, su richiesta di un interessato, deve intraprendere i risanamenti necessari entro un termine di tre anni.

<sup>2</sup> Se il termine non è osservato o in caso di rifiuto da parte del proprietario, i Cantoni ordinano i risanamenti necessari. Essi impartiscono un termine di tre anni al massimo, a seconda dell'urgenza nel caso concreto, per la realizzazione dei risanamenti.

<sup>3</sup> I costi per i risanamenti sono a carico del proprietario.

<sup>4</sup> Sono fatte salve le misure di risanamento adottate dall'INSAI in conformità con la legge sull'assicurazione contro gli infortuni.<sup>21</sup>

**Art. 114** Prescrizioni in materia di costruzione

<sup>1</sup> I Cantoni adottano i provvedimenti necessari affinché le nuove costruzioni e le ristrutturazioni siano realizzate in modo da non superare il valore limite di 1000 Bq/m<sup>3</sup>. Essi si adoperano per assicurare che, mediante misure architettoniche appropriate, la concentrazione di radon non superi il valore operativo di 400 Bq/m<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Al termine dei lavori di costruzione i Cantoni controllano per campionatura, se il valore limite è stato osservato.

**Art. 115** Aree a concentrazione radon

<sup>1</sup> I Cantoni provvedono affinché, sul loro territorio, sia svolto un numero sufficiente di misure.

<sup>2</sup> Determinano le aree ad elevata concentrazione di radon e adeguano costantemente la situazione sulla base dei dati forniti dalle misure.

<sup>3</sup> Provvedono affinché, nelle aree ad elevata concentrazione di radon, sia svolto un numero sufficiente di misure nei locali di abitazione, di soggiorno e di lavoro negli edifici pubblici.

<sup>4</sup> Chiunque può consultare le mappe delle aree ad alta concentrazione di radon.

**Art. 116** Programmi di risanamento

<sup>1</sup> Nelle aree ad elevata concentrazione di radon, i Cantoni determinano le misure di risanamento da adottare per i locali in cui il valore limite giusta l'articolo 110 capoverso 1 è superato.

<sup>2</sup> Stabiliscono il termine entro il quale devono essere realizzate le misure di risanamento in funzione dell'urgenza nel caso concreto e dell'aspetto economico.

<sup>21</sup> RS 832.20

<sup>3</sup> Le misure di risanamento devono essere realizzate al più tardi entro 20 anni dall'entrata in vigore della presente ordinanza.

<sup>4</sup> I costi delle misure di risanamento sono a carico dei proprietari.

#### **Art. 117**            Informazione

<sup>1</sup> I Cantoni trasmettono le mappe delle aree a concentrazione di radon all'UFSP al più tardi entro dieci anni dall'entrata in vigore della presente ordinanza.

<sup>2</sup> Informano regolarmente l'UFSP in merito allo stato di avanzamento dei risanamenti.

#### **Art. 118**            Servizio tecnico e d'informazione sul radon

<sup>1</sup> L'UFSP gestisce un servizio tecnico e d'informazione sul radon.

<sup>2</sup> Esso svolge i seguenti compiti:

- a. regolarmente, emana raccomandazioni e conduce campagne di misurazione, in collaborazione con i Cantoni;
- b. consiglia i Cantoni, i proprietari di case e gli altri interessati circa i problemi legati al radon;
- c. informa regolarmente l'opinione pubblica sulla problematica del radon in Svizzera;
- d. consiglia le persone e i servizi interessati sui provvedimenti protettivi adeguati;
- e. svolge regolarmente valutazioni sugli effetti delle misure;
- f. può svolgere indagini in merito alla provenienza e agli effetti del radon;
- g. fornisce regolarmente ai Cantoni una panoramica delle aree a concentrazione di radon che gli sono state comunicate giusta l'articolo 115.

<sup>3</sup> Mette a disposizione dei Cantoni, su richiesta, le misurazioni raccolte.

<sup>4</sup> Può organizzare corsi di formazione.

### **Capitolo 9:**

#### **Protezione della popolazione in caso di aumento della radioattività**

##### **Sezione 1: Organizzazione dell'intervento**

#### **Art. 119**

Per gli eventi che possono presentare un pericolo per la popolazione a causa di un aumento della radioattività, oltre alle disposizioni della presente ordinanza si applicano quelle dell'OROIR.

## Sezione 2: Persone ed imprese mobilitate

### Art. 120           Categorie di persone

<sup>1</sup> In caso di pericolo in seguito ad aumento della radioattività, sono chiamate a svolgere i compiti di cui all'articolo 20 capoverso 2 lettera b LRAp:

- a. le persone e le imprese, quali le squadre di misura e di radioprotezione, per la lotta contro i danni immediati;
- b. le persone e le imprese di trasporto pubblico e privato, per effettuare trasporti di persone e di merci e per le operazioni di evacuazione;
- c. le persone e le imprese per la lotta contro i danni indiretti, p. es. l'adozione di provvedimenti all'origine volti ad impedire un'ulteriore propagazione della contaminazione nelle adiacenze;
- d. gli organi doganali per i controlli alla frontiera;
- e. i medici e il personale sanitario specializzato per l'assistenza alle persone irradiate o ad altre persone interessate.

<sup>2</sup> Sono esonerate dagli interventi di cui al capoverso 1 le persone di età inferiore ai 18 anni e le gestanti.

### Art. 121           Protezione della salute

<sup>1</sup> Le persone mobilitate possono essere chiamate a svolgere solo i lavori che non dovrebbero comportare, nel primo anno dopo l'evento, l'accumulo di una dose efficace superiore a 50 mSv, e superiore a 250 mSv per le operazioni di salvataggio di vite umane.

<sup>2</sup> Se una persona mobilitata ha ricevuto una dose efficace superiore a 250 mSv, deve essere sottoposta a controllo medico. Il medico curante comunica il risultato della visita alla persona interessata e all'UFSP, proponendo le misure da adottare. Informa l'INSAL, se si tratta di un lavoratore.

<sup>3</sup> La comunicazione dei dati da parte del medico è disciplinata dall'articolo 39 capoverso 3.

<sup>4</sup> L'irradiazione delle persone mobilitate deve essere accertata ad intervalli appropriati, mediante misure adeguate.

<sup>5</sup> Se vengono mobilitate persone che fanno parte dell'esercito, della protezione civile o dei servizi d'intervento ai sensi della LRAp, la protezione della salute è disciplinata dal capoverso 1.

### Art. 122           Equipaggiamento

<sup>1</sup> L'organizzazione d'intervento in caso di aumento della radioattività (OIR), come pure gli organi della Confederazione e dei Cantoni tenuti a collaborare giusta l'articolo 2 OROIR, provvedono affinché le persone mobilitate 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 per accertare l'irradiazione;
- b. i mezzi di protezione contro le incorporazioni o le contaminazioni.

#### **Art. 123** Istruzione e formazione

L'OIR e gli organi della Confederazione e dei Cantoni tenuti a collaborare giusta l'articolo 2 OROIR provvedono affinché le persone mobilitate siano istruite in modo adeguato prima di svolgere il loro compito e siano informate sui pericoli connessi con lo stesso.

<sup>2</sup> L'istruzione deve comprendere almeno:

- a. il comportamento nel campo di radiazione (protezione personale);
- b. i rischi legati alle irradiazioni;
- c. i metodi di lavoro e di misura in caso d'intervento.

<sup>3</sup> Le persone mobilitate possono essere chiamate a partecipare a esercitazioni.

#### **Art. 124** 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 la concessione delle prestazioni conformemente alle disposizioni della legge federale del 19 giugno 1992<sup>22</sup> sull'assicurazione militare. Per l'esecuzione si può ricorrere, in caso di necessità, alla collaborazione dell'Ufficio federale dell'assicurazione militare.

<sup>2</sup> La Confederazione indennizza le persone e le aziende mobilitate per i costi scoperti causati dalla loro attività. Il DFI definisce le modalità per la concessione delle indennità.

## **Capitolo 10: Licenze e sorveglianza**

### **Sezione 1: Obbligo della licenza e procedura**

#### **Art. 125** Obbligo della licenza

<sup>1</sup> L'obbligo della licenza è disciplinato dall'articolo 28 LRaP.

<sup>2</sup> E' sottoposto all'obbligo della licenza anche chi impiega persone professionalmente esposte a radiazioni in un'altra azienda che non sia la propria.<sup>23</sup>

<sup>22</sup> RS 833.1

<sup>23</sup> Nuovo testo giusta il n. I dell'O del 17 nov. 1999, in vigore dal 1° gen. 2000 (RU 2000 107).

<sup>3</sup> Non soggiacciono all'obbligo della licenza:

- a.<sup>24</sup> le attività con sostanze radioattive, la cui attività impiegata giornalmente o applicata non supera il limite di licenza di cui all'allegato 3 colonna 10;
- b. la manipolazione di sorgenti radioattive ammesse in conformità dell'articolo 128, fatta eccezione del commercio.
- c.<sup>25</sup> il commercio, l'utilizzazione, il deposito, il trasporto, l'eliminazione, l'importazione, l'esportazione e il transito di strumenti di cronometria finiti provvisti di sostanze radioattive, se corrispondenti alle norme ISO 3157 e 4168<sup>26</sup>, nonché di un massimo di 1000 componenti di strumenti di cronometria contenenti pittura luminescente radioattiva;
- d.<sup>27</sup> il trasporto di colli esonerati secondo i fogli 1-4, classe 7, ADR<sup>28</sup>/SDR<sup>29</sup>, RID/RSD<sup>30</sup>, LTrR<sup>31</sup>, ordinanza del 10 gennaio 1973<sup>32</sup> concernente il trasporto marittimo di merci pericolose, ADNR<sup>33</sup>.

#### **Art. 126** Rilascio e durata limitata della licenza

<sup>1</sup> Le domande intese ad ottenere il rilascio della licenza devono essere presentate all'autorità cui compete il rilascio, assieme ai documenti richiesti.

<sup>2</sup> L'autorità cui compete il rilascio delle licenze limita la validità a un massimo di dieci anni.

<sup>3</sup> L'autorizzazione per l'importazione o l'esportazione di sorgenti radioattive, la cui attività supera di oltre 10 000 000 di volte il limite di licenza, è rilasciata per ogni singola importazione o esportazione.

<sup>4</sup> L'autorità cui compete il rilascio della licenza comunica la sua decisione ai Cantoni interessati, all'autorità di sorveglianza e, per le aziende sottoposte alla legge sul lavoro<sup>34</sup>, anche al competente Ispettorato federale del lavoro.

#### **Art. 127** Autorità cui compete il rilascio delle licenze

<sup>1</sup> All'Ufficio federale dell'energia (UFE) compete il rilascio delle licenze per:

- a. le attività svolte negli impianti nucleari;

<sup>24</sup> Nuovo testo giusta il n. I dell'O del 17 nov. 1999, in vigore dal 1° gen. 2000 (RU **2000** 107).

<sup>25</sup> Introdotta dal n. I dell'O del 3 giu. 1996, in vigore dal 1° ago. 1996 (RU **1996** 2129). Nuovo testo giusta il n. I dell'O del 17 nov. 1999, in vigore dal 1° gen. 2000 (RU **2000** 107).

<sup>26</sup> Può essere ottenuto presso l'Associazione svizzera di normalizzazione, 8008 Zurigo.

<sup>27</sup> Introdotta dal n. I dell'O del 17 nov. 1999, in vigore dal 1° gen. 2000 (RU **2000** 107).

<sup>28</sup> RS **0.741.621**

<sup>29</sup> RS **741.621**

<sup>30</sup> RS **742.401.6**

<sup>31</sup> RS **748.411**

<sup>32</sup> RS **747.354.3**

<sup>33</sup> RS **747.224.141.1**

<sup>34</sup> RS **822.11**

- b.<sup>35</sup> le attività svolte nel centro di raccolta della Confederazione;
- c. ...<sup>36</sup>
- d. gli esperimenti con sostanze radioattive nel quadro dei provvedimenti preparativi di cui all'articolo 10 capoverso 2 del decreto federale del 6 ottobre 1978<sup>37</sup> concernente la legge sull'energia nucleare.
- e.<sup>38</sup> l'importazione rispettivamente l'esportazione di sostanze radioattive destinate a impianti nucleari o provenienti da essi;
- f.<sup>39</sup> il trasporto di sostanze radioattive provenienti da impianti nucleari o a essi destinate.

<sup>2</sup> In tutti gli altri casi, l'autorità cui compete il rilascio delle licenze è l'UFSP.

## Sezione 2: Ammissione

### Art. 128 Condizioni

<sup>1</sup> Gli impianti e le sorgenti radioattive possono essere ammessi dall'UFSP a condizione che:

- a. si impedisca, mediante misure riguardanti la costruzione, che le persone siano irradiate o contaminate in modo inammissibile da sorgenti di radiazioni;
- b. sia garantita la loro eliminazione quali scorie radioattive, che potrebbe rendersi eventualmente necessaria al termine del loro periodo d'impiego;
- c. l'intensità di dose ambientale, misurata a una distanza di 10 cm dalla superficie, non superi  $1 \times \text{Sv}$  all'ora.

<sup>2</sup> Il DFI può emanare prescrizioni circa l'ammissione di determinati impianti e sorgenti radioattive.

### Art. 129 Omologazione

L'UFSP sottopone ad omologazione gli impianti e le sorgenti radioattive per cui è prevista l'ammissione. A tale scopo, esso può chiedere la collaborazione di altri servizi.

### Art. 130 Effetti dell'ammissione

<sup>1</sup> Chi manipola impianti e sorgenti radioattive ammessi non necessita di una licenza; fa eccezione il commercio con gli stessi.

<sup>35</sup> Nuovo testo giusta il n. I dell'O del 17 nov. 1999, in vigore dal 1° lug. 2000 (RU **2000** 107).

<sup>36</sup> Abrogata dal n. II 2 dell'O del 15 nov. 1995 (RU **1995** 4959).

<sup>37</sup> **RS 732.01**

<sup>38</sup> Introdotta dal n. I dell'O del 17 nov. 1999, in vigore dal 1° gen. 2000 (RU **2000** 107).

<sup>39</sup> Introdotta dal n. I dell'O del 17 nov. 1999, in vigore dal 1° gen. 2000 (RU **2000** 107).

<sup>2</sup> Mediante l'ammissione, l'UFSP stabilisce:

- a. a quali condizioni sorgenti radioattive possono essere manipolate come sostanze non radioattive;
- b. il modo in cui le sorgenti radioattive devono eventualmente essere eliminate quali scorie radioattive al termine del periodo d'impiego;
- c. quali sono gli impianti e le sorgenti radioattive che devono essere muniti di un'iscrizione di pericolo.

<sup>3</sup> L'UFSP limita la validità dell'ammissione a un massimo di dieci anni.

#### **Art. 131**            Obblighi del titolare dell'ammissione

<sup>1</sup> Il titolare dell'ammissione è sottoposto all'obbligo di registrazione e di rapporto giusta l'articolo 134.

<sup>2</sup> Deve apporre un contrassegno definito dall'UFSP sugli impianti e sulle sorgenti radioattive ammessi.

<sup>3</sup> L'UFSP può esonerare, completamente o parzialmente, dall'obbligo del contrassegno determinate categorie di impianti e di sorgenti radioattive ammessi.

### **Sezione 3: Obblighi del titolare della licenza**

#### **Art. 132**            Obblighi di carattere organizzativo

<sup>1</sup> Il titolare della licenza deve stabilire per la sua azienda istruzioni relative ai metodi di lavoro e ai provvedimenti protettivi e sincerarsi che siano osservate.

<sup>2</sup> Fissa per scritto le competenze dei diversi superiori gerarchici e dei periti in radioprotezione, come pure di coloro che manipolano sorgenti radioattive. Delega ai periti la competenza di intervenire, qualora motivi di protezione lo richiedano.

<sup>3</sup> Deve provvedere affinché tutte le persone occupate nella sua azienda siano informate in modo appropriato sui pericoli che il loro lavoro a contatto con le radiazioni ionizzanti può comportare per la loro salute.

<sup>4</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. 133**            Obbligo di annunciare

<sup>1</sup> Il titolare della licenza deve annunciare le modifiche all'autorità di sorveglianza, prima della loro attuazione, in particolare:

- a. le modifiche relative alla potenza dell'impianto, alle caratteristiche riguardanti l'architettura e la costruzione e alla direzione del fascio radiante;
- b. le modifiche relative al luogo di conservazione delle sorgenti radioattive la cui attività supera di 100 000 volte il limite di licenza di cui all'appendice 3, colonna 10;

c. la sostituzione del perito in radioprotezione.

<sup>2</sup> Deve annunciare annualmente all'autorità di sorveglianza l'esatta ubicazione di ogni sorgente radioattiva, la cui attività supera di 20 000 000 di volte il limite di licenza di cui all'appendice 3, colonna 10.

<sup>3</sup> Lo smarrimento di una sorgente radioattiva, la cui attività è superiore al limite di licenza di cui all'appendice 3, colonna 10, dev'essere annunciato immediatamente all'autorità di sorveglianza.

#### **Art. 134**            Obbligo di tenere un registro e di allestire un rapporto

<sup>1</sup> Chi manipola sorgenti radioattive, la cui attività è superiore al limite di licenza di cui all'appendice 3, colonna 10, deve tenerne un inventario.

<sup>2</sup> Chi manipola sorgenti radioattive non sigillate, la cui attività è superiore al limite di licenza di cui all'appendice 3, colonna 10, deve tenerne un registro.

<sup>3</sup> Chi commercia con sorgenti radioattive deve, entro la fine di ogni anno, presentare un rapporto contenente le seguenti indicazioni all'autorità cui compete il rilascio delle licenze:

- a. la designazione dei radionuclidi e 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;
- c. la designazione degli impianti e dei loro parametri;
- d. gli indirizzi dei fornitori nazionali;
- e. gli indirizzi degli acquirenti nazionali e l'attività dei singoli radionuclidi acquistati.

<sup>4</sup> Per tutte le altre forme di manipolazione, la tenuta del registro e la forma del rapporto sono disciplinati, nel caso concreto, nella licenza.

#### **Art. 135**            Obbligo di diligenza del commerciante

Il commerciante è autorizzato a vendere in Svizzera impianti o sorgenti radioattive, la cui attività supera il limite di licenza di cui all'appendice 3, colonna 10, soltanto a persone o aziende in possesso della relativa licenza.

### **Sezione 4: Sorveglianza**

#### **Art. 136**            Autorità di sorveglianza

<sup>1</sup> L'UFSP, l'INSAI e la DSN sono competenti per la sorveglianza della protezione delle persone e delle adiacenze.

<sup>2</sup> L'UFSP sorveglia le aziende nelle quali si rende necessaria soprattutto la protezione della popolazione, in particolare gli esercizi medici e gli istituti di ricerca e di insegnamento presso le università.

<sup>3</sup> L'INSAI sorveglia le aziende nelle quali si rende necessaria soprattutto la protezione dei lavoratori, in particolare le aziende industriali e artigianali.

<sup>4</sup> La DSN sorveglia:

- a. gli impianti nucleari;
- b. i provvedimenti preparativi giusta l'articolo 10 capoverso 2 del decreto federale del 6 ottobre 1978<sup>40</sup> concernente la legge sull'energia nucleare;
- c. ...<sup>41</sup>
- d.<sup>42</sup> il centro di raccolta della Confederazione per scorie radioattive;
- e.<sup>43</sup> la ricezione rispettivamente la spedizione di sostanze radioattive negli o dagli impianti nucleari.

<sup>5</sup> In caso di dubbio circa le competenze, le autorità di sorveglianza si accordano tra di loro.

<sup>6</sup> Le autorità di sorveglianza considerano che il titolare della licenza ottemperi ai suoi obblighi organizzativi di cui all'articolo 132, se dispone di un sistema di garanzia di qualità certificato da un servizio accreditato.

#### **Art. 137** Controllo degli impianti e delle installazioni mediche contenenti sorgenti radioattive sigillate

<sup>1</sup> Il primo controllo relativo alla radioprotezione di impianti o installazioni mediche contenenti sorgenti radioattive sigillate e al loro funzionamento è eseguito dall'autorità di sorveglianza nel quadro della procedura di licenza, a collaudo avvenuto, giusta l'articolo 74 capoverso 1.

<sup>2</sup> L'autorità di sorveglianza svolge controlli periodici nelle aziende. Negli studi medici, dentistici e veterinari, come pure negli studi chiropratici e odontopratici, tali controlli periodici avvengono per campionatura.

<sup>3</sup> L'UFSP può incaricare terzi, che effettuano manutenzioni degli impianti di diagnostica presso studi medici, dentistici e veterinari come pure studi chiropratici e odontopratici di cui all'articolo 74 capoverso 3, di svolgere controlli periodici.

#### **Art. 138** Controllo delle importazioni, delle esportazioni e dei transiti

<sup>1</sup> La Direzione generale delle dogane, di comune accordo con l'UFSP e l'UFE, emana direttive relative al controllo delle importazioni, delle esportazioni e dei transiti di sorgenti radioattive.

<sup>2</sup> Gli uffici doganali inviano all'UFSP una copia di ogni dichiarazione doganale di cui all'articolo 78 capoverso 2, oppure una notifica. Nel caso di immagazzinamento

<sup>40</sup> RS 732.01

<sup>41</sup> Abrogata dal n. I dell'O del 17 nov. 1999 (RU 2000 107).

<sup>42</sup> Nuovo testo giusta il n. I dell'O del 17 nov. 1999, in vigore dal 1° lug. 2000 (RU 2000 107).

<sup>43</sup> Introdotta dal n. I dell'O del 17 nov. 1999, in vigore dal 1° gen. 2000 (RU 2000 107).

in un deposito doganale, essi annullano l'autorizzazione d'importazione e la trasmettono all'UFSP.

<sup>3</sup> Nel caso di importazione e di transito, gli uffici doganali verificano, nell'ambito dei loro controlli, se il trasporto è stato autorizzato dall'UFSP.

## Capitolo 11: Disposizioni penali e finali

### Art. 139 Disposizioni penali

<sup>1</sup> Chiunque, intenzionalmente o per negligenza:

- a. mescola sostanze radioattive con materiali non radioattivi, senza il consenso dell'autorità di sorveglianza, al solo scopo di eludere l'applicazione della presente ordinanza (art. 3 cpv. 1);
- b.<sup>44</sup> esercita un'attività che può costituire un pericolo dovuto a radiazioni ionizzanti, senza disporre della formazione richiesta a tale scopo giusta gli articoli 10-18;
- c. mette in circolazione o applica sul corpo umano radiofarmaci senza l'autorizzazione dell'UFSP (art. 30 cpv. 1);
- d. non annuncia immediatamente all'autorità di sorveglianza il superamento di un valore limite di dose sospettato o costatato (art. 38);
- e. esercita un servizio di dosimetria individuale non omologato (art. 45);
- f. esercita un servizio di dosimetria individuale, contravvenendo agli obblighi imposti a tale attività giusta gli articoli 49-51;
- g. nella dichiarazione doganale, omette i dati richiesti dall'articolo 78 capoverso 2;
- h. provoca un incidente nello svolgimento di un'attività,

è punito conformemente all'articolo 44 capoverso 1 lettera f LRaP.

<sup>2</sup> Chiunque, intenzionalmente o per negligenza:

- a. non assume i compiti che gli sono stati assegnati giusta l'articolo 20 capoverso 2 lettera b LRaP (art. 120);
- b. non partecipa, senza giustificazione, alle esercitazioni per le quali è stato mobilitato giusta l'articolo 123 capoverso 3,

è punito con la detenzione o con la multa fino a 20 000 franchi.

<sup>44</sup> Nuovo testo giusta il n. I dell'O del 17 nov. 1999, in vigore dal 1° gen. 2000 (RU 2000 107).

**Art. 140** Diritto previgente. Abrogazione e modificazione

<sup>1</sup> Sono abrogate:

1. l'ordinanza del 30 giugno 1976<sup>45</sup> sulla radioprotezione;
2. l'ordinanza dell'11 novembre 1981<sup>46</sup> sull'omologazione e l'esercizio dei laboratori di dosimetria individuale;
3. l'ordinanza del 30 agosto 1978<sup>47</sup> sulla formazione e il perfezionamento nel campo della radioprotezione.

<sup>2</sup> L'ordinanza del 19 dicembre 1983<sup>48</sup> sulla prevenzione degli infortuni e delle malattie professionali è modificata come segue:

*Art. 78 cpv. 3*

*Abrogato*

**Art. 141** Disposizioni transitorie

<sup>1</sup> I medici, i dentisti e i veterinari che non dispongono di una formazione giusta l'articolo 18 capoverso 2 sono considerati periti:

- a. al più tardi fino al 30 settembre 2004 se, al momento dell'entrata in vigore della presente ordinanza, sono in possesso di una licenza per le applicazioni di cui agli articoli 11 e 14;
- b. al più tardi fino al 30 settembre 1997 se ottengono una licenza per le applicazioni di cui agli articoli 11 e 14 dopo l'entrata in vigore della presente ordinanza.

<sup>2</sup> I medici e i veterinari che, al momento dell'entrata in vigore della presente ordinanza, eseguono applicazioni di cui agli articoli 11 capoverso 2 e 12-14 senza disporre della competenza richiesta nelle relative disposizioni, devono dimostrare entro il 30 settembre 2004 di averla acquisita.

<sup>3</sup> Le ammissioni per radiofarmaci, concesse in base al diritto previgente, rimangono valide fino al 30 settembre 1999.

<sup>4</sup> I valori limite di dose di cui all'articolo 35 capoversi 1 e 2 si applicano soltanto a partire dal 1° gennaio 1995.

<sup>5</sup> Schermatura e ubicazione di impianti omologati o di sorgenti radioattive devono essere conformi agli articoli 59 e 60 al più tardi entro il 1° ottobre 2004.

<sup>6</sup> Le radioscopie possono essere effettuate negli impianti omologati non muniti di amplificatore d'immagine e di regolazione automatica dell'intensità di dose fino al 30 settembre 1996 al più tardi.

<sup>45</sup> [RU 1976 1573, 1979 256, 1981 537, 1983 1964, 1984 876, 1987 652 art. 21 n. 4, 1988 1561; RS 732.32 art. 22 n. 2]

<sup>46</sup> [RU 1981 1872]

<sup>47</sup> [RU 1978 1404]

<sup>48</sup> RS 832.30

<sup>7</sup> Gli esami radiologici su vasta scala possono essere effettuati negli impianti debitamente omologati per procedimenti di schermografia non muniti di amplificatore d'immagine, fino al 30 settembre 1999 al più tardi. L'articolo 27 capoverso 1 è applicabile agli esami su vasta scala del torace per mezzo di sistemi con amplificatore d'immagine o con placche fotostimolabili.<sup>49</sup>

<sup>8</sup> Le licenze a tempo indeterminato, le omologazioni di cui all'articolo 45 o le ammissioni di cui all'articolo 128, rilasciate in base al diritto previgente, rimangono valide fino al 30 settembre 2004. Sono fatti salvi i capoversi 6 e 7.

<sup>9</sup> Per i procedimenti pendenti al momento dell'entrata in vigore della presente ordinanza si applica il nuovo diritto.

<sup>10</sup> Se l'uomo e l'ambiente non sono minacciati e se non sono pregiudicati gli interessi legittimi degli interessati, l'autorità di sorveglianza può, nel caso concreto, esprimere un giudizio conformemente al diritto previgente, fino al 30 settembre 1997, per quanto concerne:

- a. le esigenze minime in materia di sistemi di misura di un servizio di dosimetria individuale, la precisione delle misure e il valore soglia per le comunicazioni accelerate (art. 52);
- b. l'ubicazione degli impianti medici e delle sorgenti radioattive (art. 61);
- c. il metodo di immagazzinamento delle sorgenti radioattive e le esigenze in materia di depositi (art. 75);
- d. il trasporto di sorgenti radioattive entro il perimetro aziendale (art. 77).

#### **Art. 142**          Entrata in vigore

La presente ordinanza entra in vigore il 1° ottobre 1994.

<sup>49</sup> Nuovo testo giusta il n. I dell'O del 3 giu. 1996, in vigore dal 1° ago. 1996 (RU 1996 2129).

## **Definizioni**

### **Applicazioni diagnostiche e interventistiche a dosi elevate**

Esami dello scheletro assiale, del bacino e dell'addome nonché gli esami per i quali sono preparate diverse lastre mediante radiografia diretta o indiretta. Tali applicazioni si estendono anche alle radioscopie, agli esami eseguiti con mezzi di contrasto e a interventi, questi ultimi due con il supporto della radioscopia. Non rientrano nelle applicazioni diagnostiche eseguite con dosi elevate le radioscopie delle estremità periferiche, inclusi i gomiti, rispettivamente l'articolazione talocalcareare superiore.

### **Attività**

Numero di disintegrazioni per unità di tempo. L'unità di misura dell'attività è il Becquerel (Bq);  $1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$ .

### **Attività specifica**

Attività per unità di massa. L'attività specifica si esprime in Becquerel per chilogrammo (Bq/kg).

### **Attività volumetrica**

Attività per unità di volume. L'attività volumetrica si esprime in Becquerel per metro cubo (Bq/m<sup>3</sup>).

### **Becquerel (Bq)**

Unità di misura dell'attività di un radionuclide.  $1 \text{ Bq} = 1$  disintegrazione al secondo. Il Becquerel sostituisce il Curie (Ci), unità usata precedentemente. ( $1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$ ).

### **Campione di riferimento**

Dispositivo di misura, o la realizzazione di una grandezza di misura, che serve di base per il controllo di altri sistemi di misura.

### **Collaudo**

Controllo effettuato su un prodotto fornito o destinato ad essere fornito, al fine di stabilire se l'applicazione prevista è conforme ai requisiti tecnici e alle esigenze in materia di sicurezza.

### **Condizionamento**

Il condizionamento indica la totalità delle operazioni che servono per preparare le scorie radioattive per il deposito intermedio o definitivo. Sono intese, in particolare,

<sup>50</sup> Nuovo testo giusta il n. II dell'O del 17 nov. 1999, in vigore dal 1° gen. 2000 (RU 2000 107).

le operazioni di frantumazione meccanica, decontaminazione, pressatura in formelle, incenerimento dei rifiuti combustibili, collocamento in matrici per i rifiuti e imballaggio.

### **Contaminazione radioattiva**

Stato di contaminazione di un materiale dovuto a sostanze radioattive.

### **Controlli di stabilità**

Controlli di determinati parametri, volti a stabilire le divergenze rispetto a valori operativi ed effettuati a intervalli regolari.

### **Deposito intermedio**

Immagazzinamento controllato di scorie radioattive, condizionate e imballate in modo appropriato, fino all'eliminazione.

### **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 parassitarie in modo tale da ridurre l'intensità di dose ambientale, a 10 cm di distanza dalla superficie dell'impianto, a meno di 1 microsievert all'ora e da impedire che, in ogni punto accessibile, i valori limite di dose per le persone non professionalmente esposte a radiazioni siano superati.

### **Dose**

Grandezza usata per la valutazione dei rischi per la salute dovuti a radiazioni ionizzanti. Se la presente ordinanza non specifica in altro modo, s'intende la dose efficace.

### **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 poco penetrante.

### **Dose assorbita**

L'energia assorbita da una massa unitaria in seguito all'interazione delle radiazioni ionizzanti con la materia. L'unità di misura della dose assorbita è il Gray (Gy);  $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$ .

### **Dose efficace E**

Somma degli equivalenti di dose, moltiplicati per il fattore di ponderazione del tessuto  $w_T$ , estesa a tutti i tessuti ed organi.

$$E = \sum_T w_T H_T = \sum_T w_T \sum_R w_R D_{T,R}$$

$D_{T,R}$  = dose assorbita nel tessuto T esposto alla radiazione  
 $w_R$  = fattore di ponderazione della radiazione R  
 $w_T$  = fattore di ponderazione per il tessuto (quota del rischio totale per organo o tessuto T)  
 $H_T$  = equivalente di dose dell'organo o tessuto T

L'unità di misura della dose efficace è il sievert (Sv); 1 Sv = 1 J/kg.

#### *Fattori di ponderazione delle radiazioni*

Tipo di radiazione e intervallo di energia	Fattore di ponderazione delle radiazioni, $w_R$
Fotoni, tutte le energie	1
Elettroni e muoni, tutte le energie	1
Neutroni, energia:	
– inferiore a 10 keV	5
– 10 keV fino a 100 keV	10
– 100 keV fino a 2 MeV	20
– 2 MeV fino a 20 MeV	10
– superiore a 20 MeV	5
Protoni, senza protoni di rinculo, energia superiore a 2 MeV	5
Particelle alfa, frammenti di fissione, nuclei pesanti	20

#### *Fattori di ponderazione del tessuto*

Tessuto o organo	Fattori di ponderazione del tessuto, $w_T$
gonadi	0,20
midollo osseo (rosso)	0,12
colon	0,12
polmoni	0,12
stomaco	0,12
vescica	0,05
petto	0,05
fegato	0,05
esofago	0,05
tiroide	0,05
pelle	0,01
periostio	0,01
altri organi e tessuti	0,05

**Dose efficace impegnata  $E_{50}$** 

Dose efficace accumulata nell'organismo sull'arco di 50 anni, in seguito all'incorporazione di un nuclide.

**Dose profonda, individuale  $H_p(10)$  [Sigla  $H_p$ ]**

Equivalenti di dose nel tessuto molle a una profondità di 10 mm nella zona toracica.

**Dose superficiale individuale  $H_p(0,07)$  [Sigla  $H_s$ ]**

Equivalenti di dose nel tessuto molle a una profondità di 0,07 mm nella zona toracica.

**Dosimetro**

Strumento che serve alla misura della dose ambientale o della dose individuale.

**Equivalenti di dose  $H$** 

Prodotto della dose assorbita  $D_{T,R}$  nel tessuto T esposto alla radiazione R e del fattore di ponderazione di radiazione  $w_R$  (cfr. anche dose efficace). L'unità di misura dell'equivalente di dose è il sievert (Sv);  $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J/kg}$ .

$H_{T,R} = w_R \cdot D_{T,R}$ ; per una miscela di radiazioni:  $H_T = \sum w_R D_{T,R}$

**Equivalenti di dose ambientale  $H^*(10)$** 

L'equivalente di dose ambientale  $H^*(10)$  nel punto interessato del campo di radiazione effettivo corrisponde all'equivalente di dose nel relativo campo di radiazione, allineato ed espanso nella sfera ICRU centrata in questo punto, a 10 mm di profondità lungo il raggio della sfera opposto alla direzione del campo allineato.

**Equivalenti di dose direzionale  $H'(0,07)$** 

L'equivalente di dose direzionale  $H'(0,07)$  nel punto interessato del campo di radiazione effettivo corrisponde all'equivalente di dose nel relativo campo di radiazione espanso nella sfera ICRU a una profondità di 0,07 mm lungo un raggio in una specificata direzione.

**Esame del funzionamento**

Esame del funzionamento di un prodotto utilizzato e verifica dell'adempimento dei requisiti.

**Esame radiologico su vasta scala**

Esame radiologico, svolto sistematicamente su un numero elevato di persone, senza indicazione individuale. Gli esami preventivi di medicina del lavoro non sono considerati esami su vasta scala.

**Esami farmacologici**

Tutti i controlli che servono ad accertare l'effetto di un medicinale sull'organismo umano (farmacodinamica), nonché l'effetto dell'organismo su un medicinale (farma-

cocinetica). I controlli di fase 1 sui prodotti farmacologici sono equiparati ai controlli farmacologici.

### **Esami fisiologici**

Controlli che servono a verificare i processi di funzionamento del metabolismo, in caso di crescita, di sviluppo e di movimenti.

### **Fascio parassitario**

Radiazione ionizzante emessa da un apparecchio, o da parti di esso, la cui funzione primaria non è quella di emettere radiazioni ionizzanti, quale effetto secondario durante l'esercizio o in seguito a difetto.

### **Garanzia di qualità**

Pianificazione, sorveglianza, controllo e correzione nella realizzazione di un prodotto, oppure dello svolgimento di un'attività, allo scopo di soddisfare i requisiti di qualità richiesti.

### **Generatori di radionuclidi**

Sorgente radioattiva con un nuclide padre fissato chimicamente, che produce un nuclide figlio, il quale può essere estratto mediante eluizione o un altro processo.

### **Gray (Gy)**

Denominazione dell'unità di misura della dose assorbita.  $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$ .

### **Immissione nell'ambiente**

Liberazione controllata di sostanze radioattive nell'ambiente, in prevalenza sotto forma di gas e aerosol - mediante la condotta di scarico dell'aria -, e di liquidi - mediante le acque di scarico. L'immagazzinamento di scorie radioattive in un deposito definitivo non è considerato un'immissione nell'ambiente ai sensi dell'articolo 79.

### **Impianti generatori di radiazioni ionizzanti**

Installazioni e apparecchi che servono a generare radiazioni fotoniche o corpuscolari di energia superiore a 5 keV.

### **Importazione/Esportazione**

Per importazione o esportazione s'intende sia l'importazione o l'esportazione definitiva, sia quella temporanea. È considerato importazione anche l'immagazzinamento in un deposito doganale.

### **Inalazione**

Assorbimento di sostanze radioattive attraverso le vie respiratorie.

### **Incidente**

Evento che si discosta dalle normali condizioni di esercizio e che:

- a. pregiudica la sicurezza di un impianto o di un oggetto (incidente di natura tecnica), o
- b. può provocare il superamento di un valore limite di immissione o di un valore limite di dose per le persone non professionalmente esposte a radiazioni (incidente radiologico), o
- c. espone qualcuno a una dose superiore a 50 mSv (incidente con radiazioni).

### **Incorporazione**

Assorbimento di sostanze radioattive nell'organismo umano mediante ingestione, inalazione o attraverso la pelle o le ferite.

### **Ingestione**

Assorbimento di sostanze radioattive nell'organismo attraverso gli organi digestivi.

### **Manutenzione**

Garanzia della funzionalità e della sicurezza di un impianto mediante misure preventive e l'esecuzione di un esame del funzionamento.

### **Misure di sondaggio**

Procedimento di misura volto a rilevare incorporazioni, effettuato senza stabilire la dose efficace corrispondente. In caso di superamento di un valore soglia predeterminato, dev'essere svolta una misura dell'incorporazione, stabilendo la dose efficace impegnata.

### **Oggetti di uso quotidiano**

Oggetti quali biancheria e capi d'abbigliamento, mobili, impianti casalinghi e simili, non compresi i materiali da costruzione.

### **Persone professionalmente esposte a radiazioni**

Persone che,

- a. nel corso della loro attività professionale o della loro formazione, possono accumulare una dose efficace superiore a 1 mSv all'anno in seguito a esposizione controllata a radiazioni, oppure
- b. lavorano o sono in formazione regolarmente all'interno delle zone controllate.

### **Persone non professionalmente esposte a radiazioni**

Persone che, per circostanze che non hanno attinenza con l'attività professionale o la formazione, possono trovarsi esposte a radiazioni controllabili di intensità superiore a quella terrestre.

### **Radiazioni ionizzanti**

Radiazioni la cui energia è sufficiente a liberare elettroni dall'atomo (ionizzazione).

**Radioattività**

Disintegrazione spontanea di nuclidi con emissione di radiazioni ionizzanti.

**Radiofarmaci**

Medicinali contenenti radionuclidi le cui radiazioni trovano un'applicazione diagnostica o terapeutica.

Sono considerati radiofarmaci ai sensi della presente ordinanza:

- a. i farmaci contenenti uno o più radionuclidi nella loro forma d'impiego come medicinali;
- b. i composti non radioattivi (kits) utilizzati, immediatamente prima dell'applicazione al paziente, per la preparazione di radiofarmaci mediante la formazione di nuovi radionuclidi o la combinazione con radionuclidi;
- c. generatori di radionuclidi con un nuclide padre fissato, sulla cui base è prodotto un nuclide figlio, estratto mediante eluizione o un altro procedimento e utilizzato per la preparazione di un prodotto radiofarmaceutico;
- d. radionuclidi che servono alla marcatura radioattiva diretta o preliminare di altre sostanze (combinazioni portatrici, cellule, proteine plasmatiche) prima della loro somministrazione.

**Radionuclide**

Nuclide che si disintegra spontaneamente emettendo radiazioni.

**Regola di addizione**

Regola che permette di controllare l'osservanza dei valori limite di attività per le miscele di nuclidi. Ad ogni nuclide viene attribuito un peso in funzione della sua tossicità. Se sono soddisfatte le disequazioni seguenti, le miscele si situano al di sotto del limite di esenzione e del valore operativo per la contaminazione superficiale.

$$\frac{a_1}{LE_1} + \frac{a_2}{LE_2} + \dots + \frac{a_n}{LE_n} < 1$$

$a_1, a_2, \dots, a_n$ : attività specifiche dei nuclidi 1, 2, ..., n in Bq/kg.

$LE_1, LE_2, \dots, LE_n$ : limiti di esenzione dei nuclidi 1, 2, ..., n in Bq/kg conformemente all'appendice 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>

$CS_1, CS_2, \dots, CS_n$ : valori operativi di contaminazione dei nuclidi 1, 2, ..., n in Bq/cm<sup>2</sup> conformemente all'appendice 3, colonna 12

**Riferibilità**

Proprietà del risultato di una misurazione o proprietà del valore di un campione di essere riferibile a campioni appropriati, generalmente nazionali od internazionali, attraverso una catena ininterrotta di confronti con incertezze di misura indicate.

**Scorie radioattive**

Sostanze radioattive o materiali contaminati, che non possono più essere utilizzati.

**Sfera ICRU**

La sfera ICRU è definita come una sfera del diametro di 30 cm, con una densità di 1 g/cm<sup>3</sup> 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 delle parti molli).

**Sievert (Sv)**

Denominazione dell'unità di equivalente di dose o di dose efficace. 1 Sv = 1 J/kg.

**Sorgenti di radiazioni**

Apparecchi e oggetti contenenti sostanze radioattive (sorgenti radioattive sigillate e non sigillate), nonché impianti che possono emettere radiazioni ionizzanti.

**Sorgenti radioattive**

Sorgenti radioattive sigillate e non sigillate.

**Sorgenti radioattive non sigillate**

Sorgenti di radiazioni, contenenti sostanze radioattive, che possono espandersi e provocare una contaminazione.

**Sorgenti radioattive sigillate**

Sorgenti di radiazioni, contenenti sostanze radioattive, costruite in modo tale da impedire completamente la fuoriuscita di sostanze radioattive in condizioni normali, escludendo l'eventualità di una contaminazione. L'involucro della sorgente deve soddisfare le esigenze delle norme ISO per l'impiego previsto ed essere debitamente classificato.

**Sostanze radioattive**

Sostanze contenenti radionuclidi, la cui attività supera i limiti di esenzione di cui all'appendice 3, colonna 9.

**Taratura**

Verifica ufficiale e conferma che un singolo strumento di misura delle radiazioni (mezzo di misura) soddisfa le prescrizioni legali in materia.

**Tempo di dimezzamento**

Periodo di tempo entro il quale l'attività di un radionuclide si riduce della metà.

**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.

**Valore operativo**

Designazione generale che indica un valore dedotto da un valore limite, il cui superamento implica l'adozione di determinati provvedimenti, oppure la cui osservanza costituisce anche l'osservanza del valore limite corrispondente.

Il valore operativo per le concentrazioni di radon è considerato un valore auspicabile. Il suo superamento non implica conseguenze giuridiche.

**Zona controllata**

Sono zone controllate:

- a. le aree di lavoro nelle quali vengono manipolate sorgenti radioattive non sigillate giusta l'articolo 69;
- b. le aree entro le quali la concentrazione dell'aria può superare di  $1/20$  i valori operativi di cui all'appendice 3, colonna 11;
- c. le aree entro le quali la contaminazione superficiale può superare i valori operativi di cui all'appendice 3, colonna 12;
- d. le aree entro le quali le persone possono accumulare, in seguito ad esposizione a radiazioni esterne, una dose efficace superiore a 1 mSv all'anno;
- e. le aree in cui sono in funzione impianti non dotati di schermatura totale;
- f. le aree definite come tali dall'autorità di sorveglianza.

Appendice 2<sup>51</sup>  
(art. 1 cpv. 1 e 2 cpv. 1)

## Campo di applicazione

### 1. Sostanze e oggetti

L'ordinanza si applica se tutti i valori concernenti una sostanza o un oggetto sono superati almeno su una linea.

Per i minerali, le collezioni di minerali e di pietre è determinante unicamente la linea corrispondente.

Sostanze, oggetti	Attività specifica	Attività assoluta, massa	Concentrazione, contaminazione, intensità di dose
Sostanze solide	Limite di esenzione di cui all'app. 3, colonna 9	Limite di esenzione di cui all'app. 3, colonna 9	
Sostanze solide			Intensità di dose ambientale a 10 cm di distanza dalla superficie dopo deduzione del valore di fondo: 0,1 µSv all'ora
Sostanze solide			Valore operativo di cui all'app. 3, colonna 12
Liquidi	Limite di esenzione di cui all'app. 3, colonna 9	Limite di esenzione di cui all'app. 3, colonna 9	
Acqua	1% del limite di esenzione di cui all'app. 3, colonna 9	Limite di esenzione di cui all'app. 3, colonna 9	
Gas e aria (radon compreso)			$1/300$ del valore operativo di cui all'app. 3, colonna 11
Derrate alimentari	Valori limite e di tolleranza secondo l'ordinanza sulle sostanze estranee e sui componenti nelle derrate alimentari <sup>52</sup>		
Oggetti di uso quotidiano	1% del limite di esenzione di cui all'app. 3, colonna 9, per i radionuclidi prodotti artificialmente	Limite di esenzione di cui all'app. 3, colonna 9	

<sup>51</sup> Nuovo testo giusta il n. II dell'O del 17 nov. 1999, in vigore dal 1° gen. 2000 (RU 2000 107).

<sup>52</sup> RS 817.021.23

Sostanze, oggetti	Attività specifica	Attività assoluta, massa	Concentrazione, contaminazione, intensità di dose
Minerali, collezioni di minerali e di pietre	Limite di esenzione di cui all'app. 3, colonna 9 moltiplicato per 1000	10 g di torio nat. o 100 g di uranio nat.	

## 2. Rifiuti e acque di scarico

L'ordinanza si applica se tutti i valori concernenti rifiuti o acque di scarico sono superati almeno su una linea.

L'indicazione mensile si riferisce all'immissione nell'ambiente.

Rifiuti, acque di scarico	Attività specifica	Attività assoluta per licenza	Contaminazione, intensità di dose
Rifiuti solidi	Limite di esenzione di cui all'app. 3, colonna 9	Limite di esenzione mensile di cui all'app. 3, colonna 9, moltiplicato per 100	
Rifiuti solidi			Intensità di dose ambientale a 10 cm di distanza dalla superficie dopo deduzione del valore di fondo: 0,1 $\mu$ Sv all'ora
Rifiuti solidi			Valore operativo di cui all'app. 3, colonna 12
Rifiuti liquidi	Limite di esenzione di cui all'app. 3, colonna 9	Limite di esenzione mensile di cui all'app. 3, colonna 9, moltiplicato per 100	
Acque di scarico	1% del limite di esenzione di cui all'app. 3, colonna 9 (nella media settimanale nelle acque di scarico dell'area di lavoro)	Limite di esenzione mensile di cui all'app. 3, colonna 9, moltiplicato per 100	
Rifiuti sotto forma di gas, racchiusi		Limite di licenza di cui all'app. 3, colonna 10	

## Dati per la radioprotezione operativa

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	e <sub>ina</sub> Sv/Bq	e <sub>ing</sub> Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					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>c0,07</sub> (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o L <sub>e,ass</sub> Bq	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	12.35 a	β <sup>-</sup>	4.1 E-11	4.2 E-11	<0.001	<1	<0.1	2 E+05	1 E+08	2 E+05	1000	
H-3, HTO	12.35 a	β <sup>-</sup>	1.8 E-11	1.8 E-11	<0.001	<1	<0.1	6 E+05	3 E+08	5 E+05	1000	
H-3, gas [7]	12.35 a	β <sup>-</sup>	1.8 E-15		<0.001	<1	<0.1		3 E+12	5 E+09		
Be-7	53.3 d	ε, γ	4.6 E-11	2.8 E-11	0.008	<1	0.1	4 E+05	1 E+08	1 E+05	1000	
Be-10	1.6 E6 a	β <sup>-</sup>	1.9 E-08	1.1 E-09	<0.001	2000	1.6	9 E+03	3 E+05	9 E+01	3	
C-11	20.38 m	ε, β <sup>+</sup>	3.2 E-12	2.4 E-11	0.160	1000	1.7	4 E+05	7 E+07	7 E+04	[3]	3
C-11 monossido	20.38 m	ε, β <sup>+</sup>	1.2 E-12	1.2 E-12					7 E+07	7 E+04	[3]	
C-11 biossido	20.38 m	ε, β <sup>+</sup>	2.2 E-12	2.2 E-12					7 E+07	7 E+04	[3]	
C-14	5730 a	β <sup>-</sup>	5.8 E-10	5.8 E-10	<0.001	200	0.3	2 E+04	9 E+06	1 E+04		30
C-14 monossido	5730 a	β <sup>-</sup>	8.0 E-13	8.0 E-13					6 E+09	1 E+07		
C-14 biossido	5730 a	β <sup>-</sup>	6.5 E-12	6.5 E-12					8 E+08	1 E+06		
N-13	9.965 m	ε, β <sup>+</sup>			0.160	1000	1.7		7 E+07	7 E+04	[3]	3
O-15	122.24 s	ε, β <sup>+</sup>			0.161	1000	1.7		7 E+07	7 E+04	[3]	3
F-18	109.77 m	ε, β <sup>+</sup>	9.3 E-11	4.9 E-11	0.160	2000	1.7	2 E+05	5 E+07	7 E+04	[3]	3
Na-22	2.602 a	ε, β <sup>+</sup> , γ	2.0 E-09	3.2 E-09	0.330	2000	1.6	3 E+03	3 E+06	4 E+03		3
Na-24	15 h	β <sup>-</sup> , γ	5.3 E-10	4.3 E-10	0.506	1000	1.9	2 E+04	9 E+06	3 E+04		3
Mg-28 / Al-28	20.91 h	β <sup>-</sup> , γ	1.7 E-09	2.2 E-09	0.529	2000	3.1	5 E+03	3 E+06	6 E+03		3
Al-26	7.16 E5 a	ε, β <sup>+</sup> , γ	1.4 E-08	3.5 E-09	0.382	1000	1.5	3 E+03	4 E+05	4 E+02		3

53 Nuovo testo giusta il n. II dell'O del 17 nov. 1999, in vigore dal 1° gen. 2000 (RU 2000 107).

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$e_{\text{ina}}$ Sv/Bq	$e_{\text{ing}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o $Le_{\text{ass}}$ Bq	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
Si-31	157.3 m	$\beta^-$ , $\gamma$	1.1 E-10	1.6 E-10	<0.001	1000	1.6	6 E+04	5 E+07	1 E+05	3	
Si-32	450 a	$\beta^-$	5.5 E-08	5.6 E-10	<0.001	500	0.6	2 E+04	9 E+04	3 E+01	3	-> P-32
P-30	2.499 m	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$			0.371	900	1.7				3	
P-32	14.29 d	$\beta^-$	2.9 E-09	2.4 E-09	<0.001	1000	1.6	4 E+03	2 E+06	2 E+03	3	
P-33	25.4 d	$\beta^-$	1.3 E-09	2.4 E-10	<0.001	700	0.8	4 E+04	4 E+06	1 E+04	10	
S-35 (inorg.)	87.44 d	$\beta^-$	1.1 E-09	1.9 E-10	<0.001	200	0.3	5 E+04	5 E+06	1 E+04	30	
S-35 (org.)	87.44 d	$\beta^-$	1.2 E-10	7.7 E-10	<0.001	200	0.3	1 E+04	4 E+07	7 E+04	30	
Cl-36	3.01 E5 a	$\beta^-$ , $\epsilon$ , $\beta^+$	5.1 E-09	9.3 E-10	<0.001	1000	1.5	1 E+04	1 E+06	1 E+03	3	
Cl-38	37.21 m	$\beta^-$ , $\gamma$	7.3 E-11	1.2 E-10	1.551	1000	1.8	8 E+04	7 E+07	4 E+04	[3]	3
Cl-39	55.6 m	$\beta^-$ , $\gamma$	7.6 E-11	8.5 E-11	0.241	1000	1.7	1 E+05	7 E+07	2 E+05	3	-> Ar-39
Ar-37	35.02 d	$\epsilon$			<0.001	<1	<0.1		1 E+14	1 E+11		
Ar-39	269 a	$\beta^-$			<0.001	2000	1.5		3 E+10	7 E+06	[4]	
Ar-41	1.827 h	$\beta^-$ , $\gamma$			0.188	1000	1.7		5 E+07	5 E+04		
K-38	7.636 m	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$			0.480	1000	1.8				3	
K-40	1.28 E9 a	$\beta^-$ , $\epsilon$ , $\gamma$	3.0 E-09	6.2 E-09	0.022	1000	1.5	2 E+03	2 E+06	3 E+03	3	
K-42	12.36 h	$\beta^-$ , $\gamma$	2.0 E-10	4.3 E-10	0.464	1000	1.7	2 E+04	3 E+07	2 E+04	3	
K-43	22.6 h	$\beta^-$ , $\gamma$	2.6 E-10	2.5 E-10	0.152	1000	1.6	4 E+04	2 E+07	4 E+04	3	
K-44	22.13 m	$\beta^-$ , $\gamma$	3.7 E-11	8.4 E-11	1.553	1000	1.8	1 E+05	1 E+08	3 E+05	3	
K-45	20 m	$\beta^-$ , $\gamma$	2.8 E-11	5.4 E-11	0.302	1000	1.7	2 E+05	2 E+08	5 E+05	3	
Ca-41	1.4 E5 a	$\epsilon$	1.9 E-10	2.9 E-10	<0.001	<1	<0.1	3 E+04	3 E+07	3 E+04	300	
Ca-45	163 d	$\beta^-$ , $\gamma$	2.3 E-09	7.6 E-10	<0.001	700	0.8	1 E+04	2 E+06	5 E+03	10	
Ca-47	4.53 d	$\beta^-$ , $\gamma$	2.1 E-09	1.6 E-09	0.156	1000	1.6	6 E+03	2 E+06	4 E+03	3	-> Sc-47
Sc-43	3.891 h	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	1.8 E-10	1.9 E-10	0.174	1000	1.4	5 E+04	3 E+07	1 E+05	3	
Sc-44	3.927 h	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	3.0 E-10	3.5 E-10	0.324	1000	1.7	3 E+04	2 E+07	7 E+04	3	
Sc-44m	58.6 h	$\epsilon$ , $\gamma$	2.0 E-09	2.4 E-09	0.045	200	0.2	4 E+03	3 E+06	4 E+03	3	-> Sc-44 [6]

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$e_{\text{ina}}$ Sv/Bq	$e_{\text{ing}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o $Le_{\text{ass}}$ Bq	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
Sc-46	83.83 d	$\beta^-$ , $\gamma$	4.8 E-09	1.5 E-09	0.299	1000	1.2	7 E+03	1 E+06	1 E+03	3	
Sc-47	3.351 d	$\beta^-$ , $\gamma$	7.3 E-10	5.4 E-10	0.017	1000	1.3	2 E+04	7 E+06	1 E+04	3	
Sc-48	43.7 h	$\beta^-$ , $\gamma$	1.6 E-09	1.7 E-09	0.495	2000	1.7	6 E+03	3 E+06	7 E+03	3	
Sc-49	57.4 m	$\beta^-$ , $\gamma$	6.1 E-11	8.2 E-11	0.001	1000	1.6	1 E+05	8 E+07	3 E+05	3	
Ti-44	47.3 a	$\epsilon$ , $\gamma$	7.2 E-08	5.8 E-09	0.026	2	<0.1	2 E+03	7 E+04	3 E+02	30	-> Sc-44 [6]
Ti-45	3.08 h	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	1.5 E-10	1.5 E-10	0.136	1000	1.5	7 E+04	3 E+07	2 E+05	3	
V-47	32.6 m	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	5.0 E-11	6.3 E-11	0.156	1000	1.7	2 E+05	1 E+08	4 E+05	3	
V-48	16.238 d	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	2.7 E-09	2.0 E-09	0.432	900	1.0	5 E+03	2 E+06	3 E+03	3	
V-49	330 d	$\epsilon$	2.6 E-11	1.8 E-11	<0.001	<1	<0.1	6 E+05	2 E+08	9 E+04	100	
Cr-48	22.96 h	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	2.5 E-10	2.0 E-10	0.071	50	0.1	5 E+04	2 E+07	3 E+04	100	-> V-48 [6]
Cr-49	42.09 m	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	5.9 E-11	6.1 E-11	0.166	1000	1.7	2 E+05	8 E+07	1 E+05	3	-> V-49
Cr-51	27.704 d	$\epsilon$ , $\gamma$	3.6 E-11	3.8 E-11	0.005	3	<0.1	3 E+05	1 E+08	2 E+05	100	
Mn-51	46.2 m	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	6.8 E-11	9.3 E-11	0.159	1000	1.7	1 E+05	7 E+07	1 E+05	3	-> Cr-51
Mn-52	5.591 d	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	1.8 E-09	1.8 E-09	0.510	600	0.7	6 E+03	3 E+06	5 E+03	10	
Mn-52m	21.1 m	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	5.0 E-11	6.9 E-11	0.389	1000	1.7	1 E+05	1 E+08	2 E+05	3	-> Mn-52
Mn-53	3.7 E6 a	$\epsilon$	3.6 E-11	3.0 E-11	<0.001	20	<0.1	3 E+05	1 E+08	2 E+05	1000	
Mn-54	312.5 d	$\epsilon$ , $\gamma$	1.2 E-09	7.1 E-10	0.126	10	0.1	1 E+04	4 E+06	7 E+03	100	
Mn-56	2.5785 h	$\beta^-$ , $\gamma$	2.0 E-10	2.5 E-10	0.275	1000	1.7	4 E+04	3 E+07	4 E+04	3	
Fe-52	8.275 h	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	9.5 E-10	1.4 E-09	0.116	900	1.0	7 E+03	5 E+06	9 E+03	3	-> Mn-52m [6]
Fe-55	2.70 a	$\epsilon$	9.2 E-10	3.3 E-10	<0.001	20	<0.1	3 E+04	5 E+06	9 E+03	300	
Fe-59	44.529 d	$\beta^-$ , $\gamma$	3.2 E-09	1.8 E-09	0.175	1000	1.1	6 E+03	2 E+06	3 E+03	3	
Fe-60	1 E5 a	$\beta^-$	3.3 E-07	1.1 E-07	<0.001	90	0.3	9 E+01	2 E+04	3 E+01	3	-> Co-60m
Co-55	17.54 h	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	8.3 E-10	1.1 E-09	0.302	1000	1.4	9 E+03	6 E+06	1 E+04	3	-> Fe-55
Co-56	78.76 d	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	4.9 E-09	2.5 E-09	0.485	300	0.6	4 E+03	1 E+06	2 E+03	10	
Co-57	270.9 d	$\epsilon$ , $\gamma$	6.0 E-10	2.1 E-10	0.021	100	0.1	5 E+04	8 E+06	1 E+04	100	

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$\epsilon_{\text{ma}}$ Sv/Bq	$\epsilon_{\text{ing}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o $Le_{\text{ass}}$ Bq	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
Co-58	70.80 d	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	1.7 E-09	7.4 E-10	0.147	300	0.3	1 E+04	3 E+06	5 E+03	30	
Co-58m	9.15 h	$\gamma$	1.7 E-11	2.4 E-11	<0.001	10	<0.1	4 E+05	3 E+08	5 E+05	1000	-> Co-58 [6]
Co-60	5.271 a	$\beta^-, \gamma$	1.7 E-08	3.4 E-09	0.366	1000	1.1	3 E+03	9 E+04	5 E+02	3	
Co-60m	10.47 m	$\beta^-, \gamma$	1.2 E-12	1.7 E-12	0.001	20	<0.1	6 E+06	4 E+09	7 E+06	300	-> Co-60 [6]
Co-61	1.65 h	$\beta^-, \gamma$	7.5 E-11	7.4 E-11	0.017	1000	1.6	1 E+05	7 E+07	1 E+05	3	
Co-62m	13.91 m	$\beta^-, \gamma$	3.7 E-11	4.7 E-11	0.436	1000	1.8	2 E+05	1 E+08	2 E+05	3	
Ni-56	6.10 d	$\epsilon, \gamma$	9.6 E-10	8.6 E-10	0.260	60	0.1	1 E+04	5 E+06	9 E+03	30	-> Co-56 [6]
Ni-57	36.08 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	7.6 E-10	8.7 E-10	0.278	700	0.8	1 E+04	7 E+06	1 E+04	10	-> Co-57
Ni-59	7.5 E4 a	$\epsilon$	2.2 E-10	6.3 E-11	<0.001	10	<0.1	2 E+05	2 E+07	4 E+04	1000	
Ni-63	96 a	$\beta^-$	5.2 E-10	1.5 E-10	<0.001	<1	<0.1	7 E+04	1 E+07	2 E+04	1000	
Ni-65	2.520 h	$\beta^-, \gamma$	1.3 E-10	1.8 E-10	0.081	1000	1.6	6 E+04	4 E+07	6 E+04	3	
Ni-66 / Cu-66	54.6 h	$\beta^-, \gamma$	1.9 E-09	3.0 E-09	0.039	2000	2.2	3 E+03	3 E+06	4 E+03	3	
Cu-60	23.2 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	6.2 E-11	7.0 E-11	0.596	1000	1.8	1 E+05	8 E+07	1 E+05	3	
Cu-61	3.408 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	1.2 E-10	1.2 E-10	0.128	900	1.1	8 E+04	4 E+07	7 E+04	3	
Cu-64	12.701 h	$\epsilon, \beta^+, \beta^-, \gamma$	1.5 E-10	1.2 E-10	0.030	900	0.8	8 E+04	3 E+07	6 E+04	10	
Cu-67	61.86 h	$\beta^-, \gamma$	5.8 E-10	3.4 E-10	0.018	1000	1.4	3 E+04	9 E+06	1 E+04	3	
Zn-62 / Cu-62	9.26 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	6.6 E-10	9.4 E-10	0.319	1000	1.9	1 E+04	8 E+06	1 E+04	3	
Zn-63	38.1 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	6.1 E-11	7.9 E-11	0.175	1000	1.6	1 E+05	8 E+07	1 E+05	3	
Zn-65	243.9 d	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	2.8 E-09	3.9 E-09	0.086	40	0.1	3 E+03	2 E+06	3 E+03	30	
Zn-69	57 m	$\beta^-, \gamma$	4.3 E-11	3.1 E-11	<0.001	1000	1.6	3 E+05	1 E+08	2 E+05	3	
Zn-69m	13.76 h	$\beta^-, \gamma$	3.3 E-10	3.3 E-10	0.067	70	0.1	3 E+04	2 E+07	3 E+04	3	-> Zn-69
Zn-71m	3.92 h	$\beta^-, \gamma$	2.4 E-10	2.4 E-10	0.240	1000	1.7	4 E+04	2 E+07	3 E+04	3	
Zn-72	46.5 h	$\beta^-, \gamma$	1.5 E-09	1.4 E-09	0.026	900	0.9	7 E+03	3 E+06	6 E+03	3	-> Ga-72 [6]
Ga-65	15.2 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	2.9 E-11	3.7 E-11	0.183	1000	1.6	3 E+05	2 E+08	3 E+05	3	-> Zn-65
Ga-66	9.40 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	7.1 E-10	1.2 E-09	0.877	600	1.1	8 E+03	7 E+06	1 E+04	3	

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$\epsilon_{\text{ina}}$ Sv/Bq	$\epsilon_{\text{ing}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ $\frac{1}{2}$ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o $Le_{\text{ass}}$ Bq	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
Ga-67	78.26 h	$\epsilon, \gamma$	2.8 E-10	1.9 E-10	0.025	30	0.3	5 E+04	2 E+07	3 E+04	30	
Ga-68	68.0 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	8.1 E-11	1.0 E-10	0.149	1000	1.5	1 E+05	6 E+07	1 E+05	3	
Ga-70	21.15 m	$\epsilon, \beta^-, \gamma$	2.6 E-11	3.1 E-11	0.001	1000	1.6	3 E+05	2 E+08	3 E+05	3	
Ga-72	14.1 h	$\beta^-, \gamma$	8.4 E-10	1.1 E-09	0.386	1000	1.7	9 E+03	6 E+06	1 E+04	3	
Ga-73	4.91 h	$\beta^-, \gamma$	2.0 E-10	2.6 E-10	0.052	1000	1.6	4 E+04	3 E+07	4 E+04	3	
Ge-66	2.27 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	1.3 E-10	1.0 E-10	0.108	400	0.5	1 E+05	4 E+07	6 E+04	10	-> Ga-66 [6]
Ge-67	18.7 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	4.2 E-11	6.5 E-11	0.407	1000	1.7	2 E+05	1 E+08	2 E+05	3	-> Ga-67
Ge-68	288d	$\epsilon$	7.9 E-09	1.3 E-09	<0.001	10	<0.1	8 E+03	6 E+05	1 E+03	3	-> Ga-68 [6]
Ge-69	39.05 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	3.7 E-10	2.4 E-10	0.132	500	0.6	4 E+04	1 E+07	2 E+04	10	
Ge-71	11.8 d	$\epsilon$	1.1 E-11	1.2 E-11	<0.001	10	<0.1	8 E+05	5 E+08	8 E+05	1000	
Ge-75	82.78 m	$\beta^-, \gamma$	5.4 E-11	4.6 E-11	0.006	1000	1.6	2 E+05	9 E+07	2 E+05	3	
Ge-77	11.3 h	$\beta^-, \gamma$	4.5 E-10	3.3 E-10	0.163	1000	1.6	3 E+04	1 E+07	2 E+04	3	
Ge-78	87 m	$\beta^-, \gamma$	1.4 E-10	1.2 E-10	0.045	1000	1.5	8 E+04	4 E+07	6 E+04	3	-> As-78 [6]
As-69	15.2 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	3.5 E-11	5.7 E-11	0.250	900	1.7	2 E+05	1 E+08	2 E+05	3	-> Ge-69
As-70	52.6 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	1.2 E-10	1.3 E-10	0.603	1000	1.7	8 E+04	4 E+07	7 E+04	3	
As-71	64.8 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	5.0 E-10	4.6 E-10	0.088	700	0.7	2 E+04	1 E+07	2 E+04	10	-> Ge-71
As-72	26.0 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	1.3 E-09	1.8 E-09	0.339	900	1.6	6 E+03	4 E+06	6 E+03	3	
As-73	80.30 d	$\epsilon, \gamma$	6.5 E-10	2.6 E-10	0.003	20	<0.1	4 E+04	8 E+06	1 E+04	300	
As-74	17.76 d	$\epsilon, \beta^+, \beta^-, \gamma$	1.8 E-09	1.3 E-09	0.117	900	1.1	8 E+03	3 E+06	5 E+03	3	
As-76	26.32 h	$\beta^-, \gamma$	9.2 E-10	1.6 E-09	0.132	1000	1.6	6 E+03	5 E+06	9 E+03	3	
As-77	38.8 h	$\beta^-, \gamma$	4.2 E-10	4.0 E-10	0.001	1000	1.5	3 E+04	1 E+07	2 E+04	3	
As-78	90.7 m	$\beta^-, \gamma$	1.4 E-10	2.1 E-10	0.804	1000	1.7	5 E+04	4 E+07	6 E+04	3	
Se-70	41.0 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	1.2 E-10	1.4 E-10	0.158	900	1.3	7 E+04	4 E+07	7 E+04	3	-> As-70 [6]
Se-73	7.15 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	2.4 E-10	3.9 E-10	0.174	900	1.2	3 E+04	2 E+07	3 E+04	3	-> As-73
Se-73m	39 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	2.7 E-11	4.1 E-11	0.038	300	0.4	2 E+05	2 E+08	3 E+05	10	-> Se-73

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$e_{\text{ina}}$ Sv/Bq	$e_{\text{ing}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o Le <sub>ass</sub> Bq	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
Se-75	119.8 d	$\epsilon, \gamma$	1.7 E-09	2.6 E-09	0.064	80	0.1	4 E+03	3 E+06	5 E+03	30	
Se-79	6.5 E4 a	$\beta^-, \gamma$	3.1 E-09	2.9 E-09	<0.001	200	0.4	3 E+03	2 E+06	3 E+03	10	
Se-81	18.5 m	$\beta^-, \gamma$	2.4 E-11	2.7 E-11	0.002	1000	1.6	4 E+05	2 E+08	3 E+05	3	
Se-81m	57.25 m	$\beta^-, \gamma$	6.8 E-11	5.9 E-11	0.004	100	1.1	2 E+05	7 E+07	1 E+05	3	-> Se-81
Se-83	22.5 m	$\beta^-, \gamma$	5.3 E-11	5.1 E-11	0.362	1000	1.7	2 E+05	9 E+07	2 E+05	3	-> Br-83
Br-74	25.3 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	6.8 E-11	8.4 E-11	1.022	1000	1.8	1 E+05	7 E+07	1 E+05	3	
Br-74m	41.5 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	1.1 E-10	1.4 E-10	1.347	900	1.8	7 E+04	5 E+07	8 E+04	3	
Br-75	98 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	8.5 E-11	7.9 E-11	0.189	900	1.3	1 E+05	6 E+07	1 E+05	3	-> Se-75
Br-76	16.2 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	5.8 E-10	4.6 E-10	0.503	700	1.1	2 E+04	9 E+06	1 E+04	3	
Br-77	56 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	1.3 E-10	9.6 E-11	0.051	60	0.1	1 E+05	4 E+07	6 E+04	100	
Br-80	17.4 m	$\epsilon, \beta^+, \beta^-, \gamma$	1.7 E-11	3.1 E-11	0.013	1000	1.5	3 E+05	3 E+08	5 E+05	3	
Br-80m	4.42 h	$\gamma$	1.0 E-10	1.1 E-10	0.012	10	<0.1	9 E+04	5 E+07	8 E+04	3	-> Br-80
Br-82	35.30 h	$\beta^-, \gamma$	8.8 E-10	5.4 E-10	0.395	1000	1.4	2 E+04	6 E+06	9 E+03	3	
Br-83	2.39 h	$\beta^-, \gamma$	6.7 E-11	4.3 E-11	0.001	1000	1.5	2 E+05	7 E+07	1 E+05	3	
Br-84	31.80 m	$\beta^-, \gamma$	6.2 E-11	8.8 E-11	0.923	1000	1.7	1 E+05	8 E+07	1 E+05	3	
Kr-79	35.04 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$			0.042	100	0.2		3 E+08	3 E+05		
Kr-81	2.1 E5 a	$\epsilon, \gamma$			0.004	8	<0.1		7 E+09	7 E+06		
Kr-83m	1.83 h	$\gamma$			0.002	3	<0.1		1 E+12	1 E+09		
Kr-85	10.72 a	$\beta^-, \gamma$			0.001	1000	1.5		5 E+07	5 E+06	[4]	
Kr-85m	4.48 h	$\beta^-, \gamma$			0.026	1000	1.4		5 E+08	5 E+05		-> Kr-85
Kr-87	76.3 m	$\beta^-, \gamma$			0.501	1000	1.7		8 E+07	8 E+04		-> Rb-87
Kr-88	2.84 h	$\beta^-, \gamma$			0.264	1000	1.5		2 E+07	2 E+04	[1]	-> Rb-88 [6]
Kr-89	3.18 m	$\beta^-, \gamma$			2.047	900	1.8		3 E+07	3 E+04		-> Rb-89 [6]
Rb-79	22.9 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	3.0 E-11	5.0 E-11	0.217	2000	2.1	2 E+05	2 E+08	3 E+05	3	-> Kr-79
Rb-81	4.58 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	6.8 E-11	5.4 E-11	0.101	1000	1.2	2 E+05	7 E+07	1 E+05	3	-> Kr-81

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$e_{\text{ma}}$ Sv/Bq	$e_{\text{mg}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o Le <sub>ass</sub> Bq	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
Rb-81m	32 m	$\gamma$	1.3 E-11	9.7 E-12	0.006	5	0.3	1 E+06	4 E+08	6 E+05	30	-> Rb-81 [6]
Rb-82m	6.2 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	2.2 E-10	1.3 E-10	0.436	400	0.6	8 E+04	2 E+07	4 E+04	10	
Rb-83	86.2 d	$\epsilon, \gamma$	1.0 E-09	1.9 E-09	0.082	20	<0.1	5 E+03	5 E+06	8 E+03	100	
Rb-84	32.77 d	$\epsilon, \beta^+, \beta^-, \gamma$	1.5 E-09	2.8 E-09	0.141	400	0.6	4 E+03	3 E+06	6 E+03	10	
Rb-86	18.66 d	$\beta^-, \gamma$	1.3 E-09	2.8 E-09	0.014	1000	1.6	4 E+03	4 E+06	6 E+03	3	
Rb-87	4.7 E10 a	$\beta^-$	7.6 E-10	1.5 E-09	<0.001	1000	1.2	7 E+03	7 E+06	1 E+04	3	
Rb-88	17.8 m	$\beta^-, \gamma$	2.8 E-11	9.0 E-11	2.314	900	1.7	1 E+05	2 E+08	3 E+05	3	
Rb-89	15.2 m	$\beta^-, \gamma$	2.5 E-11	4.7 E-11	0.659	1000	1.8	2 E+05	2 E+08	3 E+05	3	-> Sr-89
Sr-80 / Rb-80	100m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	2.1 E-10	3.5 E-10	1.750	900	1.7	3 E+04	2 E+07	4 E+04	3	
Sr-81	25.5 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	6.1 E-11	7.8 E-11	0.247	1000	1.6	1 E+05	8 E+07	1 E+05	3	-> Rb-81 [6]
Sr-82 / Rb-82	25.0 d	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	7.7 E-09	6.1 E-09	0.434	900	1.6	2 E+03	6 E+05	1 E+03	3	
Sr-83	32.4 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	4.9 E-10	5.8 E-10	0.127	400	0.5	2 E+04	1 E+07	2 E+04	10	-> Rb-83
Sr-85	64.84 d	$\epsilon, \gamma$	6.4 E-10	5.6 E-10	0.086	20	0.1	2 E+04	8 E+06	1 E+04	100	
Sr-85m	69.5 m	$\epsilon, \gamma$	7.4 E-12	6.1 E-12	0.035	70	0.1	2 E+06	7 E+08	1 E+06	100	-> Sr-85
Sr-87m	2.805 h	$\epsilon, \gamma$	3.5 E-11	3.3 E-11	0.053	300	0.3	3 E+05	1 E+08	2 E+05	30	-> Rb-87
Sr-89	50.5 d	$\beta^-, \gamma$	5.6 E-09	2.6 E-09	<0.001	1000	1.6	4 E+03	9 E+05	1 E+03	3	
Sr-90	29.12 a	$\beta^-$	7.7 E-08	2.8 E-08	<0.001	1000	1.4	4 E+02	6 E+04	1 E+02	3	-> Y-90 [6]
Sr-91	9.5 h	$\beta^-, \gamma$	5.7 E-10	7.6 E-10	0.117	1000	1.6	1 E+04	9 E+06	1 E+04	3	-> Y-91m, Y-91
Sr-92	2.71 h	$\beta^-, \gamma$	3.4 E-10	4.9 E-10	0.194	1000	1.4	2 E+04	1 E+07	2 E+04	3	-> Y-92 [6]
Y-86	14.74 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	8.1 E-10	9.6 E-10	0.515	500	0.8	1 E+04	6 E+06	1 E+04	10	
Y-86m	48 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	4.9 E-11	5.6 E-11	0.034	200	0.1	2 E+05	1 E+08	2 E+05	30	-> Y-86 [6]
Y-87	80.3 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	5.3 E-10	5.5 E-10	0.080	20	<0.1	2 E+04	9 E+06	2 E+04	100	
Y-88	106.64 d	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	3.3 E-09	1.3 E-09	0.380	40	0.2	8 E+03	2 E+06	3 E+03	30	
Y-90	64.0 h	$\beta^-, \gamma$	1.7 E-09	2.7 E-09	0.007	1000	1.6	4 E+03	3 E+06	5 E+03	3	
Y-90m	3.19 h	$\gamma$	1.3 E-10	1.7 E-10	0.098	200	0.2	6 E+04	4 E+07	6 E+04	30	-> Y-90
Y-91	58.51 d	$\beta^-, \gamma$	6.1 E-09	2.4 E-09	0.001	1000	1.6	4 E+03	8 E+05	1 E+03	3	

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$c_{ina}$ Sv/Bq	$c_{ing}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o Le <sub>ass</sub> Bq	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-91m	49.71 m	$\gamma$	1.5 E-11	1.1 E-11	0.082	70	0.1	9 E+05	3 E+08	6 E+05	30	-> Y-91
Y-92	3.54 h	$\beta^-$ , $\gamma$	2.8 E-10	4.9 E-10	0.546	1000	1.7	2 E+04	2 E+07	3 E+04	3	
Y-93	10.1 h	$\beta^-$ , $\gamma$	6.0 E-10	1.2 E-09	0.098	1000	1.6	8 E+03	8 E+06	1 E+04	3	-> Zr-93
Y-94	19.1 m	$\beta^-$ , $\gamma$	4.6 E-11	8.1 E-11	1.111	900	1.7	1 E+05	1 E+08	2 E+05	3	
Y-95	10.7 m	$\beta^-$ , $\gamma$	2.6 E-11	4.6 E-11	1.219	1000	1.7	2 E+05	2 E+08	3 E+05	3	-> Zr-95 [6]
Zr-86	16.5 h	$\epsilon$ , $\gamma$	7.0 E-10	8.6 E-10	0.069	100	0.1	1 E+04	7 E+06	1 E+04	30	-> Y-86 [6]
Zr-88	83.4 d	$\epsilon$ , $\gamma$	4.1 E-09	3.3 E-10	0.076	50	0.1	3 E+04	1 E+06	2 E+03	100	-> Y-88 [6]
Zr-89	78.43 h	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	7.5 E-10	7.9 E-10	0.182	400	0.5	1 E+04	7 E+06	1 E+04	10	
Zr-93	1.53 E6 a	$\beta^-$	2.9 E-08	2.8 E-10	<0.001	<1	<0.1	4 E+04	2 E+05	3 E+02	100	-> Nb-93m
Zr-95	63.98 d	$\beta^-$ , $\gamma$	4.2 E-09	8.8 E-10	0.112	1000	1.1	1 E+04	1 E+06	2 E+03	3	-> Nb-95 [6]
Zr-97	16.90 h	$\beta^-$ , $\gamma$	1.4 E-09	2.1 E-09	0.027	1000	1.6	5 E+03	4 E+06	6 E+03	3	-> Nb-97
Nb-88	14.3 m	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	5.0 E-11	6.3 E-11	0.719	1000	1.8	2 E+05	1 E+08	2 E+05	3	-> Zr-88
Nb-89-1 [2]	66 m	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	1.2 E-10	1.4 E-10	0.306	900	1.5	7 E+04	4 E+07	7 E+04	3	-> Zr-89
Nb-89-2 [2]	122 m	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	1.9 E-10	3.0 E-10	0.392	700	1.3	3 E+04	3 E+07	4 E+04	3	-> Zr-89
Nb-90	14.60 h	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	1.1 E-09	1.2 E-09	0.574	2000	1.9	8 E+03	5 E+06	8 E+03	3	
Nb-91	680 a	$\epsilon$	4.1 E-09	6.4 E-11				2 E+05	1 E+06	2 E+03		
Nb-91m	62 d	$\epsilon$ , $\gamma$	2.3 E-09	6.3 E-10				2 E+04	2 E+06	4 E+03		
Nb-92m	10.15 d	$\beta^+$ , $\gamma$	5.9 E-10	6.0 E-10				2 E+04	8 E+06	1 E+04		
Nb-93m	13.6 a	$\gamma$	8.6 E-10	1.2 E-10	0.003	<1	<0.1	8 E+04	6 E+06	1 E+04	1000	
Nb-94	2.03 E4 a	$\beta^-$ , $\gamma$	2.5 E-08	1.7 E-09	0.237	1000	1.5	6 E+03	2 E+05	3 E+02	3	
Nb-95	35.15 d	$\beta^-$ , $\gamma$	1.3 E-09	5.8 E-10	0.116	100	0.3	2 E+04	4 E+06	6 E+03	30	
Nb-95m	86.6 h	$\gamma$	8.5 E-10	5.6 E-10	0.021	2000	1.4	2 E+04	6 E+06	1 E+04	3	-> Nb-95 [6]
Nb-96	23.35 h	$\beta^-$ , $\gamma$	9.7 E-10	1.1 E-09	0.372	1000	1.6	9 E+03	5 E+06	9 E+03	3	
Nb-97	72.1 m	$\beta^-$ , $\gamma$	7.2 E-11	6.8 E-11	0.099	1000	1.6	1 E+05	7 E+07	1 E+05	3	
Nb-98	51.5 m	$\beta^-$ , $\gamma$	9.9 E-11	1.1 E-10	0.393	1000	1.8	9 E+04	5 E+07	8 E+04	3	

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$\epsilon_{\text{ina}}$ Sv/Bq	$\epsilon_{\text{ing}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o $L_{\text{ess}}$ Bq	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	5.67 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	5.6 E-10	6.2 E-10	0.147	1000	1.4	2 E+04	9 E+06	1 E+04	3	-> Nb-90 [6]
Mo-93	3.5 E3 a	$\epsilon$	1.4 E-09	2.6 E-09	0.016	4	<0.1	4 E+03	4 E+06	6 E+03	300	
Mo-93m	6.85 h	$\gamma$	3.0 E-10	2.8 E-10	0.330	800	0.8	4 E+04	2 E+07	3 E+04	10	-> Mo-93
Mo-99	66.0 h	$\beta^-, \gamma$	1.1 E-09	1.2 E-09	0.024	1000	1.6	8 E+03	5 E+06	8 E+03	3	-> Tc-99m, Tc-99
Mo-101	14.62 m	$\beta^-, \gamma$	4.5 E-11	4.2 E-11	0.196	1000	1.7	2 E+05	1 E+08	2 E+05	3	-> Tc-101
Tc-93	2.75 h	$\epsilon, \gamma$	6.5 E-11	4.9 E-11	0.222	20	0.1	2 E+05	8 E+07	1 E+05	100	-> Mo-93
Tc-93m	43.5 m	$\epsilon, \gamma$	3.1 E-11	2.4 E-11	0.098	300	0.4	4 E+05	2 E+08	3 E+05	10	-> Tc-93, Mo-93
Tc-94	293 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	2.2 E-10	1.8 E-10	0.414	200	0.4	6 E+04	2 E+07	4 E+04	10	
Tc-94m	52 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	8.0 E-11	1.1 E-10	0.285	700	1.3	9 E+04	6 E+07	1 E+05	3	
Tc-95	20.0 h	$\epsilon, \gamma$	1.8 E-10	1.6 E-10	0.135	20	0.1	6 E+04	3 E+07	5 E+04	100	
Tc-95m	61 d	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	8.6 E-10	6.2 E-10	0.117	100	0.1	2 E+04	6 E+06	1 E+04	30	-> Tc-95
Tc-96	4.28 d	$\epsilon, \gamma$	1.0 E-09	1.1 E-09	0.388	40	0.2	9 E+03	5 E+06	8 E+03	30	
Tc-96m	51.5 m	$\epsilon, \gamma$	1.1 E-11	1.3 E-11	0.016	3	<0.1	8 E+05	5 E+08	8 E+05	1000	-> Tc-96
Tc-97	2.6 E6 a	$\epsilon$	1.6 E-10	8.3 E-11	0.017	4	<0.1	1 E+05	3 E+07	5 E+04	1000	
Tc-97m	87 d	$\gamma$	2.7 E-09	6.6 E-10	0.014	30	0.7	2 E+04	2 E+06	3 E+03	10	-> Tc-97
Tc-98	4.2 E6 a	$\beta^-, \gamma$	6.1 E-09	2.3 E-09	0.215	2000	1.5	4 E+03	8 E+05	1 E+03	3	
Tc-99	2.13 E5 a	$\beta^-$	3.2 E-09	7.8 E-10	<0.001	1000	1.1	1 E+04	2 E+06	3 E+03	3	
Tc-99m	6.02 h	$\gamma$	2.9 E-11	2.2 E-11	0.022	300	0.2	5 E+05	2 E+08	3 E+05	30	-> Tc-99
Tc-101	14.2 m	$\beta^-, \gamma$	2.1 E-11	1.9 E-11	0.055	1000	1.6	5 E+05	2 E+08	4 E+05	3	
Tc-104	18.2 m	$\beta^-, \gamma$	4.8 E-11	8.1 E-11	1.219	1000	1.8	1 E+05	1 E+08	2 E+05	3	
Ru-94	51.8 m	$\epsilon, \gamma$	7.4 E-11	9.4 E-11	0.100	20	0.1	1 E+05	7 E+07	1 E+05	100	-> Tc-94
Ru-97	2.9 d	$\epsilon, \gamma$	1.6 E-10	1.5 E-10	0.055	100	0.1	7 E+04	3 E+07	5 E+04	100	-> Tc-97
Ru-103	39.28 d	$\beta^-, \gamma$	2.2 E-09	7.3 E-10	0.073	500	0.6	1 E+04	2 E+06	4 E+03	10	
Ru-105	4.44 h	$\beta^-, \gamma$	2.5 E-10	2.6 E-10	0.119	1000	1.6	4 E+04	2 E+07	3 E+04	3	-> Rh-105
Ru-106 / Rh-106	368.2 d	$\beta^-, \gamma$	3.5 E-08	7.0 E-09	0.357	1000	1.6	1 E+03	1 E+05	2 E+02	3	

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$e_{\text{ina}}$ Sv/Bq	$e_{\text{ing}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{e0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o Le <sub>ass</sub> Bq	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-99	16 d	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	8,9 E-10	5,1 E-10	0,115	100	0,2	2 E+04	6 E+06	9 E+03	30	
Rh-99m	4,7 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	7,3 E-11	6,6 E-11	0,122	100	0,2	2 E+05	7 E+07	1 E+05	30	
Rh-100	20,8 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	6,3 E-10	7,1 E-10	0,392	100	0,3	1 E+04	8 E+06	1 E+04	30	
Rh-101	3,200 a	$\epsilon, \gamma$	3,1 E-09	5,5 E-10	0,062	300	0,4	2 E+04	2 E+06	3 E+03	10	
Rh-101m	4,34 d	$\epsilon, \gamma$	2,7 E-10	2,2 E-10	0,066	200	0,2	5 E+04	2 E+07	3 E+04	30	-> Rh-101
Rh-102	2,900 a	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	9,0 E-09	2,6 E-09	0,339	50	0,2	4 E+03	6 E+05	9 E+02	30	
Rh-102m	207 d	$\epsilon, \beta^+, \beta^-, \gamma$	4,2 E-09	1,2 E-09	0,085	400	0,6	8 E+03	1 E+06	2 E+03	10	-> Rh-102
Rh-103m	56,12 m	$\gamma$	2,5 E-12	3,8 E-12	0,002	<1	<0,1	3 E+06	2 E+09	3 E+06	1000	
Rh-105	35,36 h	$\beta^-, \gamma$	4,4 E-10	3,7 E-10	0,013	1000	1,2	3 E+04	1 E+07	2 E+04	3	
Rh-106m	132 m	$\beta^-, \gamma$	1,9 E-10	1,6 E-10	0,436	1000	1,7	6 E+04	3 E+07	4 E+04	3	
Rh-107	21,7 m	$\beta^-, \gamma$	2,8 E-11	2,4 E-11	0,051	1000	1,6	4 E+05	2 E+08	3 E+05	3	-> Pd-107
Pd-100	3,63 d	$\epsilon, \gamma$	9,7 E-10	9,4 E-10	0,050	20	0,1	1 E+04	5 E+06	9 E+03	100	-> Rh-100 [6]
Pd-101	8,27 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	1,0 E-10	9,4 E-11	0,081	100	0,2	1 E+05	5 E+07	8 E+04	30	-> Rh-101m
Pd-103	16,96 d	$\epsilon, \gamma$	3,0 E-10	1,9 E-10	0,019	3	<0,1	5 E+04	2 E+07	3 E+04	300	-> Rh-103m
Pd-107	6,5 E6 a	$\beta^-$	2,9 E-10	3,7 E-11	<0,001	<1	<0,1	3 E+05	2 E+07	3 E+04	1000	
Pd-109	13,427 h	$\beta^-, \gamma$	5,0 E-10	5,5 E-10	0,010	1000	2,0	2 E+04	1 E+07	2 E+04	3	
Ag-102	12,9 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	3,2 E-11	4,0 E-11	0,546	800	1,4	3 E+05	2 E+08	3 E+05	3	
Ag-103	65,7 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	4,5 E-11	4,3 E-11	0,125	500	0,8	2 E+05	1 E+08	2 E+05	10	-> Pd-103
Ag-104	69,2 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	7,1 E-11	6,0 E-11	0,410	300	0,5	2 E+05	7 E+07	1 E+05	10	
Ag-104m	33,5 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	4,5 E-11	5,4 E-11	0,188	400	0,8	2 E+05	1 E+08	2 E+05	10	-> Ag-104 [6]
Ag-105	41,0 d	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	8,0 E-10	4,7 E-10	0,102	50	0,1	2 E+04	6 E+06	1 E+04	100	
Ag-106	23,96 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	2,7 E-11	3,2 E-11	0,117	700	1,0	3 E+05	2 E+08	3 E+05	10	
Ag-106m	8,41 d	$\epsilon, \gamma$	1,6 E-09	1,5 E-09	0,435	60	0,2	7 E+03	3 E+06	5 E+03	30	
Ag-108m / Ag-108	127 a	$\epsilon, \beta^+, \beta^-, \gamma$	1,9 E-08	2,3 E-09	0,263	100	0,3	4 E+03	3 E+05	4 E+02	30	
Ag-110m / Ag-110	249,9 d	$\epsilon, \beta^-, \gamma$	7,3 E-09	2,8 E-09	0,409	500	0,6	4 E+03	7 E+05	1 E+03	10	

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$\epsilon_{\text{ma}}$ Sv/Bq	$\epsilon_{\text{mg}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o Le <sub>ass</sub> Bq	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
Ag-111	7.45 d	$\beta^-$ , $\gamma$	1.6 E-09	1.3 E-09	0.004	1000	1.6	8 E+03	3 E+06	5 E+03	3	
Ag-112	3.12 h	$\beta^-$ , $\gamma$	2.6 E-10	4.3 E-10	0.640	1000	1.7	2 E+04	2 E+07	3 E+04	3	
Ag-115	20.0 m	$\beta^-$ , $\gamma$	4.4 E-11	6.0 E-11	0.181	1000	1.7	2 E+05	1 E+08	2 E+05	3	-> Cd-115, Cd-115m
Cd-104	57.7 m	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	6.3 E-11	5.8 E-11	0.062	20	0.1	2 E+05	8 E+07	1 E+05	100	-> Ag-104 [6]
Cd-107	6.49 h	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	1.1 E-10	6.2 E-11	0.030	20	0.6	2 E+05	5 E+07	8 E+04	10	
Cd-109	464 d	$\epsilon$ , $\gamma$	9.6 E-09	2.0 E-09	0.027	5	0.4	5 E+03	5 E+05	9 E+02	10	
Cd-113	9.3 E15 a	$\beta^-$	1.4 E-07	2.5 E-08	<0.001	1000	0.9	4 E+02	4 E+04	6 E+01	10	
Cd-113m	13.6 a	$\beta^-$	1.3 E-07	2.3 E-08	<0.001	1000	1.4	4 E+02	4 E+04	6 E+01	3	
Cd-115	53.46 h	$\beta^-$ , $\gamma$	1.3 E-09	1.4 E-09	0.037	1000	1.5	7 E+03	4 E+06	6 E+03	3	-> In-115
Cd-115m	44.6 d	$\beta^-$ , $\gamma$	6.4 E-09	3.3 E-09	0.003	1000	1.6	3 E+03	8 E+05	1 E+03	3	-> In-115
Cd-117	2.49 h	$\beta^-$ , $\gamma$	2.5 E-10	2.8 E-10	0.158	1000	1.5	4 E+04	2 E+07	3 E+04	3	-> In-117m, In-117
Cd-117m	3.36 h	$\beta^-$ , $\gamma$	3.2 E-10	2.8 E-10	0.282	1000	1.5	4 E+04	2 E+07	3 E+04	3	-> In-117, In-117m
In-109	4.2 h	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	7.3 E-11	6.6 E-11	0.117	300	0.3	2 E+05	7 E+07	1 E+05	30	-> Cd-109
In-110L [2]	4.9 h	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	2.5 E-10	2.4 E-10	0.468	60	0.2	4 E+04	2 E+07	3 E+04	30	
In-110S [2]	69.1 m	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	8.1 E-11	1.0 E-10	0.238	700	1.1	1 E+05	6 E+07	1 E+05	3	
In-111	2.83 d	$\epsilon$ , $\gamma$	3.1 E-10	2.9 E-10	0.082	400	0.3	3 E+04	2 E+07	3 E+04	10	
In-112	14.4 m	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\beta^-$ , $\gamma$	1.3 E-11	1.0 E-11	0.047	900	1.0	1 E+06	4 E+08	6 E+05	10	
In-113m	1.658 h	$\gamma$	3.2 E-11	2.8 E-11	0.047	500	0.6	4 E+05	2 E+08	3 E+05	10	
In-114m / In-114	49.51 d	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\beta^-$ , $\gamma$	1.1 E-08	4.1 E-09	0.023	3000	3.2	2 E+03	5 E+05	8 E+02	3	
In-115	5.1 E14 a	$\beta^-$	4.5 E-07	3.2 E-08	<0.001	1000	1.3	3 E+02	1 E+04	2 E+01	3	
In-115m	4.486 h	$\beta^-$ , $\gamma$	8.7 E-11	8.6 E-11	0.033	900	1.0	1 E+05	6 E+07	1 E+05	10	-> In-115
In-116m	54.15 m	$\beta^-$ , $\gamma$	8.0 E-11	6.4 E-11	0.356	1000	1.7	2 E+05	6 E+07	1 E+05	3	
In-117	43.8 m	$\beta^-$ , $\gamma$	4.8 E-11	3.1 E-11	0.109	2000	1.8	3 E+05	1 E+08	2 E+05	3	
In-117m	116.5 m	$\beta^-$ , $\gamma$	1.1 E-10	1.2 E-10	0.019	1000	1.4	8 E+04	5 E+07	8 E+04	3	-> In-117 [6]
In-119m / In-119	18.0 m	$\beta^-$ , $\gamma$	2.9 E-11	4.7 E-11	0.033	1000	1.7	2 E+05	2 E+08	3 E+05	3	

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$\epsilon_{\text{ma}}$ Sv/Bq	$\epsilon_{\text{mg}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o Le <sub>ass</sub> Bq	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-110	4.0 h	$\epsilon, \gamma$	2.6 E-10	3.5 E-10	0.064	70	0.1	3 E+04	2 E+07	3 E+04	100	-> In-110S [6]
Sn-111	35.3 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	2.2 E-11	2.3 E-11	0.087	400	0.6	4 E+05	2 E+08	4 E+05	10	-> In-111
Sn-113	115.1 d	$\epsilon, \gamma$	1.9 E-09	7.3 E-10	0.019	4	<0.1	1 E+04	3 E+06	4 E+03	100	-> In-113m
Sn-117m	13.61 d	$\gamma$	2.2 E-09	7.1 E-10	0.038	3000	2.4	1 E+04	2 E+06	4 E+03	3	
Sn-119m	293.0 d	$\gamma$	1.5 E-09	3.4 E-10	0.011	1	<0.1	3 E+04	3 E+06	6 E+03	300	
Sn-121	27.06 h	$\beta^-$	2.8 E-10	2.3 E-10	<0.001	1000	1.1	4 E+04	2 E+07	3 E+04	3	
Sn-121m	55 a	$\beta^-, \gamma$	3.3 E-09	3.8 E-10	0.004	300	0.3	3 E+04	2 E+06	3 E+03	30	-> Sn-121
Sn-123	129.2 d	$\beta^-, \gamma$	5.6 E-09	2.1 E-09	0.001	1000	1.6	5 E+03	9 E+05	1 E+03	3	
Sn-123m	40.08 m	$\beta^-, \gamma$	4.4 E-11	3.8 E-11	0.024	2000	1.9	3 E+05	1 E+08	2 E+05	3	
Sn-125	9.64 d	$\beta^-, \gamma$	2.8 E-09	3.1 E-09	0.053	1000	1.5	3 E+03	2 E+06	3 E+03	3	-> Sb-125
Sn-126	1.0 E5 a	$\beta^-, \gamma$	1.8 E-08	4.7 E-09	0.017	1000	1.2	2 E+03	3 E+05	5 E+02	3	-> Sb-126 [6]
Sn-127	2.10 h	$\beta^-, \gamma$	2.0 E-10	2.0 E-10	0.313	1000	1.6	5 E+04	3 E+07	4 E+04	3	-> Sb-127 [6]
Sn-128	59.1 m	$\beta^-, \gamma$	1.5 E-10	1.5 E-10	0.138	1000	1.5	7 E+04	3 E+07	6 E+04	3	-> Sb-128S [6]
Sb-115	31.8 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	2.3 E-11	2.4 E-11	0.151	400	0.6	4 E+05	2 E+08	4 E+05	10	
Sb-116	15.8 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	2.3 E-11	2.6 E-11	0.321	500	0.9	4 E+05	2 E+08	4 E+05	10	
Sb-116m	60.3 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	8.5 E-11	6.7 E-11	0.487	400	0.9	1 E+05	6 E+07	1 E+05	10	
Sb-117	2.80 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	2.7 E-11	1.8 E-11	0.045	400	0.3	6 E+05	2 E+08	3 E+05	10	
Sb-118m	5.00 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	2.3 E-10	2.1 E-10	0.411	200	0.3	5 E+04	2 E+07	4 E+04	30	
Sb-119	38.1 h	$\epsilon, \gamma$	5.9 E-11	8.1 E-11	0.022	3	<0.1	1 E+05	8 E+07	1 E+05	1000	
Sb-120-1 [2]	15.89 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	1.2 E-11	1.4 E-11	0.079	500	0.7	7 E+05	4 E+08	7 E+05	10	
Sb-120-2 [2]	5.76 d	$\epsilon, \gamma$	1.3 E-09	1.2 E-09	0.386	400	0.4	8 E+03	4 E+06	6 E+03	10	
Sb-122	2.70 d	$\epsilon, \beta^-, \gamma$	1.2 E-09	1.7 E-09	0.068	1000	1.6	6 E+03	4 E+06	7 E+03	3	
Sb-124	60.20 d	$\beta^-, \gamma$	4.7 E-09	2.5 E-09	0.261	1000	1.5	4 E+03	1 E+06	2 E+03	3	
Sb-124m-2 [2]	20.2 m	$\gamma$	8.3 E-12	8.0 E-12	<0.001	<1	<0.1	1 E+06	6 E+08	1 E+06	100	-> Sb-124 [6]
Sb-125	2.77 a	$\beta^-, \gamma$	3.3 E-09	1.1 E-09	0.076	700	0.7	9 E+03	2 E+06	3 E+03	10	-> Te-125m
Sb-126	12.4 d	$\beta^-, \gamma$	3.2 E-09	2.4 E-09	0.434	1000	1.5	4 E+03	2 E+06	3 E+03	3	

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$\epsilon_{\text{ina}}$ Sv/Bq	$\epsilon_{\text{ing}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o Le <sub>ass</sub> Bq	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
Sb-126m	19.0 m	$\beta^-$ , $\gamma$	3.3 E-11	3.6 E-11	0.239	1000	1.5	3 E+05	2 E+08	3 E+05	3	-> Sb-126 [6]
Sb-127	3.85 d	$\beta^-$ , $\gamma$	1.7 E-09	1.7 E-09	0.106	1000	1.6	6 E+03	3 E+06	5 E+03	3	-> Te-127, Te-127m
Sb-128S [2]	10.4 m	$\beta^-$ , $\gamma$	2.6 E-11	3.3 E-11	0.313	1000	1.8	3 E+05	2 E+08	3 E+05	3	
Sb-128L [2]	9.01 h	$\beta^-$ , $\gamma$	6.7 E-10	7.6 E-10	0.472	1000	1.8	1 E+04	7 E+06	1 E+04	3	
Sb-129	4.32 h	$\beta^-$ , $\gamma$	3.5 E-10	4.2 E-10	0.212	1000	1.6	2 E+04	1 E+07	2 E+04	3	-> Te-129, Te-129m
Sb-130	40 m	$\beta^-$ , $\gamma$	9.1 E-11	9.1 E-11	0.505	2000	2.1	1 E+05	5 E+07	9 E+04	3	
Sb-131	23 m	$\beta^-$ , $\gamma$	8.3 E-11	1.0 E-10	0.278	1000	1.7	1 E+05	6 E+07	1 E+05	3	-> Te-131, Te-131m
Te-116	2.49 h	$\epsilon$ , $\gamma$	1.7 E-10	1.7 E-10	0.033	8	0.2	6 E+04	3 E+07	5 E+04	10	-> Sb-116 [6]
Te-119m	16 h	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	6.3 E-10	8.3 E-10				1 E+04	8 E+06	1 E+04	10	
Te-121	17 d	$\epsilon$ , $\gamma$	4.4 E-10	4.3 E-10	0.104	20	0.1	2 E+04	1 E+07	2 E+04	100	
Te-121m	154 d	$\epsilon$ , $\gamma$	3.6 E-09	2.3 E-09	0.043	200	0.4	4 E+03	1 E+06	2 E+03	10	-> Te-121 [6]
Te-123	1 E13 a	$\epsilon$	5.0 E-09	4.4 E-09	0.017	2	<0.1	2 E+03	1 E+06	2 E+03	300	
Te-123m	119.7 d	$\gamma$	3.4 E-09	1.4 E-09	0.032	400	0.8	7 E+03	1 E+06	2 E+03	10	-> Te-123
Te-125m	58 d	$\gamma$	2.9 E-09	8.7 E-10	0.027	500	1.1	1 E+04	2 E+06	3 E+03	3	
Te-127	9.35 h	$\beta^-$ , $\gamma$	1.8 E-10	1.7 E-10	0.001	1000	1.4	6 E+04	3 E+07	5 E+04	3	
Te-127m	109 d	$\beta^-$ , $\gamma$	6.2 E-09	2.3 E-09	0.009	40	0.5	4 E+03	8 E+05	1 E+03	10	-> Te-127
Te-129	69.6 m	$\beta^-$ , $\gamma$	5.7 E-11	6.3 E-11	0.012	1000	1.6	2 E+05	9 E+07	1 E+05	3	-> I-129
Te-129m	33.6 d	$\beta^-$ , $\gamma$	5.4 E-09	3.0 E-09	0.011	600	1.2	3 E+03	9 E+05	2 E+03	3	-> Te-129
Te-131	25 m	$\beta^-$ , $\gamma$	6.1 E-11	8.7 E-11	0.067	2000	2.0	1 E+05	8 E+07	1 E+05	3	-> I-131
Te-131m	30 h	$\beta^-$ , $\gamma$	1.6 E-09	1.9 E-09	0.208	2000	1.5	5 E+03	3 E+06	5 E+03	3	-> I-131, Te-131
Te-132	78.2 h	$\beta^-$ , $\gamma$	3.0 E-09	3.7 E-09	0.050	700	0.7	3 E+03	2 E+06	3 E+03	10	-> I-132 [6]
Te-133	12.45 m	$\beta^-$ , $\gamma$	4.4 E-11	7.2 E-11	0.151	1000	1.7	1 E+05	1 E+08	2 E+05	3	-> I-133
Te-133m	55.4 m	$\beta^-$ , $\gamma$	1.9 E-10	2.8 E-10	0.344	1000	1.8	4 E+04	3 E+07	4 E+04	3	-> I-133, Te-133
Te-134	41.8 m	$\beta^-$ , $\gamma$	1.1 E-10	1.1 E-10	0.142	2000	1.7	9 E+04	5 E+07	8 E+04	3	-> I-134 [6]
I-120	81.0 m	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	1.9 E-10	3.4 E-10	1.155	800	1.5	3 E+04	3 E+07	4 E+04	3	
I-120m	53 m	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	1.4 E-10	2.1 E-10	1.108	800	1.7	5 E+04	4 E+07	6 E+04	3	

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$e_{\text{ina}}$ Sv/Bq	$e_{\text{ing}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{e0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o Le <sub>ass</sub> Bq	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-121	2.12 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	3.9 E-11	8.2 E-11	0.077	400	0.4	1 E+05	1 E+08	2 E+05	10	-> Te-121
I-123	13.2 h	$\epsilon, \gamma$	1.1 E-10	2.1 E-10	0.043	400	0.3	5 E+04	5 E+07	8 E+04	10	-> Te-123
I-124	4.18 d	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	6.3 E-09	1.3 E-08	0.170	300	0.5	8 E+02	8 E+05	1 E+03	10	
I-125	60.14 d	$\epsilon, \gamma$	7.3 E-09	1.5 E-08	0.033	4	<0.1	7 E+02	7 E+05	1 E+03	10	
I-126	13.02 d	$\epsilon, \beta^+, \beta^-, \gamma$	1.4 E-08	2.9 E-08	0.078	700	0.7	3 E+02	4 E+05	6 E+02	3	
I-128	24.99 m	$\epsilon, \beta^+, \beta^-, \gamma$	2.2 E-11	4.6 E-11	0.016	1000	1.5	2 E+05	2 E+08	4 E+05	3	
I-129	1.57 E7 a	$\beta^-, \gamma$	5.1 E-08	1.1 E-07	0.016	100	0.3	9 E+01	1 E+05	2 E+02	1	-> Xe-129
I-130	12.36 h	$\beta^-, \gamma$	9.6 E-10	2.0 E-09	0.325	1000	1.6	5 E+03	5 E+06	9 E+03	3	
I-131	8.04 d	$\beta^-, \gamma$	1.1 E-08	2.2 E-08	0.062	1000	1.4	5 E+02	5 E+05	8 E+02	3	-> Xe-131m
I-132	2.30 h	$\beta^-, \gamma$	2.0 E-10	2.9 E-10	0.338	1000	1.7	3 E+04	3 E+07	4 E+04	3	
I-132m	83.6 m	$\beta^-, \gamma$	1.1 E-10	2.2 E-10	0.055	300	1.0	5 E+04	5 E+07	8 E+04	10	-> I-132 [6]
I-133	20.8 h	$\beta^-, \gamma$	2.1 E-09	4.3 E-09	0.093	1000	1.6	2 E+03	2 E+06	4 E+03	3	-> Xe-133, Xe-133m
I-134	52.6 m	$\beta^-, \gamma$	7.9 E-11	1.1 E-10	0.385	1000	1.8	9 E+04	6 E+07	1 E+05	3	
I-135	6.61 h	$\beta^-, \gamma$	4.6 E-10	9.3 E-10	0.223	1000	1.6	1 E+04	1 E+07	2 E+04	3	-> Xe-135, Xe-135m
Xe-122 / I-122	20.1 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$			0.284	800	1.3		7 E+07	7 E+04		
Xe-123	2.08 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$			0.107	800	0.9		1 E+08	1 E+05		-> I-123
Xe-125	17.0 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$			0.060	300	0.2		3 E+08	3 E+05		-> I-125
Xe-127	36.41 d	$\epsilon, \gamma$			0.059	400	0.3		3 E+08	3 E+05		
Xe-129m	8.0 d	$\gamma$			0.030	3000	1.9		4 E+09	4 E+06		
Xe-131m	11.9 d	$\gamma$			0.012	3000	2.1		9 E+09	9 E+06		
Xe-133	5.245 d	$\beta^-, \gamma$			0.016	1000	1.0		2 E+09	2 E+06		
Xe-133m	2.188 d	$\gamma$			0.016	2000	1.7		2 E+09	2 E+06		-> Xe-133
Xe-135	9.09 h	$\beta^-, \gamma$			0.040	2000	1.6		3 E+08	3 E+05		-> Cs-135
Xe-135m	15.29 m	$\beta^-, \gamma$			0.069	200	0.4		2 E+08	2 E+05		-> Cs-135
Xe-137	3.83 m	$\beta^-, \gamma$			1.167	2	1.7		3 E+08	3 E+05		
Xe-138	14.17 m	$\beta^-, \gamma$			0.166	1000	1.7		6 E+07	6 E+04		-> Cs-138 [6]

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$e_{\text{ma}}$ Sv/Bq	$e_{\text{ing}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ $\frac{1}{2}$ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o Le <sub>ass</sub> Bq	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
Cs-125	45 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	2.3 E-11	3.5 E-11	0.114	500	0.7	3 E+05	2 E+08	4 E+05	10	-> Xe-125
Cs-127	6.25 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	4.0 E-11	2.4 E-11	0.079	100	0.2	4 E+05	1 E+08	2 E+05	30	-> Xe-127
Cs-129	32.06 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	8.1 E-11	6.0 E-11	0.063	30	<0.1	2 E+05	6 E+07	1 E+05	100	
Cs-130	29.9 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	1.5 E-11	2.8 E-11	0.087	500	0.8	4 E+05	3 E+08	6 E+05	10	
Cs-131	9.69 d	$\epsilon$	4.5 E-11	5.8 E-11	0.016	2	<0.1	2 E+05	1 E+08	2 E+05	1000	
Cs-132	6.475 d	$\epsilon, \beta^+, \beta^-, \gamma$	3.8 E-10	5.0 E-10	0.119	50	0.1	2 E+04	1 E+07	2 E+04	100	
Cs-134	2.062 a	$\epsilon, \beta^-, \gamma$	9.6 E-09	1.9 E-08	0.236	1000	1.1	5 E+02	5 E+05	9 E+02	3	
Cs-134m	2.90 h	$\gamma$	2.6 E-11	2.0 E-11	0.009	1000	1.5	5 E+05	2 E+08	3 E+05	3	-> Cs-134 [6]
Cs-135	2.3 E6 a	$\beta^-$	9.9 E-10	2.0 E-09	0.000	600	0.7	5 E+03	5 E+06	8 E+03	10	
Cs-135m	53 m	$\gamma$	2.4 E-11	1.9 E-11	0.239	70	0.2	5 E+05	2 E+08	3 E+05	30	-> Cs-135
Cs-136	13.1 d	$\beta^-, \gamma$	1.9 E-09	3.0 E-09	0.327	1000	1.5	3 E+03	3 E+06	4 E+03	3	
Cs-137 / Ba-137m	30.0 a	$\beta^-, \gamma$	6.7 E-09	1.3 E-08	0.092	2000	1.5	8 E+02	7 E+05	1 E+03	3	
Cs-138	32.2 m	$\beta^-, \gamma$	4.6 E-11	9.2 E-11	0.445	1000	1.8	1 E+05	1 E+08	2 E+05	3	
Ba-126 / Cs-126	96.5 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	1.2 E-10	2.6 E-10	0.805	900	1.6	4 E+04	4 E+07	7 E+04	3	
Ba-128 / Cs-128	2.43 d	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	1.3 E-09	2.7 E-09	0.209	700	1.2	4 E+03	4 E+06	6 E+03	3	
Ba-131	11.8 d	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	3.5 E-10	4.5 E-10	0.087	300	0.4	2 E+04	1 E+07	2 E+04	10	-> Cs-131
Ba-131m	14.6 m	$\gamma$	6.4 E-12	4.9 E-12	0.019	50	0.4	2 E+06	8 E+08	1 E+06	10	-> Ba-131
Ba-133	10.74 a	$\epsilon, \gamma$	1.8 E-09	1.0 E-09	0.085	70	0.1	1 E+04	3 E+06	5 E+03	30	
Ba-133m	38.9 h	$\gamma$	2.8 E-10	5.5 E-10	0.019	2000	1.5	2 E+04	2 E+07	3 E+04	3	-> Ba-133
Ba-135m	28.7 h	$\gamma$	2.3 E-10	4.5 E-10	0.018	2000	1.5	2 E+04	2 E+07	4 E+04	3	
Ba-139	82.7 m	$\beta^-, \gamma$	5.5 E-11	1.2 E-10	0.012	1000	1.7	8 E+04	9 E+07	2 E+05	3	
Ba-140	12.74 d	$\beta^-, \gamma$	1.6 E-09	2.5 E-09	0.031	1000	1.5	4 E+03	3 E+06	5 E+03	3	-> La-140 [6]
Ba-141	18.27 m	$\beta^-, \gamma$	3.5 E-11	7.0 E-11	0.152	1000	1.9	1 E+05	1 E+08	2 E+05	3	-> La-141
Ba-142	10.6 m	$\beta^-, \gamma$	2.7 E-11	3.5 E-11	0.160	1000	1.7	3 E+05	2 E+08	3 E+05	3	-> La-142 [6]
La-131	59 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	3.6 E-11	3.5 E-11	0.116	400	0.6	3 E+05	1 E+08	2 E+05	10	-> Ba-131

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$e_{\text{ina}}$ Sv/Bq	$e_{\text{ing}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{e0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o Le <sub>ass</sub> Bq	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
La-132	4.8 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	2.8 E-10	3.9 E-10	0.379	400	0.8	3 E+04	2 E+07	3 E+04	10	
La-135	19.5 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	2.5 E-11	3.0 E-11	0.017	2	<0.1	3 E+05	2 E+08	3 E+05	1000	
La-137	6 E4 a	$\epsilon$	1.0 E-08	8.1 E-11	0.014	2	<0.1	1 E+05	5 E+05	8 E+02	1000	
La-138	1.35E11 a	$\epsilon, \beta^-, \gamma$	1.8 E-07	1.1 E-09	0.185	400	0.4	9 E+03	3 E+04	5 E+01	10	
La-140	40.272 h	$\beta^-, \gamma$	1.5 E-09	2.0 E-09	0.332	1000	1.8	5 E+03	3 E+06	6 E+03	3	
La-141	3.93 h	$\beta^-, \gamma$	2.2 E-10	3.6 E-10	0.016	1000	1.6	3 E+04	2 E+07	4 E+04	3	-> Ce-141
La-142	92.5 m	$\beta^-, \gamma$	1.5 E-10	1.8 E-10	0.490	1000	1.8	6 E+04	3 E+07	6 E+04	3	
La-143	14.23 m	$\beta^-, \gamma$	3.3 E-11	5.6 E-11	0.219	1000	1.6	2 E+05	2 E+08	3 E+05	3	-> Ce-143
Ce-134 / La-134	72.0 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	1.6 E-09	2.5 E-09	0.149	600	1.0	4 E+03	3 E+06	5 E+03	10	
Ce-135	17.6 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	7.6 E-10	7.9 E-10	0.271	2000	1.8	1 E+04	7 E+06	1 E+04	3	-> La-135
Ce-137	9.0 h	$\epsilon, \gamma$	1.9 E-11	2.5 E-11	0.016	10	<0.1	4 E+05	3 E+08	4 E+05	1000	-> La-137
Ce-137m	34.4 h	$\epsilon, \gamma$	5.9 E-10	5.4 E-10	0.016	2000	1.6	2 E+04	8 E+06	1 E+04	3	-> Ce-137, La-137
Ce-139	137.66 d	$\epsilon, \gamma$	1.4 E-09	2.6 E-10	0.036	500	0.5	4 E+04	4 E+06	6 E+03	10	
Ce-141	32.501 d	$\beta^-, \gamma$	3.1 E-09	7.1 E-10	0.014	2000	1.6	1 E+04	2 E+06	3 E+03	3	
Ce-143	33.0 h	$\beta^-, \gamma$	1.0 E-09	1.1 E-09	0.053	1000	1.6	9 E+03	5 E+06	8 E+03	3	-> Pr-143
Ce-144 / Pr-144m	284.3 d	$\beta^-, \gamma$	2.9 E-08	5.2 E-09	0.005	800	0.9	2 E+03	2 E+05	3 E+02	10	-> Pr-144
Pr-136	13.1 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	2.5 E-11	3.3 E-11	0.375	600	1.1	3 E+05	2 E+08	3 E+05	3	
Pr-137	76.6 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	3.5 E-11	4.0 E-11	0.083	300	0.5	3 E+05	1 E+08	2 E+05	10	-> Ce-137
Pr-138m	2.1 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	1.3 E-10	1.3 E-10	0.379	600	0.8	8 E+04	4 E+07	6 E+04	10	
Pr-139	4.51 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	3.0 E-11	3.1 E-11	0.028	100	0.1	3 E+05	2 E+08	3 E+05	30	-> Ce-139
Pr-142	19.13 h	$\epsilon, \beta^-, \gamma$	7.4 E-10	1.3 E-09	0.011	1000	1.6	8 E+03	7 E+06	1 E+04	3	
Pr-142m	14.6 m	$\gamma$	9.4 E-12	1.7 E-11	<0.001	<1	<0.1	6 E+05	5 E+08	9 E+05	10	-> Pr-142
Pr-143	13.56 d	$\beta^-, \gamma$	2.2 E-09	1.2 E-09	0.000	1000	1.5	8 E+03	2 E+06	4 E+03	3	
Pr-144	17.28 m	$\beta^-, \gamma$	3.0 E-11	5.0 E-11	0.099	1000	1.6	2 E+05	2 E+08	3 E+05	3	
Pr-145	5.98 h	$\beta^-, \gamma$	2.6 E-10	3.9 E-10	0.002	1000	1.6	3 E+04	2 E+07	3 E+04	3	
Pr-147	13.6 m	$\beta^-, \gamma$	3.0 E-11	3.3 E-11	0.144	1000	1.8	3 E+05	2 E+08	3 E+05	3	-> Nd-147

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$e_{\text{ma}}$ Sv/Bq	$e_{\text{mg}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o $Le_{\text{ass}}$ Bq	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
Nd-136	50.65 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	8.9 E-11	9.9 E-11	0.061	200	0.3	1 E+05	6 E+07	9 E+04	30	-> Pr-136 [6]
Nd-138 / Pr-138	5.04 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	3.8 E-10	6.4 E-10	0.398	700	1.3	2 E+04	1 E+07	2 E+04	3	
Nd-139	29.7 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	1.7 E-11	2.0 E-11	0.070	300	0.4	5 E+05	3 E+08	5 E+05	10	-> Pr-139
Nd-139m	5.5 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	2.5 E-10	2.5 E-10	0.246	500	0.6	4 E+04	2 E+07	3 E+04	10	-> Pr-139, Nd-139
Nd-140	3.37 d	$\epsilon$	2.0 E-09	2.8 E-09				4 E+03	3 E+06	4 E+03	3	
Nd-141	2.49 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	8.8 E-12	8.3 E-12	0.021	50	0.1	1 E+06	6 E+08	9 E+05	100	
Nd-147	10.98 h	$\beta^-, \gamma$	2.1 E-09	1.1 E-09	0.027	1000	1.5	9 E+03	2 E+06	4 E+03	3	-> Pm-147
Nd-149	1.73 h	$\beta^-, \gamma$	1.3 E-10	1.2 E-10	0.063	2000	1.8	8 E+04	4 E+07	6 E+04	3	-> Pm-149
Nd-151	12.44 m	$\beta^-, \gamma$	2.9 E-11	3.0 E-11	0.137	1000	1.7	3 E+05	2 E+08	3 E+05	3	-> Pm-151
Pm-141	20.90 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	2.5 E-11	3.6 E-11	0.137	500	0.9	3 E+05	2 E+08	3 E+05	10	-> Nd-141, Nd-141m
Pm-143	265 d	$\epsilon, \gamma$	9.6 E-10	2.3 E-10	0.057	7	<0.1	4 E+04	5 E+06	9 E+03	300	
Pm-144	363 d	$\epsilon, \gamma$	5.4 E-09	9.7 E-10	0.248	40	0.1	1 E+04	9 E+05	2 E+03	100	
Pm-145	17.7 a	$\epsilon, \gamma$	2.4 E-09	1.1 E-10	0.013	10	<0.1	9 E+04	2 E+06	3 E+03	1000	
Pm-146	2020 d	$\epsilon, \beta^-, \gamma$	1.3 E-08	9.0 E-10	0.122	500	0.6	1 E+04	4 E+05	6 E+02	10	-> Sm-146
Pm-147	2.6234 a	$\beta^-, \gamma$	3.5 E-09	2.6 E-10	<0.001	500	0.6	4 E+04	1 E+06	2 E+03	10	-> Sm-147
Pm-148	5.37 d	$\beta^-, \gamma$	2.2 E-09	2.7 E-09	0.091	1000	1.6	4 E+03	2 E+06	4 E+03	3	
Pm-148m	41.3 d	$\beta^-, \gamma$	4.3 E-09	1.8 E-09	0.306	1000	1.4	6 E+03	1 E+06	2 E+03	3	-> Sm-148
Pm-149	53.08 h	$\beta^-, \gamma$	8.2 E-10	9.9 E-10	0.002	1000	1.6	1 E+04	6 E+06	1 E+04	3	
Pm-150	2.68 h	$\beta^-, \gamma$	2.1 E-10	2.6 E-10	0.226	1000	1.8	4 E+04	2 E+07	4 E+04	3	
Pm-151	28.4 h	$\beta^-, \gamma$	6.4 E-10	7.3 E-10	0.052	1000	1.5	1 E+04	8 E+06	1 E+04	3	-> Sm-151
Sm-141	10.2 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	2.7 E-11	3.9 E-11	0.287	500	1.0	3 E+05	2 E+08	3 E+05	10	-> Pm-141 [6]
Sm-141m	22.6 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	5.6 E-11	6.5 E-11	0.338	900	1.1	2 E+05	9 E+07	1 E+05	3	-> Pm-141, Sm-141
Sm-142 / Pm-142	72.49 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	1.1 E-10	1.9 E-10	0.752	800	1.5	5 E+04	5 E+07	8 E+04	3	
Sm-145	340 d	$\epsilon, \gamma$	1.1 E-09	2.1 E-10	0.026	20	<0.1	5 E+04	5 E+06	8 E+03	100	-> Pm-145
Sm-146	1.03 E8 a	$\alpha$	6.7 E-06	5.4 E-08	<0.001	<1	<0.1	2 E+02	7 E+02	1 E+00	1	

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$e_{\text{ina}}$ Sv/Bq	$e_{\text{ing}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 10 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o Le <sub>ass</sub> Bq	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-147	1.06E11 a	$\alpha$	6.1 E-06	4.9 E-08	<0.001	<1	<0.1	2 E+02	8 E+02	1 E+00	1	
Sm-151	90 a	$\beta^-$ , $\gamma$	2.6 E-09	9.8 E-11	<0.001	<1	<0.1	1 E+05	2 E+06	3 E+03	100	
Sm-153	46.7 h	$\beta^-$ , $\gamma$	6.8 E-10	7.4 E-10	0.016	1000	1.6	1 E+04	7 E+06	1 E+04	3	
Sm-155	22.1 m	$\beta^-$ , $\gamma$	2.8 E-11	2.9 E-11	0.019	1000	1.6	3 E+05	2 E+08	3 E+05	3	-> Eu-155
Sm-156	9.4 h	$\beta^-$ , $\gamma$	2.8 E-10	2.5 E-10	0.022	1000	1.4	4 E+04	2 E+07	3 E+04	3	-> Eu-156 [6]
Eu-145	5.94 d	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	7.3 E-10	7.5 E-10	0.217	60	0.2	1 E+04	7 E+06	1 E+04	30	-> Sm-145
Eu-146	4.61 d	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	1.2 E-09	1.3 E-09	0.375	100	0.3	8 E+03	4 E+06	7 E+03	30	-> Sm-146
Eu-147	24 d	$\alpha$ , $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	1.0 E-09	4.4 E-10	0.085	300	0.3	2 E+04	5 E+06	8 E+03	30	-> Sm-147, Pm-143
Eu-148	54.5 d	$\alpha$ , $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	2.3 E-09	1.3 E-09	0.327	70	0.2	8 E+03	2 E+06	4 E+03	30	-> Pm-144
Eu-149	93.1 d	$\epsilon$ , $\gamma$	2.3 E-10	1.0 E-10	0.018	20	<0.1	1 E+05	2 E+07	4 E+04	300	
Eu-150-1	12.62 h	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\beta^-$ , $\gamma$	2.8 E-10	3.8 E-10	0.008	1000	1.4	3 E+04	2 E+07	3 E+04	3	
Eu-150-2	34.2 a	$\epsilon$ , $\gamma$	3.4 E-08	1.3 E-09	0.238	100	0.2	8 E+03	1 E+05	2 E+02	30	
Eu-152	13.33 a	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\beta^-$ , $\gamma$	2.7 E-08	1.4 E-09	0.179	700	0.8	7 E+03	2 E+05	3 E+02	10	-> Gd-152
Eu-152m	9.32 h	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\beta^-$ , $\gamma$	3.2 E-10	5.0 E-10	0.047	900	1.3	2 E+04	2 E+07	3 E+04	3	-> Gd-152
Eu-154	8.80 a	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	3.5 E-08	2.0 E-09	0.185	2000	1.8	5 E+03	1 E+05	2 E+02	3	
Eu-155	4.96 a	$\beta^-$ , $\gamma$	4.7 E-09	3.2 E-10	0.012	200	0.3	3 E+04	1 E+06	2 E+03	30	
Eu-156	15.19 d	$\beta^-$ , $\gamma$	3.0 E-09	2.2 E-09	0.188	1000	1.5	5 E+03	2 E+06	3 E+03	3	
Eu-157	15.15 h	$\beta^-$ , $\gamma$	4.4 E-10	6.0 E-10	0.049	1000	1.6	2 E+04	1 E+07	2 E+04	3	
Eu-158	45.9 m	$\beta^-$ , $\gamma$	7.5 E-11	9.4 E-11	0.220	1000	1.8	1 E+05	7 E+07	1 E+05	3	
Gd-145	22.9 m	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	3.5 E-11	4.4 E-11	0.360	500	0.9	2 E+05	1 E+08	2 E+05	10	-> Eu-145 [6]
Gd-146	48.3 d	$\epsilon$ , $\gamma$	5.2 E-09	9.6 E-10	0.057	600	0.9	1 E+04	1 E+06	2 E+03	10	-> Eu-146 [6]
Gd-147	38.1 h	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	5.9 E-10	6.1 E-10	0.206	400	0.4	2 E+04	8 E+06	1 E+04	10	-> Eu-147
Gd-148	93 a	$\alpha$	3.0 E-05	5.5 E-08	<0.001	<1	<0.1	2 E+02	2 E+02	3 E-01	1	
Gd-149	9.4 d	$\epsilon$ , $\gamma$	7.9 E-10	4.5 E-10	0.076	400	0.6	2 E+04	6 E+06	1 E+04	10	-> Eu-149
Gd-151	120 d	$\alpha$ , $\epsilon$ , $\gamma$	9.3 E-10	2.0 E-10	0.018	200	0.2	5 E+04	5 E+06	9 E+03	30	-> Sm-147
Gd-152	1.08E14 a	$\alpha$	2.2 E-05	4.1 E-08	<0.001	<1	<0.1	2 E+02	2 E+02	4 E-01	1	

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$e_{\text{ina}}$ Sv/Bq	$e_{\text{ing}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o Le <sub>ass</sub> Bq	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-153	242 d	$\epsilon, \gamma$	2.5 E-09	2.7 E-10	0.029	30	0.1	4 E+04	2 E+06	3 E+03	30	
Gd-159	18.56 h	$\beta^-, \gamma$	3.9 E-10	4.9 E-10	0.010	1000	1.5	2 E+04	1 E+07	2 E+04	3	
Tb-147	1.65 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	1.2 E-10	1.6 E-10	0.356	400	0.8	6 E+04	4 E+07	7 E+04	10	-> Gd-147 [6]
Tb-149	4.15 h	$\alpha, \epsilon, \beta^+, \gamma$	3.1 E-09	2.5 E-10	0.241	400	0.6	4 E+04	2 E+06	3 E+03	10	-> Gd-149, Eu-145
Tb-150	3.27 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	1.8 E-10	2.5 E-10	0.346	400	0.8	4 E+04	3 E+07	5 E+04	10	
Tb-151	17.6 h	$\alpha, \epsilon, \beta^+, \gamma$	3.3 E-10	3.4 E-10	0.147	400	0.6	3 E+04	2 E+07	3 E+04	10	-> Gd-151, Eu-147
Tb-153	2.34 d	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	2.4 E-10	2.5 E-10	0.045	100	0.1	4 E+04	2 E+07	3 E+04	30	-> Gd-153
Tb-154	21.4 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	6.0 E-10	6.5 E-10	0.313	400	0.6	2 E+04	8 E+06	1 E+04	10	
Tb-155	5.32 d	$\epsilon, \gamma$	2.5 E-10	2.1 E-10	0.031	200	0.2	5 E+04	2 E+07	3 E+04	30	
Tb-156	5.34 d	$\epsilon, \gamma$	1.4 E-09	1.2 E-09	0.277	500	0.8	8 E+03	4 E+06	6 E+03	10	
Tb-156m-1 [2]	5.0 h	$\gamma$	1.3 E-10	8.1 E-11	0.001	8	0.6	1 E+05	4 E+07	6 E+04	10	-> Tb-156 [6]
Tb-156m-2 [2]	24.4 h	$\gamma$	2.3 E-10	1.7 E-10	0.007	4	<0.1	6 E+04	2 E+07	4 E+04	1000	
Tb-157	150 a	$\epsilon, \gamma$	7.9 E-10	3.4 E-11	0.001	6	<0.1	3 E+05	6 E+06	1 E+04	1000	
Tb-158	150 a	$\epsilon, \beta^-, \gamma$	3.0 E-08	1.1 E-09	0.127	400	0.6	9 E+03	2 E+05	3 E+02	10	
Tb-160	72.3 d	$\beta^-, \gamma$	5.4 E-09	1.6 E-09	0.169	1000	1.7	6 E+03	9 E+05	2 E+03	3	
Tb-161	6.91 d	$\beta^-, \gamma$	1.2 E-09	7.2 E-10	0.013	1000	1.3	1 E+04	4 E+06	7 E+03	3	
Dy-155	10.0 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	1.2 E-10	1.3 E-10	0.094	100	0.1	8 E+04	4 E+07	7 E+04	30	-> Tb-155
Dy-157	8.1 h	$\epsilon, \gamma$	5.5 E-11	6.1 E-11	0.065	40	0.1	2 E+05	9 E+07	2 E+05	100	-> Tb-157
Dy-159	144.4 d	$\epsilon, \gamma$	2.5 E-10	1.0 E-10	0.015	10	<0.1	1 E+05	2 E+07	3 E+04	1000	
Dy-165	2.334 h	$\beta^-, \gamma$	8.7 E-11	1.1 E-10	0.005	1000	1.6	9 E+04	6 E+07	1 E+05	3	
Dy-166	81.6 h	$\beta^-, \gamma$	1.8 E-09	1.6 E-09	0.010	1000	1.1	6 E+03	3 E+06	5 E+03	3	-> Ho-166
Ho-155	48 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	3.2 E-11	3.7 E-11	0.066	300	0.5	3 E+05	2 E+08	3 E+05	10	-> Dy-155
Ho-157	12.6 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	7.6 E-12	6.5 E-12	0.088	300	0.3	2 E+06	7 E+08	1 E+06	30	-> Dy-157
Ho-159	33 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	1.0 E-11	7.9 E-12	0.069	200	0.2	1 E+06	5 E+08	8 E+05	30	-> Dy-159
Ho-161	2.5 h	$\epsilon, \gamma$	1.0 E-11	1.3 E-11	0.022	20	<0.1	8 E+05	5 E+08	8 E+05	300	

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$\epsilon_{\text{ina}}$ Sv/Bq	$\epsilon_{\text{ing}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o Le <sub>ass</sub> Bq	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-162	15 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	4.5 E-12	3.3 E-12	0.032	70	0.2	3 E+06	1 E+09	2 E+06	30	
Ho-162m	68 m	$\epsilon, \gamma$	3.3 E-11	2.6 E-11	0.094	300	0.3	4 E+05	2 E+08	3 E+05	30	-> Ho-162
Ho-164	29 m	$\epsilon, \beta^-, \gamma$	1.3 E-11	9.5 E-12	0.009	600	0.7	1 E+06	4 E+08	6 E+05	10	
Ho-164m	37.5 m	$\gamma$	1.6 E-11	1.6 E-11	0.014	20	<0.1	6 E+05	3 E+08	5 E+05	300	-> Ho-164
Ho-166	26.80 h	$\beta^-, \gamma$	8.3 E-10	1.4 E-09	0.005	1000	1.7	7 E+03	6 E+06	1 E+04	3	
Ho-166m	1.20 E3 a	$\beta^-, \gamma$	7.8 E-08	2.0 E-09	0.268	800	0.9	5 E+03	6 E+04	1 E+02	10	
Ho-167	3.1 h	$\beta^-, \gamma$	1.0 E-10	8.3 E-11	0.061	1000	1.4	1 E+05	5 E+07	8 E+04	3	
Er-161	3.24 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	8.5 E-11	8.0 E-11	0.139	400	0.4	1 E+05	6 E+07	1 E+05	10	-> Ho-161
Er-165	10.36 h	$\epsilon$	1.4 E-11	1.9 E-11	0.011	7	<0.1	5 E+05	4 E+08	6 E+05	1000	
Er-169	9.3 d	$\beta^-, \gamma$	9.2 E-10	3.7 E-10	<0.001	1000	1.0	3 E+04	5 E+06	9 E+03	10	
Er-171	7.52 h	$\beta^-, \gamma$	3.0 E-10	3.6 E-10	0.064	2000	1.9	3 E+04	2 E+07	3 E+04	3	-> Tm-171
Er-172	49.3 h	$\beta^-, \gamma$	1.2 E-09	1.0 E-09	0.084	1000	1.0	1 E+04	4 E+06	7 E+03	10	-> Tm-172
Tm-162	21.7 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	2.7 E-11	2.9 E-11	0.261	300	0.9	3 E+05	2 E+08	3 E+05	10	
Tm-166	7.70 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	2.8 E-10	2.8 E-10	0.270	200	0.4	4 E+04	2 E+07	3 E+04	10	
Tm-167	9.24 d	$\epsilon, \gamma$	1.0 E-09	5.6 E-10	0.029	2000	1.1	2 E+04	5 E+06	8 E+03	3	
Tm-170	128.6 d	$\epsilon, \beta^-, \gamma$	5.2 E-09	1.3 E-09	0.001	1000	1.6	8 E+03	1 E+06	2 E+03	3	
Tm-171	1.92 a	$\beta^-, \gamma$	9.1 E-10	1.1 E-10	<0.001	<1	<0.1	9 E+04	5 E+06	9 E+03	1000	
Tm-172	63.6 h	$\beta^-, \gamma$	1.4 E-09	1.7 E-09	0.069	1000	1.5	6 E+03	4 E+06	6 E+03	3	
Tm-173	8.24 h	$\beta^-, \gamma$	2.6 E-10	3.1 E-10	0.063	1000	1.6	3 E+04	2 E+07	3 E+04	3	
Tm-175	15.2 m	$\beta^-, \gamma$	3.1 E-11	2.7 E-11	0.160	2000	2.0	4 E+05	2 E+08	3 E+05	3	-> Yb-175
Yb-162	18.9 m	$\epsilon, \gamma$	2.3 E-11	2.3 E-11	0.027	60	0.1	4 E+05	2 E+08	4 E+05	100	-> Tm-162 [6]
Yb-166	56.7 h	$\epsilon, \gamma$	9.5 E-10	9.5 E-10	0.022	10	0.1	1 E+04	5 E+06	9 E+03	100	-> Tm-166 [6]
Yb-167	17.5 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	9.5 E-12	6.7 E-12	0.053	200	0.4	1 E+06	5 E+08	9 E+05	10	-> Tm-167
Yb-169	32.01 d	$\epsilon, \gamma$	2.4 E-09	7.1 E-10	0.061	1000	1.0	1 E+04	2 E+06	3 E+03	10	
Yb-175	4.19 d	$\beta^-, \gamma$	7.0 E-10	4.4 E-10	0.007	1000	1.1	2 E+04	7 E+06	1 E+04	3	

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$e_{\text{ina}}$ Sv/Bq	$e_{\text{ing}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o Le <sub>ass</sub> Bq	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
Yb-177	1.9 h	$\beta^-$ , $\gamma$	9.4 E-11	9.7 E-11	0.028	1000	1.5	1 E+05	5 E+07	9 E+04	3	-> Lu-177
Yb-178	74 m	$\beta^-$ , $\gamma$	1.1 E-10	1.2 E-10	0.006	1000	1.3	8 E+04	5 E+07	8 E+04	3	-> Lu-178
Lu-169	34.06 h	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	4.9 E-10	4.6 E-10	0.154	100	0.2	2 E+04	1 E+07	2 E+04	30	-> Yb-169
Lu-170	2.00 d	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	9.5 E-10	9.9 E-10	0.281	60	0.3	1 E+04	5 E+06	9 E+03	10	
Lu-171	8.22 d	$\epsilon$ , $\gamma$	9.3 E-10	6.7 E-10	0.115	30	0.1	1 E+04	5 E+06	9 E+03	100	
Lu-172	6.70 d	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	1.8 E-09	1.3 E-09	0.283	300	0.5	8 E+03	3 E+06	5 E+03	10	
Lu-173	1.37 a	$\epsilon$ , $\gamma$	1.5 E-09	2.6 E-10	0.028	30	0.1	4 E+04	3 E+06	6 E+03	100	
Lu-174	3.31 a	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	2.9 E-09	2.7 E-10	0.024	10	<0.1	4 E+04	2 E+06	3 E+03	100	
Lu-174m	142 d	$\epsilon$ , $\gamma$	2.6 E-09	5.3 E-10	0.015	30	<0.1	2 E+04	2 E+06	3 E+03	300	-> Lu-174
Lu-176	3.60E10 a	$\beta^-$ , $\gamma$	4.6 E-08	1.8 E-09	0.081	2000	2.3	6 E+03	1 E+05	2 E+02	3	
Lu-176m	3.68 h	$\beta^-$ , $\gamma$	1.6 E-10	1.7 E-10	0.003	1000	1.8	6 E+04	3 E+07	5 E+04	3	
Lu-177	6.71 d	$\beta^-$ , $\gamma$	1.1 E-09	5.3 E-10	0.006	1000	1.3	2 E+04	5 E+06	8 E+03	3	
Lu-177m	160.9 d	$\beta^-$ , $\gamma$	1.2 E-08	1.7 E-09	0.166	2000	2.6	6 E+03	4 E+05	7 E+02	3	-> Lu-177
Lu-178	28.4 m	$\beta^-$ , $\gamma$	4.1 E-11	4.7 E-11	0.022	1000	1.8	2 E+05	1 E+08	2 E+05	3	
Lu-178m	22.7 m	$\beta^-$ , $\gamma$	5.6 E-11	3.8 E-11	0.182	2000	2.8	3 E+05	9 E+07	1 E+05	3	
Lu-179	4.59 h	$\beta^-$ , $\gamma$	1.6 E-10	2.1 E-10	0.005	1000	1.6	5 E+04	3 E+07	5 E+04	3	
Hf-170	16.01 h	$\epsilon$ , $\gamma$	4.3 E-10	4.8 E-10	0.091	200	0.3	2 E+04	1 E+07	2 E+04	30	-> Lu-170 [6]
Hf-172	1.87 a	$\epsilon$ , $\gamma$	3.7 E-08	1.0 E-09	0.030	100	0.1	1 E+04	1 E+05	2 E+02	100	-> Lu-172 [6]
Hf-173	24.0 h	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	2.2 E-10	2.3 E-10	0.071	300	0.3	4 E+04	2 E+07	4 E+04	30	-> Lu-173
Hf-175	70 d	$\epsilon$ , $\gamma$	8.8 E-10	4.1 E-10	0.065	200	0.2	2 E+04	6 E+06	9 E+03	30	
Hf-177m	51.4 m	$\gamma$	1.5 E-10	8.1 E-11	0.370	4000	4.5	1 E+05	3 E+07	6 E+04	1	
Hf-178m	31 a	$\gamma$	3.1 E-07	4.7 E-09	0.378	2000	2.1	2 E+03	2 E+04	3 E+01	3	
Hf-179m	25.1 d	$\gamma$	3.2 E-09	1.2 E-09	0.149	1000	1.6	8 E+03	2 E+06	3 E+03	3	
Hf-180m	5.5 h	$\gamma$	2.0 E-10	1.7 E-10	0.166	700	1.1	6 E+04	3 E+07	4 E+04	3	
Hf-181	42.4 d	$\beta^-$ , $\gamma$	4.1 E-09	1.1 E-09	0.089	2000	1.9	9 E+03	1 E+06	2 E+03	3	
Hf-182	9 E6 a	$\beta^-$ , $\gamma$	3.6 E-07	3.0 E-09	0.039	500	0.6	3 E+03	1 E+04	2 E+01	10	-> Ta-182 [6]

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$e_{\text{ina}}$ Sv/Bq	$e_{\text{ing}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o Le <sub>ass</sub> Bq	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
Hf-182m	61.5 m	$\beta^-, \gamma$	7.1 E-11	4.2 E-11	0.150	1000	1.8	2 E+05	7 E+07	1 E+05	3	-> Ta-182 [6], Hf-182
Hf-183	64 m	$\beta^-, \gamma$	8.3 E-11	7.3 E-11	0.116	1000	1.6	1 E+05	6 E+07	1 E+05	3	-> Ta-183
Hf-184	4.12 h	$\beta^-, \gamma$	4.5 E-10	5.2 E-10	0.043	2000	2.2	2 E+04	1 E+07	2 E+04	3	-> Ta-184
Ta-172	36.8 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	5.7 E-11	5.3 E-11	0.244	700	1.5	2 E+05	9 E+07	1 E+05	3	-> Hf-172 [6]
Ta-173	3.65 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	1.6 E-10	1.9 E-10	0.098	500	0.7	5 E+04	3 E+07	5 E+04	10	-> Hf-173
Ta-174	1.2 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	6.6 E-11	5.7 E-11	0.106	700	1.2	2 E+05	8 E+07	1 E+05	3	-> Hf-174
Ta-175	10.5 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	2.0 E-10	2.1 E-10	0.137	200	0.3	5 E+04	3 E+07	4 E+04	30	-> Hf-175
Ta-176	8.08 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	3.3 E-10	3.1 E-10	0.280	100	0.5	3 E+04	2 E+07	3 E+04	10	
Ta-177	56.6 h	$\epsilon, \gamma$	1.3 E-10	1.1 E-10	0.015	100	0.2	9 E+04	4 E+07	6 E+04	30	
Ta-178-1 [2]	9.31 m	$\epsilon, \gamma$			0.021	10	0.2				30	
Ta-178-2 [2]	2.2 h	$\epsilon, \gamma$	1.1 E-10	7.8 E-11	0.172	700	1.2	1 E+05	5 E+07	8 E+04	3	
Ta-179	664.9 d	$\epsilon$	2.9 E-10	6.5 E-11	0.008	6	<0.1	2 E+05	2 E+07	3 E+04	1000	
Ta-180	1.0 E13 a	$\epsilon, \gamma$	1.4 E-08	8.4 E-10	0.094	600	1.0	1 E+04	4 E+05	6 E+02	10	
Ta-180m	8.1 h	$\epsilon, \beta^-, \gamma$	6.2 E-11	5.4 E-11	0.011	200	0.4	2 E+05	8 E+07	1 E+05	10	
Ta-182	115.0 d	$\beta^-, \gamma$	7.4 E-09	1.5 E-09	0.194	1000	1.8	7 E+03	7 E+05	1 E+03	3	
Ta-182m	15.84 m	$\gamma$	3.6 E-11	1.2 E-11	0.044	3000	2.7	8 E+05	1 E+08	2 E+05	3	-> Ta-182 [6]
Ta-183	5.1 d	$\beta^-, \gamma$	2.0 E-09	1.3 E-09	0.051	2000	2.3	8 E+03	3 E+06	4 E+03	3	
Ta-184	8.7 h	$\beta^-, \gamma$	6.3 E-10	6.8 E-10	0.247	2000	2.8	1 E+04	8 E+06	1 E+04	3	
Ta-185	49 m	$\beta^-, \gamma$	7.2 E-11	6.8 E-11	0.033	2000	2.3	1 E+05	7 E+07	1 E+05	3	-> W-185
Ta-186	10.5 m	$\beta^-, \gamma$	3.1 E-11	3.3 E-11	0.252	2000	2.5	3 E+05	2 E+08	3 E+05	3	
W-176	2.3 h	$\epsilon, \gamma$	7.6 E-11	1.1 E-10	0.036	20	0.1	9 E+04	7 E+07	1 E+05	30	-> Ta-176 [6]
W-177	135 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	4.6 E-11	6.1 E-11	0.140	300	0.4	2 E+05	1 E+08	2 E+05	10	-> Ta-177
W-178 / Ta-178-1	21.7 d	$\epsilon, \gamma$	1.2 E-10	2.5 E-10	0.024	20	0.2	4 E+04	4 E+07	7 E+04	30	
W-179	37.5 m	$\epsilon, \gamma$	1.8 E-12	3.3 E-12	0.019	10	<0.1	3 E+06	3 E+09	5 E+06	300	-> Ta-179
W-181	121.2 d	$\epsilon, \gamma$	4.3 E-11	8.2 E-11	0.009	7	<0.1	1 E+05	1 E+08	2 E+05	1000	
W-185	75.1 d	$\beta^-, \gamma$	2.2 E-10	5.0 E-10	<0.001	1000	1.1	2 E+04	2 E+07	4 E+04	3	

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$e_{\text{ina}}$ Sv/Bq	$e_{\text{ing}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o Le <sub>ass</sub> Bq	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
W-187	23.9 h	$\beta^-$ , $\gamma$	3.3 E-10	7.1 E-10	0.075	2000	1.6	1 E+04	2 E+07	3 E+04	3	-> Re-187
W-188	69.4 d	$\beta^-$ , $\gamma$	8.4 E-10	2.3 E-09	<0.001	1000	1.0	4 E+03	6 E+06	1 E+04	10	-> Re-188
Re-177	14.0 m	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	2.2 E-11	2.2 E-11	0.100	300	0.8	5 E+05	2 E+08	4 E+05	10	-> W-177 [6]
Re-178	13.2 m	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	2.4 E-11	2.5 E-11	0.256	700	1.6	4 E+05	2 E+08	3 E+05	3	-> W-178
Re-181	20 h	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	3.7 E-10	4.2 E-10	0.124	500	0.6	2 E+04	1 E+07	2 E+04	10	-> W-181
Re-182-1 [2]	12.7 h	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	3.0 E-10	2.7 E-10	0.282	900	1.7	4 E+04	2 E+07	3 E+04	3	
Re-182-2 [2]	64.0 h	$\epsilon$ , $\gamma$	1.7 E-09	1.4 E-09	0.177	80	0.6	7 E+03	3 E+06	5 E+03	10	
Re-183	71 d	$\epsilon$ , $\gamma$	1.8 E-09	7.6 E-10				1 E+04	3 E+06	5 E+03	10	
Re-184	38.0 d	$\epsilon$ , $\gamma$	1.8 E-09	1.0 E-09	0.138	300	0.6	1 E+04	3 E+06	5 E+03	10	
Re-184m	165 d	$\epsilon$ , $\gamma$	4.8 E-09	1.5 E-09	0.063	300	0.8	7 E+03	1 E+06	2 E+03	10	-> Re-184 [6]
Re-186	90.64 h	$\epsilon$ , $\beta^-$ , $\gamma$	1.2 E-09	1.5 E-09	0.004	2000	1.6	7 E+03	4 E+06	7 E+03	3	
Re-186m	2.0 E5 a	$\gamma$	7.9 E-09	2.2 E-09	0.004	10	0.1	5 E+03	6 E+05	1 E+03	100	-> Re-186
Re-187	5 E10 a	$\beta^-$	4.6 E-12	5.1 E-12	<0.001	<1	<0.1	2 E+06	1 E+09	2 E+06	100	
Re-188	16.98 h	$\beta^-$ , $\gamma$	7.4 E-10	1.4 E-09	0.010	1000	1.8	7 E+03	7 E+06	1 E+04	3	
Re-188m	18.6 m	$\gamma$	2.0 E-11	3.0 E-11	0.016	40	0.2	3 E+05	3 E+08	4 E+05	30	-> Re-188
Re-189	24.3 h	$\beta^-$ , $\gamma$	6.0 E-10	7.8 E-10	0.011	2000	1.6	1 E+04	8 E+06	1 E+04	3	-> Os-189m
Os-180 / Re-180	22 m	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	2.5 E-11	1.7 E-11	0.199	300	1.0	6 E+05	2 E+08	3 E+05	10	
Os-181	105 m	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	1.0 E-10	8.9 E-11	0.186	400	0.6	1 E+05	5 E+07	8 E+04	10	-> Re-181 [6]
Os-182	22 h	$\epsilon$ , $\gamma$	5.2 E-10	5.6 E-10	0.071	100	0.2	2 E+04	1 E+07	2 E+04	30	-> Re-182-1 [6]
Os-185	94 d	$\epsilon$ , $\gamma$	1.4 E-09	5.1 E-10	0.112	40	0.1	2 E+04	4 E+06	6 E+03	100	
Os-189m	6.0 h	$\gamma$	7.9 E-12	1.8 E-11	<0.001	5	<0.1	6 E+05	6 E+08	1 E+06	1000	
Os-191	15.4 d	$\beta^-$ , $\gamma$	1.5 E-09	5.7 E-10	0.015	400	0.4	2 E+04	3 E+06	6 E+03	10	
Os-191m	13.03 h	$\gamma$	1.4 E-10	9.6 E-11	0.002	5	0.1	1 E+05	4 E+07	6 E+04	100	-> Os-191
Os-193	30.0 h	$\beta^-$ , $\gamma$	6.8 E-10	8.1 E-10	0.012	1000	1.6	1 E+04	7 E+06	1 E+04	3	
Os-194	6.0 a	$\beta^-$ , $\gamma$	4.2 E-08	2.4 E-09	0.001	2	<0.1	4 E+03	1 E+05	2 E+02	30	-> Ir-194

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$e_{\text{ina}}$ Sv/Bq	$e_{\text{ing}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 10 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o Le <sub>ass</sub> Bq	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-182	15 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	4.0 E-11	4.8 E-11	0.584	1000	1.9	2 E+05	1 E+08	2 E+05	3	-> Os-182
Ir-184	3.02 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	1.9 E-10	1.7 E-10	0.296	1000	1.5	6 E+04	3 E+07	4 E+04	3	
Ir-185	14.0 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	2.6 E-10	2.6 E-10	0.091	300	0.5	4 E+04	2 E+07	3 E+04	10	-> Os-185 [6]
Ir-186-1 [2]	1.75 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	7.1 E-11	6.1 E-11	0.152	900	0.9	2 E+05	7 E+07	1 E+05	10	
Ir-186-2 [2]	15.8 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	5.0 E-10	4.9 E-10	0.243	1000	1.0	2 E+04	1 E+07	2 E+04	10	
Ir-187	10.5 h	$\epsilon, \gamma$	1.2 E-10	1.2 E-10	0.059	100	0.1	8 E+04	4 E+07	7 E+04	30	
Ir-188	41.5 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	6.2 E-10	6.3 E-10	0.223	500	0.5	2 E+04	8 E+06	1 E+04	10	
Ir-189	13.3 d	$\epsilon, \gamma$	4.6 E-10	2.4 E-10	0.016	50	0.1	4 E+04	1 E+07	2 E+04	100	
Ir-190	12.1 d	$\epsilon, \gamma$	2.5 E-09	1.2 E-09	0.228	800	1.3	8 E+03	2 E+06	3 E+03	3	
Ir-190m-1 [2]	3.1 h	$\epsilon, \gamma$	1.4 E-10	1.2 E-10	0.247	900	0.9	8 E+04	4 E+07	6 E+04	10	-> Ir-190
Ir-190m-2 [2]	1.2 h	$\gamma$	1.1 E-11	8.0 E-12	<0.001	5	<0.1	1 E+06	5 E+08	8 E+05	100	-> Ir-190 [6]
Ir-192	74.02 d	$\epsilon, \beta^-, \gamma$	4.9 E-09	1.4 E-09	0.131	2000	1.6	7 E+03	1 E+06	2 E+03	3	
Ir-192m	241 a	$\gamma$	1.9 E-08	3.1 E-10	0.025	2	<0.1	3 E+04	3 E+05	4 E+02	300	-> Ir-192 [6]
Ir-193m	10.6 d	$\gamma$	1.0 E-09	2.7 E-10				4 E+04	5 E+06	8 E+03	100	
Ir-194	19.15 h	$\beta^-, \gamma$	7.5 E-10	1.3 E-09	0.017	1000	1.6	8 E+03	7 E+06	1 E+04	3	
Ir-194m	171 d	$\beta^-, \gamma$	8.2 E-09	2.1 E-09	0.367	1000	1.5	5 E+03	6 E+05	1 E+03	3	
Ir-195	2.5 h	$\beta^-, \gamma$	1.0 E-10	1.0 E-10	0.012	1000	1.7	1 E+05	5 E+07	8 E+04	3	
Ir-195m	3.8 h	$\beta^-, \gamma$	2.4 E-10	2.1 E-10	0.073	2000	2.6	5 E+04	2 E+07	3 E+04	3	-> Ir-195
Pt-186	2.0 h	$\alpha, \epsilon, \gamma$	6.6 E-11	9.3 E-11	0.115	20	0.1	1 E+05	8 E+07	1 E+05	100	-> Ir-186-1 [6], Os-182
Pt-188	10.2 d	$\epsilon, \gamma$	6.3 E-10	7.6 E-10	0.035	800	0.8	1 E+04	8 E+06	1 E+04	10	-> Ir-188 [6]
Pt-189	10.87 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	7.3 E-11	1.2 E-10	0.054	200	0.2	8 E+04	7 E+07	1 E+05	30	-> Ir-189
Pt-190	6.1 E11 a	$\alpha$	2.3 E-07	8.2 E-09				1 E+03	2 E+04	4 E+01	3	
Pt-191	2.8 d	$\epsilon, \gamma$	1.9 E-10	3.4 E-10	0.053	200	0.3	3 E+04	3 E+07	4 E+04	30	
Pt-193	50 a	$\epsilon$	2.7 E-11	3.1 E-11	0.001	4	<0.1	3 E+05	2 E+08	3 E+05	1000	
Pt-193m	4.33 d	$\gamma$	2.1 E-10	4.5 E-10	0.003	2000	1.8	2 E+04	2 E+07	4 E+04	3	-> Pt-193
Pt-195m	4.02 d	$\gamma$	3.1 E-10	6.3 E-10	0.016	2000	2.1	2 E+04	2 E+07	3 E+04	3	

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$\epsilon_{\text{ma}}$ Sv/Bq	$\epsilon_{\text{ing}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o Le <sub>ass</sub> Bq	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
Pt-197	18.3 h	$\beta^-$ , $\gamma$	1.6 E-10	4.0 E-10	0.005	1000	1.5	3 E+04	3 E+07	5 E+04	3	
Pt-197m	94.4 m	$\beta^-$ , $\gamma$	4.3 E-11	8.4 E-11	0.015	2000	1.6	1 E+05	1 E+08	2 E+05	3	-> Pt-197
Pt-199	30.8 m	$\beta^-$ , $\gamma$	2.2 E-11	3.9 E-11	0.031	1000	1.7	3 E+05	2 E+08	4 E+05	3	-> Au-199
Pt-200	12.5 h	$\beta^-$ , $\gamma$	4.0 E-10	1.2 E-09	0.011	1000	1.5	8 E+03	1 E+07	2 E+04	3	-> Au-200
Au-193	17.65 h	$\epsilon$ , $\gamma$	1.6 E-10	1.3 E-10	0.029	400	0.5	8 E+04	3 E+07	5 E+04	10	-> Pt-193
Au-194	39.5 h	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	3.8 E-10	4.2 E-10	0.157	200	0.2	2 E+04	1 E+07	2 E+04	30	
Au-195	183 d	$\epsilon$ , $\gamma$	1.2 E-09	2.5 E-10	0.017	40	0.2	4 E+04	4 E+06	7 E+03	30	
Au-196	6.2 d	$\epsilon$ , $\beta^-$ , $\gamma$	3.7 E-10	4.4 E-10				2 E+04	1 E+07	2 E+04	10	
Au-198	2.696 d	$\beta^-$ , $\gamma$	1.1 E-09	1.0 E-09	0.065	1000	1.6	1 E+04	5 E+06	8 E+03	3	
Au-198m	2.30 d	$\gamma$	2.0 E-09	1.3 E-09	0.094	3000	3.9	8 E+03	3 E+06	4 E+03	1	-> Au-198
Au-199	3.139 d	$\beta^-$ , $\gamma$	7.6 E-10	4.4 E-10	0.015	2000	1.5	2 E+04	7 E+06	1 E+04	3	
Au-200	48.4 m	$\beta^-$ , $\gamma$	5.6 E-11	6.8 E-11	0.044	1000	1.6	1 E+05	9 E+07	1 E+05	3	
Au-200m	18.7 h	$\beta^-$ , $\gamma$	1.0 E-09	1.1 E-09	0.323	2000	2.1	9 E+03	5 E+06	8 E+03	3	-> Au-200
Au-201	26.4 m	$\beta^-$ , $\gamma$	2.9 E-11	2.4 E-11	0.008	1000	1.6	4 E+05	2 E+08	3 E+05	3	
Hg-193	3.5 h	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	1.0 E-10	8.2 E-11	0.037	800	1.1	1 E+05	5 E+07	8 E+04	3	-> Au-193
Hg-193m	11.1 h	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	3.8 E-10	4.0 E-10	0.162	1000	0.9	3 E+04	1 E+07	2 E+04	10	-> Hg-193
Hg-194	260 a	$\epsilon$	1.9 E-08	5.1 E-08	0.001	4	<0.1	2 E+02	3 E+05	4 E+02	3	-> Au-194 [6]
Hg-195	9.9 h	$\epsilon$ , $\gamma$	9.2 E-11	9.7 E-11	0.034	60	0.1	1 E+05	5 E+07	9 E+04	100	-> Au-195
Hg-195m	41.6 h	$\epsilon$ , $\gamma$	6.5 E-10	5.6 E-10	0.037	1000	1.3	2 E+04	8 E+06	1 E+04	3	-> Hg-195, Au-195
Hg-197	64.1 h	$\epsilon$ , $\gamma$	2.8 E-10	2.3 E-10	0.014	20	0.1	4 E+04	2 E+07	3 E+04	100	
Hg-197m	23.8 h	$\epsilon$ , $\gamma$	6.6 E-10	4.7 E-10	0.017	3000	2.7	2 E+04	8 E+06	1 E+04	3	-> Hg-197
Hg-199m	42.6 m	$\gamma$	5.2 E-11	3.1 E-11	0.032	2000	2.3	3 E+05	1 E+08	2 E+05	3	
Hg-203	46.60 d	$\beta^-$ , $\gamma$	1.9 E-09	1.9 E-09	0.039	800	0.9	5 E+03	3 E+06	4 E+03	10	
Tl-194	33 m	$\epsilon$ , $\gamma$	8.9 E-12	8.1 E-12	0.125	90	0.1	1 E+06	6 E+08	9 E+05	30	-> Hg-194
Tl-194m	32.8 m	$\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$	3.6 E-11	4.0 E-11	0.368	700	1.3	3 E+05	1 E+08	2 E+05	3	-> Hg-194

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$c_{ina}$ Sv/Bq	$c_{ing}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 10 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o $Le_{ass}$ Bq	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
Tl-195	1.16 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	3.0 E-11	2.7 E-11	0.159	200	0.3	4 E+05	2 E+08	3 E+05	30	-> Hg-195
Tl-197	2.84 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	2.7 E-11	2.3 E-11	0.065	300	0.3	4 E+05	2 E+08	3 E+05	30	-> Hg-197
Tl-198	5.3 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	1.2 E-10	7.3 E-11	0.280	100	0.2	1 E+05	4 E+07	7 E+04	30	
Tl-198m	1.87 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	7.3 E-11	5.4 E-11	0.188	2000	1.5	2 E+05	7 E+07	1 E+05	3	-> Tl-198 [6]
Tl-199	7.42 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	3.7 E-11	2.6 E-11	0.042	600	0.5	4 E+05	1 E+08	2 E+05	10	
Tl-200	26.1 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	2.5 E-10	2.0 E-10	0.198	100	0.2	5 E+04	2 E+07	3 E+04	30	
Tl-201	3.044 d	$\epsilon, \gamma$	7.6 E-11	9.5 E-11	0.018	100	0.2	1 E+05	7 E+07	1 E+05	30	
Tl-202	12.23 d	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	3.1 E-10	4.5 E-10	0.077	60	0.1	2 E+04	2 E+07	3 E+04	100	
Tl-204	3.779 a	$\epsilon, \beta^-$	6.2 E-10	1.3 E-09	<0.001	1000	1.4	8 E+03	8 E+06	1 E+04	3	-> Pb-204
Tl-209	2.20 m	$\beta^-, \gamma$			0.296	1000	1.9				3	-> Pb-209
Pb-195m	15.8 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	3.0 E-11	2.9 E-11	0.254	600	1.9	3 E+05	2 E+08	3 E+05	3	-> Tl-195 [6]
Pb-198	2.4 h	$\epsilon, \gamma$	8.7 E-11	1.0 E-10	0.073	600	0.6	1 E+05	6 E+07	1 E+05	10	-> Tl-198 [6]
Pb-199	90 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	4.8 E-11	5.4 E-11	0.218	200	0.3	2 E+05	1 E+08	2 E+05	30	-> Tl-199
Pb-200	21.5 h	$\epsilon, \gamma$	2.6 E-10	4.0 E-10	0.037	1000	1.0	3 E+04	2 E+07	3 E+04	10	-> Tl-200 [6]
Pb-201	9.4 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	1.2 E-10	1.6 E-10	0.120	300	0.3	6 E+04	4 E+07	7 E+04	30	-> Tl-201
Pb-202	3 E5 a	$\epsilon$	1.4 E-08	8.7 E-09	0.001	4	<0.1	1 E+03	4 E+05	6 E+02	10	-> Tl-202
Pb-202m	3.62 h	$\epsilon, \gamma$	1.2 E-10	1.3 E-10	0.310	900	1.0	8 E+04	4 E+07	7 E+04	10	-> Pb-202, Tl-202
Pb-203	52.05 h	$\epsilon, \gamma$	1.6 E-10	2.4 E-10	0.054	500	0.4	4 E+04	3 E+07	5 E+04	10	
Pb-205	1.43 E7 a	$\epsilon$	4.1 E-10	2.8 E-10	0.001	4	<0.1	4 E+04	1 E+07	2 E+04	300	
Pb-209	3.253 h	$\beta^-$	3.2 E-11	5.7 E-11	<0.001	1000	1.4	2 E+05	2 E+08	3 E+05	3	
Pb-210	22.3 a	$\beta^-, \gamma$	1.1 E-06	6.8 E-07	0.003	3	<0.1	1 E+01	5 E+03	8 E+00	0.3	-> Bi-210
Pb-211 / Bi-211	36.1 m	$\alpha, \beta^-, \gamma$	5.6 E-09	1.8 E-10	0.016	1000	1.7	6 E+04	9 E+05	1 E+03	3	
Pb-212	10.64 h	$\beta^-, \gamma$	3.3 E-08	5.9 E-09	0.025	2000	1.8	2 E+03	2 E+05	3 E+02	3	-> Bi-212 [6]
Pb-214	26.8 m	$\beta^-, \gamma$	4.8 E-09	1.4 E-10	0.041	2000	1.9	7 E+04	1 E+06	2 E+03	3	-> Bi-214 [6]
Bi-200	36.4 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	5.6 E-11	5.1 E-11	0.371	600	0.7	2 E+05	9 E+07	1 E+05	10	-> Pb-200
Bi-201	108 m	$\epsilon, \gamma$	1.1 E-10	1.2 E-10	0.205	500	0.8	8 E+04	5 E+07	8 E+04	10	-> Pb-201 [6]

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$e_{\text{ina}}$ Sv/Bq	$e_{\text{ing}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o Le <sub>ass</sub> Bq	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
Bi-202	1.67 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	1.0 E-10	8.9 E-11	0.367	500	0.6	1 E+05	5 E+07	8 E+04	10	-> Pb-202
Bi-203	11.76 h	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	4.5 E-10	4.8 E-10	0.310	200	0.4	2 E+04	1 E+07	2 E+04	10	-> Pb-203
Bi-205	15.31 d	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	1.0 E-09	9.0 E-10	0.239	100	0.2	1 E+04	5 E+06	8 E+03	30	-> Pb-205
Bi-206	6.243 d	$\epsilon, \gamma$	2.1 E-09	1.9 E-09	0.487	600	1.0	5 E+03	2 E+06	4 E+03	10	
Bi-207	38 a	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	3.2 E-09	1.3 E-09	0.233	100	0.3	8 E+03	2 E+06	3 E+03	30	
Bi-208	3.68 E5 a	$\epsilon, \gamma$	4.0 E-09	1.4 E-09				7 E+03	1 E+06	2 E+03	10	
Bi-210	5.012 d	$\beta^-$	6.0 E-08	1.3 E-09	<0.001	1000	1.6	8 E+03	8 E+04	1 E+02	3	-> Po-210
Bi-210m	3.0 E6 a	$\alpha, \gamma$	2.1 E-06	1.5 E-08	0.042	500	0.4	7 E+02	2 E+03	4 E+00	10	-> Tl-206
Bi-212 / Po-212, Tl-208	60.55 m	$\alpha, \beta^-, \gamma$	3.9 E-08	2.6 E-10	0.180	1000	1.7	4 E+04	1 E+05	2 E+02	3	
Bi-213 / Po-213, Tl-209	45.65 m	$\alpha, \beta^-, \gamma$	4.1 E-08	2.0 E-10	0.027	1000	1.6	5 E+04	1 E+05	2 E+02	3	
Bi-214	19.9 m	$\beta^-, \gamma$	2.1 E-08	1.1 E-10	0.239	1000	1.7	9 E+04	2 E+05	4 E+02	3	-> Po-214 -> Pb-210
Po-203	36.7 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	6.1 E-11	5.2 E-11	0.245	1000	1.0	2 E+05	8 E+07	1 E+05	10	-> Bi-203 [6]
Po-205	1.80 h	$\alpha, \epsilon, \beta^+, \gamma$	8.9 E-11	5.9 E-11	0.233	200	0.3	2 E+05	6 E+07	9 E+04	30	-> Bi-205 [6], Pb-201
Po-206	8.8 d	$\alpha, \epsilon, \gamma$	3.7 E-07	1.3 E-07				8 E+01	1 E+04	2 E+01	1	-> Bi-206 [6]
Po-207	350 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	1.5 E-10	1.4 E-10	0.201	200	0.3	7 E+04	3 E+07	6 E+04	30	-> Bi-207 [6]
Po-208	2.898 a	$\alpha, \epsilon, \gamma$	2.4 E-06	7.7 E-07				1 E+01	2 E+03	3 E+00	0.3	-> Bi-208
Po-209	102 a	$\alpha, \epsilon, \gamma$	2.4 E-06	7.7 E-07				1 E+01	2 E+03	3 E+00	0.3	-> Pb-205
Po-210	138.38 d	$\alpha, \gamma$	2.2 E-06	2.4 E-07	<0.001	<1	<0.1	4 E+01	2 E+03	4 E+00	1.0	
At-207	1.80 h	$\alpha, \epsilon, \gamma$	1.9 E-09	2.3 E-10	0.198	500	0.5	4 E+04	3 E+06	4 E+03	10	-> Po-207 [6], Bi-203
At-211	7.214 h	$\alpha, \epsilon, \gamma$	1.7 E-07	1.1 E-08	0.008	3	<0.1	9 E+02	3 E+04	5 E+01	10	-> Po-211, Bi-207 [6]
Rn-220	55.6 s	$\alpha, \gamma$			<0.001	<1	<0.1			1 E+03		-> Po-216 -> Pb-212
Rn-222	3.8235 d	$\alpha, \gamma$			<0.001	<1	<0.1			3 E+03		-> Po-218 -> Pb-214

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$e_{\text{ina}}$ Sv/Bq	$e_{\text{ing}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ $\frac{1}{2}$ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o $L_{\text{ass}}$ Bq	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
Fr-222	14.4 m	$\beta^-$	2.1 E-08	7.1 E-10	0.001	1000	1.6	1 E+04	2 E+05	4 E+02	3	-> Ra-222 etc.
Fr-223	21.8 m	$\beta^-, \gamma$	1.3 E-09	2.3 E-09	0.017	2000	1.8	4 E+03	4 E+06	6 E+03	3	-> Ra-223
Ra-223	11.434 d	$\alpha, \gamma$	5.7 E-06	1.0 E-07	0.024	600	0.5	1 E+02	9 E+02	1 E+00	1	->Rn-219->Po-215->Pb-211
Ra-224	3.66 d	$\alpha, \gamma$	2.4 E-06	6.5 E-08	0.002	30	<0.1	2 E+02	2 E+03	3 E+00	3	-> Rn-220 etc.
Ra-225	14.8 d	$\beta^-, \gamma$	4.8 E-06	9.5 E-08	0.007	1000	0.9	1 E+02	1 E+03	2 E+00	3	-> Ac-225
Ra-226	1600 a	$\alpha, \gamma$	2.2 E-06	2.8 E-07	0.001	50	<0.1	4 E+01	2 E+03	4 E+00	1	-> Rn-222
Ra-226 figli incl.	1600 a	$\alpha, \beta, \gamma$			0.283	5000	5.2	4 E+01	2 E+03	4 E+00	1	
Ra-227	42.2 m	$\beta^-, \gamma$	2.1 E-10	8.4 E-11	0.038	2000	1.8	1 E+05	2 E+07	4 E+04	3	-> Ac-227
Ra-228	5.75 a	$\beta^-, \gamma$	1.7 E-06	6.7 E-07	<0.001	<1	<0.1	1 E+01	3 E+03	5 E+00	0.3	-> Ac-228
Ac-224	2.9 h	$\alpha, \varepsilon, \gamma$	9.9 E-08	7.0 E-10	0.038	100	0.2	1 E+04	5 E+04	8 E+01	30	-> Ra-224, Fr-220 etc.
Ac-225	10.0 d	$\alpha, \gamma$	6.5 E-06	2.4 E-08	0.005	20	0.1	4 E+02	8 E+02	1 E+00	3	-> Fr-221 etc.
Ac-226	29 h	$\alpha, \varepsilon, \beta^-, \gamma$	1.0 E-06	1.0 E-08	0.024	1000	1.3	1 E+03	5 E+03	8 E+00	3	-> Th-226, Ra-226, Fr-222
Ac-227	21.773 a	$\alpha, \beta^-, \gamma$	6.3 E-04	1.1 E-06	<0.001	<1	<0.1	9 E+00	9 E+00	1 E-02	0.1	-> Th-227, Fr-223
Ac-228	6.13 h	$\beta^-, \gamma$	2.9 E-08	4.3 E-10	0.145	2000	1.8	2 E+04	2 E+05	3 E+02	3	-> Th-228
Th-226	30.9 m	$\alpha, \gamma$	7.8 E-08	3.6 E-10	0.002	100	0.3	3 E+04	6 E+04	1 E+02	30	-> Ra-222 etc.
Th-227	18.718 d	$\alpha, \gamma$	7.6 E-06	8.9 E-09	0.023	200	0.2	1 E+03	1 E+03	1 E+00	10	-> Ra-223
Th-228	1.9131 a	$\alpha, \gamma$	3.2 E-05	7.0 E-08	0.002	3	<0.1	1 E+02	2 E+02	3 E-01	0.1	-> Ra-224
Th-229	7340 a	$\alpha, \gamma$	6.9 E-05	4.8 E-07	0.027	300	0.5	2 E+01	7 E+01	1 E-01	0.1	-> Ra-225
Th-230	7.7 E4 a	$\alpha, \gamma$	2.8 E-05	2.1 E-07	0.001	3	<0.1	5 E+01	2 E+02	3 E-01	0.1	-> Ra-226
Th-231	25.52 h	$\beta^-, \gamma$	4.0 E-10	3.4 E-10	0.019	700	0.8	3 E+04	1 E+07	2 E+04	10	-> Pa-231
Th-232	1.4 E10 a	$\alpha, \gamma$	2.9 E-05	2.2 E-07	0.001	3	<0.1	5 E+01	2 E+02	3 E-01	0.1	-> Ra-228
Th-234 / Pa-234m	24.10 d	$\beta^-, \gamma$	5.8 E-09	3.4 E-09	0.008	1000	1.9	3 E+03	9 E+05	1 E+03	3	-> Pa-234
Th nat figli incl.	(1.4 E10 a)	$\alpha, \beta, \gamma$			0.355	6000	5.4	6 E+00	2 E+01	4 E-02	0.1	

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$e_{\text{ina}}$ Sv/Bq	$e_{\text{ing}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ $\frac{1}{2}$ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o Le <sub>ass</sub> Bq	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
Pa-227	38.3 m	$\alpha, \epsilon, \gamma$	9.7 E-08	4.5 E-10	0.007	5	<0.1	2 E+04	5 E+04	9 E+01	100	-> Ac-223
Pa-228	22 h	$\alpha, \epsilon, \beta^+, \gamma$	5.1 E-08	7.8 E-10	0.168	400	0.9	1 E+04	1 E+05	2 E+02	10	-> Th-228, Ac-224
Pa-230	17.4 d	$\alpha, \epsilon, \beta^-, \gamma$	5.7 E-07	9.2 E-10	0.108	200	0.3	1 E+04	1 E+04	1 E+01	30	-> Th-230, U-230, Ac-226
Pa-231	3.3 E4 a	$\alpha, \gamma$	8.9 E-05	7.1 E-07	0.020	40	0.1	1 E+01	6 E+01	9 E-02	0.3	-> Ac-227
Pa-232	1.31 d	$\beta^-, \gamma$	6.8 E-09	7.2 E-10	0.151	1000	1.3	1 E+04	7 E+05	1 E+03	3	-> U-232
Pa-233	27.0 d	$\beta^-, \gamma$	3.2 E-09	8.7 E-10	0.041	2000	1.4	1 E+04	2 E+06	3 E+03	3	-> U-233
Pa-234	6.70 h	$\beta^-, \gamma$	5.8 E-10	5.1 E-10	0.281	2000	2.9	2 E+04	9 E+06	1 E+04	3	-> U-234
U-230	20.8 d	$\alpha, \gamma$	1.2 E-05	5.5 E-08	0.003	6	<0.1	2 E+02	4 E+02	7 E-01	1	-> Th-226
U-231	4.2 d	$\alpha, \epsilon, \gamma$	4.0 E-10	2.8 E-10	0.032	10	0.1	4 E+04	1 E+07	2 E+04	100	-> Pa-231, Th-227
U-232	72 a	$\alpha, \gamma$	2.6 E-05	3.3 E-07	0.002	6	<0.1	3 E+01	2 E+02	3 E-01	0.3	-> Th-228
U-233	1.6 E5 a	$\alpha, \gamma$	6.9 E-06	5.0 E-08	0.001	2	<0.1	2 E+02	7 E+02	1 E+00	1	-> Th-229
U-234	2.4 E5 a	$\alpha, \gamma$	6.8 E-06	4.9 E-08	0.002	3	<0.1	2 E+02	7 E+02	1 E+00	1	-> Th-230
U-235	7.0 E8 a	$\alpha, \gamma$	6.1 E-06	4.6 E-08	0.028	100	0.2	2 E+02	8 E+02	1 E+00	3	-> Th-231
U-236	2.3 E7 a	$\alpha, \gamma$	6.3 E-06	4.6 E-08	0.002	1	<0.1	2 E+02	8 E+02	1 E+00	1	-> Th-232
U-237	6.75 d	$\beta^-, \gamma$	1.7 E-09	7.7 E-10	0.037	1000	1.6	1 E+04	3 E+06	5 E+03	3	-> Np-237
U-238	4.5 E9 a	$\alpha, \gamma, \phi$	5.7 E-06	4.4 E-08	0.002	1	<0.1	2 E+02	9 E+02	1 E+00	1	-> Th-234
U-239	23.54 m	$\beta^-, \gamma$	3.5 E-11	2.8 E-11	0.012	1000	1.6	4 E+05	1 E+08	2 E+05	3	-> Np-239
U-240	14.1 h	$\beta^-, \gamma$	8.4 E-10	1.1 E-09	0.009	1000	1.0	9 E+03	6 E+06	1 E+04	1	-> Np-240
U nat figli incl.		$\alpha, \beta, \gamma$			0.296	6000	7.1	4 E+02	4 E+02	3 E-01	1	
Np-232	14.7 m	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	3.5 E-11	9.7 E-12	0.199	400	0.6	1 E+06	1 E+08	2 E+05	10	-> U-232
Np-233	36.2 m	$\epsilon, \gamma$	3.0 E-12	2.2 E-12	0.022	40	<0.1	5 E+06	2 E+09	3 E+06	100	-> U-233
Np-234	4.4 d	$\epsilon, \beta^+, \gamma$	7.3 E-10	8.1 E-10	0.219	80	0.2	1 E+04	7 E+06	1 E+04	30	-> U-234
Np-235	396.1 d	$\alpha, \epsilon, \gamma$	2.7 E-10	5.3 E-11	0.008	3	<0.1	2 E+05	2 E+07	3 E+04	1000	-> U-235, Pa-231
Np-236L [2]	1.15 E5 a	$\epsilon, \beta^-, \gamma$	2.0 E-06	1.7 E-08	0.046	1000	1.8	6 E+02	3 E+03	4 E+00	3	-> U-236, Pu-236
Np-236S [2]	22.5 h	$\epsilon, \beta^-, \gamma$	3.6 E-09	1.9 E-10	0.013	600	0.6	5 E+04	1 E+06	2 E+03	10	-> U-236, Pu-236

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$\epsilon_{\text{ina}}$ Sv/Bq	$\epsilon_{\text{ing}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o Le <sub>ass</sub> Bq	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-237	2.14 E6 a	$\alpha, \gamma$	1.5 E-05	1.1 E-07	0.018	30	0.1	9 E+01	3 E+02	6 E-01	0.3	-> Pa-233
Np-238	2.117 d	$\beta^-, \gamma$	1.7 E-09	9.1 E-10	0.089	1000	1.1	1 E+04	3 E+06	5 E+03	3	-> Pu-238
Np-239	2.355 d	$\beta^-, \gamma$	1.1 E-09	8.0 E-10	0.039	2000	2.3	1 E+04	5 E+06	8 E+03	3	-> Pu-239
Np-240	65 m	$\beta^-, \gamma$	1.3 E-10	8.2 E-11	0.225	3000	3.4	1 E+05	4 E+07	6 E+04	1	-> Pu-240
Np-240m	7.4 m	$\beta^-, \gamma$			0.060	1000	1.6				3	-> Pu-240
Pu-234	8.8 h	$\alpha, \epsilon, \gamma$	1.8 E-08	1.6 E-10	0.018	6	<0.1	6 E+04	3 E+05	5 E+02	300	-> Np-234, U-230
Pu-235	25.3 m	$\alpha, \epsilon, \gamma$	2.6 E-12	2.1 E-12	0.026	8	<0.1	5 E+06	2 E+09	3 E+06	300	-> Np-235, U-231
Pu-236	2.851 a	$\alpha, \epsilon, \phi$	1.3 E-05	8.6 E-08	0.003	1	<0.1	1 E+02	4 E+02	6 E-01	1	-> U-232
Pu-237	45.3 d	$\alpha, \epsilon, \gamma$	3.0 E-10	1.0 E-10	0.018	6	<0.1	1 E+05	2 E+07	3 E+04	300	-> Np-237, U-233
Pu-238	87.74 a	$\alpha, \epsilon, \phi$	3.0 E-05	2.3 E-07	0.002	<1	<0.1	4 E+01	2 E+02	3 E-01	0.3	-> U-234
Pu-239	2.4 E4 a	$\alpha, \gamma$	3.2 E-05	2.5 E-07	0.001	<1	<0.1	4 E+01	2 E+02	3 E-01	0.3	-> U-235
Pu-240	6537 a	$\alpha, \epsilon, \phi$	3.2 E-05	2.5 E-07	0.002	<1	<0.1	4 E+01	2 E+02	3 E-01	0.3	-> U-236
Pu-241	14.4 a	$\alpha, \beta^-, \gamma$	5.8 E-07	4.7 E-09	<0.001	<1	<0.1	2 E+03	9 E+03	1 E+01	10	-> Am-241, U-237
Pu-242	3.76 E5 a	$\alpha, \epsilon, \phi$	3.1 E-05	2.4 E-07	0.002	<1	<0.1	4 E+01	2 E+02	3 E-01	0.3	-> U-238
Pu-243	4.956 h	$\beta^-, \gamma$	1.1 E-10	8.5 E-11	0.007	1000	1.3	1 E+05	5 E+07	8 E+04	3	-> Am-243
Pu-244 [9]	8.26 E7 a	$\alpha, \epsilon, \phi$	3.0 E-05	2.4 E-07	0.053	1	0.1	4 E+01	2 E+02	3 E-01	0.3	-> U-240
Pu-245	10.5 h	$\beta^-, \gamma$	6.5 E-10	7.2 E-10	0.070	2000	2.0	1 E+04	8 E+06	1 E+04	3	-> Am-245
Pu-246	10.85 d	$\beta^-, \gamma$	7.0 E-09	3.3 E-09	0.034	700	0.7	3 E+03	7 E+05	1 E+03	10	-> Am-246
Am-237	73.0 m	$\alpha, \epsilon, \gamma$	3.6 E-11	1.8 E-11	0.073	800	0.7	6 E+05	1 E+08	2 E+05	10	-> Pu-237, Np-233
Am-238	98 m	$\alpha, \epsilon, \gamma$	6.6 E-11	3.2 E-11	0.145	60	0.1	3 E+05	8 E+07	1 E+05	30	-> Pu-238, Np-234
Am-239	11.9 h	$\alpha, \epsilon, \gamma$	2.9 E-10	2.4 E-10	0.059	1000	1.4	4 E+04	2 E+07	3 E+04	3	-> Pu-239, Np-235
Am-240	50.8 h	$\alpha, \epsilon, \gamma$	5.9 E-10	5.8 E-10	0.171	50	0.3	2 E+04	8 E+06	1 E+04	30	-> Np-240, Np-236
Am-241	432.2 a	$\alpha, \gamma$	2.7 E-05	2.0 E-07	0.019	6	<0.1	5 E+01	2 E+02	3 E-01	0.3	-> Pu-241
Am-242	16.02 h	$\epsilon, \beta^-, \gamma$	1.2 E-08	3.0 E-10	0.009	1000	1.1	3 E+04	4 E+05	7 E+02	3	-> Cm-242, Pu-242
Am-242m	152 a	$\alpha, \gamma$	2.4 E-05	1.9 E-07	0.006	2	<0.1	5 E+01	2 E+02	3 E-01	0.3	-> Am-242, Np-238
Am-243	7380 a	$\alpha, \gamma$	2.7 E-05	2.0 E-07	0.014	2	<0.1	5 E+01	2 E+02	3 E-01	0.3	-> Np-239

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$e_{\text{ina}}$ Sv/Bq	$e_{\text{ing}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o Le <sub>ass</sub> Bq	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-244	10.1 h	$\beta^-$ , $\gamma$	1.5 E-09	4.6 E-10	0.145	3000	2.9	2 E+04	3 E+06	6 E+03	3	-> Cm-244
Am-244m	26 m	$\beta^-$ , $\gamma$	6.2 E-11	2.9 E-11	0.002	1000	1.6	3 E+05	8 E+07	1 E+05	3	-> Cm-244
Am-245	2.05 h	$\beta^-$ , $\gamma$	7.6 E-11	6.2 E-11	0.007	2000	1.8	2 E+05	7 E+07	1 E+05	3	-> Cm-245
Am-246	39 m	$\beta^-$ , $\gamma$	1.1 E-10	5.8 E-11	0.135	4000	4.5	2 E+05	5 E+07	8 E+04	1	-> Cm-246
Am-246m	25.0 m	$\beta^-$ , $\gamma$	3.8 E-11	3.4 E-11	0.154	1000	1.7	3 E+05	1 E+08	2 E+05	3	-> Cm-246
Cm-238	2.4 h	$\alpha$ , $\epsilon$	4.8 E-09	8.0 E-11	0.021	7	<0.1	1 E+05	1 E+06	2 E+03	300	-> Am-238, Pu-234
Cm-240	27 d	$\alpha$ , $\gamma$	2.3 E-06	7.6 E-09	0.003	<1	<0.1	1 E+03	2 E+03	4 E+00	10	-> Pu-236
Cm-241	32.8 d	$\alpha$ , $\epsilon$ , $\gamma$	2.6 E-08	9.1 E-10	0.100	600	0.7	1 E+04	2 E+05	3 E+02	10	-> Am-241, Pu-237
Cm-242	162.8 d	$\alpha$ , $\gamma$ , $\phi$	3.7 E-06	1.2 E-08	0.002	<1	<0.1	8 E+02	1 E+03	2 E+00	10	-> Pu-238
Cm-243	28.5 a	$\alpha$ , $\epsilon$ , $\gamma$	2.0 E-05	1.5 E-07	0.033	1000	1.1	7 E+01	3 E+02	4 E-01	0.3	-> Pu-239, Am-243
Cm-244	18.11 a	$\alpha$ , $\gamma$ , $\phi$	1.7 E-05	1.2 E-07	0.002	<1	<0.1	8 E+01	3 E+02	5 E-01	0.3	-> Pu-240
Cm-245	8500 a	$\alpha$ , $\gamma$	2.7 E-05	2.1 E-07	0.028	400	0.4	5 E+01	2 E+02	3 E-01	0.3	-> Pu-241
Cm-246 [9]	4370 a	$\alpha$ , $\gamma$ , $\phi$	2.7 E-05	2.1 E-07	0.013	<1	<0.1	5 E+01	2 E+02	3 E-01	0.3	-> Pu-242
Cm-247	1.56 E7 a	$\alpha$ , $\gamma$	2.5 E-05	1.9 E-07	0.053	100	0.1	5 E+01	2 E+02	3 E-01	0.3	-> Pu-243
Cm-248 [9]	3.39 E5 a	$\alpha$ , $\gamma$ , $\phi$	9.5 E-05	7.7 E-07	3.8	<1	<0.1	1 E+01	5 E+01	9 E-02	0.1	-> Pu-244
Cm-249	64.15 m	$\beta^-$ , $\gamma$	5.1 E-11	3.1 E-11	0.003	1000	1.5	3 E+05	1 E+08	2 E+05	3	-> Bk-249
Cm-250 [9]	6900 a	$\alpha$ , $\beta^-$ , $\phi$	5.4 E-04	4.4 E-06	36	<1	<0.1	2 E+00	9 E+00	2 E-02	0.03	-> Pu-246, Bk-250
Bk-245	4.94 d	$\alpha$ , $\epsilon$ , $\gamma$	1.8 E-09	5.7 E-10	0.054	2000	1.6	2 E+04	3 E+06	5 E+03	3	-> Cm-245, Am-241
Bk-246	1.83 d	$\epsilon$ , $\gamma$	4.6 E-10	4.8 E-10	0.161	30	0.1	2 E+04	1 E+07	2 E+04	30	-> Cm-246
Bk-247	1380 a	$\alpha$ , $\gamma$	4.5 E-05	3.5 E-07	0.021	800	0.7	3 E+01	1 E+02	2 E-01	0.3	-> Am-243
Bk-249	320 d	$\alpha$ , $\beta^-$ , $\gamma$ , $\phi$	1.0 E-07	9.7 E-10	<0.001	20	<0.1	1 E+04	5 E+04	8 E+01	100	-> Cf-249, Am-245
Bk-250	3.222 h	$\beta^-$ , $\gamma$	7.1 E-10	1.4 E-10	0.137	1000	1.5	7 E+04	7 E+06	1 E+04	3	-> Cf-250
Cf-244	19.4 m	$\alpha$ , $\gamma$	1.8 E-08	7.0 E-11	0.003	<1	<0.1	1 E+05	3 E+05	5 E+02	300	-> Cm-240
Cf-246	35.7 h	$\alpha$ , $\gamma$ , $\phi$	3.5 E-07	3.3 E-09	0.002	<1	<0.1	3 E+03	1 E+04	2 E+01	30	-> Cm-242
Cf-248 [9]	333.5 d	$\alpha$ , $\gamma$ , $\phi$	6.1 E-06	2.8 E-08	0.003	<1	<0.1	4 E+02	8 E+02	1 E+00	3	-> Cm-244

nuclide	tempo di dimezzamento	tipo di disintegrazione e di radiazione	$e_{\text{ina}}$ Sv/Bq	$e_{\text{ing}}$ Sv/Bq	grandezze di apprezzamento			Limite di esenzione	limiti di licenza	valore operativo		nuclide figlio instabile
					$h_{10}$ (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq a 10 cm di distanza	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm <sup>2</sup> )	LE Bq/kg o $L_{\text{ass}}$ Bq	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	350.6 a	$\alpha, \gamma, \phi$	4.5 E-05	3.5 E-07	0.060	200	0.2	3 E+01	1 E+02	2 E-01	0.3	-> Cm-245
Cf-250 [9]	13.08 a	$\alpha, \gamma, \phi$	2.2 E-05	1.6 E-07	0.035	<1	<0.1	6 E+01	2 E+02	4 E-01	0.3	-> Cm-246
Cf-251	898 a	$\alpha, \gamma$	4.6 E-05	3.6 E-07	0.037	1000	1.8	3 E+01	1 E+02	2 E-01	0.3	-> Cm-247
Cf-252 [9]	2.638 a	$\alpha, \gamma, \phi$	1.3 E-05	9.0 E-08	1.3	<1	<0.1	1 E+02	4 E+02	6 E-01	1	-> Cm-248
Cf-253	17.81 d	$\alpha, \beta^-, \gamma$	1.0 E-06	1.4 E-09	<0.001	800	0.8	7 E+03	7 E+03	8 E+00	10	-> Es-253, Cm-249
Cf-254 [9]	60.5 d	$\alpha, \gamma, \phi$	2.2 E-05	4.0 E-07	42	<1	<0.1	3 E+01	2 E+02	4 E-01	0.3	-> Cm-250
Es-250	2.1 h	$\epsilon, \gamma$	4.2 E-10	2.1 E-11	0.071	20	0.1	5 E+05	1 E+07	2 E+04	100	-> Cf-250
Es-251	33 h	$\alpha, \epsilon, \gamma$	1.7 E-09	1.7 E-10	0.028	200	0.2	6 E+04	3 E+06	5 E+03	30	-> Cf-251, Bk-247
Es-253	20.47 d	$\alpha, \gamma, \phi$	2.1 E-06	6.1 E-09	0.001	1	<0.1	2 E+03	2 E+03	4 E+00	10	-> Bk-249
Es-254	275.7 d	$\alpha, \gamma$	6.0 E-06	2.8 E-08	0.021	6	<0.1	4 E+02	8 E+02	1 E+00	3	-> Bk-250
Es-254m	39.3 h	$\alpha, \beta^-, \gamma$	3.7 E-07	4.2 E-09	0.077	1000	1.4	2 E+03	1 E+04	2 E+01	3	-> Fm-254, Bk-250
Fm-252	22.7 h	$\alpha, \gamma$	2.6 E-07	2.7 E-09	0.002	<1	<0.1	4 E+03	2 E+04	3 E+01	30	-> Cf-248
Fm-253	3.00 d	$\alpha, \epsilon, \gamma$	3.0 E-07	9.1 E-10	0.023	200	0.2	1 E+04	2 E+04	3 E+01	30	-> Es-253, Cf-249
Fm-254	3.240 h	$\alpha, \gamma$	7.7 E-08	4.4 E-10	0.002	<1	<0.1	2 E+04	6 E+04	1 E+02	300	-> Cf-250
Fm-255	20.07 h	$\alpha, \gamma$	2.6 E-07	2.5 E-09	0.016	5	0.1	4 E+03	2 E+04	3 E+01	30	-> Cf-251
Fm-257	100.5 d	$\alpha, \gamma$	5.2 E-06	1.5 E-08	0.032	600	0.8	7 E+02	1 E+03	2 E+00	3	-> Cf-253
Md-257	5.2 h	$\alpha, \epsilon, \gamma$	2.0 E-08	1.2 E-10	0.027	30	<0.1	8 E+04	3 E+05	4 E+02	100	-> Fm-257, Es-253
Md-258	55 d	$\alpha, \gamma$	4.4 E-06	1.3 E-08	0.007	2	<0.1	8 E+02	1 E+03	2 E+00	10	-> Es-254

## Spiegazioni per le singole colonne

### 1-3 **Indicazioni generali concernenti il radionuclide [Fonte: International Commission on Radiological Protection, ICRP 38]. I nuclidi figli con un tempo di dimezzamento inferiore a 10 minuti non figurano separatamente; le loro caratteristiche sono integrate nella linea 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]: due nuclidi con lo stesso numero di protoni e neutroni, ma con una configurazione e un tempo di dimezzamento diversi.
- 2 Tempo di dimezzamento: s: secondo; m: minuto; h: ora; a: anno; E: rappresentazione esponenziale.
- 3 Tipo di disintegrazione e di radiazione:  $\alpha$  = raggi alfa;  $\beta^-$ ,  $\beta^+$  = raggi beta;  $\gamma$  = raggi gamma;  $\epsilon$  = cattura di elettroni;  $\Phi$  = fissione spontanea.

### 4, 5 **Fattori di dose per inalazione (respirazione) e ingestione (cibi, bevande) per adulti. [Fonte: direttiva 96/29/Euratom del 13 maggio 1996, (tabella C1, colonna h(g)<sub>5um</sub> per inalazione, colonna h(g) per ingestione). Singoli nuclidi che non vi figurano: International Commission on Radiological Protection, Oak Ridge, data base for ICRP 61, K.F. Eckerman, february 1993 oppure National Radiological Protection Board, UK; NRPB-R245, 1991]**

- 4 Grandezza di apprezzamento per inalazione. L'inalazione di 1 Bq conduce al massimo alla dose efficace indicata in Sv.
- 5 Grandezza di apprezzamento per ingestione. L'ingestione di 1 Bq conduce al massimo alla dose efficace indicata in Sv.

### 6-8 **Grandezze di apprezzamento 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 delle grandezze di apprezzamento 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 una 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 una attività pari a 1 GBq ( $10^9$  Bq).
- 8 Grandezza di apprezzamento per la contaminazione della pelle. Una contaminazione della pelle pari a 1 kBq/cm<sup>2</sup> (media su 100 cm<sup>2</sup>) conduce all'intensità di dose indicata (equivalente di intensità di dose direzionale).

### 9-12 **Limite di esenzione, limite di licenza e valori operativi.**

- 9 Limite di esenzione per l'attività specifica in Bq/kg e limite di esenzione per l'attività assoluta in Bq. I limiti di esenzione sono derivati dalla colonna 5.

L'ingestione di 1 kg di sostanza con attività specifica LE, cioè l'attività  $LE_{ass}$ , conduce a una dose efficace impegnata pari a 10  $\mu$ Sv.

- 10 Limite di licenza per la manipolazione giornaliera. I valori dei limiti di licenza sono derivati dalla colonna 4, poiché - nel trattamento di radionuclidi nei laboratori - domina il pericolo di inalazione. L'inalazione unica di una attività LA conduce a una dose efficace impegnata pari a 5 mSv. In alcuni casi, il valore ricavato per LA è inferiore al valore per LE, e ciò non è logico. Il valore di LA è dunque stato sostituito da quello di LE [5]. Per i gas nobili, il limite 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 Valore operativo per attività continua nell'aria, applicabile alle persone professionalmente esposte a radiazioni. L'inalazione di aria con una concentrazione radioattiva CA durante 40 ore settimanali e 50 settimane all'anno conduce a una dose efficace impegnata pari a 20 mSv. Per l'inalazione si applica:  $CA [Bq/m^3] = 0,02 Sv/(e_{ina} \cdot 2400 m^3/a)$ . Per i gas nobili, la permanenza in una nube emisferica di grande raggio durante 40 ore settimanali e 50 settimane all'anno conduce a una dose efficace pari a 20 mSv (gas e gas nobili: D.C. Kocher, Oak Ridge National Laboratory, TN Jnl. - 1981, NUREG/CR-1918). 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 contrassegnate in modo particolare. Sono contrassegnati con la relativa nota anche i casi in cui l'immersione conduce a un'irradiazione della pelle o di tutti gli organi e la dose dovuta a immersione è più elevata di quella dovuta a inalazione. [1]: Per Kr-88 sono stati indicati i valori del nuclide figlio in caso d'immersione. [3]: Ricavato dalla dose efficace in caso di immersione. [4]: Ricavato dalla dose per la pelle in caso di immersione.
- 12 Valore operativo per la contaminazione superficiale al di fuori delle zone controllate, calcolato come media su 100 cm<sup>2</sup>. Per l'ottenimento dei valori si è tenuto conto dell'irradiazione della pelle, di una incorporazione e del limite di licenza (riferimento all'inalazione), ed è stato considerato, di volta in volta, il caso più sfavorevole:
- irradiazione della pelle durante 8760 ore all'anno, esaurimento di un decimo del valore limite per la pelle, corrispondente a una dose efficace pari a 0,5 mSv all'anno;
  - ingestione giornaliera dell'attività che può trovarsi su una superficie di 10 cm<sup>2</sup> (parti della mano), corrispondente a una dose efficace pari a 0,5 mSv all'anno;
  - $CS_{ina} = LA/100 cm^2 = 5 mSv/(1000 \cdot mSv/Sv \cdot e_{ina}/100 cm^2)$

### 13 Nuclide figlio instabile

- 13 Nuclide figlio instabile; - > significa: si disintegra a...; in caso di ramificazione in diversi nuclidi, gli stessi sono separati da una virgola; una seconda freccia indica una serie di disintegrazione. [6]: Il valore  $h_{10}$  del nuclide figlio supera 0,1 (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza (osservare il nuclide figlio di volta in volta!).

**Tavola delle note**

- [1] Per Kr-88 sono stati indicati i valori del nuclide figlio in caso d'immersione (colonna 11).
- [2] Due nuclidi con lo stesso numero di protoni e di neutroni, ma con una configurazione e un tempo di dimezzamento diversi (colonna 1).
- [3] Ricavato dalla dose efficace in caso d'immersione (colonna 11).
- [4] Ricavato dalla dose per la pelle in caso d'immersione (colonna 11).
- [5] Il valore di LA è stato sostituito da quello di LE (colonna 10).
- [6] Il valore  $h_{10}$  del nuclide figlio supera 0,1 (mSv/h)/GBq a 1 m di distanza (osservare il nuclide figlio di volta in volta!) (colonna 13).
- [7] Deve essere considerata anche la parte H-3,HTO
- [8] Per il Kr-85 è stato scelto il valore LA, in modo che a una distanza di 10 cm l'intensità di dose sia di 1  $\mu$ Sv/h.
- [9] Per  $h_{10}$  si è tenuto conto della fissione spontanea. La parte delle fissioni spontanee è tratta da «Tables of Isotopes» (8<sup>a</sup> edizione, 1996, John Wiley&Sons) e dalla banca dati ENDF del «Brookhaven National Laboratory». Per il numero medio di neutroni per fissione e 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 e l'emissione dei fotoni dovuta ai prodotti di fissione.

**Miscele di nuclidi**

Per le miscele di nuclidi, la regola di addizione di cui all'appendice 1 si applica alle colonne 9, 11 e 12.

## Fattori di dose per diversi gruppi di età

### 1. Inalazione

Nuclide	la infanzia (la)			bambini (10a)			adulti		
	e <sub>ina</sub> Sv/Bq	h <sub>ina, organo</sub> Sv/Bq	organo	e <sub>ina</sub> Sv/Bq	h <sub>ina, organo</sub> Sv/Bq	organo	e <sub>ina</sub> Sv/Bq	h <sub>ina, organo</sub> Sv/Bq	organo
H-3, HTO	1.2 E-09	4.8 E-11	CI	3.8 E-10	2.3 E-11	CI	2.6 E-10	1.8 E-11	CI
organ. T		1.1 E-10	CI		5.5 E-11	CI		4.1 E-11	CI
C-14 org.	1.9 E-08	1.6 E-09	CI	7.4 E-09	7.9 E-10	CI	5.8 E-09	5.8 E-10	CI
Na-22	9.7 E-09	1.7 E-08	per	2.4 E-09	6.9 E-09	per	1.3 E-09	3.5 E-09	per
Na-24	2.3 E-09	7.5 E-09	pol	5.7 E-10	2.7 E-09	pol	2.7 E-10	1.2 E-09	pol
Sc-47	4.0 E-09	1.7 E-08	STI	1.1 E-09	5.9 E-09	STI	7.3 E-10	2.5 E-09	STI
Cr-51	2.6 E-10	3.3 E-09	pol	6.6 E-11	1.2 E-09	pol	3.7 E-11	5.4 E-10	pol
Mn-54	7.5 E-09	2.5 E-08	pol	2.4 E-09	1.1 E-08	pol	1.5 E-09	6.4 E-09	pol
Fe-59	2.1 E-08	6.7 E-08	pol	5.8 E-09	3.1 E-08	pol	4.0 E-09	2.3 E-08	pol
Co-57	4.4 E-09	1.2 E-08	pol	1.5 E-09	4.8 E-09	pol	1.0 E-09	3.3 E-09	pol
Co-58	9.0 E-09	3.0 E-08	ET	3.1 E-09	1.2 E-08	pol	2.1 E-09	8.9 E-09	pol
Co-60	9.2 E-08	1.6 E-07	pol	4.0 E-08	7.3 E-08	pol	3.1 E-08	5.2 E-08	pol
Zn-65	1.5 E-08	1.7 E-08	pol	3.8 E-09	7.5 E-09	pol	2.2 E-09	5.1 E-09	pol
Se-75	7.8 E-09	2.4 E-08	ren	2.5 E-09	9.2 E-09	ren	1.3 E-09	5.4 E-09	ren
Br-82	3.8 E-09	8.9 E-09	pol	1.1 E-09	3.4 E-09	pol	6.3 E-10	1.7 E-09	pol
Sr-89	3.9 E-08	1.5 E-07	pol	1.2 E-08	6.3 E-08	pol	7.9 E-09	4.5 E-08	pol
Sr-90	4.2 E-07	7.0 E-07	pol	1.8 E-07	2.9 E-07	pol	1.6 E-07	2.1 E-07	pol
Y-91	4.3 E-08	6.7 E-07	pol	1.3 E-08	2.2 E-07	pol	8.9 E-09	9.9 E-08	pol
Zr-95	2.4 E-08	9.1 E-08	pol	8.3 E-09	4.2 E-08	pol	5.9 E-09	3.1 E-08	pol
Nb-95	7.7 E-09	2.8 E-08	pol	2.5 E-09	1.3 E-08	pol	1.8 E-09	9.5 E-09	pol
Mo-99	6.9 E-09	2.6 E-08	STI	1.7 E-09	7.2 E-09	pol	9.9 E-10	5.3 E-09	pol
Tc-99m	1.3 E-10	1.4 E-09	ET	3.5 E-11	4.3 E-10	ET	2.0 E-11	2.1 E-10	ET
Ru-103	1.3 E-08	5.3 E-08	pol	4.2 E-09	2.4 E-08	pol	3.0 E-09	1.8 E-08	pol

<sup>54</sup> Nuovo testo giusta il n. II dell'O del 17 nov. 1999, in vigore dal 1° gen. 2000 (RU 2000 107).

Nuclide	la infanzia (la)			bambini (10a)			adulti		
	eina Sv/Bq	hina,organo Sv/Bq	organo	eina Sv/Bq	hina,organo Sv/Bq	organo	eina Sv/Bq	hina,organo Sv/Bq	organo
Ru-106	2.6 E-07	7.1 E-07	pol	9.1 E-08	2.8 E-07	pol	6.6 E-08	2.0 E-07	pol
Ag-110m	4.6 E-08	1.1 E-07	pol	1.8 E-08	5.1 E-08	pol	1.2 E-08	3.6 E-08	pol
Sn-125	2.1 E-08	1.5 E-07	pol	5.0 E-09	5.2 E-08	pol	3.1 E-09	2.2 E-08	pol
Sb-122	8.8 E-09	4.7 E-08	STI	2.0 E-09	1.6 E-08	STI	1.1 E-09	6.8 E-09	STI
Sb-124	3.9 E-08	1.4 E-07	pol	1.3 E-08	6.1 E-08	pol	8.6 E-09	4.4 E-08	pol
Sb-125	4.2 E-08	1.0 E-07	pol	1.6 E-08	4.5 E-08	pol	1.2 E-08	3.2 E-08	pol
Sb-127	1.1 E-08	3.9 E-08	STI	3.0 E-09	1.4 E-08	pol	1.9 E-09	1.1 E-08	pol
Te-125m	1.7 E-08	8.2 E-08	per	5.8 E-09	2.7 E-08	per	4.2 E-09	1.2 E-08	per
Te-127m	4.1 E-08	1.7 E-07	pol	1.4 E-08	7.7 E-08	pol	9.8 E-09	5.6 E-08	pol
Te-129m	3.8 E-08	1.5 E-07	pol	1.2 E-08	6.6 E-08	pol	7.9 E-09	4.8 E-08	pol
Te-131m	8.7 E-09	3.2 E-08	ET	2.0 E-09	9.8 E-09	ET	9.4 E-10	4.6 E-09	ET
Te-132	2.2 E-08	5.6 E-08	ET	4.2 E-09	1.7 E-08	ET	2.0 E-09	1.0 E-08	pol
I-125	2.0 E-08	4.5 E-07	tir	1.1 E-08	2.2 E-07	tir	5.1 E-09	1.0 E-07	tir
I-129	7.2 E-08	1.7 E-06	tir	6.7 E-08	1.3 E-06	tir	3.6 E-08	7.1 E-07	tir
I-131	7.2 E-08	1.4 E-06	tir	1.9 E-08	3.7 E-07	tir	7.4 E-09	1.5 E-07	tir
I-133	1.9 E-08	3.5 E-07	tir	3.8 E-09	7.4 E-08	tir	1.5 E-09	2.8 E-08	tir
I-135	4.1 E-09	7.0 E-08	tir	7.9 E-10	1.5 E-08	tir	3.2 E-10	5.7 E-09	tir
Cs-134	7.0 E-08	4.9 E-08	ET	2.8 E-08	1.8 E-08	ET	2.0 E-08	1.2 E-08	ET
Cs-136	1.5 E-08	5.9 E-08	ET	4.1 E-09	1.9 E-08	ET	2.8 E-09	8.8 E-09	ET
Cs-137	1.1 E-07	2.5 E-08	ET	4.8 E-08	9.7 E-09	ET	3.9 E-08	7.4 E-09	ET
Ba-140	2.9 E-08	1.1 E-07	pol	8.6 E-09	4.8 E-08	pol	5.8 E-09	3.5 E-08	pol
La-140	8.8 E-09	3.5 E-08	STI	2.0 E-09	1.2 E-08	STI	1.1 E-09	5.5 E-09	STI
Ce-141	1.6 E-08	6.9 E-08	pol	5.3 E-09	3.2 E-08	pol	2.4 E-08	1.7 E-08	pol
Ce-144	3.6 E-07	6.5 E-07	pol	7.8 E-08	2.6 E-06	pol	5.3 E-08	1.7 E-07	pol
Pr-143	1.3 E-08	9.2 E-08	pol	3.6 E-09	3.1 E-08	pol	2.4 E-09	1.3 E-08	pol
Pb-210	1.8 E-05	2.2 E-05	pol	7.2 E-06	8.3 E-06	pol	5.6 E-06	5.5 E-06	pol
Bi-210	3.9 E-07	2.9 E-06	pol	1.3 E-07	9.6 E-07	pol	9.3 E-08	4.2 E-07	pol
Po-210	1.8 E-05	8.1 E-05	pol	5.9 E-06	3.5 E-05	pol	4.3 E-06	2.6 E-05	pol
Ra-224	1.2 E-05	6.7 E-05	pol	4.4 E-06	3.2 E-05	pol	3.4 E-06	2.5 E-05	pol
Ra-226	3.4 E-05	9.1 E-05	pol	1.2 E-05	3.8 E-05	pol	9.5 E-06	2.8 E-05	pol
Th-227	3.9 E-05	2.4 E-04	pol	1.4 E-05	8.1 E-05	pol	1.0 E-05	3.5 E-05	pol
Th-228	1.8 E-04	1.1 E-03	pol	5.5 E-05	4.5 E-04	pol	4.0 E-05	3.3 E-04	pol
Th-230	2.1 E-04	2.6 E-04	per	1.1 E-04	2.4 E-04	per	1.0 E-04	2.8 E-04	per

Nuclide	la infanzia (la)			bambini (10a)			adulti		
	e <sub>ina</sub> Sv/Bq	h <sub>ina,organo</sub> Sv/Bq	organo	e <sub>ina</sub> Sv/Bq	h <sub>ina,organo</sub> Sv/Bq	organo	e <sub>ina</sub> Sv/Bq	h <sub>ina,organo</sub> Sv/Bq	organo
Th-232	2.3 E-04	3.5 E-04	pol	1.3 E-04	2.6 E-04	per	1.1 E-04	2.9 E-04	per
Pa-231	2.2 E-04	1.6 E-02	per	1.5 E-04	1.1 E-02	per	1.4 E-04	8.7 E-03	per
U-234	3.3 E-05	9.0 E-05	per	1.2 E-05	3.8 E-05	per	9.4 E-06	2.7 E-05	per
U-235	3.0 E-05	8.1 E-05	pol	1.1 E-05	3.4 E-05	pol	8.5 E-06	2.4 E-05	pol
U-238	2.9 E-05	7.5 E-05	pol	1.0 E-05	3.1 E-05	pol	8.0 E-06	2.2 E-05	pol
Np-237	9.8 E-05	8.3 E-04	per	5.0 E-05	6.7 E-04	per	5.0 E-05	1.3 E-03	per
Np-239	5.9 E-09	1.8 E-08	ET	1.6 E-09	8.4 E-09	pol	1.0 E-09	6.3 E-09	pol
Pu-238	2.0 E-04	1.2 E-03	per	1.1 E-04	9.8 E-04	per	1.1 E-04	1.4 E-03	per
Pu-239	2.1 E-04	1.3 E-03	per	1.2 E-04	1.1 E-03	per	1.2 E-04	1.5 E-03	per
Pu-240	2.1 E-04	1.3 E-03	per	1.2 E-04	1.1 E-03	per	1.2 E-04	1.5 E-03	per
Pu-241	2.8 E-06	2.2 E-05	per	2.4 E-06	2.4 E-05	per	2.3 E-06	3.1 E-05	per
Am-241	1.8 E-04	1.4 E-03	per	1.0 E-04	1.2 E-03	per	9.6 E-05	1.7 E-03	per
Cm-242	2.7 E-05	1.2 E-04	per	8.2 E-06	4.8 E-05	pol	5.9 E-06	3.5 E-05	pol
Cm-244	1.5 E-04	9.6 E-04	per	6.1 E-05	6.4 E-04	per	5.7 E-05	9.2 E-04	per

**e<sub>ina</sub> :** dose efficace impegnata; tempo d'integrazione: 50 anni per adulti, 70 anni per bambini

Fattori di dose tratti dalla direttiva 96/29/Euratom del 13 maggio 1996, tabella B, colonna h (età ≤ 1a), h (età 7-12a) e h (età > 17a)

**h<sub>ina,organo</sub> :** dose impegnata nell'organo più colpito (CI: corpo intero; ET: vie respiratorie extratoraciche, tir: tiroide; per: periostio; STI: stomaco, tratto intestinale; ut: utero; pol: polmoni, ren: reni)

Fattori di dose tratti da ICRP-Publication 71, colonna «1 Year», «10 Years» e «Adult»

## 2. Ingestione

Nuclide	la 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
H-3, HTO	6.4E-11	4.8E-11	CI	2.3E-11	2.3E-11	CI	1.8E-11	1.8E-11	CI
organ. T	1.2E-10	1.1E-10	CI	5.7E-11	5.5E-11	CI	4.2E-11	4.1E-11	CI
C-14	1.4E-09	1.6E-09	CI	8.0E-10	8.0E-10	CI	5.8E-10	5.8E-10	CI
Na-22	2.1E-08	2.7E-08	per	5.5E-09	1.1E-08	per	3.2E-09	5.6E-09	per
Na-24	3.5E-09	6.6E-09	STI	7.7E-10	2.5E-09	STI	4.3E-10	1.2E-09	STI
Sc-47	6.1E-09	4.2E-08	STI	1.2E-09	1.4E-08	STI	5.4E-10	6.1E-09	STI
Cr-51	3.5E-10	1.9E-09	STI	7.8E-11	6.9E-10	STI	3.8E-11	3.1E-10	STI
Mn-54	5.4E-09	8.6E-09	STI	1.3E-09	3.9E-09	STI	7.1E-10	2.2E-09	STI
Fe-59	3.9E-08	5.0E-08	STI	4.7E-09	1.6E-08	STI	1.8E-09	8.4E-09	STI
Co-57	2.9E-09	8.1E-09	STI	5.8E-10	2.6E-09	STI	2.1E-10	1.4E-09	STI
Co-58	7.3E-09	1.9E-08	STI	1.7E-09	6.8E-09	STI	7.4E-10	4.0E-09	STI
Co-60	5.4E-08	6.4E-08	STI	1.1E-08	2.4E-08	STI	3.4E-09	1.2E-08	STI
Zn-65	3.6E-08	2.2E-08	per	6.4E-09	8.9E-09	per	3.9E-09	5.5E-09	per
Se-75	2.0E-08	5.1E-08	ren	6.0E-09	2.2E-08	ren	2.6E-09	1.4E-08	ren
Br-82	3.7E-09	3.7E-09	STI	9.5E-10	1.6E-09	STI	5.4E-10	8.2E-10	STI
Sr-89	3.6E-08	1.4E-07	per	5.8E-09	4.2E-08	STI	2.6E-09	2.2E-08	STI
Sr-90	2.3E-07	7.3E-07	per	6.0E-08	1.1E-06	per	2.8E-08	4.1E-07	per
Y-91	2.8E-08	2.1E-07	STI	5.2E-09	7.0E-08	STI	2.4E-09	3.0E-08	STI
Zr-95	8.5E-09	5.2E-08	STI	1.9E-09	1.6E-08	STI	9.5E-10	7.8E-09	STI
Nb-95	4.6E-09	2.4E-08	STI	1.1E-09	8.1E-09	STI	5.8E-10	4.0E-09	STI
Mo-99	5.5E-09	1.6E-08	fe	1.1E-09	5.5E-09	fe	6.0E-10	3.1E-09	ren
Tc-99m	2.0E-10	4.7E-10	STI	4.3E-11	1.6E-10	STI	2.2E-11	7.7E-11	STI
Ru-103	7.1E-09	4.5E-08	STI	1.5E-09	1.4E-08	STI	7.3E-10	6.6E-09	STI
Ru-106	8.4E-08	5.3E-07	STI	1.5E-08	1.6E-07	STI	7.0E-09	7.2E-08	STI
Ag-110m	2.4E-08	6.3E-08	STI	5.2E-09	2.2E-08	STI	2.8E-09	1.2E-08	STI
Sn-125	3.5E-08	2.5E-07	STI	6.7E-09	8.5E-08	STI	3.1E-09	3.7E-08	STI
Sb-122	1.8E-08	1.4E-07	STI	3.7E-09	4.6E-08	STI	1.7E-09	2.0E-08	STI
Sb-124	2.5E-08	1.5E-07	STI	5.2E-09	4.6E-08	STI	2.5E-09	2.2E-08	STI
Sb-125	1.1E-08	4.1E-08	STI	2.1E-09	1.3E-08	STI	1.1E-09	9.1E-09	per
Sb-127	1.7E-08	1.3E-07	STI	3.6E-09	4.5E-08	STI	1.7E-09	2.0E-08	STI

Nuclide	la infanzia (la)			bambini (10a)			adulti		
	eing Sv/Bq	hing,organo Sv/Bq	organo	eing Sv/Bq	hing,organo Sv/Bq	organo	eing Sv/Bq	hing,organo Sv/Bq	organo
Te-125m	1.3E-08	8.8E-08	per	1.9E-09	2.9E-08	per	8.7E-10	1.3E-08	per
Te-127m	4.1E-08	1.4E-07	per	5.2E-09	5.5E-08	per	2.3E-09	3.2E-08	per
Te-129m	4.4E-08	1.7E-07	STI	6.6E-09	5.0E-08	STI	3.0E-09	2.3E-08	STI
Te-131m	2.0E-08	1.5E-07	tir	4.3E-09	4.5E-08	tir	1.9E-09	1.9E-08	tir
Te-132	4.8E-08	3.0E-07	tir	8.3E-09	7.1E-08	tir	3.8E-09	2.9E-08	tir
I-125	5.2E-08	1.2E-06	tir	3.1E-08	6.3E-07	tir	1.5E-08	3.1E-07	tir
I-129	1.8E-07	4.3E-06	tir	1.9E-07	3.8E-06	tir	1.1E-07	2.1E-06	tir
I-131	1.8E-07	3.6E-06	tir	5.2E-08	1.0E-06	tir	2.2E-08	4.3E-07	tir
I-133	4.9E-08	8.6E-07	tir	1.0E-08	2.3E-07	tir	4.3E-09	8.3E-08	tir
I-135	1.0E-08	1.7E-07	tir	2.2E-09	4.5E-08	tir	9.3E-10	1.6E-08	tir
Cs-134	2.6E-08	2.9E-08	STI	1.4E-08	1.9E-08	STI	1.9E-08	2.3E-08	STI
Cs-136	1.5E-08	1.6E-08	STI	4.4E-09	5.6E-09	STI	3.0E-09	3.7E-09	STI
Cs-137	2.1E-08	3.1E-08	STI	1.0E-08	1.6E-08	STI	1.3E-08	1.7E-08	STI
Ba-140	3.2E-08	1.9E-07	STI	5.8E-09	5.7E-08	STI	2.6E-09	2.9E-08	STI
La-140	2.0E-08	1.1E-07	STI	4.2E-09	3.9E-08	STI	2.0E-09	1.7E-08	STI
Ce-141	8.1E-09	6.3E-08	STI	1.5E-09	1.9E-08	STI	7.1E-10	8.7E-09	STI
Ce-144	6.6E-08	4.9E-07	STI	1.1E-08	1.5E-07	STI	5.2E-09	6.7E-08	STI
Pr-143	1.4E-08	1.0E-07	STI	2.6E-09	3.4E-08	STI	1.2E-09	1.5E-08	STI
Pb-210	8.4E-06	3.8E-05	per	1.9E-06	4.5E-05	per	6.9E-07	2.3E-05	per
Bi-210	1.5E-08	1.1E-07	STI	2.9E-09	3.6E-08	STI	1.3E-09	1.5E-08	STI
Po-210	2.6E-05	7.6E-05	mi	2.6E-06	2.5E-05	mi	1.2E-06	1.3E-05	ren
Ra-224	2.7E-06	2.3E-05	per	2.6E-07	1.1E-05	per	6.5E-08	1.8E-06	per
Ra-226	4.7E-06	2.9E-05	per	8.0E-07	4.0E-05	per	2.8E-07	1.3E-05	per
Th-227	3.0E-07	2.4E-06	per	2.3E-08	8.0E-07	per	8.8E-09	3.5E-07	per
Th-228	3.7E-06	8.4E-06	per	1.5E-07	4.3E-06	per	7.2E-08	2.5E-06	per
Th-230	4.1E-06	1.3E-05	per	2.4E-07	1.1E-05	per	2.1E-07	1.2E-05	per
Th-232	4.6E-06	1.3E-05	per	2.9E-07	1.2E-05	per	2.3E-07	1.2E-05	per
Pa-231	1.3E-05	1.3E-04	per	9.2E-07	9.3E-05	per	7.1E-07	7.2E-05	per
U-234	3.7E-07	1.8E-06	per	7.4E-08	1.5E-06	per	4.9E-08	7.9E-07	per
U-235	3.5E-07	1.7E-06	per	7.1E-08	1.4E-06	per	4.7E-08	7.4E-07	per
U-238	3.4E-07	1.6E-06	per	6.8E-08	1.4E-06	per	4.5E-08	7.1E-07	per
Np-237	2.0E-06	5.1E-06	per	1.1E-07	4.2E-06	per	1.1E-07	5.5E-06	per
Np-239	8.9E-09	6.4E-08	STI	1.7E-09	1.9E-08	STI	8.0E-10	8.7E-09	STI

Nuclide	la 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
Pu-238	4.0E-06	7.0E-06	per	2.4E-07	6.1E-06	per	2.3E-07	7.5E-06	per
Pu-239	4.2E-06	7.7E-06	per	2.7E-07	6.9E-06	per	2.5E-07	8.4E-06	per
Pu-240	4.2E-06	7.7E-06	per	2.7E-07	6.9E-06	per	2.5E-07	8.4E-06	per
Pu-241	5.6E-08	1.3E-07	per	5.1E-09	1.4E-07	per	4.8E-09	1.7E-07	per
Am-241	3.7E-06	8.5E-06	per	2.2E-07	7.5E-06	per	2.0E-07	9.2E-06	per
Cm-242	5.9E-07	2.5E-06	per	2.4E-08	8.9E-07	per	1.2E-08	4.5E-07	per
Cm-244	2.9E-06	2.5E-05	per	1.4E-07	1.2E-05	per	1.2E-07	9.8E-06	per
$e_{ing}$ :	dose efficace impegnata; tempo d'integrazione: 50 anni per adulti, 70 anni per bambini Fattori di dose tratti dalla direttiva 96/29/Euratom del 13 maggio 1996, tabella A, colonna h (età <= 1a), h (età 7-12a) e h (età > 17a)								
$h_{ing,organo}$ :	dose impegnata nell'organo più colpito (CI: corpo intero; tir: tiroide; per: periestio; STI: stomaco, tratto intestinale; ut: utero; ren: reni; sur: surreni; mi: milza, fe: fegato) Fattori di dose tratti da ICRP-Publication 56, 67 e 69, colonna «1 Year», «10 Years» e «Adult»								

## Metodo per l'accertamento della dose di irradiazione

### 1. Principio

Le dosi efficaci e le dosi relative agli organi sono generalmente accertate con l'ausilio di grandezze operazionali.

### 2. Grandezze operazionali

Le grandezze operazionali 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  $H_s$ ].

Le grandezze operazionali per la dosimetria ambientale sono:

- a. l'equivalente di dose ambientale  $H^*(10)$ ;
- b. l'equivalente di dose direzionale  $H'(0,07)$ .

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 alle appendici 3 e 4.

### 3. Dosi individuali inferiori ai valori limite di dose corrispondenti

La dose equivalente di un organo è equiparata, in caso di irradiazione esterna, alla dose profonda individuale  $H_p(10)$ , ovvero all'equivalente di dose ambientale  $H^*(10)$  per tutti i tessuti e organi ad eccezione della pelle.

La dose equivalente per la pelle è equiparata, in caso di irradiazione esterna, alla dose superficiale individuale  $H_p(0,07)$ , o all'equivalente di dose direzionale  $H'(0,07)$ .

La dose efficace è equiparata alla somma:

- a. della dose individuale  $H_p(10)$ , o dell'equivalente di dose ambientale  $H^*(10)$  e
- b. della dose efficace impegnata  $E_{50}$ .

### 4. Dosi individuali superiori ai valori limite di dose corrispondenti

Se i valori di dose, calcolati conformemente al numero 3, sono superiori ai valori limite corrispondenti, la dose efficace o le dosi relative agli organi per le persone interessate devono essere accertate individualmente da un perito, in collaborazione con l'autorità di sorveglianza, con metodi di calcolo e fattori di dose conformi allo stato della scienza e della tecnica. Il valore così stabilito determina se un valore limite di dose è effettivamente superato.

<sup>55</sup> Nuovo testo giusta il n. II dell'O del 17 nov. 1999, in vigore dal 1° gen. 2000 (RU 2000 107).

**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 poco penetrante.

## Designazione delle zone controllate

A seconda delle sorgenti radioattive impiegate, le zone controllate devono essere contrassegnate, come segue:

### 1. Sorgenti radioattive non sigillate:

- a. il nuclide di massima radiotossicità e la sua attività massima;
- b. la classificazione dell'area di lavoro (tipo A, B o C);
- c. il grado di contaminazione massima non fissata su superfici in Bq/cm<sup>2</sup> oppure come numero dei valori operativi per il nuclide in questione;
- d. l'intensità di dose ambientale in mSv all'ora nelle aree accessibili, qualora ciò sia ragionevole;
- e. indicazioni circa gli indumenti protettivi necessari e i provvedimenti di protezione;
- f. il segnale di pericolo.

### 2. Sorgenti radioattive sigillate:

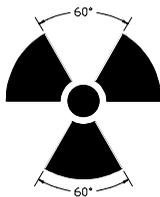
- a. il nuclide di massima radiotossicità e la sua attività massima, oppure l'attività e il nuclide con la radiazione gamma di massima energia;
- b. l'intensità di dose ambientale in mSv all'ora nelle aree accessibili, qualora ciò sia ragionevole;
- c. il segnale di pericolo.

### 3. Impianti (p. es. impianti a raggi X, acceleratori):

- a. la designazione dell'impianto;
- b. il tipo di radiazione (p. es. elettroni, raggi X, neutroni, nella misura in cui ciò non sia implicito nella designazione dell'impianto);
- c. l'intensità di dose ambientale in mSv all'ora nelle aree accessibili, qualora ciò sia ragionevole;
- d. il segnale di pericolo.

<sup>56</sup> Nuovo testo giusta il n. II dell'O del 17 nov. 1999, in vigore dal 1° gen. 2000 (RU 2000 107).

Segnale di pericolo:



Relazione dei raggi: 1 : 1, 5 : 5