

Ordinanza sulla dosimetria individuale (Ordinanza sulla dosimetria)

Modifica del 7 novembre 2007

*Il Dipartimento federale dell'interno e
il Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia
e delle comunicazioni,
ordinano:*

I

L'ordinanza del 7 ottobre 1999¹ sulla dosimetria è modificata come segue:

Art. 13 lett. c

L'autorità di sorveglianza può esigere che:

- c. qualora la dose delle estremità possa raggiungere più di 25 mSv all'anno siano utilizzati dosimetri per le estremità.

Art. 14 cpv. 5 e 6

⁵ Il titolare di un'autorizzazione segnala al servizio di dosimetria le persone che, nell'eseguire lavori con un grembiule al piombo, necessitano di un secondo dosimetro.

⁶ Il servizio di dosimetria calcola la dose individuale totale e segnala H_{sotto} , H_{sopra} e H_{totale} all'azienda e al registro centrale delle dosi.

Art. 15 Modalità per l'utilizzo di dosimetri per le estremità

Un dosimetro per le estremità dev'essere portato, nei limiti del possibile, sulle parti in cui ci si deve attendere la dose più elevata. Nel caso siano portati più dosimetri, dev'essere registrata la dose più elevata.

Art. 19 cpv. 4

⁴ L'autorità di omologazione può, per quanto concerne la dipendenza in funzione dell'energia o il campo di misura, concedere deroghe ai requisiti di cui alle appendici 3-7. A questo scopo, è necessario che l'operatore del servizio di dosimetria dimostri che:

- a. il suo sistema di dosimetria è utilizzato in campi di radiazione che forniscono un contributo di dose significativo solo in un settore energetico parziale; oppure

¹ **RS 814.501.43**

- b. per ragioni fisiche o grazie a misure tecniche è impossibile che, durante l'irradiazione, sia superato un determinato valore massimo di dose.

Art. 27 Fasci di radiazione di riferimento

I fasci di radiazione di riferimento, di cui all'appendice 8, devono corrispondere alle norme ISO² 4037³ (irradiazione di fotoni), ISO 8529⁴ (irradiazione di neutroni) e ISO 6980⁵ (irradiazione beta).

II

¹ Le appendici 2, 8 e 9 sono modificate secondo le versioni qui annesse.

² L'appendice 10 è sostituita dalla versione qui annessa.

² International Organization for Standardization.

Le norme tecniche ISO di questa ordinanza possono essere consultate gratuitamente presso l'Ufficio federale della sanità pubblica, 3003 Berna oppure ottenute dietro fattura presso il Centro svizzero d'informazioni sulle regole tecniche (switec), Burglistrasse 29, 8400 Winterthur o sul sito www.snv.ch.

³ ISO 4037-1, edizione: 1996-12

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

ISO 4037-2, edizione: 1997-12

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

ISO 4037-3, edizione: 1999-06

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

ISO 4037-4, edizione: 2004-10

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

⁴ ISO 8529-1, edizione: 2001-02

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

ISO 8529-2, edizione: 2000-08

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

ISO 8529-3, edizione: 1998-11

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

⁵ ISO 6980, edizione: 1996-10

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

III

La presente modifica entra in vigore il 1° gennaio 2008.

7 novembre 2007

Dipartimento federale dell'interno:

Pascal Couchepin

7 novembre 2007

Dipartimento federale dell'ambiente,
dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni:

Moritz Leuenberger

Appendice 2
(art. 18)

Titolo

Requisiti di un dosimetro per fotoni in condizioni di routine

H_0

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

Coefficienti di conversione

Lettera a, bibliografia secondo la tabella

a. Coefficienti di conversione per fotoni

Bibliografia: ICRP 74¹, ISO 4037-3².

¹ International Commission on Radiological Protection, www.icrp.org

² International Organization for Standardization, www.iso.org

Lettera d, bibliografia e nota 1 secondo la tabella

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

Bibliografia: comunicazione NPL¹

¹ National Physical Laboratory, www.npl.co.uk

Appendice 9
(art. 40)**Interpretazione di una misura di incorporazione***Testo prima della formula 5*

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

Testo dopo la formula 8

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

Nelle situazioni pratiche in cui si può supporre che l'incorporazione è cronica (p. es. H3, I-125), si utilizzeranno i fattori previsti per questo caso dati nell'appendice 10.

Appendice 10
(art. 32, 33, 34, 39 e 40)

Schede caratteristiche specifiche dei radionuclidi

Elenco dei radionuclidi:	pagina
1. H-3 sotto forma di acqua tritiata HTO	25
2. C-11	26
3. C-14	27
4. O-15	28
5. F-18	29
6. P-32	30
7. P-33	31
8. S-35	32
9. Ca-45	33
10. Cr-51	34
11. Fe-59	35
12. Co-57	36
13. Co-58	37
14. Co-60	38
15. Zn-65	39
16. Ga-67	40
17. Ga-68	41
18. Sr-85	42
19. Sr-89	43
20. Sr-90	44
21. Y-90	45
22. Tc-99m	46
23. In-111	47
24. I-123	48
25. I-124	49
26. I-125	50
27. I-131	51
28. Cs-134	52
29. Cs-137	53
30. Sm-153	54
31. Er-169	55
32. Lu-177	56
33. Re-186	57

Elenco dei radionuclidi:	pagina
34. Re-188	58
35. Tl-201	59
36. Ra-226	60
37. Th-232	61
38. U-235	62
39. U-238	63
40. Np-237	64
41. Pu-239	65
42. Am-241	66

1. H-3 sotto forma di acqua tritiata HTO

1. Metabolismo

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

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

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

Soglia di misura: 42 000 Bq/l

Misura d'incorporazione

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

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

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

4. Correzione in caso di incorporazione antecedente

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

5. Interpretazione in caso di incorporazione cronica

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

2. C-11

1. Metabolismo

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

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio (obbligatoria)

Misura diretta della radiazione mediante un rivelatore di rateo di dose a livello dello stomaco/dell'addome almeno ogni 4 ore.

Soglia di misura: 0,1 $\mu\text{Sv/h}$ a livello dello stomaco

Misura d'incorporazione

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

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T_{sondaggio}: 4 ore

T_{misura}: –

t_{evento}: immediatamente

4. Interpretazione

Se la soglia di misura è superata, occorre che un perito, d'intesa con l'autorità di sorveglianza, verifichi e interpreti i dati per determinare la dose efficace impegnata E₅₀.

3. C-14

1. Metabolismo

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

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio (obbligatoria, tranne che per il carbonio alimentare)

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

Soglia di misura: 200 Bq/l.

Quando la soglia di misura viene superata si eseguono misure giornaliere. È obbligatoria una misura di incorporazione qualora la soglia di misura sia superata durante una settimana.

Misura d'incorporazione

Misura della concentrazione C_u di C-14 nelle urine in Bq/l, mediante contatore a scintillazione liquida.

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

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

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

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

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

5. Correzione in caso di incorporazione antecedente

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

4. O-15

1. Metabolismo

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

2. Metodi di misura

Sorveglianza (obbligatoria)

Sorveglianza continua del sistema di areazione. Allarme in caso di superamento di una concentrazione nell'aria di 4000 Bq/m³.

Misura di sondaggio

Misura diretta della radiazione mediante un rivelatore di rateo di dose a livello dello stomaco/dell'addome dopo ogni allarme della sorveglianza.

Soglia di misura: 0,1 µSv/h a livello dello stomaco

Misura d'incorporazione

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

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T _{sondaggio} :	in caso di allarme	T _{misura} :	–	t _{evento} :	immediatamente
--------------------------	--------------------	-----------------------	---	-----------------------	----------------

4. Interpretazione

Se la soglia di misura è superata, occorre che un perito, d'intesa con l'autorità di sorveglianza, verifichi e interpreti i dati per determinare la dose efficace impegnata E₅₀.

5. F-18

1. Metabolismo

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

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio (obbligatoria)

Misura diretta della radiazione mediante un rivelatore di rateo di dose a livello dello stomaco/dell'addome almeno ogni 4 ore.

Soglia di misura: 0,1 $\mu\text{Sv/h}$ a livello dello stomaco.

Misura d'incorporazione

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

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$: 4 ore	T_{misura} : –	t_{evento} : immediatamente
--------------------------------	-------------------------	--------------------------------------

4. Interpretazione

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

6. P-32

1. Metabolismo

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

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

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

Soglia di misura: 200 Bq/l

Misura d'incorporazione

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

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

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

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

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

5. Correzione in caso di incorporazione antecedente

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

7. P-33

1. Metabolismo

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

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

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

Soglia di misura: 200 Bq/l

Misura d'incorporazione

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

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

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

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

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

5. Correzione in caso di incorporazione antecedente

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

8. S-35

1. Metabolismo

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

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

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

Soglia di misura: 150 Bq/l

Misura d'incorporazione

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

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

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

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

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

5. Correzione in caso di incorporazione antecedente

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

9. Ca-45

1. Metabolismo

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

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

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

Soglia di misura: 150 Bq/l

Misura d'incorporazione

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

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

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

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

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

5. Correzione in caso di incorporazione antecedente

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

10. Cr-51

1. Metabolismo

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

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

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

Soglia di misura: 120 000 Bq

Misura d'incorporazione

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

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T _{sondaggio} :	30 giorni	T _{misura} :	30 giorni	t _{evento} :	immediatamente
--------------------------	-----------	-----------------------	-----------	-----------------------	----------------

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

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

5. Correzione in caso di incorporazione antecedente

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

11. Fe-59

1. Metabolismo

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

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

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

Soglia di misura: 2 500 Bq

Misura d'incorporazione

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

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T _{sondaggio} :	30 giorni	T _{misura} :	30 giorni	t _{evento} :	immediatamente
--------------------------	-----------	-----------------------	-----------	-----------------------	----------------

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

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

5. Correzione in caso di incorporazione antecedente

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

12. Co-57

1. Metabolismo

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

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

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

Soglia di misura: 25 000 Bq

Misura d'incorporazione

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

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T _{sondaggio} :	180 giorni	T _{misura} :	180 giorni	t _{evento} :	immediatamente
--------------------------	------------	-----------------------	------------	-----------------------	----------------

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

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

5. Correzione in caso di incorporazione antecedente

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

13. Co-58

1. Metabolismo

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

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

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

Soglia di misura: 2600 Bq

Misura d'incorporazione

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

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T _{sondaggio} :	30 giorni	T _{misura} :	30 giorni	t _{evento} :	immediatamente
--------------------------	-----------	-----------------------	-----------	-----------------------	----------------

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$0,35 \times 10^{-8}$
E_{50} : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$0,68 \times 10^{-8}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$1,2 \times 10^{-8}$
e_{inh} : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$1,8 \times 10^{-8}$
m(t): Frazione di ritenzione	5	$2,2 \times 10^{-8}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$2,5 \times 10^{-8}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume $t = T/2$	7	$2,6 \times 10^{-8}$
Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni	15	$3,2 \times 10^{-8}$
	30	$4,3 \times 10^{-8}$
	45	$5,3 \times 10^{-8}$
	60	$6,8 \times 10^{-8}$
	90	10×10^{-8}

5. Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni: $E_{50} = M \cdot 3,2 \cdot 10^{-8} - E_{50}^a \cdot 0,60$

14. Co-60

1. Metabolismo

Il 90 % del cobalto inalato (classe di assorbimento S) viene eliminato, sull'arco di ore o di giorni, attraverso le vie respiratorie, l'apparato digerente (frazione di riassorbimento $f_1=0,05$) e le vie urinarie. Un 10 % scarso permane più tempo nel corpo, principalmente nei polmoni. Nel caso del Cobalto-60 la durata della permanenza di tale frazione è data principalmente, a causa del lungo tempo di dimezzamento fisico, dai meccanismi di clearance polmonare.

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

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

Soglia di misura: 1200 Bq

Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Co-60 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T _{sondaggio} :	180 giorni	T _{misura} :	180 giorni	t _{evento} :	immediatamente
--------------------------	------------	-----------------------	------------	-----------------------	----------------

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$0,35 \times 10^{-7}$
E_{50} : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$0,68 \times 10^{-7}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$1,2 \times 10^{-7}$
e_{inh} : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$1,7 \times 10^{-7}$
m(t): Frazione di ritenzione	5	$2,1 \times 10^{-7}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$2,3 \times 10^{-7}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume $t = T/2$	7	$2,5 \times 10^{-7}$
	15	$2,8 \times 10^{-7}$
	30	$3,1 \times 10^{-7}$
	60	$3,8 \times 10^{-7}$
Intervallo di sorveglianza T = 180 giorni	90	$4,3 \times 10^{-7}$
	180	$5,3 \times 10^{-7}$
	270	$6,1 \times 10^{-7}$

5. Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 180 giorni: $E_{50} = M \cdot 4,3 \cdot 10^{-7} - E_{50}^a \cdot 0,70$

15. Zn-65

1. Metabolismo

Circa il 90 % dello zinco inalato (classe di assorbimento S) viene rapidamente eliminato attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento $f_1=0,5$). Il resto si suddivide, attraverso la circolazione sanguigna, per l'80 % in tutto il corpo e per il 20 % nello scheletro. L'attività accumulata nello scheletro e il 70 % di quella distribuitasi in tutto il corpo sono eliminati con un tempo di dimezzamento biologico di 400 giorni. Il resto decade con un tempo di dimezzamento biologico di 20 giorni.

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

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

Soglia di misura: 25 000 Bq

Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Zn-65 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$:	180 giorni	T_{misura} :	180 giorni	t_{evento} :	immediatamente
--------------------------	------------	-----------------------	------------	-----------------------	----------------

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{\text{inh}}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{\text{inh}}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$5,19 \times 10^{-9}$
E_{50} : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$7,39 \times 10^{-9}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$9,06 \times 10^{-9}$
e_{inh} : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$10,0 \times 10^{-9}$
$m(t)$: Frazione di ritenzione	5	$10,4 \times 10^{-9}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione. Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume $t = T/2$	6	$10,7 \times 10^{-9}$
	7	$10,9 \times 10^{-9}$
	15	$11,8 \times 10^{-9}$
	30	$13,5 \times 10^{-9}$
Intervallo di sorveglianza T = 180 giorni	90	$19,4 \times 10^{-9}$
	180	$29,4 \times 10^{-9}$
	270	$43,4 \times 10^{-9}$
	360	$63,6 \times 10^{-9}$

5. Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 180 giorni: $E_{50} = M \cdot 1,94 \cdot 10^{-8} - E_{50}^a \cdot 0,45$

16. Ga-67

1. Metabolismo

Il gallio inalato (ipotesi: ossido; classe di assorbimento M) viene eliminato, sull'arco di ore o di giorni, attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento $f_1=0,001$). Il gallio che raggiunge la circolazione sanguigna è principalmente ridistribuito in tutto il corpo. Il 30 % viene eliminato molto rapidamente. Il resto viene eliminato con un tempo di dimezzamento biologico di 50 giorni.

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

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

Soglia di misura: 5500 Bq

Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Ga-67 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T _{sondaggio} :	7 giorni	T _{misura} :	7 giorni	t _{evento} :	immediatamente
--------------------------	----------	-----------------------	----------	-----------------------	----------------

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$0,70 \times 10^{-9}$
	2	$1,65 \times 10^{-9}$
	3	$3,55 \times 10^{-9}$
Intervallo di sorveglianza T = 7 giorni	4	$6,32 \times 10^{-9}$
	5	$9,49 \times 10^{-9}$
	6	$12,9 \times 10^{-9}$
E ₅₀ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	7	$16,7 \times 10^{-9}$
M: Risultato della misura in Bq	8	$21,2 \times 10^{-9}$
e _{inh} : Fattore di dose in Sv/Bq	9	$26,7 \times 10^{-9}$
m(t): Frazione di ritenzione	10	$33,3 \times 10^{-9}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione	14	$81,6 \times 10^{-9}$

5. Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 7 giorni:	$E_{50} = M \cdot 3,55 \cdot 10^{-9} - E_{50}^a \cdot 0,11$
--	---

17. Ga-68

1. Metabolismo

A causa della sua breve durata di vita (tempo di dimezzamento 68 min), prima di essere eliminato questo nuclide decade in gran parte completamente nel corpo. Il Gallio-68 inalato o ingerito causa inoltre il contributo di dose più elevato nei polmoni (inalazione) o nel tratto gastro-intestinale (ingestione).

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio (obbligatoria)

Misura diretta della radiazione mediante un rivelatore di rateo di dose a livello dello stomaco/dell'addome almeno ogni 4 ore.

Soglia di misura: 0,1 μ Sv/h a livello dello stomaco

Misura d'incorporazione

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

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T _{sondaggio} :	4 ore	T _{misura} :	–	t _{evento} :	immediatamente
--------------------------	-------	-----------------------	---	-----------------------	----------------

4. Interpretazione

Se la soglia di misura è superata, occorre che un perito, d'intesa con l'autorità di sorveglianza, verifichi e interpreti i dati per determinare la dose efficace impegnata E₅₀.

18. Sr-85

1. Metabolismo

Il 90 % dello Stronzio-85 inalato (classe di assorbimento S) viene eliminato, sull'arco di ore o di giorni, attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento $f_1=0,01$). Circa il 5 % rimane fissato nei polmoni per lungo tempo. La permanenza di questa frazione è data dal tempo di dimezzamento fisico dello Stronzio-85. La piccola quantità di stronzio che raggiunge la circolazione sanguigna viene assorbita dal tessuto osseo o eliminata, principalmente per via urinaria.

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

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

Soglia di misura: 6400 Bq

Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Sr-85 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

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

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$0,13 \times 10^{-8}$
E_{50} : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$0,26 \times 10^{-8}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$0,49 \times 10^{-8}$
e_{inh} : Dosisfaktor in Sv/Bq	4	$0,72 \times 10^{-8}$
$m(t)$: Frazione di ritenzione	5	$0,90 \times 10^{-8}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$1,0 \times 10^{-8}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume $t = T/2$	7	$1,1 \times 10^{-8}$
Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni	15	$1,3 \times 10^{-8}$
	30	$1,7 \times 10^{-8}$
	45	$2,2 \times 10^{-8}$
	60	$2,8 \times 10^{-8}$
	90	$4,3 \times 10^{-8}$

5. Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni: $E_{50} = M \cdot 1,3 \cdot 10^{-8} - E_{50}^a \cdot 0,59$

19. Sr-89

1. Metabolismo

Il 90 % dello Stronzio-89 inalato (classe di assorbimento S) viene eliminato, sull'arco di ore o di giorni, attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento $f_1=0,01$). Circa il 5 % rimane fissato nei polmoni per lungo tempo. La permanenza di questa frazione è data dal tempo di dimezzamento fisico dello Stronzio-89. La piccola quantità di stronzio che raggiunge la circolazione sanguigna viene assorbita dal tessuto osseo o eliminata, principalmente per via urinaria.

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

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

Soglia di misura: 0,5 Bq/l

Misura d'incorporazione

Misura, dopo separazione chimica, della concentrazione C_u di Sr-89 nelle urine in Bq/l, mediante contatore a scintillazione liquida.

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

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

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{\text{inh}}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{\text{inh}}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$0,0098 \times 10^{-3}$
E_{50} : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$0,024 \times 10^{-3}$
C_u : Risultato della misura in Bq/l	3	$0,037 \times 10^{-3}$
e_{inh} : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$0,049 \times 10^{-3}$
$m(t)$: Frazione escreta nelle urine giornalmente (=1,4 l) in l ⁻¹	5	$0,065 \times 10^{-3}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$0,080 \times 10^{-3}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume $t = T/2$	7	$0,096 \times 10^{-3}$
Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni	15	$0,26 \times 10^{-3}$
	30	$0,65 \times 10^{-3}$
	45	$1,5 \times 10^{-3}$
	60	$2,6 \times 10^{-3}$

5. Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni: $E_{50} = C_u \cdot 0,26 \cdot 10^{-3} - E_{50}^a \cdot 0,17$

20. Sr-90

1. Metabolismo

Il 90 % dello Stronzio-90 inalato (classe di assorbimento S) viene eliminato, sull'arco di ore o di giorni, attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento $f_i=0,01$). Circa il 5 % rimane fissato nei polmoni per lungo tempo. La durata di tale permanenza è determinata, a causa del lungo tempo di dimezzamento fisico, dai meccanismi di clearance polmonare. Lo stronzio che raggiunge la circolazione sanguigna viene assorbito dal tessuto osseo o eliminato, principalmente per via urinaria.

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

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

Soglia di misura: 0,05 Bq/l

Misura d'incorporazione

Misura della concentrazione C_u di Sr-90 nelle urine in Bq/l, mediante contatore a scintillazione liquida.

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

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

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/l/Bq]
	1	$0,13 \times 10^{-3}$
E_{50} : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$0,32 \times 10^{-3}$
C_u : Risultato della misura in Bq/l	3	$0,49 \times 10^{-3}$
e_{inh} : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$0,67 \times 10^{-3}$
$m(t)$: Frazione escreta nelle urine giornalmente (=1,4) in l ⁻¹	5	$0,83 \times 10^{-3}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$0,98 \times 10^{-3}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume $t = T/2$	7	$1,2 \times 10^{-3}$
Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni	15	$2,7 \times 10^{-3}$
	30	$6,0 \times 10^{-3}$
	45	11×10^{-3}
	60	16×10^{-3}

5. Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni:	$E_{50} = C_u \cdot 2,7 \cdot 10^{-3} - E_{50}^a \cdot 0,25$
---	--

21. Y-90

1. Metabolismo

L'itrio inalato (classe di assorbimento M) viene rapidamente eliminato attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento $f_1=0,0001$). Circa il 5 % rimane fissato nei polmoni per lungo tempo. La permanenza di questa frazione nel corpo è determinata dal tempo di dimezzamento fisico di 2,67 giorni. La piccola quantità di itrio che raggiunge la circolazione sanguigna viene assorbita dal tessuto osseo e dal fegato (65 %) oppure direttamente eliminata.

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

Una volta tolti i guanti, misura della contaminazione delle mani mediante un apposito rivelatore.

Soglia di misura: 3000 Bq su 100 cm²

Misura d'incorporazione

Misura della concentrazione C_u di Y-90 nelle urine in Bq/l, mediante contatore proporzionale dopo preparazione chimica.

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$:	dopo ogni impiego	T_{misura} :	in caso di superamento della soglia di misura	t_{evento} :	1 giorno
--------------------------	-------------------	-----------------------	---	-----------------------	----------

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{\text{inh}}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{\text{inh}}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$9,48 \times 10^{-7}$
E_{50} : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$1,30 \times 10^{-5}$
C_u : Risultato della misura in Bq/l	3	$1,01 \times 10^{-4}$
e_{inh} : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$1,95 \times 10^{-4}$
$m(t)$: Frazione escreta nelle urine giornalmente (=1,4 l) in l ⁻¹	5	$2,64 \times 10^{-4}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$3,48 \times 10^{-4}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume $t = T/2$	7	$4,59 \times 10^{-4}$
	10	$1,05 \times 10^{-3}$
	15	$4,13 \times 10^{-3}$
	20	$1,63 \times 10^{-2}$
	30	$2,49 \times 10^{-1}$

22. Tc-99m

1. Metabolismo

Il tecnezio si fissa in modo attivo a livello della tiroide, delle ghiandole salivari, dello stomaco e dell'intestino. Si assume che il resto dell'attività si ripartisca uniformemente in tutto l'organismo. L'escrezione ha luogo per via urinaria e attraverso le feci (frazione di riassorbimento $f_1=0,8$).

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio (obbligatoria)

Misura diretta della radiazione mediante un rivelatore di rateo di dose a livello dello stomaco o della tiroide.

Soglia di misura: 1 $\mu\text{Sv/h}$

Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Tc-99m in Bq per mezzo di un contatore corpo intero.

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondag-}}$ gio:	al termine della giornata	T_{misura} :	in caso di supera- mento della soglia di misura	t_{evento} :	immedia- tamente
------------------------------	------------------------------	-----------------------	---	-----------------------	---------------------

4. Interpretazione

A causa del breve tempo di dimezzamento fisico (6 ore), non è possibile un'interpretazione standard. In situazioni normali le incorporazioni (kBq) comportano deboli dosi (10^{-5} mSv). Qualora si verificano incidenti o superamenti della soglia di misura, si rendono necessarie una verifica e un'interpretazione specifica.

23. In-111

1. Metabolismo

L'indio inalato (classe di assorbimento M) viene rapidamente eliminato attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento $f_1=0,02$). L'indio che raggiunge la circolazione sanguigna si ripartisce in modo relativamente omogeneo in tutto il corpo. Si presume che questa quota non venga più eliminata. Quindi la permanenza nel corpo dell'Indio-111 è determinata dal tempo di dimezzamento fisico di 2,8 giorni.

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

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

Soglia di misura: 5000 Bq

Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di In-111 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T _{sondaggio} : 7 giorni	T _{misura} : 7 giorni	t _{evento} : immediatamente
-----------------------------------	--------------------------------	--------------------------------------

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]	
E_{50} : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	1	$0,80 \times 10^{-9}$	
	2	$1,88 \times 10^{-9}$	
	3	$3,99 \times 10^{-9}$	
Intervallo di sorveglianza T = 7 giorni		4	$6,97 \times 10^{-9}$
M: Risultato della misura in Bq	5	$10,4 \times 10^{-9}$	
	6	$14,2 \times 10^{-9}$	
e_{inh} : Fattore di dose in Sv/Bq	7	$18,7 \times 10^{-9}$	
$m(t)$: Frazione di ritenzione	8	$24,2 \times 10^{-9}$	
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione. Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume $t = T/2$	9	$31,2 \times 10^{-9}$	
	10	$40,1 \times 10^{-9}$	
	14	109×10^{-9}	

5. Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 7 giorni:	$E_{50} = M \cdot 3,99 \cdot 10^{-9} - E_{50}^a \cdot 0,10$
--	---

24. I-123

1. Metabolismo

Il 50 % dello iodio inalato (classe di assorbimento F) viene esalato. La rimanente metà raggiunge rapidamente la circolazione sanguigna (frazione di riassorbimento $f_1=1$). Da qui il 30% circa è riassorbito in un giorno nella ghiandola tiroidea ed il 70 % viene eliminato per via urinaria. Il tempo di dimezzamento biologico nella tiroide è di 80 giorni. La permanenza nella tiroide dello Iodio-123 è quindi determinata dal tempo di dimezzamento fisico di 13,2 ore.

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

Misura diretta dell'attività fissata dalla ghiandola tiroidea con un rivelatore di contaminazione.

Soglia di misura: 1400 Bq

Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di I-123 in Bq mediante un rivelatore tiroideo.

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$:	al termine della giornata (= 12 ore)	T_{misura} :	in caso di superamento della soglia di misura	t_{evento} :	6-12 ore
--------------------------	--------------------------------------	-----------------------	---	-----------------------	----------

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1/4	$0,0022 \times 10^{-6}$
E_{50} : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	1/2	$0,0020 \times 10^{-6}$
M: Risultato della misura in Bq	1	$0,0029 \times 10^{-6}$
e_{inh} : Fattore di dose in Sv/Bq	1,5	$0,0052 \times 10^{-6}$
$m(t)$: Frazione di ritenzione	2	$0,010 \times 10^{-6}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	3	$0,034 \times 10^{-6}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume $t = T/2$	4	$0,12 \times 10^{-6}$
	5	$0,44 \times 10^{-6}$
	6	$1,5 \times 10^{-6}$
	7	$5,5 \times 10^{-6}$

25. I-124

1. Metabolismo

Il 50 % dello iodio inalato (classe di assorbimento F) viene esalato. La rimanente metà raggiunge rapidamente la circolazione sanguigna (frazione di riassorbimento $f_1=1$). Da qui il 30 % circa è riassorbito in un giorno nella ghiandola tiroidea ed il 70 % viene eliminato per via urinaria. Il tempo di dimezzamento biologico nella tiroide è di 80 giorni. La permanenza nella tiroide dello Iodio-124 è quindi determinata dal tempo di dimezzamento fisico di 4,2 giorni.

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

Misura diretta dell'attività fissata nella ghiandola tiroidea mediante un rivelatore di contaminazione.

Soglia di misura: 3000 Bq

Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di I-124 M in Bq mediante un rivelatore tiroideo.

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T _{sondag- gio:}	7 giorni	T _{misura:}	14 giorni	t _{evento:}	6-12 ore
-------------------------------	----------	----------------------	-----------	----------------------	----------

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]	
	1	$0,56 \times 10^{-7}$	
E ₅₀ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$0,62 \times 10^{-7}$	
M: Risultato della misura in Bq	3	$0,74 \times 10^{-7}$	
e_{inh} : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$0,88 \times 10^{-7}$	
m(t): Frazione di ritenzione	5	$1,04 \times 10^{-7}$	
	6	$1,24 \times 10^{-7}$	
	Intervallo di sorveglianza T = 14 giorni	7	$1,48 \times 10^{-7}$
		10	$2,49 \times 10^{-7}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione. Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume $t = T/2$	14	$5,00 \times 10^{-7}$	
		15	$5,94 \times 10^{-7}$
		21	$14,1 \times 10^{-7}$

5. Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 14 giorni:	$E_{50} = M \cdot 1,48 \cdot 10^{-7} - E_{50}^a \cdot 0,10$
---	---

26. I-125

1. Metabolismo

Il 50 % dello iodio inalato (classe di assorbimento F) viene esalato. La rimanente metà raggiunge rapidamente la circolazione sanguigna (frazione di riassorbimento $f_1=1$). Da qui il 30 % circa è riassorbito in un giorno nella ghiandola tiroidea ed il 70 % viene eliminato per via urinaria. Il tempo di dimezzamento biologico nella tiroide è di 80 giorni e quello fisico è di 60 giorni.

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

Misura diretta dell'attività fissata dalla ghiandola tiroidea con un rivelatore di contaminazione.

Soglia di misura: 1300 Bq

Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di I-125 M in Bq mediante un rivelatore tiroideo.

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T _{sondaggio} :	30 giorni	T _{misura} :	90 giorni	t _{evento} :	6-12 ore
--------------------------	-----------	-----------------------	-----------	-----------------------	----------

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$0,56 \times 10^{-7}$
E ₅₀ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$0,52 \times 10^{-7}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$0,52 \times 10^{-7}$
e _{inh} : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$0,56 \times 10^{-7}$
m(t): Frazione di ritenzione	5	$0,56 \times 10^{-7}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$0,56 \times 10^{-7}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume t = T/2	7	$0,56 \times 10^{-7}$
	15	$0,66 \times 10^{-7}$
	30	$0,90 \times 10^{-7}$
Intervallo di sorveglianza T = 90 giorni	45	$1,2 \times 10^{-7}$
	60	$1,6 \times 10^{-7}$
	90	$2,6 \times 10^{-7}$
	135	$6,1 \times 10^{-7}$

5. Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 90 giorni: $E_{50} = M \cdot 1,2 \cdot 10^{-7} - E_{50}^g \cdot 0,20$

27. I-131

1. Metabolismo

Il 50 % dello iodio inalato (classe di assorbimento F) viene esalato. La rimanente metà raggiunge rapidamente la circolazione sanguigna (frazione di riassorbimento $f_1=1$). Da qui il 30 % circa è riassorbito in un giorno nella ghiandola tiroidea e il 70 % viene eliminato per via urinaria. Il tempo di dimezzamento biologico nella tiroide è di 80 giorni. La permanenza nella tiroide dello Iodio-131 è quindi determinata dal tempo di dimezzamento fisico di 8 giorni.

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

Misura diretta dell'attività fissata dalla ghiandola tiroidea mediante un rivelatore di contaminazione.

Soglia di misura: 2000 Bq

Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di I-131 M in Bq mediante un rivelatore tiroideo.

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T _{sondaggio} :	7 giorni	T _{misura} :	30 giorni	t _{evento} :	6-12 ore
--------------------------	----------	-----------------------	-----------	-----------------------	----------

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$0,092 \times 10^{-6}$
E_{50} : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$0,092 \times 10^{-6}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$0,10 \times 10^{-6}$
e_{inh} : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$0,11 \times 10^{-6}$
$m(t)$: Frazione di ritenzione	5	$0,12 \times 10^{-6}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$0,13 \times 10^{-6}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume $t = T/2$	7	$0,15 \times 10^{-6}$
Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni	15	$0,31 \times 10^{-6}$
	30	$1,3 \times 10^{-6}$
	45	$5,2 \times 10^{-6}$

5. Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 30 giorni:	$E_{50} = M \cdot 0,31 \cdot 10^{-6} - E_{50}^a \cdot 0,06$
---	---

28. Cs-134

1. Metabolismo

Il 50 % del cesio inalato (classe di assorbimento F) viene esalato. La restante metà raggiunge rapidamente la circolazione sanguigna (frazione di riassorbimento $f_1=1$). Tale frazione si ripartisce uniformemente nel corpo intero. Il 10 % di questa attività viene eliminata con un tempo di dimezzamento biologico di 2 giorni principalmente attraverso le vie urinarie; il restante 90 % viene eliminato con un tempo di dimezzamento biologico di 110 giorni negli uomini e 70 giorni nelle donne. Per il controllo dell'incorporazione si utilizza il tempo di dimezzamento corrispondente al metabolismo maschile.

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

Misura diretta della radiazione gamma per mezzo di uno strumento di rivelazione dell'attività toracica. Poiché il cesio passa rapidamente dai polmoni al corpo, non ci si può attendere che tale misura comprenda tutto il cesio inalato. Si suppone così che venga misurato solo il 50 % dell'attività incorporata.

Soglia di misura: 6000 Bq

Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Cs-134 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$: 180 giorni	T_{misura} : 180 giorni	t_{evento} : immediatamente
-------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{\text{inh}}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{\text{inh}}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$0,16 \times 10^{-7}$
E_{50} : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$0,19 \times 10^{-7}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$0,21 \times 10^{-7}$
e_{inh} : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$0,22 \times 10^{-7}$
$m(t)$: Frazione di ritenzione	5	$0,22 \times 10^{-7}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$0,23 \times 10^{-7}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume $t = T/2$	7	$0,23 \times 10^{-7}$
	15	$0,25 \times 10^{-7}$
	30	$0,27 \times 10^{-7}$
	60	$0,34 \times 10^{-7}$
Intervallo di sorveglianza T = 180 giorni	90	$0,42 \times 10^{-7}$
	180	$0,80 \times 10^{-7}$
	270	$1,5 \times 10^{-7}$

5. Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 180 giorni:	$E_{50} = M \cdot 0,42 \cdot 10^{-7} - E_{50}^a \cdot 0,28$
--	---

29. Cs-137

1. Metabolismo

Il 50 % del cesio inalato (classe di assorbimento F) viene esalato. La restante metà raggiunge rapidamente la circolazione sanguigna (frazione di riassorbimento $f_1=1$). Tale frazione si ripartisce uniformemente nel corpo intero. Il 10 % di questa attività viene eliminata con un tempo di dimezzamento biologico di 2 giorni principalmente attraverso le vie urinarie; il restante 90 % viene eliminato con un tempo di dimezzamento biologico di 110 giorni negli uomini e 70 giorni nelle donne. Per il controllo dell'incorporazione si utilizza il tempo di dimezzamento corrispondente al metabolismo maschile.

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

Misura diretta della radiazione gamma per mezzo di uno strumento di rivelazione dell'attività toracica. Poiché il cesio passa rapidamente dai polmoni al corpo, non ci si può attendere che tale misura comprenda tutto il cesio inalato. Si suppone così che venga misurato solo il 50 % dell'attività incorporata

Soglia di misura: 9000 Bq

Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Cs-137 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T _{sondaggio} :	180 giorni	T _{misura} :	180 giorni	t _{evento} :	immediatamente
--------------------------	------------	-----------------------	------------	-----------------------	----------------

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

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

5. Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 180 giorni::	$E_{50} = M \cdot 2,8 \cdot 10^{-8} - E_{50}^a \cdot 0,33$
---	--

30. Sm-153

1. Metabolismo

Il samario inalato (classe di assorbimento M) viene rapidamente eliminato attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento $f_1=0,0005$). La piccola quantità di samario che raggiunge la circolazione sanguigna viene assorbita, per il 90 %, dal tessuto osseo e dal fegato, con un tempo di dimezzamento biologico di 3500 anni. La permanenza del Samario-153 nel corpo è quindi determinata dal tempo di dimezzamento fisico di 46,7 ore.

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio (obbligatoria)

Una volta tolti i guanti, misura della contaminazione delle mani mediante un apposito rivelatore.

Soglia di misura: 3000 Bq su 100 cm²

Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Sm-153 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T _{sondaggio} :	dopo ogni impiego	T _{misura} :	in caso di superamento della soglia di misura	t _{evento} :	immediatamente
--------------------------	-------------------	-----------------------	---	-----------------------	----------------

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$1,96 \times 10^{-9}$
E ₅₀ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$5,31 \times 10^{-9}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$1,30 \times 10^{-8}$
e _{inh} : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$2,61 \times 10^{-8}$
m(t): Frazione di ritenzione	5	$4,42 \times 10^{-8}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$6,83 \times 10^{-8}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume $t = T/2$	7	$1,01 \times 10^{-7}$
	10	$3,05 \times 10^{-7}$
	15	$1,87 \times 10^{-6}$
	20	$1,14 \times 10^{-5}$
	30	$4,22 \times 10^{-4}$

31. Er-169

1. Metabolismo

L'erbio inalato (classe di assorbimento M) viene rapidamente eliminato attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento $f_1=0,0005$). Circa il 5 % rimane fissato nei polmoni per lungo tempo. La permanenza di questa frazione nel corpo è determinata dal tempo di dimezzamento fisico di 9,4 giorni. La piccola quantità di erbio che raggiunge la circolazione sanguigna viene assorbita per il 65 % dal tessuto osseo e dal fegato, oppure direttamente eliminata.

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio (obbligatoria)

Una volta tolti i guanti, misura della contaminazione delle mani mediante un apposito rivelatore.

Soglia di misura: 10 000 Bq su 100 cm²

Misura d'incorporazione

Misura della concentrazione C_u di Er-169 nelle urine in Bq/l, mediante contatore proporzionale dopo preparazione chimica.

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$:	dopo ogni impiego	T_{misura} :	in caso di superamento della soglia di misura	t_{evento} :	1 giorno
--------------------------	-------------------	-----------------------	---	-----------------------	----------

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{\text{inh}}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{\text{inh}}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$4,25 \times 10^{-7}$
E_{50} : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$4,75 \times 10^{-6}$
C_u : Risultato della misura in Bq/l	3	$2,95 \times 10^{-5}$
e_{inh} : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$4,60 \times 10^{-5}$
$m(t)$: Frazione escreta nelle urine giornalmente (=1,4 l) in l ⁻¹	5	$5,17 \times 10^{-5}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$5,65 \times 10^{-5}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume $t = T/2$	7	$6,16 \times 10^{-5}$
	10	$8,05 \times 10^{-5}$
	15	$1,24 \times 10^{-4}$
	20	$1,91 \times 10^{-4}$
	30	$4,47 \times 10^{-4}$

32. Lu-177

1. Metabolismo

Il lutezio inalato (classe di assorbimento M) viene rapidamente eliminato attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento $f_1=0,0005$). La piccola quantità di lutezio che raggiunge la circolazione sanguigna viene assorbita per il 62 % circa dal corpo (soprattutto dal tessuto osseo), con un tempo di dimezzamento biologico di 3500 anni. Il resto viene eliminato in misura analoga attraverso le feci e le urine. La permanenza del Lutezio-177 nel corpo è determinata dal tempo di dimezzamento fisico di 6,7 giorni.

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio (obbligatoria)

Una volta tolti i guanti, misura della contaminazione delle mani mediante un apposito rivelatore.

Soglia di misura: 3000 Bq su 100 cm²

Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Lu-177 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T _{sondaggio} :	dopo ogni impiego	T _{misura} :	in caso di superamento della soglia di misura	t _{evento} :	immediatamente
--------------------------	-------------------	-----------------------	---	-----------------------	----------------

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$3,48 \times 10^{-9}$
E ₅₀ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$7,63 \times 10^{-9}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$1,56 \times 10^{-8}$
e _{inh} : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$2,58 \times 10^{-8}$
m(t): Frazione di ritenzione	5	$3,57 \times 10^{-8}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$4,38 \times 10^{-8}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume t = T/2	7	$5,08 \times 10^{-8}$
	10	$7,27 \times 10^{-8}$
	15	$1,27 \times 10^{-7}$
	20	$2,23 \times 10^{-7}$
	30	$6,75 \times 10^{-7}$

33. Re-186

1. Metabolismo

Il renio inalato (classe di assorbimento M) raggiunge rapidamente la tiroide, lo stomaco, il fegato e l'intestino. Si ritiene che il resto dell'attività si ripartisca uniformemente in tutto l'organismo. Circa il 70 % del renio viene eliminato attraverso feci e urine in parti uguali (frazione di riassorbimento $f_1 = 0,8$) con un tempo di dimezzamento biologico di 1,6 giorni.

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

Una volta tolti i guanti, misura della contaminazione delle mani mediante un apposito rivelatore.

Soglia di misura: 3000 Bq su 100 cm²

Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Re-186 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T _{sondaggio} :	dopo ogni impiego	T _{misura} :	in caso di superamento della soglia di misura	t _{evento} :	immediatamente
--------------------------	-------------------	-----------------------	---	-----------------------	----------------

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$2,74 \times 10^{-9}$
E_{50} : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$4,90 \times 10^{-9}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$8,22 \times 10^{-9}$
e_{inh} : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$1,30 \times 10^{-8}$
$m(t)$: Frazione di ritenzione	5	$1,94 \times 10^{-8}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$2,80 \times 10^{-8}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume $t = T/2$	7	$3,90 \times 10^{-8}$
	10	$9,09 \times 10^{-8}$
	15	$2,89 \times 10^{-7}$
	20	$8,28 \times 10^{-7}$
	30	$6,22 \times 10^{-6}$

34. Re-188

1. Metabolismo

Il renio inalato (classe di assorbimento M) raggiunge rapidamente la tiroide, lo stomaco, il fegato e l'intestino. Si ritiene che il resto dell'attività si ripartisca uniformemente in tutto l'organismo. Circa il 70 % del renio viene eliminato attraverso feci e urine in parti uguali (frazione di riassorbimento $f_1 = 0,8$) con un tempo di dimezzamento biologico di 1,6 giorni.

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

Una volta tolti i guanti, misura della contaminazione delle mani mediante un apposito rivelatore.

Soglia di misura: 3000 Bq su 100 cm²

Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Re-188 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondag-}}$ gio:	dopo ogni impiego	T_{misura} :	in caso di supera- mento della soglia di misura	t_{evento} :	immediata- mente
------------------------------	----------------------	-----------------------	---	-----------------------	---------------------

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$3,75 \times 10^{-9}$
E_{50} : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$1,49 \times 10^{-8}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$5,53 \times 10^{-8}$
e_{inh} : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$1,93 \times 10^{-7}$
$m(t)$: Frazione di ritenzione	5	$6,43 \times 10^{-7}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$2,06 \times 10^{-6}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume $t = T/2$	7	$6,33 \times 10^{-6}$
	10	$1,61 \times 10^{-4}$
	15	$2,75 \times 10^{-2}$

35. Tl-201

1. Metabolismo

Il 50 % del tallio inalato (classe di assorbimento F) viene esalato. La restante metà raggiunge rapidamente la circolazione sanguigna (frazione di riassorbimento $f_1=1$). Nella misura del 97 %, questa parte viene ripartita omogeneamente in tutto il corpo; il 3 % restante si deposita nei reni. Il tallio è eliminato con un tempo di dimezzamento biologico di 10 giorni.

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

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

Soglia di misura: 55 000 Bq

Misura d'incorporazione

Misura dell'attività di Tl-201 M in Bq per mezzo di un contatore a corpo intero.

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T _{sondaggio} :	14 giorni	T _{misura} :	14 giorni	t _{evento} :	immediatamente
--------------------------	-----------	-----------------------	-----------	-----------------------	----------------

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$0,16 \times 10^{-9}$
E ₅₀ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$0,25 \times 10^{-9}$
M: Risultato della misura in Bq	3	$0,35 \times 10^{-9}$
e_{inh} : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$0,48 \times 10^{-9}$
m(t): Frazione di ritenzione	5	$0,66 \times 10^{-9}$
	6	$0,89 \times 10^{-9}$
	Intervallo di sorveglianza T = 14 giorni	
	7	$1,19 \times 10^{-9}$
	8	$1,61 \times 10^{-9}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	9	$2,16 \times 10^{-9}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume $t = T/2$	10	$2,91 \times 10^{-9}$
	14	$9,55 \times 10^{-9}$
	21	$56,7 \times 10^{-9}$

36. Ra-226

1. Metabolismo

Il radio inalato (classe di assorbimento M) viene eliminato, sull'arco di ore o di giorni, attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento $f_1=0,2$). Circa il 5 % rimane fissato nei polmoni per lungo tempo. La permanenza nei polmoni è determinata dai meccanismi di clearance polmonare. Il radio che raggiunge la circolazione sanguigna si deposita soprattutto nel tessuto osseo.

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

Misura della concentrazione di attività α nell'aria del luogo di lavoro.

Soglia di misura: 380 Bq h/m³ (valore integrato su un anno)

Misura d'incorporazione

Misure della concentrazione C_u di Ra-226 e dei nuclidi figli nelle urine in Bq/l.

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T _{sondaggio} :	–	T _{misura} :	180 giorni	t _{evento} :	immediatamente
--------------------------	---	-----------------------	------------	-----------------------	----------------

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
	1	$0,20 \times 10^{-2}$
E ₅₀ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$0,99 \times 10^{-2}$
C _u : Risultato della misura in Bq/l	3	$1,50 \times 10^{-2}$
E _{inh} : Fattore di dose in Sv/Bq	4	$2,11 \times 10^{-2}$
m(t): Frazione escreta nelle urine giornalmente (=1,4 l) in l ⁻¹	5	$2,93 \times 10^{-2}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	6	$4,03 \times 10^{-2}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume t = T/2	7	$5,42 \times 10^{-2}$
	15	$17,6 \times 10^{-2}$
	30	$32,6 \times 10^{-2}$
	60	$48,8 \times 10^{-2}$
Intervallo di sorveglianza T = 180 giorni	90	$68,8 \times 10^{-2}$
	180	151×10^{-2}
	270	275×10^{-2}

5. Correzione in caso di incorporazione antecedente

Intervallo di sorveglianza T = 180 giorni: $E_{50} = M \cdot 6,9 \cdot 10^{-1} - E_{50}^a \cdot 0,25$

37. Th-232

1. Metabolismo

Il 90 % del Torio-232 inalato (ipotesi: ossido o idrossido, classe di assorbimento S) viene eliminato, sull'arco di ore o di giorni, attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento $f_1=2 \times 10^{-4}$). Circa il 5 % rimane fissato nei polmoni per lungo tempo. La permanenza nei polmoni è determinata, a causa del lungo tempo di dimezzamento fisico, dai meccanismi di clearance polmonare. Il torio che raggiunge la circolazione sanguigna viene principalmente depositato a lungo termine nel tessuto osseo, dove rilascia una dose relativamente elevata al midollo osseo a causa della continua ristrutturazione ossea.

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio (obbligatoria)

Misura della concentrazione di Torio-232 nell'aria del luogo di lavoro (sorveglianza dell'aria).

Soglia di misura: 70 Bq h/m³ (valore integrato su un anno)

In caso di superamento della soglia di misura, vengono raccolte e misurate le feci e le urine dei primi 3 giorni. Se la misura risulta superiore a 10 volte la soglia, si effettua anche una misura con un rivelatore a corpo intero.

A complemento delle misure di sondaggio, si effettua ogni anno una misura della concentrazione C_u di Th-232 nelle urine in Bq/l.

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$:	—	T_{misura} :	360 giorni	t_{evento} :	immediatamente
--------------------------	---	-----------------------	------------	-----------------------	----------------

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

Ciascun risultato positivo deve essere analizzato singolarmente.

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$ $E_{50} = M_{st} \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$ $E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	nel caso di misura delle urine nel caso di misura delle feci nel caso di misura dell'intero corpo	t [giorni]	Urine $e_{inh}/m(t)$ [Sv/l/Bq]	Feci $e_{inh}/m(t)$ [Sv g/Bq]	Corpo intero $e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
E ₅₀ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv		1	1,3	$0,011 \times 10^{-2}$	$0,24 \times 10^{-4}$
		2	5,1	$0,0075 \times 10^{-2}$	$0,48 \times 10^{-4}$
C _u : Risultato della misura in Bq/l (urine)		3	8,8	$0,014 \times 10^{-2}$	$0,86 \times 10^{-4}$
M _{st} : Risultato della misura in Bq/g (feci)		4	11	$0,034 \times 10^{-2}$	$1,3 \times 10^{-4}$
M: Risultato della misura in Bq (corpo intero)		5	12	$0,086 \times 10^{-2}$	$1,6 \times 10^{-4}$
e _{inh} : Fattore di dose in Sv/Bq		6	13	$0,21 \times 10^{-2}$	$1,8 \times 10^{-4}$
m(t): Frazione di escrezione giornaliera nelle urine (=1,4 l) in l ⁻¹ o nelle feci in g ⁻¹ o ritenzione nell'intero corpo.		7	15	$0,48 \times 10^{-2}$	$1,9 \times 10^{-4}$
		15	22	$2,4 \times 10^{-2}$	$2,1 \times 10^{-4}$
		30	28	$3,4 \times 10^{-2}$	$2,4 \times 10^{-4}$
		45	34	$4,8 \times 10^{-2}$	$2,6 \times 10^{-4}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione. Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume t = T/2		90	44	11×10^{-2}	$3,1 \times 10^{-4}$
		180	53	32×10^{-2}	$3,6 \times 10^{-4}$

38. U-235

1. Metabolismo

Il 90 % dell'uranio inalato (ipotesi: ossido, classe di assorbimento S) viene eliminato, sull'arco di ore o di giorni, attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento $f_1=2 \times 10^{-3}$). Circa il 5 % rimane fissato nei polmoni per lungo tempo. La permanenza nei polmoni è determinata dai meccanismi di clearance polmonare. L'uranio che raggiunge la circolazione sanguigna viene eliminato molto efficacemente attraverso i reni. La dose polmonare domina; la ritenzione ossea è di poca importanza. Nel caso di composti solubili come UF_6 , bisogna prestare attenzione anche alla tossicità chimica.

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

Misura della concentrazione di U-235 nell'aria del luogo di lavoro (sorveglianza dell'aria respirabile).

Soglia di misura: 140 Bq h/m³ (valore integrato su un anno)

In caso di superamento della soglia di misura, vengono raccolte e misurate le feci e le urine dei primi 3 giorni.

Misura d'incorporazione

Misura della concentrazione C_u di U-235 nelle urine in Bq/l.

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$:	–	T_{misura} :	90 giorni	t_{evento} :	immediatamente
--------------------------	---	-----------------------	-----------	-----------------------	----------------

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

Ogni risultato positivo dev'essere analizzato singolarmente.

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$ $E_{50} = M_{st} \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [giorni]	Urine $e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]	Feci $e_{inh}/m(t)$ [Sv·g/Bq]
	1	0,012	$0,055 \times 10^{-3}$
E_{50} : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	0,19	$0,038 \times 10^{-3}$
C_u : Risultato della misura in Bq/l (urine)	3	0,33	$0,073 \times 10^{-3}$
M_{st} : Risultato della misura in Bq/g (feci)	4	0,36	$0,17 \times 10^{-3}$
e_{inh} : Fattore di dose in Sv/Bq	5	0,39	$0,44 \times 10^{-3}$
$m(t)$: Frazione di escrezione giornaliera nelle urine (=1,4 l) in l ³ o nelle feci in g ⁻¹ .	6	0,43	$1,1 \times 10^{-3}$
	7	0,45	$2,4 \times 10^{-3}$
t : Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	15	0,71	12×10^{-3}
Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume $t = T/2$	30	1,1	17×10^{-3}
	45	1,4	24×10^{-3}
	90	2,0	55×10^{-3}
	180	2,6	165×10^{-3}

39. U-238

1. Metabolismo

Il 90 % dell'uranio inalato (ipotesi: ossido, classe di assorbimento S) viene eliminato, sull'arco di ore o di giorni, attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento $f_1=2 \times 10^{-3}$). Circa il 5% rimane fissato nei polmoni per lungo tempo. La permanenza nei polmoni è determinata dai meccanismi di clearance polmonare. L'uranio che raggiunge la circolazione sanguigna viene eliminato molto efficacemente attraverso i reni. La dose polmonare domina; la ritenzione ossea è di poca importanza. Nel caso di composti di uranio solubili come l'UF₆ domina la tossicità chimica.

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

Misura della concentrazione di U-238 nell'aria del luogo di lavoro (sorveglianza dell'aria).

Soglia di misura: 150 Bq h/m³ (valore integrato su un anno)

In caso di superamento della soglia di misura, vengono raccolte e misurate le feci e le urine dei primi 3 giorni.

Misura d'incorporazione

Misura della concentrazione C_u di U-238 nelle urine in Bq/l.

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T _{sondaggio} :	–	T _{misura} :	90 giorni	t _{evento} :	immediatamente
--------------------------	---	-----------------------	-----------	-----------------------	----------------

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

Ogni risultato positivo deve essere analizzato singolarmente.

E₅₀ = C_u · {e_{inh}/m(t)} E₅₀ = M_{st} · {e_{inh}/m(t)}	t [giorni]	Urine e _{inh} /m(t) [Sv·l/Bq]	Feci e _{inh} /m(t) [Sv·g/Bq]
	1	0,011	0,052 × 10 ⁻³
E ₅₀ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	0,18	0,036 × 10 ⁻³
C _u : Risultato della misura in Bq/l (urine)	3	0,31	0,068 × 10 ⁻³
M _{st} : Risultato della misura in Bq/g (feci)	4	0,33	0,16 × 10 ⁻³
e _{inh} : Fattore di dose in Sv/Bq	5	0,36	0,41 × 10 ⁻³
m(t): Frazione di escrezione giornaliera nelle urine (=1,4 l) in l ⁻¹ o nelle feci in g ⁻¹ .	6	0,40	1,0 × 10 ⁻³
	7	0,42	2,3 × 10 ⁻³
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	15	0,67	12 × 10 ⁻³
Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume t = T/2	30	1,0	16 × 10 ⁻³
	45	1,3	23 × 10 ⁻³
	90	1,9	52 × 10 ⁻³
	180	2,4	154 × 10 ⁻³

40. Np-237

1. Metabolismo

Il 90 % del nettunio inalato (ipotesi: classe di assorbimento M) viene eliminato, sull'arco di ore o di giorni, attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento $f_i=5 \times 10^{-4}$). Circa il 5 % rimane fissato nei polmoni per lungo tempo. La permanenza relativamente breve nei polmoni è determinata dai meccanismi di clearance polmonare. Il nettunio che raggiunge la circolazione sanguigna viene depositato per tempi lunghi nel tessuto osseo e nel fegato. Il midollo osseo e le cellule germinali ricevono così delle dosi relativamente elevate. Quando la clearance polmonare è avanzata, l'eliminazione ha luogo principalmente per via urinaria.

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

Misura della concentrazione di Np-237 nell'aria del luogo di lavoro (sorveglianza dell'aria).

Soglia di misura: 60 Bq h/m³ (valore integrato su un anno)

In caso di superamento della soglia di misura, vengono raccolte e misurate le feci e le urine dei primi 3 giorni.

Misura d'incorporazione

Misura della concentrazione C_u di Np-237 nelle urine in Bq/l

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T _{sondaggio} :	–	T _{misura} :	90 giorni	t _{evento} :	immediatamente
--------------------------	---	-----------------------	-----------	-----------------------	----------------

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

Ogni risultato positivo deve essere analizzato singolarmente.

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$ $E_{50} = M_{st} \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$ $E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	nel caso di misura delle urine, nel caso di misura delle feci nel caso di misura dei polmoni	t [giorni]	Urine $e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]	Feci $e_{inh}/m(t)$ [Sv·g/Bq]	Giorni $e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
		1	$3,4 \times 10^{-3}$	$0,014 \times 10^{-2}$	$2,6 \times 10^{-4}$
E ₅₀ :	Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	$1,6 \times 10^{-2}$	$0,010 \times 10^{-2}$	$2,7 \times 10^{-4}$
C _u :	Risultato della misura in Bq/l (urine)	3	$3,0 \times 10^{-2}$	$0,019 \times 10^{-2}$	$2,7 \times 10^{-4}$
M _{st} :	Risultato della misura in Bq/g (feci)	4	$4,4 \times 10^{-2}$	$0,045 \times 10^{-2}$	$2,8 \times 10^{-4}$
M:	Risultato della misura in Bq (polmoni)	5	$6,2 \times 10^{-2}$	$0,12 \times 10^{-2}$	$2,8 \times 10^{-4}$
e _{inh} :	Fattore di dose in Sv/Bq	6	$8,1 \times 10^{-2}$	$0,28 \times 10^{-2}$	$2,8 \times 10^{-4}$
m(t):	Frazione di escrezione giornaliera nelle urine (=1,4 l) in l ⁻¹ o nelle feci in g ⁻¹ o ritenzione nei polmoni.	7	0,11	$0,65 \times 10^{-2}$	$2,9 \times 10^{-4}$
		15	0,21	$3,6 \times 10^{-2}$	$3,3 \times 10^{-4}$
		30	0,27	$5,4 \times 10^{-2}$	$3,9 \times 10^{-4}$
t:	Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	45	0,32	$7,9 \times 10^{-2}$	$4,5 \times 10^{-4}$
	Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume t = T/2	90	0,48	0,23	$6,8 \times 10^{-4}$
		180	0,78	1,0	13×10^{-4}

41. Pu-239

1. Metabolismo

Il 90 % del plutonio inalato (ipotesi: ossido, classe di assorbimento S) viene eliminato, sull'arco di ore o di giorni, attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento $f_1=1 \times 10^{-5}$). Circa il 5 % rimane fissato nei polmoni per lungo tempo. La permanenza nei polmoni è determinata dai meccanismi di clearance polmonare. Il plutonio che raggiunge la circolazione sanguigna viene depositato e vi resta a lungo termine nel fegato e nel tessuto osseo, dose rilascia una dose relativamente elevata al midollo osseo a causa della continua ristrutturazione ossea.

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio (obbligatoria)

Misura della concentrazione di Pu-239 nell'aria del luogo di lavoro (sorveglianza dell'aria).

Soglia di misura: 100 Bq h/m³ (valore integrato su un anno)

In caso di superamento della soglia di misura, vengono raccolte e misurate le feci e le urine dei primi 3 giorni.

A complemento della misura di sondaggio si effettua ogni anno una misura della concentrazione C_u di Pu-239 nelle urine in Bq/l.

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

T _{sondaggio} :	–	T _{misura} :	360 giorni	t _{evento} :	immediatamente
--------------------------	---	-----------------------	------------	-----------------------	----------------

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

Ogni risultato positivo deve essere analizzato singolarmente.

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$ $E_{50} = M_{st} \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$		Urine $e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]	Feci $e_{inh}/m(t)$ [Sv·g/Bq]
	t [giorni]		
	1	5,1	$0,0075 \times 10^{-2}$
E ₅₀ : Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	8,3	$0,0052 \times 10^{-2}$
C _u : Risultato della misura in Bq/l (urine)	3	14	$0,0099 \times 10^{-2}$
M _{st} : Risultato della misura in Bq/g (feci)	4	20	$0,024 \times 10^{-2}$
e _{inh} : Fattore di dose in Sv/Bq	5	26	$0,059 \times 10^{-2}$
m(t): Frazione di escrezione giornaliera nelle urine (=1,4 l) in l ⁻¹ o nelle feci in g ⁻¹ .	6	31	$0,15 \times 10^{-2}$
	7	37	$0,33 \times 10^{-2}$
t: Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione.	15	61	$1,7 \times 10^{-2}$
Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume t = T/2	30	68	$2,4 \times 10^{-2}$
	45	68	$3,3 \times 10^{-2}$
	90	73	$7,5 \times 10^{-2}$
	180	73	22×10^{-2}

42. Am-241

1. Metabolismo

Il 90 % dell'americio inalato (tutti i composti; ipotesi: classe di assorbimento M) viene eliminato, sull'arco di ore o di giorni, attraverso le vie respiratorie e l'apparato digerente (frazione di riassorbimento $f_1=5 \times 10^{-4}$). Circa il 5 % rimane fissato nei polmoni per lungo tempo. La permanenza relativamente breve nei polmoni è determinata dai meccanismi di clearance polmonare. L'americio che raggiunge la circolazione sanguigna viene depositato per tempi lunghi nel tessuto osseo e nel fegato. Il midollo osseo e le cellule germinali ricevono così delle dosi relativamente elevate. Quando la clearance polmonare è avanzata, l'eliminazione ha luogo principalmente per via urinaria.

2. Metodi di misura

Misura di sondaggio

Misura della concentrazione di Am-241 nell'aria del luogo di lavoro (sorveglianza dell'aria).

Soglia di misura: 30 Bq h/m³ (valore integrato su un anno)

In caso di superamento della soglia di misura, vengono raccolte e misurate le feci e le urine dei primi 3 giorni. Se la misura è superiore a 10 volte la soglia, si determina anche l'attività nei polmoni mediante uno strumento di misura per l'attività toracica.

Misura d'incorporazione

Misura della concentrazione C_u di Am-241 nelle urine in Bq/l

3. Intervalli di sorveglianza T e lasso di tempo t tra l'evento e la prima misura

$T_{\text{sondaggio}}$:	—	T_{misura} :	90 giorni	t_{evento} :	immediatamente
--------------------------	---	-----------------------	-----------	-----------------------	----------------

4. Interpretazione senza tenere conto di un'incorporazione antecedente

Ogni risultato positivo deve essere analizzato singolarmente.

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$ $E_{50} = M_{st} \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$ $E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	nel caso di misura delle urine nel caso di misura delle feci nel caso di misura dei polmoni	t [gior ni]	Urine $e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]	Feci $e_{inh}/m(t)$ [Sv·g/Bq]	Polmoni $e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
		1	0,021	$0,025 \times 10^{-2}$	$4,7 \times 10^{-4}$
E_{50} :	Dose efficace impegnata in 50 anni in Sv	2	0,16	$0,018 \times 10^{-2}$	$4,8 \times 10^{-4}$
C_u :	Risultato della misura in Bq/l (urine)	3	0,29	$0,034 \times 10^{-2}$	$4,9 \times 10^{-4}$
M_{st} :	Risultato della misura in Bq/g (feci)	4	0,42	$0,082 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-4}$
M :	Risultato della misura in Bq (polmoni)	5	0,53	$0,21 \times 10^{-2}$	$5,1 \times 10^{-4}$
e_{inh} :	Fattore di dose in Sv/Bq	6	0,60	$0,51 \times 10^{-2}$	$5,1 \times 10^{-4}$
$m(t)$:	Frazione di escrezione giornaliera nelle urine (=1,4 l)) in l ⁻¹ o nelle feci in g ⁻¹ o ritenzione nei polmoni.	7	0,65	$1,2 \times 10^{-2}$	$5,2 \times 10^{-4}$
		15	0,97	$6,4 \times 10^{-2}$	$5,9 \times 10^{-4}$
		30	1,5	$9,6 \times 10^{-2}$	$7,1 \times 10^{-4}$
t :	Lasso di tempo, in giorni, tra la misura e l'incorporazione. Se il momento di incorporazione è sconosciuto, si assume $t = T/2$	45	1,8	14×10^{-2}	$8,2 \times 10^{-4}$
		90	2,4	41×10^{-2}	12×10^{-4}
		180	3,4	159×10^{-2}	23×10^{-4}

Spiegazioni riguardanti le schede caratteristiche specifiche

Le schede caratteristiche specifiche dei radionuclidi sono stabilite secondo uno schema unificato. Ogni scheda comprende 5 parti. Nella prima viene dato un cenno del metabolismo dell'isotopo. I metodi di misura di incorporazione e di sondaggio sono indicati nella seconda parte. Quando la soglia di misura non viene superata, in generale si può assumere che la dose effettiva impegnata annuale non supera 1 mSv. Nella parte seguente sono indicati gli intervalli di sorveglianza. Gli ultimi due paragrafi permettono l'interpretazione dei risultati delle misure secondo l'appendice 9.

Bibliografia:	1. Metabolismo	ICRP 30 ¹ , ICRP 78
	2. $m(t)$:	ICRP 78, BfS ²
	3. e_{inh} :	ICRP 68 (identica al BSS ³ e alla direttiva 96/29/Euratom ⁴)

¹ International Commission on Radiological Protection, www.icrp.org

² Deutsches Bundesamt für Strahlenschutz [Ufficio federale tedesco per la radioprotezione], www.bfs.de

³ International Atomic Energy Agency (IAEA): International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources (1996), Safety Series No. 115, www.iaea.org.

⁴ Direttiva 96/29/Euratom del Consiglio del 13 maggio 1996 che stabilisce le norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i pericoli derivanti dalle radiazioni ionizzanti, GU L 159 del 29.6.1996, p. 1 ss.
