Docente: Marie Claire Cantone

Lezione 1, 2, 3

Argomenti

- Commissione Internazionale di Protezione Radiologica
- Scopo delle Raccomandazioni ICRP
- Struttura concettuale della RP
- Sistema di protezione radiologica per pratiche e interventi (ICRP 60)
- Concetto di detrimento
- I tre tipi di esposizione: occupazionale, medica, della popolazione
- Esposizioni potenziali
- Cenni questioni etiche in RP

- **Rischio radiologico:**

  -le basi per giudicare la significatività degli effetti delle radiazioni e modelli di proiezione (annex C ICRP60)
  -il giudizio degli esperti e la percezione del rischio
  -punti chiave della comunicazione del rischio

- **Evoluzione del sistema di protezione radiologica verso le nuove raccomandazioni**

  -analisi Raccomandazioni ICRP 103
  -documenti a supporto di ICRP 103
  -punti significativi della revisione

- **Il problema della stima di rischio nella diagnostica per immagine**

RISCHIO,

PERCEZIONE DEL RISCHIO

COMUNICAZIONE DEL RISCHIO

La parola RISCHIO ha comunemente diversi significati

Eventualità di danno, pericolo o perdita,
Occasione pericolosa,
Azzardo,
Grado di probabilità di perdita.

ICRP, Publ.60 nell' Annex C "*Bases for judging the significance of the effects of radiation*" si interessa di RISCHIO

ICRP, Publ.60, fa distinzione fra:

-change, alterazioni che possono essere dannose o no,

-demage, rappresenta qualche grado di alterazioni deleterie, es. per la cellula, ma non necessariamente deleterie per l'individuo,

-harm, usato per denotare *effetti deleteri osservabili clinicamente* che sono espressi negli individui come effetti somatici o nei loro discendenti come effetti ereditari,

-detriment, concetto complesso che combina la *probabilità*, le *severità* e il *tempo dell'espressione del danno* (harm) e non è facilmente rappresentato da una singola variabile.

ICRP nella Publ.60

Significato ed espressione di "Rischio"

Sceglie di utilizzare parole specifiche come "probabilità", "spettanza matematica", "conseguenza" piuttosto che usare sempre la parola 'rischio'**.**

★ **Per non creare confusione nella comunicazione.**

★ **Per lasciare libera la parola rischio di assumere i significati della vita quotidiana.**

★ **Per poter includere nel concetto di rischio, in aggiunta a quelli quantificabili,** una serie di fattori che possono influenzare la decisione sull'accettabilità del rischio.

ICRP nella Publ.60

Significato ed espressione di "Rischio"

Sceglie di utilizzare parole specifiche come "probabilità", "spettanza matematica", "conseguenza" piuttosto che usare sempre la parola 'rischio'**.**

★ **Per non creare confusione nella comunicazione.**

★ **Per lasciare libera la parola rischio di assumere i significati della vita quotidiana.**

★ **Per poter includere nel concetto di rischio, in aggiunta a quelli quantificabili,** una serie di fattori che possono influenzare la decisione sull'accettabilità del rischio.

$$\overline{W} = \sum_i P_i \cdot W_i$$

P_i= probabilità dell'effetto deleterio i

W_i= conseguenza in presenza dell'effetto i (es. severità dell'effetto o sua distribuzione nel tempo)

Es. se P=10^{-6} è la probabilità di perdita di 20 y di vita per un tumore, la spettanza media è di 2 x 10^{-5} anni = 10 min.

ICRP nella Publ.60

Significato ed espressione di "Rischio"

Sceglie di utilizzare parole specifiche come "probabilità", "spettanza matematica", "conseguenza" piuttosto che usare sempre la parola 'rischio'**.**

★ **Per non creare confusione nella comunicazione.**

★ **Per lasciare libera la parola rischio di assumere i significati della vita quotidiana.**

★ **Per poter includere nel concetto di rischio, in aggiunta a quelli quantificabili,** una serie di fattori che possono influenzare la decisione sull'accettabilità del rischio.

$$\overline{W} = \sum_i P_i \cdot W_i$$

P_i= probabilità dell'effetto deleterio i

W_i= conseguenza in presenza dell'effetto i (es. severità dell'effetto o sua distribuzione nel tempo)

Es. se P=10^{-6} è la probabilità di perdita di 20 y di vita per un tumore, la spettanza media è di 2 x 10^{-5} anni = 10 min.

Tuttavia la perdita reale è nulla (abbastanza certo) o circa 20 y (bassa probabilità) e non è mai 10 minuti.

Significato ed espressione di “Rischio” - segue

Il RISCHIO è un concetto più che una quantità ma può essere visto come una *quantità a molti-attributi*. E’ suggerita una presentazione a “vettore” per descrivere una situazione di rischio.

RISK ASSESSMENT si intende includere altri aspetti oltre alla probabilità (es. la natura e la severità delle conseguenze dannose**).**

Significato ed espressione di "Rischio" - segue

Il RISCHIO è un concetto più che una quantità ma può essere visto come una *quantità a molti-attributi*. E' suggerita una presentazione a "vettore" per descrivere una situazione di rischio.

RISK ASSESSMENT si intende includere altri aspetti oltre alla probabilità (es. la natura e la severità delle conseguenze dannose**).**

RISCHIO DI MORTE si riferisce sia alla probabilità di morte attribuibile ad una certa esposizione che alla densità di probabilità per età attribuibile (o quantità derivate *come la riduzione della spettanza di vita*).

La parola RISCHIO, usata quando non è importante distinguere, es. "radiation risk" "risk acceptance"

Convenzioni sui rischi accettabili

Tutte le attività umane comportano una quota di rischio. Una società priva di rischio è un'utopia.

Quale probabilità di morte
occupazionale annua ???

Convenzioni sui rischi accettabili

Tutte le attività umane comportano una quota di rischio. Una società priva di rischio è un'utopia.

Quale probabilità di morte
occupazionale annua ???

Probabilità di morte occupazione :

1/10

1/100

1/1000

1/10 000

. . .

$1/10^{6}$

Convenzioni sui rischi accettabili

-Tutte le attività umano comportano una quota di rischio.
- Una società priva di rischio è un'utopia.

British Royal Society, 1983 - imporre una probabilità di morte occupazionale annuale continua di 1/100 non è accettabile, mentre una probabilità di morte annua di 1/1000 non è inaccettabile a patto che gli individui a rischio conoscano la situazione, giudicano commensurabile il beneficio e capiscono che ogni ragionevole misura è presa per ridurre il rischio.

Convenzioni sui rischi accettabili

-Tutte le attività umano comportano una quota di rischio.
-Una società priva di rischio è un'utopia.

British Royal Society, 1983 - imporre una probabilità di morte occupazionale annuale continua di 1/100 non è accettabile, mentre una probabilità di morte annua di 1/1000 non è inaccettabile a patto che gli individui a rischio conoscano la situazione, giudicano commensurabile il beneficio e capiscono che ogni ragionevole misura è presa per ridurre il rischio.

Travis et al, 1987 - studio regolamentazione per 132 sostanze chimiche cancerogene. Le sostanze con probabilità di morte, da cancro nell'intero periodo di vita, superiore a 4/1000 sono regolate senza badare a spese. Non sono regolamentate sostanze con probabilità minori ove i costi di regolamentazione superino 2 millioni di dollari per vita salvata.

Convenzioni sui rischi accettabili - segue

I limiti di dose raccomandati nella Publ. 26 sono posti con l'assunzione che la probabilità di morte occupazionale annua di circa 10^{-3} per i soggetti più esposti debba essere al limite del non accettabile (1/1000). La probabilità di morte annuale extra imposta per i membri della popolazione al limite annuo di 1 mSv dovrebbe essere circa 10^{-5} .

La Commissione dice che ci sono tanti rischi nella vita e la questione della loro sommatoria deve essere tenuta in conto, nonostante questo non ci si aspetta che nessun individuo mai sia esposto a ognuno dei vari limiti che le autorità possono imporre.

Il Rischio di morte

La probabilità di morte attribuibile, durante la vita, alla esposizione da radiazioni è usata da ICRP nella definizione dei vari livelli di limitazione di dose e il rischio da radiazione espresso come "percento per Sv".

Il Rischio di morte

La probabilità di morte attribuibile, durante la vita, alla esposizione da radiazioni è usata da ICRP nella definizione dei vari livelli di limitazione di dose e il rischio da radiazione espresso come "percento per Sv".

Tuttavia la nostra probabilità totale di morte che è 100% non può essere incrementata e l'introduzione di un nuovo rischio non cambia la probabilità di morte totale ma puo cambiare la distribuzione a ogni età, a patto che la persona sia viva a quella età (rateo di probabilità condizionale).

Il Rischio di morte

Il **rateo di probabilità condizionale totale di morte $G_0(u)$** per tutte le cause per una persona media, che sia viva alle età u, è dato dall'espressione di Gompertz-Makeham:

$$G_0(u) = A^{Bu} + C$$ dove u è l'età, A, B, C sono parametri da tabelle demografiche.

Un **incremento di rateo di probabilità condizionale dp/du** è legato alla sorgente di esposizione, scenario di esposizione

$$G(u) = G_0(u) + dp/du$$

$$q_{D,A0}(a) = q_0(a) + h_{D,A0}(a)$$

da Annex B, ICRP 60, Biological effects of ionizing radiations; estimates of probability for carcinogenic effects.

$q_0(a)$ è il rate, specifico per età, **di morte da tutte le cause** in una popolazione **non** irraggiata e $h_{DA0}(a)$ **è l'eccesso di rateo di morti per anno associato con l'esposizione D all'età a.**

Il livello di fondo del rateo di probabilità condizionale di morte $G_0(u)$

Le curve di Gompertz-Makeham (rateo di mortalità, specifico per età) per maschi Svedesi da 1750-1800 a 1981-1985. Il rateo di riferimento 'reference rate' rappresenta il livello di mortalità piu basso.

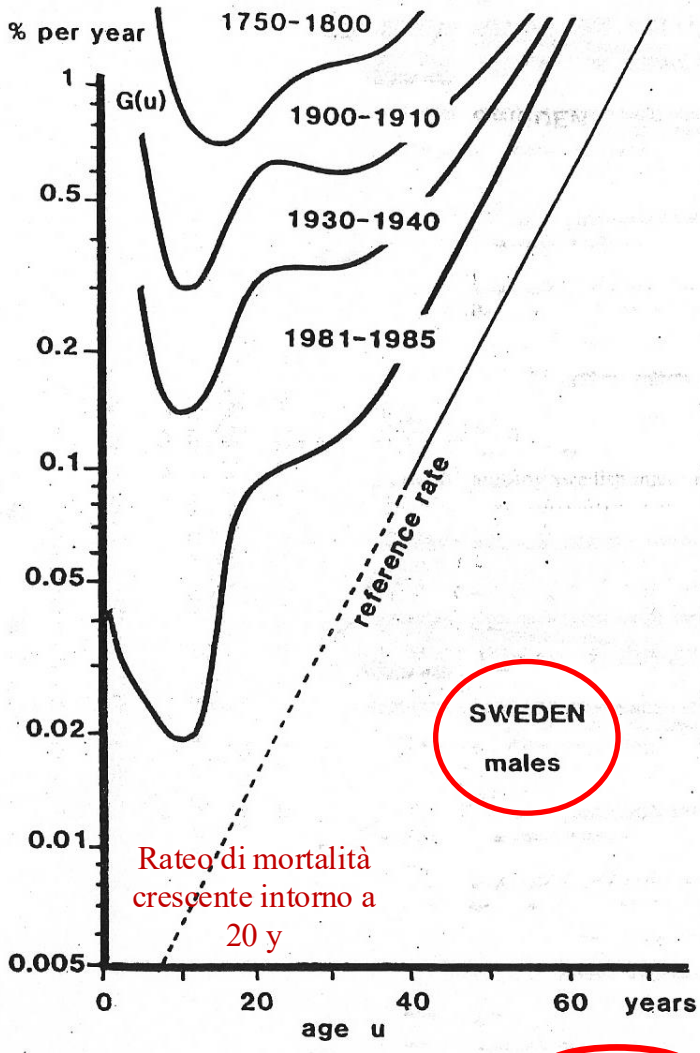


Fig. C-1. Gompertz-Makeham curves (the age-specific mortality rate) for Swedish males from 1750–1800 to 1981–1985. The "reference rate" is the lowest age-specific mortality rate currently found in any country for the various ages.

i) nei paesi industrializzati, a seguito di migliori condizioni di vita e salute pubblica, vi è, negli anni, una decrescita del rateo mortalità,

ii) vi è un minimo intorno ai 10 anni di età, con un valore di circa 2/10'000,

iii) appare un picco di crescente rateo di mortalità intorno ai 20 anni, sembra come risultato di vita spericolata,

iv) dai 30-40 anni vi è un raddoppio ogni circa7 anni, ovvero aumenta circa del 10% ogni anno,

v) vale circa 1/100 a 60 anni

Si può assumere che:

i) il rischio causato da **ogni nuova giustificabile sorgente di rischio**, potrebbe essere visto come *accettabile* fintanto che, per i più esposti, *non incrementa in modo significativo, a nessuna età, il rateo di mortalità specifico per età*,

ii) **ogni rischio già esistente** potrebbe essere visto come accettabile se non contribuisce a ratei di mortalità (specifici per età) *più alti di quanto atteso per paesi e regioni considerate sicure.*

Valori medi di sicurezza riflessi nella statistica sanitaria aiutano poco nel dare limiti individuali di rischio. La giustificazione di una sorgente non segue necessariamente dalla accettabilità di bassi rischi individuali.

Si può assumere che:

i) il rischio causato da **ogni nuova giustificabile sorgente di rischio**, potrebbe essere visto come *accettabile* fintanto che, per i più esposti, *non incrementa in modo significativo, a nessuna età, il rateo di mortalità specifico per età*,

ii) **ogni rischio già esistente** potrebbe essere visto come accettabile se non contribuisce a ratei di mortalità (specifici per età) *più alti di quanto atteso per paesi e regioni considerate sicure.*

Valori medi di sicurezza riflessi nella statistica sanitaria aiutano poco nel dare limiti individuali di rischio. La giustificazione di una sorgente non segue necessariamente dalla accettabilità di bassi rischi individuali.

Se una nazione vuole controllare l'impatto totale di nuove sorgenti di rischio, la definizione del grado necessario di limitazioni per ogni pratica, incluse le R.I., è un problema che va oltre il campo della sola radioprotezione**.**

La scelta dei limiti di rischio, incluso quello da R.I., coinvolge considerazioni soggettive in aggiunta alle conclusioni scientifiche.

Considerazioni scientifiche per il calcolo dell'incremento di rateo di probabilità di rischio di morte da cancro (dp/du)

L'eccesso di rischio di mortalità si basa sui coefficienti di rischio primari UNSCEAR 1988 e sull'applicazione di un semplice modello di proiezione per tempi successivi all'esposizione (Modello additivo o Modello moltiplicativo). Entrambi i modelli includono un periodo di latenza.

Considerazioni scientifiche per il calcolo dell'incremento di rateo di probabilità di rischio di morte da cancro (dp/du)

L'eccesso di rischio di mortalità si basa sui coefficienti di rischio primari UNSCEAR 1988 e sull'applicazione di un semplice modello di proiezione per tempi successivi all'esposizione (Modello additivo o Modello moltiplicativo). Entrambi i modelli includono un periodo di latenza.

Modello additivo (o assoluto) - l'eccesso di probabilità a seguito di una dose D è funzione della dose ma **non dipende dall'età**

$$dp/du = r_a D$$

Maggiore dose → maggiore rischio di morte indipendentemente dall'età

Considerazioni scientifiche per il calcolo dell'incremento di rateo di probabilità di rischio di morte da cancro (dp/du)

L'eccesso di rischio di mortalità si basa sui coefficienti di rischio primari UNSCEAR 1988 e sull'applicazione di un semplice modello di proiezione per tempi successivi all'esposizione (Modello additivo o Modello moltiplicativo). Entrambi i modelli includono un periodo di latenza.

Modello additivo (o assoluto) - l'eccesso di probabilità a seguito di una dose D è funzione della dose ma **non dipende dall'età**

--Incremento di rateo di probabilità di morte -

-

$$dp/du = r_a D$$

Maggiore dose → maggiore rischio di morte indipendentemente dall'età

Modello moltiplicativo (o relativo) - l'eccesso di probabilità **cresce con l'età** allo stesso rateo della probabilità di fondo B(u):

$$dp/du = r_m D B(u)$$

Maggiore dose → maggiore rischio di morte con dipendenza dall'età

Modelli di proiezione

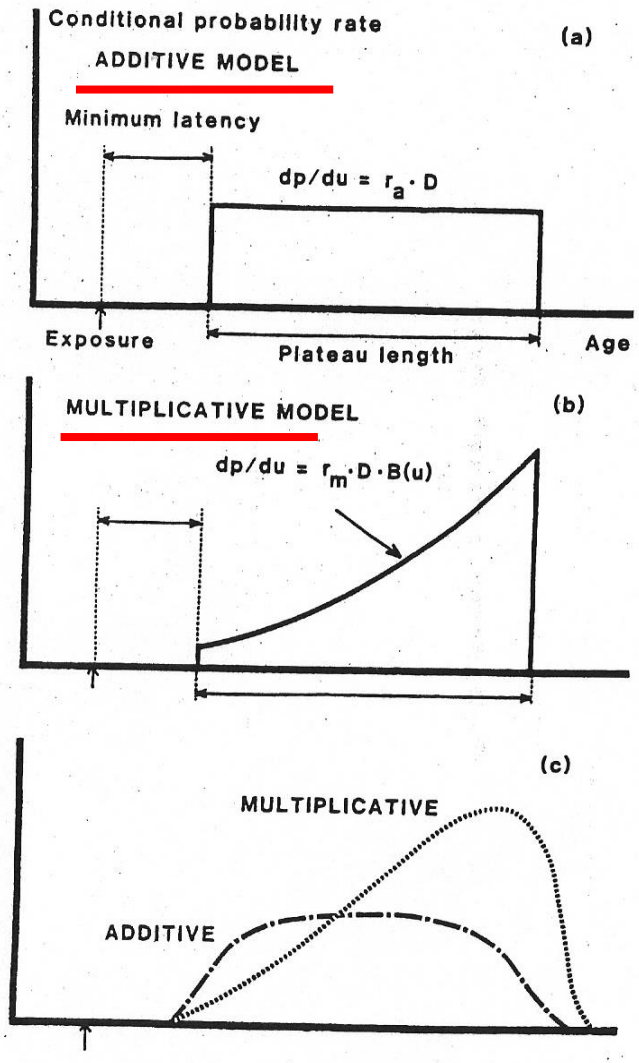


Fig. C-2. Illustration of the two simple projection models. Figures (a) and (b) show the stylised models which have been used for the calculations in this Annex; Figure (c) indicates possible curve shapes under more realistic assumptions.

(a) The simple *additive* model: The excess conditional probability rate (of death from cancer) after a single radiation dose, D, is assumed to be proportional to the dose, but first after a minimum latency period and over a "plateau" period of time. (b) The simple *multiplicative* model: The excess probability rate is also assumed to be proportional to the background rate of cancer death, $B(u)$.

Il modello moltiplicativo è considerato seguire le osservazioni epidemiologiche meglio del modello addittivo che è stato usato nella 26. I calcoli sono fatti considerando i coefficienti primari $K_{D,A0}$ e $C_{D,A0}$

-modello addittivo-

$$h_{D,A0}(a) = \begin{cases} 0 & \text{per } a < A_0+m \\ K_{D,A0} & \text{per } a \geq A_0+m \end{cases}$$

-modello moltiplicativo-

$$h_{D,A0}(a) = \begin{cases} 0 & \text{per } a < A_0+m \\ C_{D,A0}\, q_0(a) & \text{per } a \geq A_0+m \end{cases}$$

$h_{DA0}(a)$ è l'eccesso di rateo di morti per anno associato con l'esposizione D all'età a.

$$G(u) = G_0(u) + dp/du$$

$$q_{D,A0}(a) = q_0(a) + h_{D,A0}(a)$$

Variazione del rateo di mortalità specifico per età per 18 paesi considerati "safe"

Australia, Austria, Belgio, Canada, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Italia, Giappone, ….

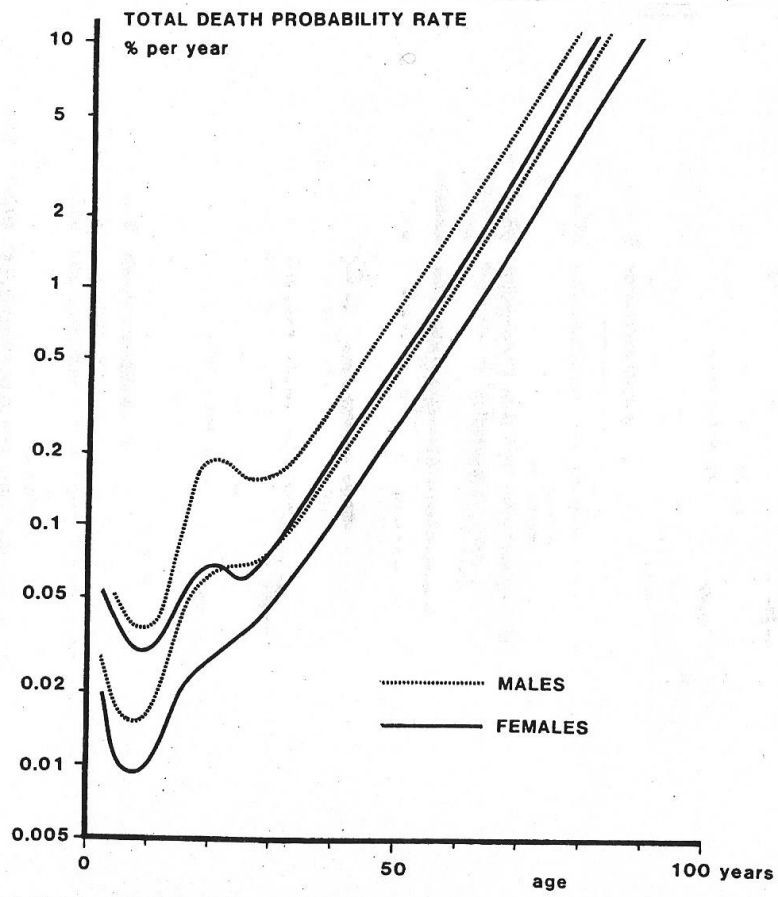
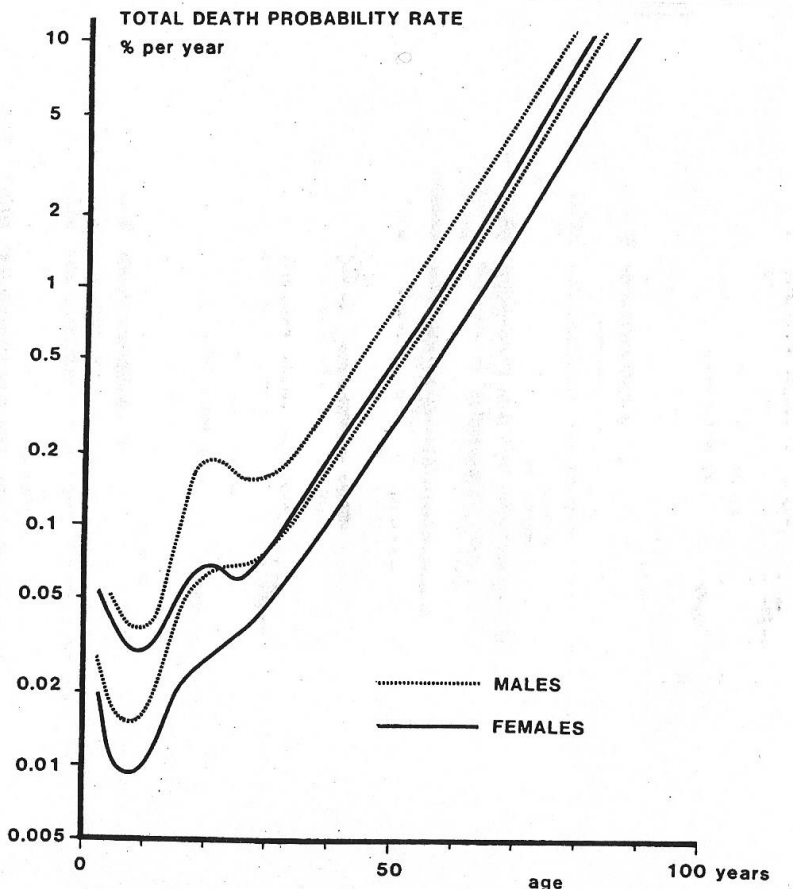


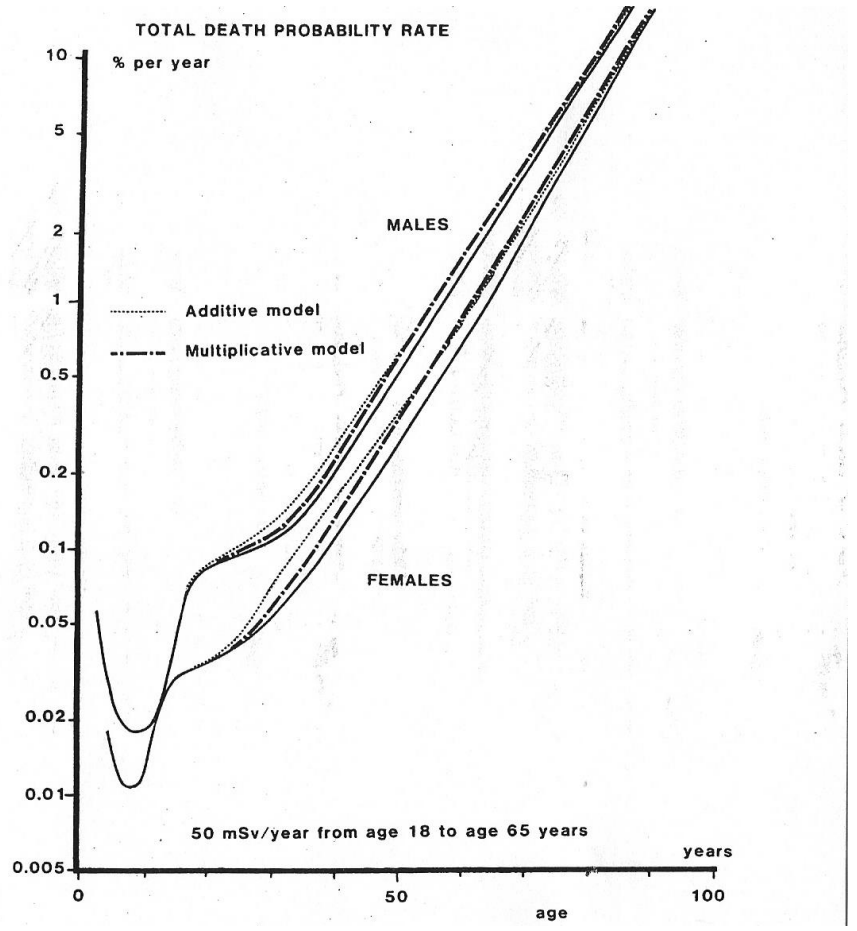
Fig. C-6. Variation (extreme values) of the age-specific mortality rate, approximating the conditional death probability rate, for 18 industrialised countries usually considered "safe": Australia, Austria, Belgium, Canada, Denmark, Finland, France, Germany (GDR), Germany (FRG), Italy, Japan, the Netherlands, New Zealand, Norway, Sweden, Switzerland, United Kingdom and USA.

Variazione del rateo di mortalità specifico per età per 18 paesi considerati "safe"

Australia, Austria, Belgio, Canada, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Italia, Giappone, ….



Cambiamento a seguito di 50 mSv per anno calcolato con i modelli addittivo e moltiplicativo



Se si mostra il rateo di probabilità condizionale come shift delle curve di Gompertz, anche dosi annue elevate non sembrano cambiare significativamente la situazione di rischio delle persone esposte e il cambiamento è piccolo in confronto a differenze di rischio fra i due sessi o fra diversi paesi.

Table C-5. Comparison of present (multiplicative model and a DDREF of 2) and 1977 risk estimates for the annual conditional cancer death probability (per million) at various ages and annual doses

Annual dose (mSv)	Age at risk, years 30	40	50	60	65	70	75
Workers							
50	42	190	570	1500	2200	3200	4700
30	25	110	340	880	1300	2000	2800
20	17	75	230	590	890	1300	1900
15	13	55	170	440	650	1000	1400
10	8	37	114	295	445	650	930
50 (1977)	*625*	*625*	*625*	*625*	*625*	*625*	*625*
Public							
5	4	20	60	150	220	320	470
3	2	12	35	90	130	200	280
2	2	8	24	60	90	130	190
1	1	4	12	30	45	65	95
0.5	0.4	2	6	15	22	32	47
1 (1977)	*12*	*12*	*12*	*12*	*12*	*12*	*12*

ICRP 60

ICRP 26

ICRP 60

ICRP 26

ICRP 26 considera per 50 mSv/y probabilità 0.6 su 1000 a tutte le età– **modello addittivo**

$1.25 \times 10^{-2}\ Sv^{-1} \times 50 \times 10^{-3}\ Sv = 625 \times 10^{-6}$

ICRP 60 considera che a 20 mSv/y probabilità si avvicina a 1 su 1000 ai 65 anni– **modello moltiplicativo**

Table C-5. Comparison of present (multiplicative model and a DDREF of 2) and 1977 risk estimates for the annual conditional cancer death probability (per million) at various ages and annual doses

Annual dose (mSv)	Age at risk, years 30	40	50	60	65	70	75
Workers							
50	42	190	570	1500	2200	3200	4700
30	25	110	340	880	1300	2000	2800
20	17	75	230	590	890	1300	1900
15	13	55	170	440	650	1000	1400
10	8	37	114	295	445	650	930
50 (1977)	*625*	*625*	*625*	*625*	*625*	*625*	*625*
Public							
5	4	20	60	150	220	320	470
3	2	12	35	90	130	200	280
2	2	8	24	60	90	130	190
1	1	4	12	30	45	65	95
0.5	0.4	2	6	15	22	32	47
1 (1977)	*12*	*12*	*12*	*12*	*12*	*12*	*12*

ICRP 60

ICRP 26

ICRP 60

ICRP 26

Probabilità cancro condizionale per milione di persone

Lavoratori: **20 mSv/y**, a 65 anni, la probabilità di morte è 890 su 1.000.000 ovvero è < di 1 su 1.000

Pubblico: **1 mSv/y** a 65 anni, la probabilità è 45 su 1.000.000 è << di 1 su 10.000

Table C-5. Comparison of present (multiplicative model and a DDREF of 2) and 1977 risk estimates for the annual conditional cancer death probability (per million) at various ages and annual doses

Annual dose (mSv)	Age at risk, years 30	40	50	60	65	70	75
Workers							
50	42	190	570	1500	2200	3200	4700
30	25	110	340	880	1300	2000	2800
20	17	75	230	590	890	1300	1900
15	13	55	170	440	650	1000	1400
10	8	37	114	295	445	650	930
50 (1977)	*625*	*625*	*625*	*625*	*625*	*625*	*625*
Public							
5	4	20	60	150	220	320	470
3	2	12	35	90	130	200	280
2	2	8	24	60	90	130	190
1	1	4	12	30	45	65	95
0.5	0.4	2	6	15	22	32	47
1 (1977)	*12*	*12*	*12*	*12*	*12*	*12*	*12*

ICRP 60

ICRP 26

ICRP 60

ICRP 26

La tabella mostra la probabilità di morte da cancro condizionale **per milione di persone**, in funzione di età e di dose, ***come media sui due sessi***, per lavoratori esposti da 18 a 65 anni e per il pubblico esposto dalla nascita. Per confronto è dato, a ogni età, un rischio di 1.25×10^{-2} Sv^{-1} (rischio morte 1.25 /100 per Sv) come assunto nella Publ. 26.

Nel 1977 è assunto limite di dose per prob. cancro fatale 10^{-3}, ovvero mille su un milione. La tabella mostra che questa frazione non è superata prima dei 65 per dosi annue minori di 20 mSv (sono però da tener in conto anche cancro curabile e effetti ereditari).

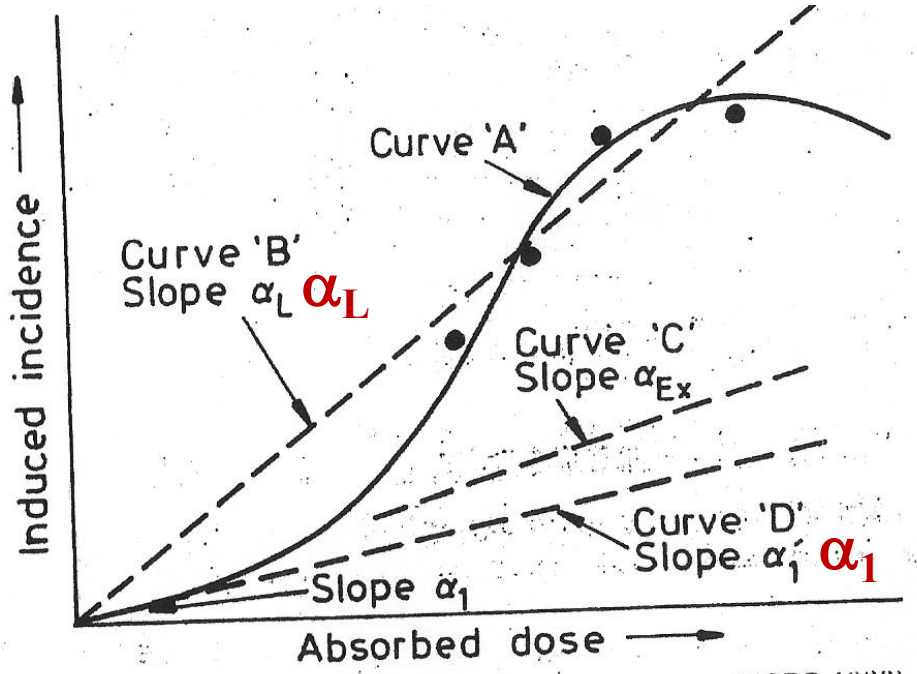


Fig. B-5. Schematic curves of incidence vs. absorbed dose (NCRP, 1980).

Rapporto fra la pendenza del fit lineare senza soglia per dati ad alte dosi, alti ratei di dose, rispetto alla pendenza del fit per dati a basse dosi (ovvero α_L, curva B rispetto α_1, curva D)

$$DREF = \frac{\alpha_L}{\alpha_1}$$

DREF dose-rate-effectivess factor
DDREF dose and dose rate effectiveness factor

Risposta a basse dosi, basso rateo di dose, è minore di quella ad alte dosi e alto rateo di un fattore DDREF

NCRP, 1980 DREF 2 → 10 **UNSCEAR, 1986 DREF 5**
USCEAR, 1988 DREF 2→10 **NAS,1990 BEIR V report DDREF 2**

ICRP raccomanda DDREF = 2

UNSCER 2006, suggerisce che possa essere DDREF =1

PERCEZIONE DEL RISCHIO

PERCEZIONE DEL RISCHIO

In situazioni critiche, la percezione della minaccia è importante quanto la definizione del rischio.

- **Il pubblico è sensibile al rischio e ha la capacità di mettere secondo un ordine una vasta gamma di pericoli.**
- **La questione RISCHIO si riferisce anche alla sfera psicologica.**
- **Il rischio è percepito in termini qualitativi.**
- **Il rischio è attenuato da un crescente livello percepito di benefici o valori.**

PERCEZIONE DEL RISCHIO

In situazioni critiche, la percezione della minaccia è importante quanto la definizione del rischio.

- **Il pubblico è sensibile al rischio e ha la capacità di mettere secondo un ordine una vasta gamma di pericoli.**
- **La questione RISCHIO si riferisce anche alla sfera psicologica.**
- **Il rischio è percepito in termini qualitativi.**
- **Il rischio è attenuato da un crescente livello percepito di benefici o valori.**

Il comune concetto di "rischio" rappresenta tutta una serie di costruzioni mentali, culturali e sociali. *(es. gruppi sociali diversi selezionano e definiscono i rischi in modo diverso. Douglas, 1983 mostra come fra esperti e non esperti su un tema vi è in genere una correlazione nei giudizi che non supera il 20%)*

La complessità etica nella valutazione del rischio radiologico

★ Incertezza

– il rischio totale di induzione di cancro da radiazioni stimato in una certa popolazione è affetto da incertezza.

approcci : tecnocratico, fattori di default, singolo modello, miglior modello, modelli valutati da esperti o da algoritmi.

base di giudizio: separazione fra processi di valutazione e di gestione, trasparenza, impersonalità, corrispondenza con opinione scientifica e costi della procedura.

"Chi deve determinare l'impatto dell'incertezza sul risultato della decisione ? "

La complessità etica è presente anche nella valutazione del rischio radiologico

★ Valori

– il concetto di rischio coinvolge un giudizio di valori
"Risk is More than Just a Number".

accettabilità del livello di rischio non è una questione universale, ma di valori – percezione del rischio radiologico legata al contesto in cui le radiazioni sono usate.

"How clean is clean enought ?".

– il rischio, come effetto collaterale di attività umane atte a produrre benefici, non può essere disgiunto da chiari benefici.

PERCEZIONE DEL RISCHIO

ACCETTABILE	INACCETTABILE
volontario	involontario
sotto controllo individuale	sotto controllo altrui
con chiari benefici	con benefici poco chiari
da sorgenti degne di fiducia	sorgenti non degne di fiducia
eticamente neutro	eticamente opinabile
naturale	artificiale
familiare	esotico
non associato storicamente	associazione storica
poco temibile	molto temibile
visibile	invisibile
di effetto immediato	di effetto ritardato
noto e compreso	incerto e variabile
poca attenzione dai media	elevata attenzione dai media

Un esempio di applicazione di argomentazioni etiche

“trivial risks” (P.Wikman, 2004)

E’ insignificante un rischio solo perché associato a una bassa dose, es. una frazione del fondo naturale ?

Un esempio di applicazione di argomentazioni etiche

“trivial risks” (P.Wikman, 2004)

E’ insignificante un rischio solo perché associato a una bassa dose, es. una frazione del fondo naturale ?

Quanto grande può essere un rischio prima che i diritti individuali vengano violati ?

Il diritto a non essere esposti al rischio è cancellato sotto una certa probabilità ?

Un esempio di applicazione di argomentazioni etiche

"trivial risks" (P.Wikman, 2004)

E' insignificante un rischio solo perché associato a una bassa dose, es. una frazione del fondo naturale ?

Quanto grande può essere un rischio prima che i diritti individuali vengano violati ? Appena qualcuno è esposto senza consenso.

Il diritto a non essere esposti al rischio è cancellato sotto una certa probabilità ? No, ma in una società complessa siamo costantemente esposti a rischi senza consenso.

Ammettere una soglia di rischio senza consenso può portare come conseguenza l'ammettere rischi non necessari.

Un esempio di applicazione di argomentazioni etiche

"trivial risks" (P.Wikman, 2004)

E' insignificante un rischio solo perché associato a una bassa dose, es. una frazione del fondo naturale ?

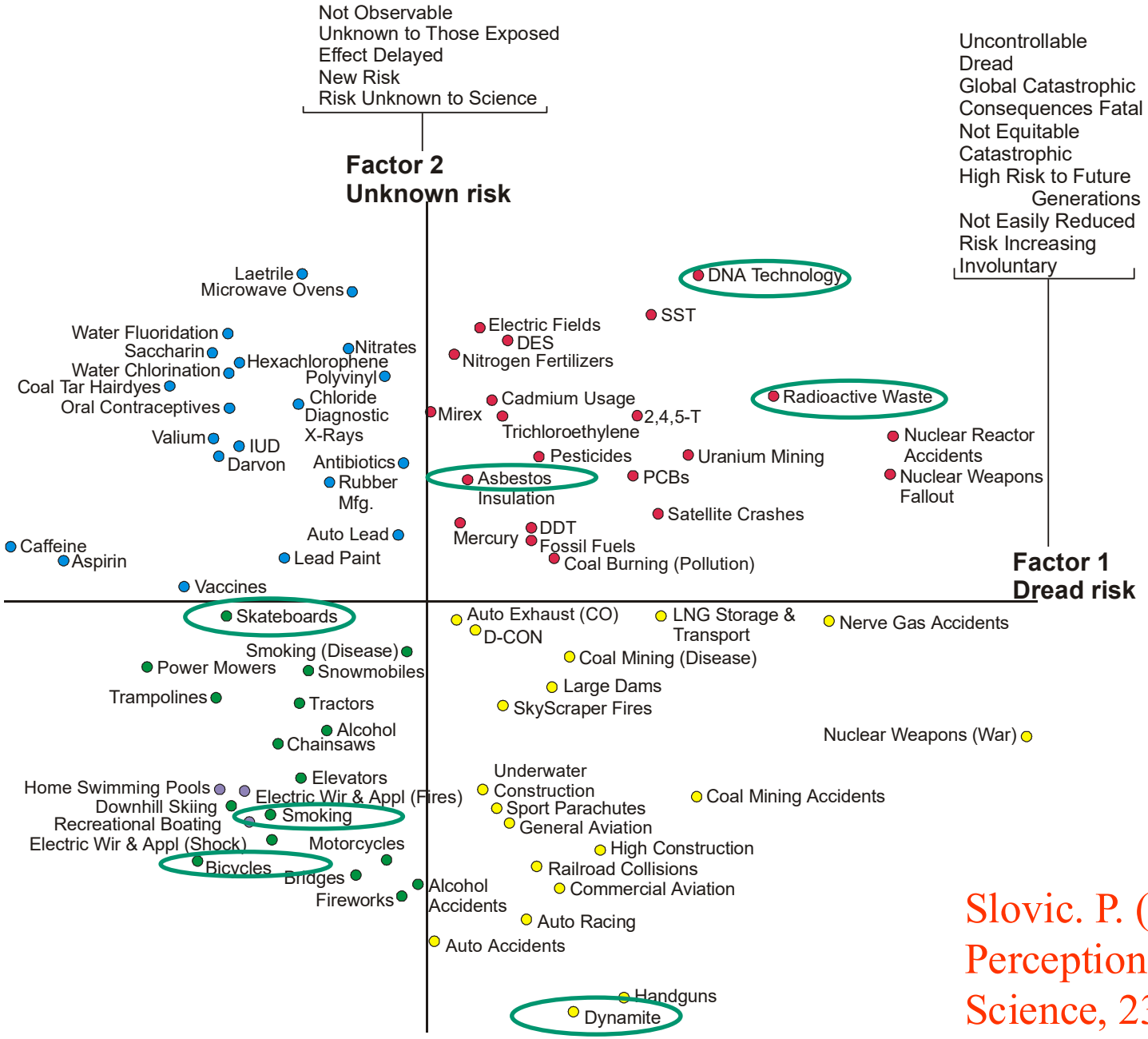
Quanto grande può essere un rischio prima che i diritti individuali vengano violati ? Appena qualcuno è esposto senza consenso.

Il diritto a non essere esposti al rischio è cancellato sotto una certa probabilità ? No, ma in una società complessa siamo costantemente esposti a rischi senza consenso.

Ammettere una soglia di rischio senza consenso può portare come conseguenza l'ammettere rischi non necessari.

"Un basso rischio non è necessariamente accettabile e un rischio accettabile non è necessariamente piccolo. La sicurezza è un giudizio di valore definito dall'accettabilità del rischio."

→ **concetto di ragionevolezza**



Slovic. P. (1987)
Perception of risk.
Science, 236, 280-185.

ESPERIENZA O RAGIONE ?

Teorie psicologiche cognitive e neuroscenza indicano che l'uomo può seguire due diverse vie di approccio al rischio.

Il sistema esperienziale - è intuitivo, automatico e veloce. Sistema che ha permesso all'uomo di sopravvivere durante il lungo periodo dell'evoluzione e che rimane anche oggi il più naturale e comune modo di rispondere al rischio.

Il sistema analitico - usa algoritmi come il calcolo delle probabilità, la logica, la stima di rischio. Questo sistema è relativamente lento e richiede un controllo consapevole.

Il rischio come sensazione si basa su immagini e associazioni legate all' esperienza a emozioni e sentimenti positivi o negativi. **(es. è sicuro camminare in una strada buia o bere acqua di odore sgradevole..)**

I proponenti di un'analisi formale del rischio tendono a vedere le risposte al rischio su basi affettive come risposte irrazionali **e quindi come non degne di validità.**

Il rischio come sensazione si basa su immagini e associazioni legate all' esperienza a emozioni e sentimenti positivi o negativi. **(es. è sicuro camminare in una strada buia o bere acqua di odore sgradevole..)**

I proponenti di un'analisi formale del rischio tendono a vedere le risposte al rischio su basi affettive come risposte irrazionali **e quindi come non degne di validità.**

I due sistemi, quello razionale e quello esperienziale operano in parallelo e entrambi hanno propri svantaggi e limitazioni.

Esiste una complessa interrelazione fra emozione e razionalità, entrambe sono essenziali per un comportamento ragionevole.

Come applicare la ragione per mediare le più forti emozioni generate da eventi di rischio?

Come infondere una certa sensibilità in circostanze dove la mancanza di esperienza può determinare posizioni di fredda razionalità?

COMUNICAZIONE DEL RISCHIO

Influenza la percezione del rischio

- **Arte di dare informazioni scientifiche e principi a un'audience non esperta.**
- **Scopo è di dare informazioni accurate e degne di fede circa la sicurezza a coloro che devono prendere le decisioni, al pubblico, o chiunque abbia interesse nella sicurezza della popolazione.**
- **La comunicazione del rischio è una disciplina.**

Le persone sono interessate a sapere se sono in sicurezza e lo vogliono sapere da una fonte che ritengono esperta e degna di fiducia.

RICORDA

Se esperti e profani pensano al rischio usano rappresentazioni, percezioni, attitudini, comportamenti, opinioni, conoscenze e valori completamente differenti.

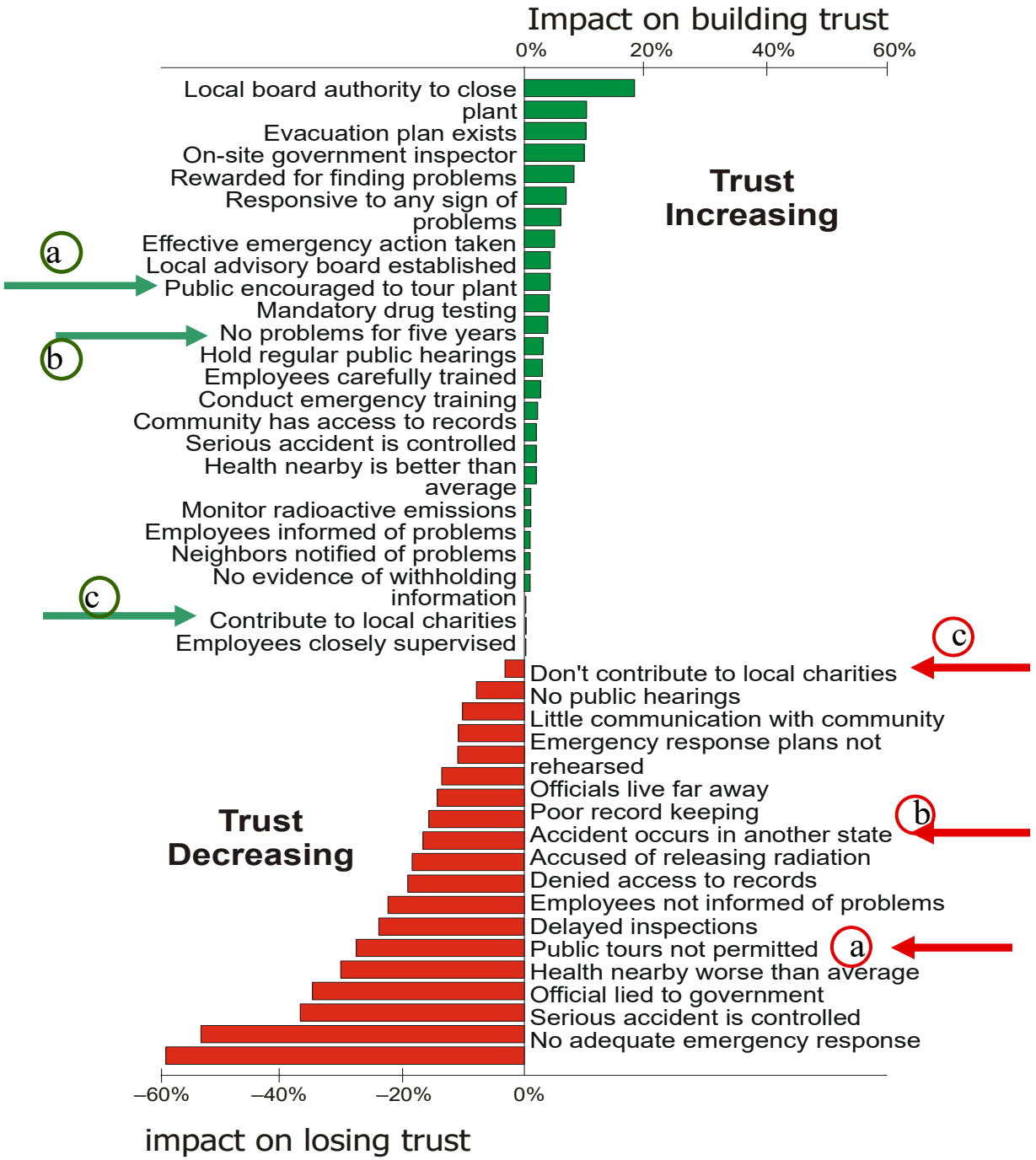
L'esperto ignora che il profano ha paura.

Sandman,1997- la definizione di rischio:

"HAZARD" data dagli esperti

"OUTRAGE" data dal profano

La comunicazione del rischio è resa difficile dalle definizioni, quello che comunemente viene inteso come rischio (la sua percezione come visto) rappresenta tutta una serie di costruzioni mentali, culturali e sociali ("Risk is more than just a number").



E' più facile distruggere la fiducia che costruirla !

Slovic P., 1993. Percived risk, trust and democracy. Risk analysis, 13, 675-685

Alcuni punti guida della comunicazione del rischio

-accettare e coinvolgere il pubblico come partner legittimo
-ascoltare l'audience
-coordinare e collaborare con altre sorgenti credibili
-andare incontro ai bisogni dei media
-parlare chiaramente e con partecipazione

ancora

-mostrare empatia
-dare le conclusioni in modo solido e completo
-dare affermazioni di supporto e proposte di fatti concreti a supporto delle conclusioni
-ripetere le conclusioni con le stesse parole
-indicare un'azione futura.

Alcuni inganni della comunicazione e relativi suggerimenti

INGANNO	COMMENTO	INDICAZIONE
Gergo	Il burocratese, il confronto fra i rischi …	-usare un linguaggio piano, senza troppe complessità, chiaro.
Humor	Per rendere leggera una situazione seria.	- un abile humor può portare a disapprovazione, evitarlo.
Ritorsione	Voi e la vostra integrità o il vostro valore tecnico potreste essere attaccati dalla negazione di credibilità, quindi perdere la vostra moderazione.	-ritornare in tema, rimanere calmi, non accettare provocazioni.
Identificare colpe	Può esserci il tentativo di attribuire errori o colpe	- focalizzare sulle responsabnilità per risolvere, piuttosto che colpevolizzare.
Usare organismi/ dipartimenti come schermi	Potrebbe essere un conforto, ma spesso è un ostacolo nello stabilire una fiducia personale con l'audience	-focalizzare sulle proprie capacità, come prodotto della propria posizione, esperienza e conocsenze.

EVOLUZIONE DEL SISTEMA DI PROTEZIONE RADIOLOGICA

Sistema di protezione formale con un approccio strutturato.

Suddivisioni del sistema:

-pratiche che fanno crescere esposizioni della popolazione o il n. di persone esposte,
-intervento cha fa diminuire esposizione proveniente da sorgenti esistenti,
-valutazione inerente la sorgente, valutazione inerente l'individuo,
-classificazione di tipi di esposizioni come:occupazionale, medica, della popolazione,
-giustificazione della pratica, ottimiz della protezione, limitaz dose,
-giustificaz di intervento, ottimiz del tipo e scala intervento,
-prevenzione esposizioni potenziali e accidentali,
-piani di emergenza,
-applicazione delle raccomandazioni da parte di organismi legislat.

- **Lo sviluppo e il continuo miglioramento di raccomandazioni, linee guida ed altri strumenti internazionali,** *hanno assicurato, negli anni, un sempre più attento monitoraggio* **e controllo delle esposizioni a radiazioni ionizzanti.**

- **In una prospettiva storica,** *il sistema di radioprotezione*, **basato sull'elevato grado di expertise scientifica e tecnica richiesto dalla complessità della materia,** *è stato esteso man mano che nuove situazioni e problematiche venivano evidenziate,* **con lo scopo di mantenere un approccio capace di trattare tutte le eventualità.**

- **Negli anni** (dopo la ICRP 60) **questo approccio è stato messo in discussione: - da un punto di vista tecnico** *è percepito come sistema troppo complesso,* **che può anche prestarsi a incoerenze, - da un punto di vista sociale è percepito come sistema** *che non riflette le attenzioni della società*.

★ **Il SISTEMA DI PROTEZIONE RADIOLOGICA emerso con la Publ.60 (1990) è stato sviluppato su circa 30 anni, in cui ICRP affronta le diverse problematiche.**

★ **L'ICRP ha incoraggiato, negli anni dopo la pubblicazione di ICRP 60, la discussione per esprimere la filosofia della radioprotezione in nuove raccomandazioni che possano rispecchiare un** *sistema di protezione coerente, completo e di più semplice applicazione*.

→ **Nuove raccomandazioni per inizio del 21° secolo**

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION

ICRP nasce nel 1928 come "International X-ray and Radium Committee" e adotta il suo attuale nome nel 1950.

Main Commission
Committee 1 – Radiation Effects
Committee 2 – Doses from Radiation Exposures
Committee 3 –Protection in Medicine
Committee 4 –Application of ICRP Recommendations
Task Groups
Working Parties

L'ICRP prepara le sue raccomandazioni considerando i principi fondamentali e le basi quantitative su cui poggiare le misure radioprotezionistiche, lasciando poi ai vari organismi nazionali la responsabilità di definire una legislazione specifica e commisurata alle necessità dei singoli paesi.

ICRP(1998)

International Commission on Radiological Protection: History, Policies, Procedures. **Elsevier Science Ltd, Oxford**

ICRP Publ. 1, 1959
Recommendations of the International Commission on Radiological Protection.

ICRP Publ. 6, 1964
Recommendations of the International Commission on Radiological Protection.

ICRP Publ. 9, 1966
Recommendations of the International Commission on Radiological Protection.

ICRP Publ. 26, 1977
Recommendations of the International Commission on Radiological Protection.

ICRP Publ. 60, 1991
1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection.

67

ICRP Publication 67: **Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides**: Part 2 Ingestion Dose Coefficients
Annals of the ICRP Vol. 23/3-4
A Report of a Task Group of Committee 2 of the International Commission on Radiological Protection
Edited by ICRP,
0-08-041155-X, Year: 1994

66

ICRP Publication 66: **Human Respiratory Tract Model** for Radiological Protection
Annals of the ICRP Vol. 24/1-3
Edited by ICRP,
0-08-041154-1, Year: 1994

65

ICRP Publication 65: Protection Against Radon-222 at Home and at Work
Annals of the ICRP Vol. 23/2
Edited by ICRP,
0-08-042475-9, Year: 1994

64

ICRP Publication 64: Protection from Potential Exposure: A Conceptual Framework
A Report of a Task Group of Committee 4 of the International Commission on Radiological Protection
Edited by ICRP,
0-08-042205-5, Year: 1993

63

ICRP Publication 63: Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency
A Report of a Task Group of Committee 4 of the International Commission on Radiological Protection
Edited by ICRP,
0-08-042204-7, Year: 1993

62

ICRP Publication 62: **Radiological Protection in Biomedical Research**
Also includes Addendum 1 to ICRP Publication 53, Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals, and a Summary of the current ICRP Principles for Protection of the Patient in Diagnostic Radiology
A Report of Committee 3 adopted by the International Commission on Radiological Protection
Edited by ICRP,
0-08-042203-9, Year: 1993

60

ICRP Publication 60: Recommandations ICRP (French Edition of ICRP 60, 1990 Recommendations)
Annals of the ICRP Vol. 20/1
Translated by H.P Jammet,
0-08-042275-6, Year: 1993

60

1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection - Users' Edition
Annals of the ICRP Vol. 21/1-3
ICRP,
0-08-041998-4, Year: 1992

60

ICRP Publication 60: 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection
Annals of the ICRP Vol. 21/1-3
Edited by ICRP,
0-08-041144-4, Year: 1991

59

ICRP Publication 59: The Biological Basis for Dose Limitation in the Skin
Annals of the ICRP Vol. 22/2
A Report of a Task Group of Committee 1 of the International Commission on Radiological Protection
Edited by ICRP,
0-08-041143-6, Year: 1992

77

ICRP Publication 77: Radiological Protection Policy for the Disposal of **Radioactive Waste**
Annals of the ICRP Vol. 27 Supplement
Edited by ICRP,
0-08-042749-9, Year: 1998

76

ICRP Publication 76: Protection from Potential Exposures: Application to Selected Radiation Sources
Annals of the ICRP Vol. 27/2
Edited by ICRP,
0-08-042744-8, Year: 1997

75

ICRP Publication 75: General Principles for the Radiation Protection of Workers
Annals of the ICRP Vol. 27/1
Edited by ICRP,
0-08-042741-3, Year: 1997

74

ICRP Publication 74: Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation
Annals of the ICRP Vol. 26/3
Edited by ICRP,
0-08-042739-1, Year: 1996

73

ICRP Publication 73: Radiological Protection and **Safety in Medicine**
Annals of the ICRP Vol. 26/2
Edited by ICRP,
0-08-042738-3, Year: 1996

72

ICRP Publication 72: Age-dependent Doses to the Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 5 **Compilation** of Ingestion and Inhalation Coefficients
Edited by ICRP,
0-08-042737-5, Year: 1996

71

ICRP Publication 71: **Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides**: Part 4 Inhalation Dose Coefficients
A report of a Task Group Committee 2 of the International Commission on Radiological Protection
Edited by ICRP,
0-08-042736-7, Year: 1996

70

ICRP Publication 70: Basic Anatomical & Physiological Data for use in Radiological Protection: The Skeleton
A report of a Task Group of Committee 2 of the International Commission on Radiological Protection
Edited by ICRP,
0-08-042879-7, Year: 1995

69

ICRP Publication 69: **Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides**: Part 3 Ingestion Dose Coefficients
A report of a Task Group of Committee 2 of the International Commission on Radiological Protection
By ICRP,
0-08-042658-1, Year: 1995



68

ICRP Publication 68: **Dose Coefficients for Intakes of Radionuclides by Workers**
A report of a Task Group of Committee 2 of the International Commission on Radiological Protection
Edited by ICRP,
0-08-042651-4, Year: 1995

91 ICRP Publication 91: A Framework for Assessing the Impact of Ionising Radioation on Non-Human Species, 91 Year: 2004

90 ICRP Publication 90: Biological Effects after Prenatal Irradiation (Embryo and Fetus), 90, Year: 2004

89 ICRP Publication 89: Basic Anatomical and Physiological Data for Use in Radiological Protection: Reference Values, 89, Year: 2003



88 ICRP Publication 88: Doses to the **Embryo and Fetus** from Intakes of Radionuclides by the Mother
Year: 2001

87 Managing Patient Dose in **Computed Tomography**
Year: 2001

86 Prevention of Accidents to Patien Undergoing **Radiation Therapy** Year: 2001

85 Avoidance of Radiation Injuries from Medical Interventional Procedures Year: 2001

84 **Pregnancy and Medical Radiation**
Year 2000

83
ICRP Publication 83: Risk Estimation for Multifactorial Diseases
Annals of the ICRP Vol. 29/3-4
Edited by ICRP,
0-08-043900-4, Year: 2000

82
ICRP Publication 82: Protection of the Public in Situations of **Prolonged Radiation Exposure**
Annals of the ICRP Vol. 29/1-2
Edited by ICRP,
0-08-043898-9, Year: 2000

81
ICRP Publication 81: Radiation Protection Recommendations as Applied to the Disposal of **Long-lived Solid Radioactive Waste**
Annals of the ICRP Vol. 28/4
Edited by ICRP,
0-08-043859-8, Year: 2000

80
ICRP Publication 80: **Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals**
Annals of the ICRP Vol. 28/3
Edited by ICRP,
0-08-043573-4, Year: 1999

79
ICRP Publication 79: Genetic Susceptibility to Cancer
Annals of the ICRP Vol. 28/1-2
Edited by ICRP,
0-08-042752-9, Year: 1999

78
ICRP Publication 78: **Individual Monitoring for Internal Exposure of Workers**
Annals of the ICRP Vol. 27/3-4
Edited by ICRP,
0-08-042750-2, Year: 1998

99 ICRP Supporting Guidance 4: Development of the Draft 2005 Recommendations of the ICRP A Collection of Papers, Year: 2006

99 ICRP Publication 99 Low - Dose Extrapolation of Radiation Related Cancer Risk, 99, Year: 2006

98 ICRP Publication 98: Radiation Aspects of Brachytherapy for Prostate Cancer, 98, Year: 2006

97ICRP Publication 97 Prevention of High-dose-rate Brachytherapy Accidents, 97, Year: 2006

96 ICRP Publication 96: Protecting People Against Radiation Exposure in the Event of a Radiological Attack, 96, Year: 2006

95ICRP CD 3: Database of Dose Coefficients: Radionuclides in Mothers' Milk, Year: 2007



95 ICRP Publication 95: Doses to Infants from Ingestion of Radionuclides in Mother's Milk, 95, Year: 2004

94 ICRP Publication 94: Release of Patients after Therapy with Unsealed Radionuclides, 94, Year: 2005

93 ICRP Publication 93: Managing Patient Dose in Digital Radiology, 93, Year 2004

92 ICRP Publication 92: Relative Biological Effectiveness (RBE), Quality Factor (Q), and Radiation Weighting Factor (wR), 92, Year: 2004

107 ICRP Publication 107: Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations, Year: 2009

106 ICRP Publication 106: Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals
A Third Adendum to ICRP Publication 53, Year: 2009

105 ICRP Publication 105: Radiological Protection in Medicine, 105 Annals of the ICRP Volume 37 Issue 6, Year: 2008

104 ICRP Publication 104: Scope of Radiological Protection Control Measures, 104 Annals of the ICRP Volume 37 Issue 5, Year: 2008

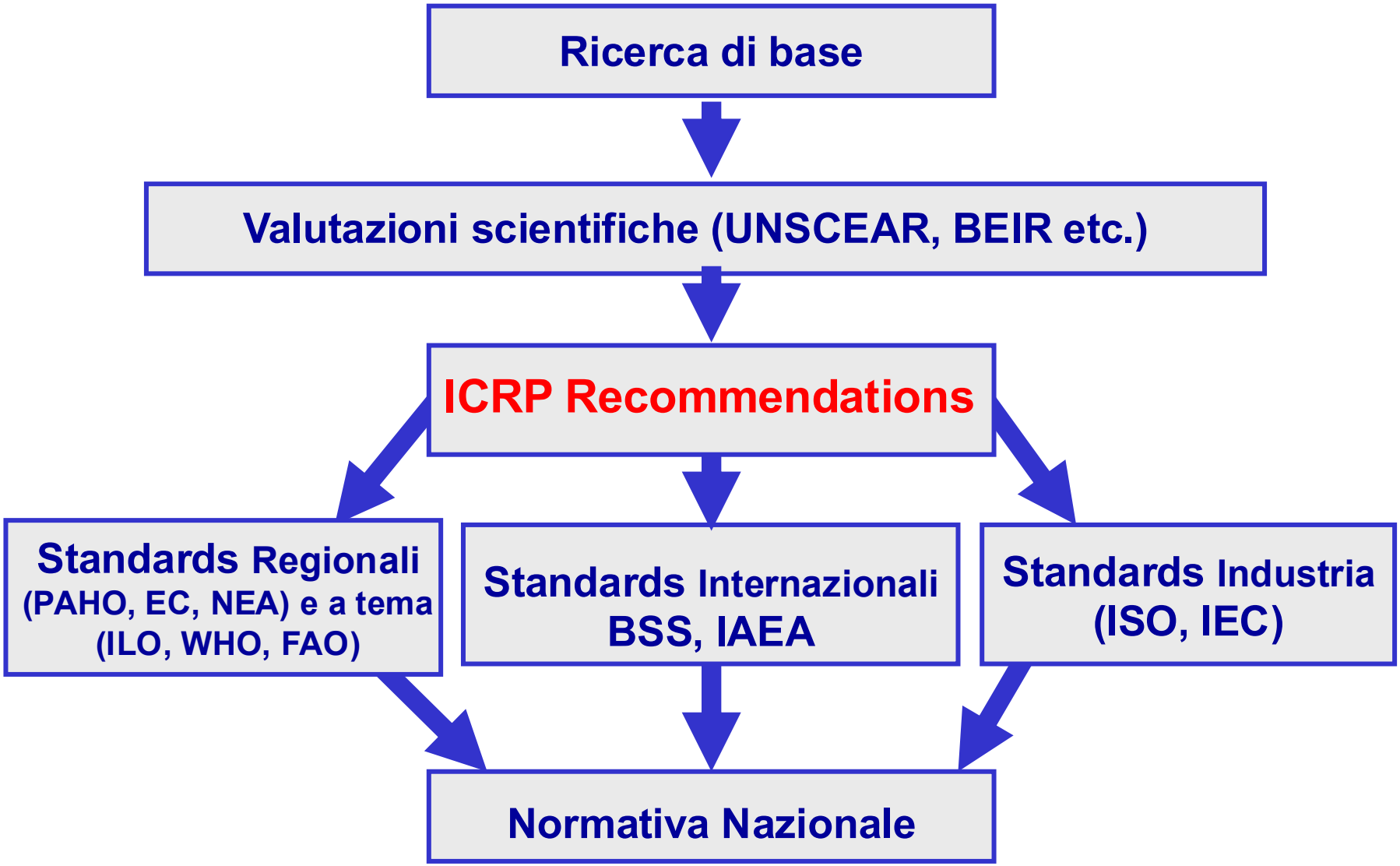
103 ICRP Publication 103: Recommendations of the ICRP Annals of the ICRP Volume 37/2-4, Year: 2008

102 ICRP Publication 102: Managing Patient Dose in Multi-Detector Computed Tomography (MDCT), 102 Annals of the ICRP Volume 37/1, Year: 2007

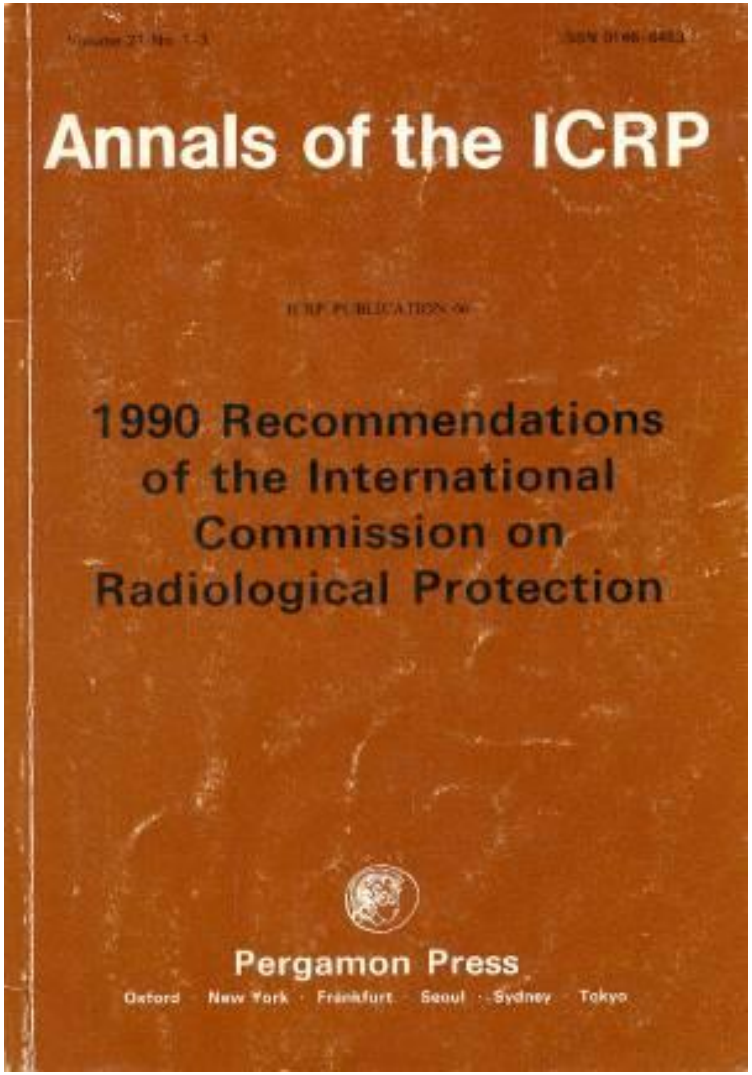
101 ICRP Supporting Guidance 5
Analysis of the Criteria Used by the International Commission on Radiological Protection
Annals of the ICRP Volume 36 Issue 4, Year: 2007

101 ICRP Publication 101: Assessing Dose of the Representative Person for the Purpose of Radiation Protection of the Public and the Optimisation of Radiological Protection Year: 2007

100 ICRP Publication 100: Human Alimentary Tract Model for Radiological Protection Year: 2007


Ricerca di base
Valutazioni scientifiche (UNSCEAR, BEIR etc.)
ICRP Recommendations
Standards Regionali
(PAHO, EC, NEA) e a tema
(ILO, WHO, FAO)
Standards Internazionali
BSS, IAEA
Standards Industria
(ISO, IEC)
Normativa Nazionale

Il primo passo dell'evoluzione



1997 - Inizia il progetto per ricapitolare e consolidare

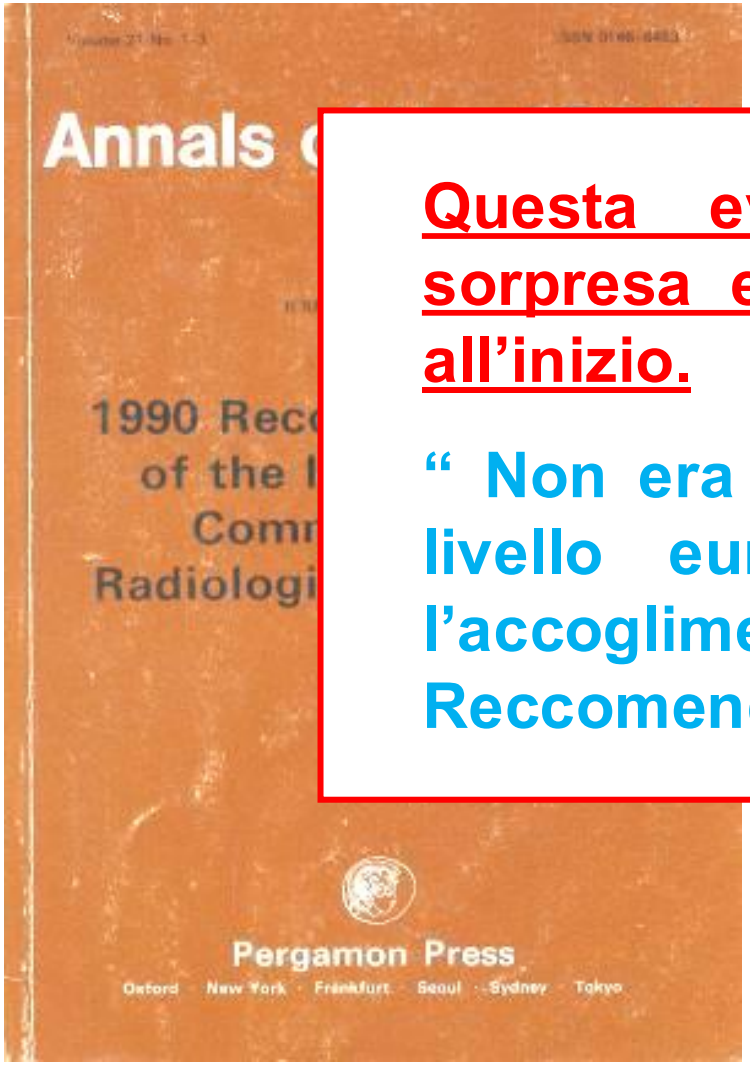
1998 - ICRP presenta alcuni punti di discussione

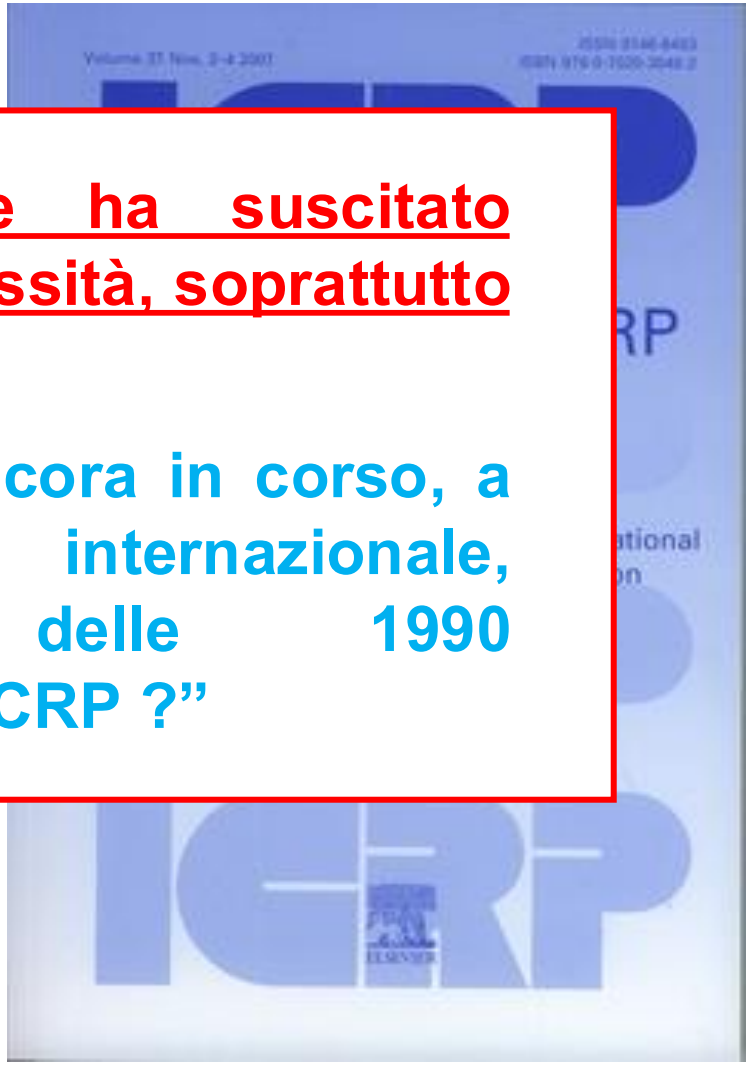
1999 - "*Control of low-level radiation exposure: Time for change ?*" (R. Clarke JRP, 1999).

2001 - "*A Report on progress towards new recommendations: A communication from the ICRP*" (ICRP, JRP, 2001).

2003 – "*The evolution of the system of radiological protection: the justification for new ICRP recommendations*" (ICRP,JRP, 2003).

Il primo passo dell'evoluzione





Questa evoluzione ha suscitato sorpresa e perplessità, soprattutto all'inizio.

" Non era forse ancora in corso, a livello europeo e internazionale, l'accoglimento delle 1990 Reccomendations ICRP ?"

Raccomandazioni ICRP aggiunte dopo la ICRP 60

Publ. 62	**Radiological Protection in Biomedical Research**
Publ. 63	**Principles for intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency**
Publ. 64	**Protection from Potential Exposure: A Conceptual Framework**
Publ. 65	**Protection against Radon-222 at Home and at Work**
Publ. 75	**General Principles for Radiation Protection of Workers**
Publ. 76	**Protection from Potential Exposures: Application to Selected Radiation Sources**
Publ. 77	**Radiological Protection Policy fot the disposal of Radioactive Waste**
Publ. 81	**Radiation Protection Recommendations as Applied to the Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste**
Publ. 82	**Protection of the Public in Situations of Prolonged Radiation Exposur**

L'insieme di vincoli esistenti in ICRP 60

Circa 30 valori numerici differenti come vincoli di dose efficace da utilizzarsi in situazioni diverse (incluse le normali operazioni di una pratica, le esposizioni prolungate, la ricerca biomedica e i singoli incidenti).

Prendendo in considerazione ben 6 differenti basi di valutazione:

- Rischio fatale individuale annuo.
- Multiplo o frazione del fondo naturale.
- Analisi formale di costi e benefici.
- Intervallo di valori già esistenti in modo naturale.
- Motivazioni di tipo qualitativo.
- Evitare effetti deterministici.

R. Clarke, The evolution of the system of radiological protection: the justification for new ICRP recommendations. J.Radiol Prot, 2003.

Table 2. Compilation of the existing ICRP 'constraints' to optimisation: (a) Individual annual fatal risk, (b) upper end of an existing range of naturally occurring values, (c) multiples or fractions of natural background, (d) formal cost–benefit analysis, (e) qualitative, non-quantitative, reasons, and (f) avoidance of deterministic effects.

Situation to which it applies			
Effective dose[a]	Basis		Publication
Normal operation of a practice			
~0.01 mSv a^{-1}	a, c	Exemption level, protection optimised	64, 76
0.1 mSv a^{-1}	e	Constraint for long-lived nuclides	82
0.3 mSv a^{-1}	e	Maximum public constraint	77
20 mSv a^{-1}	a	Maximum worker constraint	60, 68
10 mSv a^{-1}	b	Worker constraint for Rn-222	65
(1500 Bq m^{-3})		—optimised level between 500 and 1500 Bq m^{-3}	
2 mSv	e	Surface of the abdomen of pregnant worker	60
1 mSv	a, c	Foetal dose over remaining term of pregnancy	75
1 mSv a^{-1}	a, c	Dose limit for the public	60
Prolonged exposure			
~10 mSv a^{-1}	c	Below this intervention is optional, but not likely to be justifiable	82
~100 mSv a^{-1}	c, f	Intervention almost always warranted	82
10 mSv a^{-1}	b	Constraint for Rn-222 at home	65
(600 Bq m^{-3})		—optimised level 200–600 Bq m^{-3}	
~1 mSv a^{-1}	c	Intervention exemption level, protection optimised	82
10^{-5} a^{-1}	a	Risk constraint	81
Biomedical research			

10^{-a}	a	Risk constraint	81
		Biomedical research	
0.1 mSv	a	Minor level of societal benefit	62
1.0 mSv	a	Intermediate level of societal benefit	62
10.0 mSv	a	Moderate level of societal benefit	62
>10.0 mSv	a	Substantial level of societal benefit	62
		Single events and accidents	
Effective dose[a] averted			
50 mSv	e, c	Sheltering warranted—optimised 5–50 mSv	63
500 mSv	e, c	Evacuation warranted—optimised 50–500 mSv	63
5000 mSv skin			
5000 Gy thyroid	e, c	Issue stable iodine—optimised 50–500 mSv	63
1000 mSv	d, a	Arrange relocation (~10 s mSv/month)	63, 82
1000 mSv	f	Constraint for planned emergency work	63
5000 mSv skin			
10 mSv	c, d	Optimised value for foodstuffs 10–100 Bq g^{-1} (α),	63
100 Bq g^{-1} (α),		1000–10 000 Bq g^{-1} (β/γ)	
10 000 Bq g^{-1} (β/γ)			

[a] Unless otherwise stated.

Ci sono più di 30 numeri diversi indicati come vincoli nelle 10 ICRP recommandations, inoltre questi numeri sono giustificati in ben 6 modi diversi !

Le basi del rinnovamento

- **Il Sistema di Protezione Radiologica *si è esteso man mano che le questioni emergevano*. Ciò ha consentito lo sviluppo di linee guida che ha garantito un continuo e attento monitoraggio e controllo delle esposizioni, ha però portato ad un sistema considerato *complesso* e non rispondente alla attuale maggiore *attenzione sociale.***

- **Le Raccomandazioni del 1990 necessitano quindi di una semplificazione e di un consolidamento.**

- **Le assunzioni di carattere biologico e fisico necessitano di un aggiornamento.**

- **Si ritiene necessaria una maggiore attenzione verso uno shift di valori (etica utilitarista → etica egalitaria, antropocentrio → olistico, coinvolgimento stakeholder).**

Le Raccomandazioni in bozza

Giugno 2004

DRAFT FOR CONSULTATION

2005 RECOMMENDATIONS OF THE INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION

Giugno 2006

02/276/06 - 5 June 2006

***DRAFT* RECOMMENDATIONS OF THE INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION**

Gennaio 2007

02/13/07

12 January 2007

***DRAFT* RECOMMENDATIONS OF THE INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION**

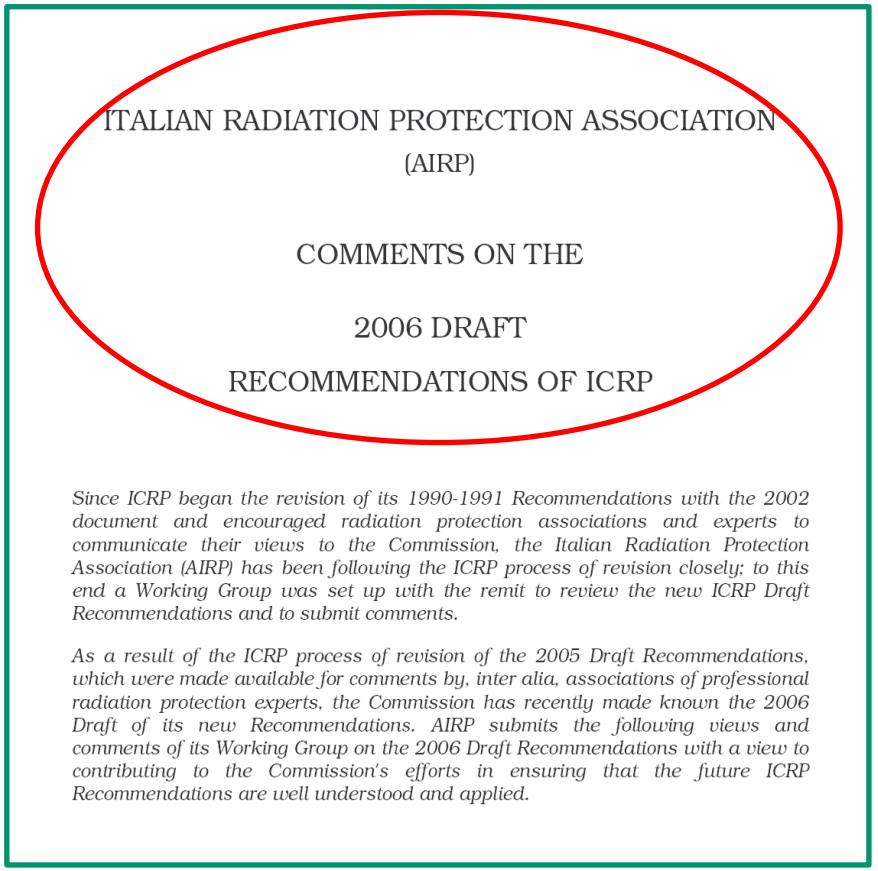
Consultazione aperta alla comunità

Molte organizzazioni nazionali e internazionali hanno dedicato energie nel partecipare al dibattito, es. NEA (Nuclear Energy Agency) e IRPA (International Radiation Protection Association)

Celso Osimani istituisce nell'ottobre 2004 :

Working Group for Comments on the 2005 Draft Recommendations of ICRP

Enrico Sgrilli (coordinatore)
M.Claire Cantone
Salvatore Frullani
Celso Osimani
Antonio Parisi
Maurizio Pelliccioni
Giorgio Trenta



ITALIAN RADIATION PROTECTION ASSOCIATION

(AIRP)

COMMENTS ON THE

2006 DRAFT

RECOMMENDATIONS OF ICRP

Since ICRP began the revision of its 1990-1991 Recommendations with the 2002 document and encouraged radiation protection associations and experts to communicate their views to the Commission, the Italian Radiation Protection Association (AIRP) has been following the ICRP process of revision closely; to this end a Working Group was set up with the remit to review the new ICRP Draft Recommendations and to submit comments.

As a result of the ICRP process of revision of the 2005 Draft Recommendations, which were made available for comments by, inter alia, associations of professional radiation protection experts, the Commission has recently made known the 2006 Draft of its new Recommendations. AIRP submits the following views and comments of its Working Group on the 2006 Draft Recommendations with a view to contributing to the Commission's efforts in ensuring that the future ICRP Recommendations are well understood and applied.

ICRP approva le nuove Raccomandazioni

Essen, Germany, 19-21 March 2007

ICRP approva le nuove Raccomandazioni sulla protezione dell'uomo e dell'ambiente dalle radiazioni ionizzanti.

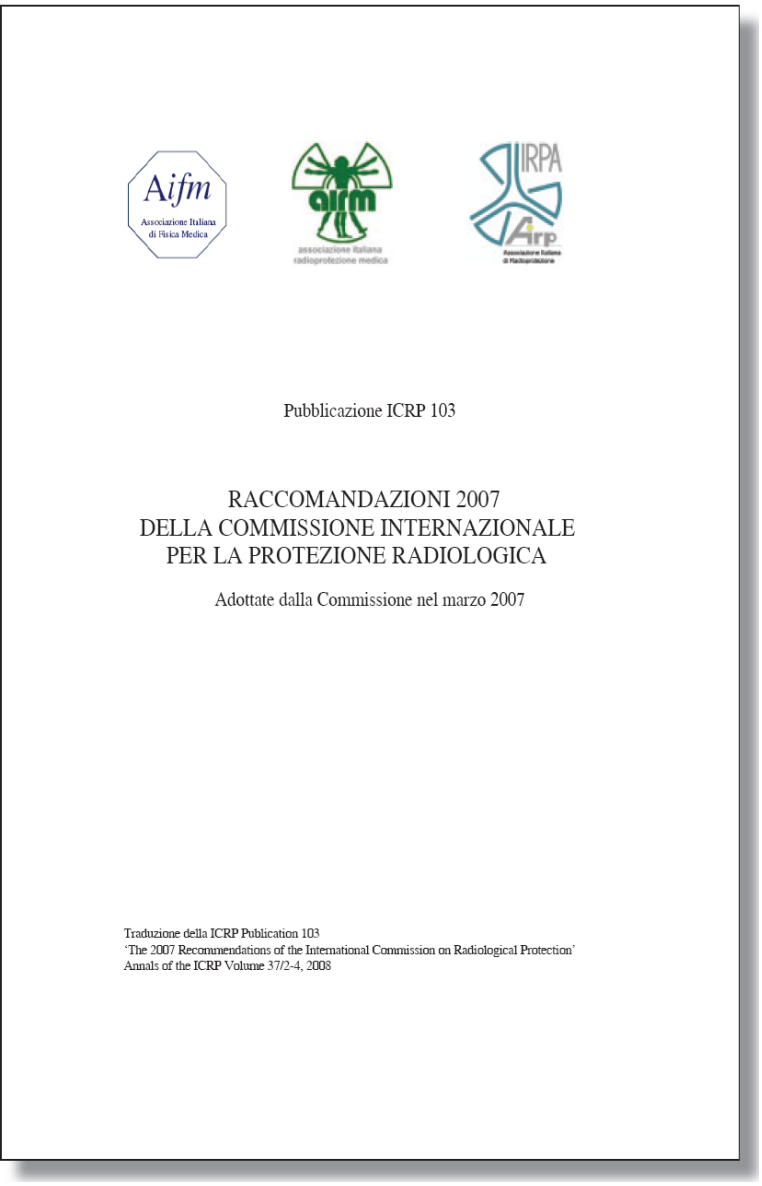
Questa decisione è il risultato di un *progetto iniziato ben 9 anni prima*.

Queste Raccomandazioni sostitutiscono le precedenti Raccomandazionid del 1990.

The 2007 Recommendations of ICRP are now available

….. ICRP much prefers to permit translations and distribution of translated reports. So far, translations have been agreed for versions in Chinese, French, German, Italian, Japanese, Russian, and Spanish. Negotiations concerning a possible Arabic version are under way……

ICRP 18.12.07



Traduzione della *'ICRP Publication 103'*

Curata, nell'ambito delle attività del Comitato Internazionale AIRP, da:

Giovanni Agnesod (AIRP),
Marie Claire Cantone(AIRP),
Vittorio Ciani (AIRP),
Stefano De Crescenzo (AIFM),
Mario Marengo (AIFM),
Roberto Moccaldi (AIRM),
Celso Osimani (AIRP),
Sandro Sandri (AIRP),
Giorgio Trenta (AIRM)

Documenti a supporto delle Raccomandazioni

Annex A, ICRP 103

ANNEX A. BIOLOGICAL AND EPIDEMIOLOGICAL INFORMATION ON HEALTH RISKS ATTRIBUTABLE TO IONISING RADIATION: A SUMMARY OF JUDGEMENTS FOR THE PURPOSES OF RADIOLOGICAL PROTECTION OF HUMANS

A **partire dalle bozze del 21 aprile 2005 e del 16 febbraio 2006**

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION

Committee 1 Task Group Report: C1 Foundation Document (Annex A of Main Recommendations)
UPDATED DRAFT AFTER PUBLIC CONSULTATION

Biological and Epidemiological Information on Health Risks Attributable to Ionising Radiation: A Summary of Judgements for the Purposes of Radiological Protection of Humans

Documenti a supporto delle Raccomandazioni

Annex B, ICRP 103

ANNEX B. QUANTITIES USED IN RADIOLOGICAL PROTECTION

A **partire dalle bozze del 2005 e del 2006**

February 12, 2006

UPDATED DRAFT AFTER PUBLIC CONSULTATION

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION

COMMITTEE 2

BASIS FOR DOSIMETRIC QUANTITIES USED IN RADIOLOGICAL PROTECTION

(Annex B of Main Recommendations)

Documenti a supporto delle Raccomandazioni

ICRP 91, 2003


Annals of the ICRP

ICRP PUBLICATION 91

A Framework for Assessing the Impact of Ionising Radiation on Non-human Species

Impatto delle R.I. su specie non umane

Editor
J. VALENTIN

PUBLISHED FOR

The International Commission on Radiological Protection

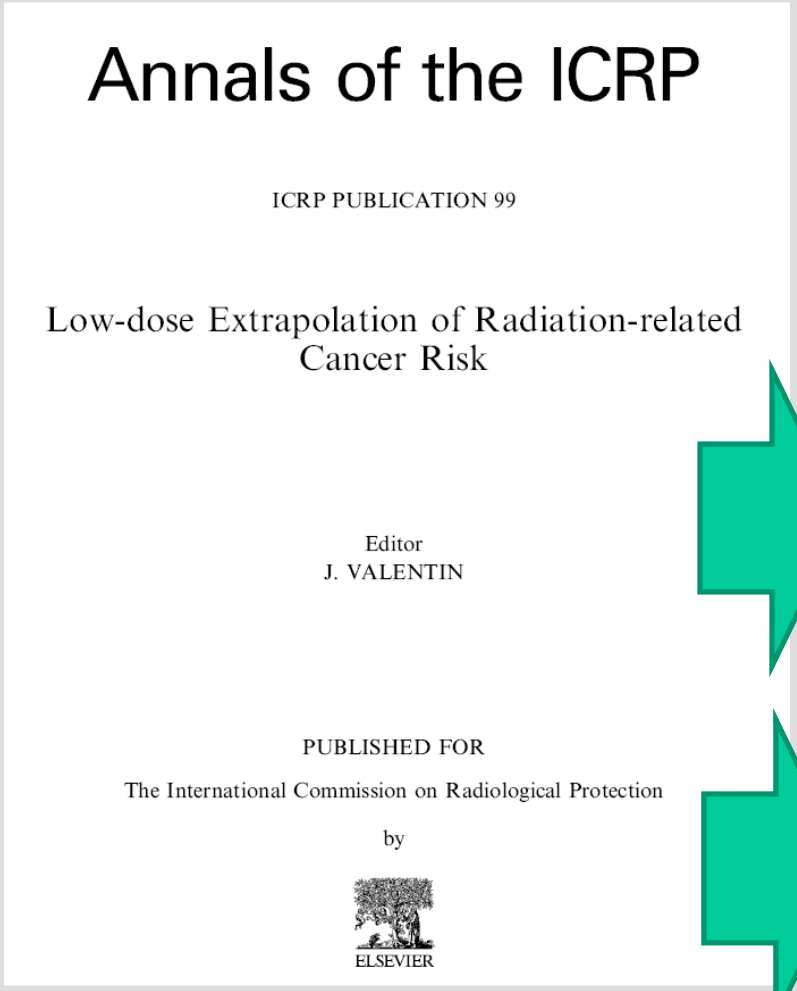
by

PERGAMON

Non sulla base di una particolare preoccupazione riguardo ai rischi per l'ambiente correlati all'attuale uso delle r.i., ma nell'ottica di riempire un gap concettuale, viene suggerito di andare verso una struttura, basata su principi scientifici ed etico-filosofici, per una politica della protezione delle specie non-umane. Vengono messe le basi per un set di animali e piante di riferimento.

Documenti a supporto delle Raccomandazioni

ICRP 99, 2006


Annals of the ICRP

ICRP PUBLICATION 99

Low-dose Extrapolation of Radiation-related Cancer Risk

Editor
J. VALENTIN

PUBLISHED FOR

The International Commission on Radiological Protection

by

ELSEVIER

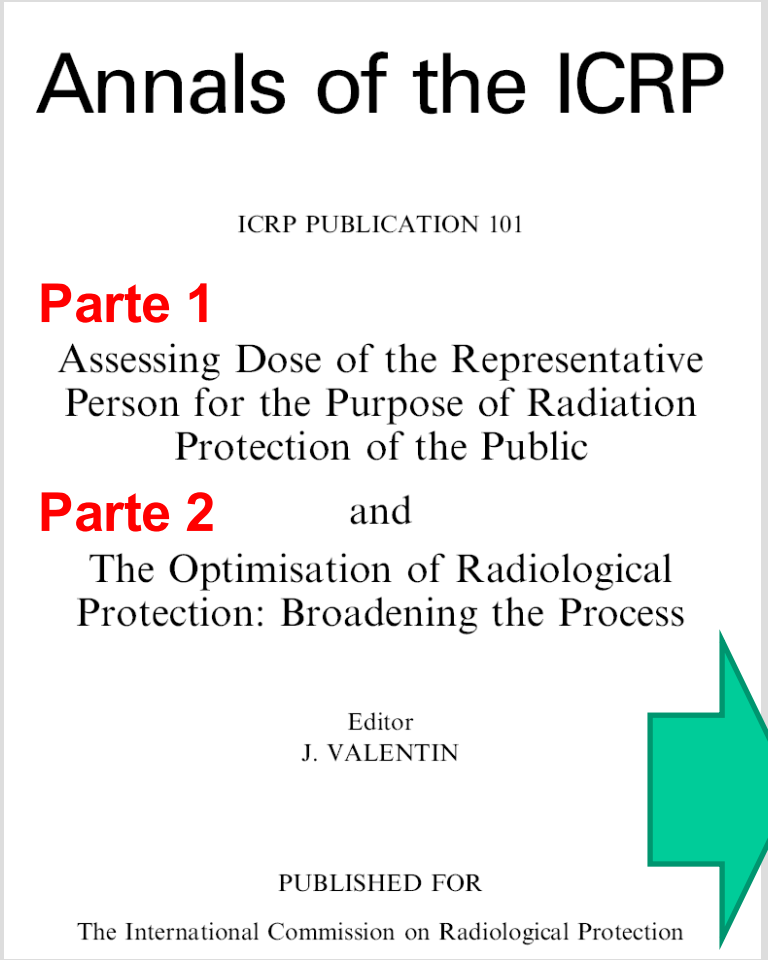
Si considera, per le esposizioni a basso LET e dosi (sotto i limiti per lavoratori e popolazione) *quali sono le evidenze per la relazione dose - rischio cancro*.

Si conclude che l'esistenza di una soglia di dose per induzione tumore non sembra improbabile, ma questo non va a favore dell'esistenza di una soglia universale.

Rimane LNT come approccio prudente.

Documenti a supporto delle Raccomandazioni

ICRP 101, 2007



Parte 1

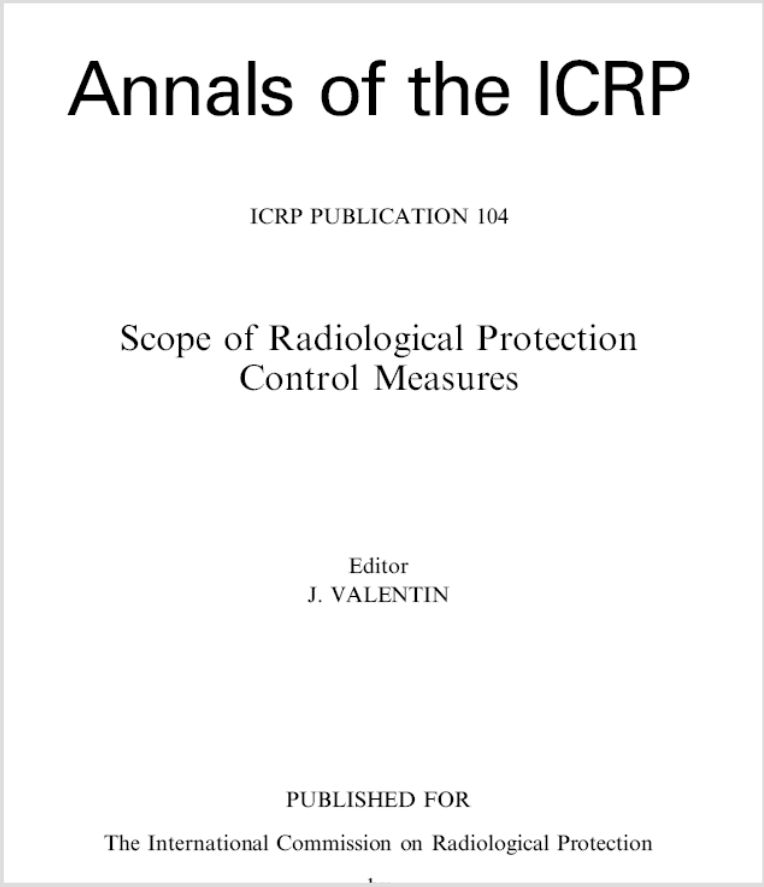
… per assicurare che i membri della popolazione sono adeguatamente protetti e che ci sia la possibilità di dimostrare la conformità con le norme , nonostante il fatto che i singoli membri della popolazione non sono e non dovrebbero essere monitorati.

Parte 2

… il processo di ottimizzazione è ora visto come un processo di più ampio profilo, che riflette il ruolo crescente dell'equità sugli individui, della cultura di sicurezza e del coinvolgimento degli stakeholder .

Documenti a supporto delle Raccomandazioni

ICRP 104, pubblicazione Luglio 2008
a partire dal draft aperto a consultazione nella primavera 2006.


Annals of the ICRP

ICRP PUBLICATION 104

Scope of Radiological Protection Control Measures

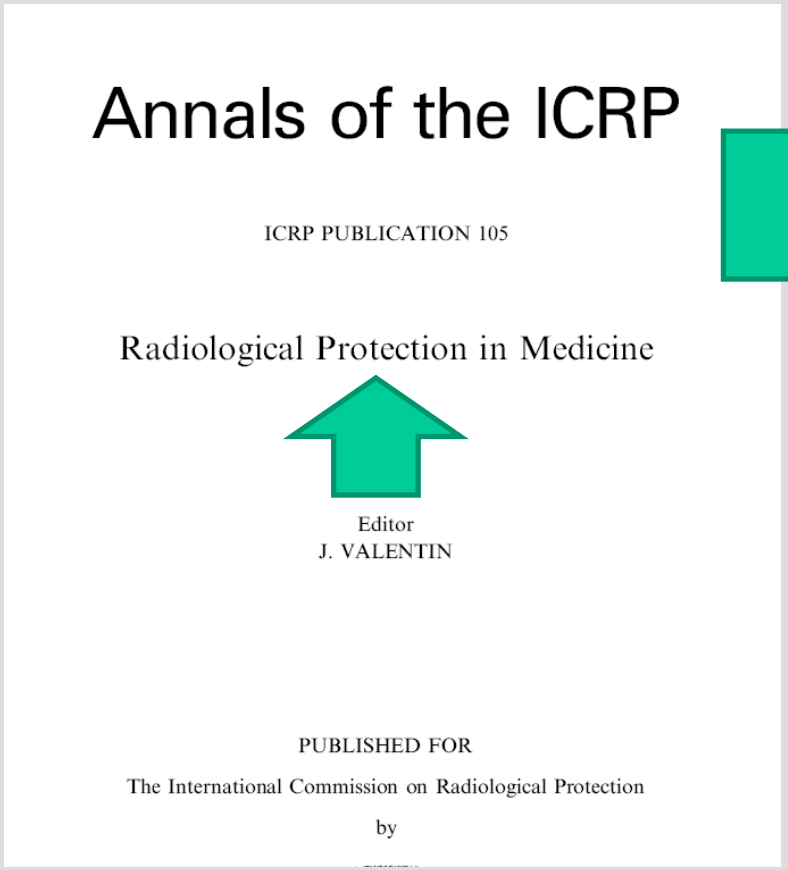
Editor
J. VALENTIN

PUBLISHED FOR
The International Commission on Radiological Protection

Si rivolge a autorità nazionali.
Raccomanda i criteri per decidere quali situazioni di esposizione sono considerate per l' esclusione (*de minimis non curat lex*) e inoltre, fra quelle all'interno della legislazione, quali essere regolamentate appieno e quali considerate per l' esenzione (*de minimis non curat praetor*).
Discute alcuni esempi per: r.i. a bassa energia, raggi cosmici al suolo, radon.

Documenti a supporto delle Raccomandazioni

ICRP 105, pubblicazione Settembre 2008
a partire dal draft aperto a consultazione il 12 gennaio 2007.


Annals of the ICRP

ICRP PUBLICATION 105

Radiological Protection in Medicine

Editor
J. VALENTIN

PUBLISHED FOR

The International Commission on Radiological Protection

by

Rivede la pubblicazione ICRP 73 "*Radiological Protection and Safety in Medicine*", 1996, e include un breve riassunto delle precedenti Publ. 84, 85, 86, 87, 93, 94, 97, 98.

84, 2000 protezione in gravidanza

85, 2000 procedure interventistica

86, 2001 prevenzione incidenti

87, 2001 dosi in tomografia

93, 2003 radiologia digitale

97, 2004 incidenti in brachiterapia

98, 2004 brachiterapia prostata

Punti significativi nella revisione

- Sono mantenuti i 3 Principi Fondamentali e meglio chiarita la loro applicazione.
- E' rafforzato il processo di ottimizzazione, parimenti applicabile a tutte le situazioni di esposizione.
- E' mantenuto il modello LNT.
- Sono mantenuti i limiti di dose per la dose efficace E e la dose equivalente H_T.

Punti significativi nella revisione

- Sono rivisti i fattori di ponderazione delle radiazioni w_R e dei tessuti w_T .
- E' aggiornato il detrimento da radiazione.
- E' abbandonato l'approccio basato su pratiche e interventi per un approccio basato su situazioni di esposizione (*programmate, esistenti, di emergenza*).
- E' inserito un nuovo approccio per la protezione radiologica dell'ambiente in considerazione delle specie non umane.

Principi correlati - alla - sorgente

(applicare in tutte le situazioni)

Giustificazione

- Qualsiasi decisione che altera la situazione di esposizione alle radiazioni dovrebbe produrre più benefici che danni.
- Questo significa che andando ad introdurre una nuova sorgente o a ridurre l'esposizione esistente si dovrebbe avere un beneficio, per singoli individui o per la società, maggiore del detrimento causato.
- ***Le esposizioni mediche richiedono un approccio diverso e dettagliato.***

Principi correlati - alla - sorgente

(applicare in tutte le situazioni)

Ottimizzazione

- *La probabilità di esposizione, il numero di persone esposte, e l'ordine di grandezza delle rispettive dosi individuali,* dovrebbero essere tenuti **tanto bassi quanto ragionevolmente ottenibile**, tenendo in considerazione fattori economici e sociali.

  concetto di ragionevolezza

- Questo significa andare a massimizzare i margini del beneficio rispetto al danno e, al fine di evitare possibili inequità, introdurre restrizioni sulle dosi o sui rischi correlati ad una particolare sorgente. (vincoli e livelli di riferimento)

Principi correlati - alla - sorgente

(applicare in tutte le situazioni)

Ottimizzazione

- **La Commissione aveva già fornito indicazioni sull'applicazione del processo di ottimizzazione, tuttavia, ora viene considerato un processo più ampio che comprende** una maggiore attenzione verso la **protezione dell'individuo**, la **cultura di sicurezza** e il **coinvolgimento delle parti interessate.**
- **L'ottimizzazione non è un processo di minimizzazione della dose, ma è il risultato di una valutazione.**
- **L'ottimizzazione è vista come un atteggiamento mentale che porta a chiedersi sempre se è stato fatto il meglio nelle circostanze considerate.**

Principio correlato – all' individuo

(applicare nelle situazioni programmate)

Applicazione dei Limiti di Dose

- **La dose totale per qualsiasi individuo, dovuta a sorgenti regolamentate nelle situazioni di esposizione programmate,** diverse dall' esposizione medica **dei pazienti, non deve eccede i limiti specifici stabiliti dalla Commissione.**
- I limiti di dose si applicano alla somma delle esposizioni dovute a sorgenti relative a pratiche già giustificate.
- I limiti per i lavoratori e la popolazione rimangono quelli della Pubblicazione 60, ai fini di prevenire effetti deterministici (reazioni sui tessuti).
- **Sono attesi nuovi dati sulla radiosensibilità dell'occhio e appena disponibili verranno presi in considerazione.**

Modello lineare senza soglia LNT

Il modello viene usato

- **concetto di dose efficace**
- **concetto di dose collettiva**
- **sommare e mediare le dose**

LNT è ancora considerato l'approccio migliore per la gestione del rischio da r.i., in combinazione con DDREF rimane una base prudente ed adeguata al principio di precauzione.

Modello lineare senza soglia LNT



E' improbabile che si possano avere informazioni biologiche, epidemiologiche che verifichino senza ambiguità l'ipotesi di LNT.

Le incertezze sui meccanismi cellulare e le conseguenze cancerogene sono attualmente troppo elevate per consentire lo sviluppo di adeguati guidizi con rilevanza ai fini pratici.

→ rimane valido LNT

Uso della dose efficace E

- **La dose efficace E si basa su valori di riferimento.**
- **NON** *raccomandata per valutazioni epidemiologiche.*
- **NON** *raccomandata per valutazioni dettagliate in retrospettiva di dose e rischio.*
- **Da usarsi per valutazioni in prospettiva e per assicurare la conformità con le restrizioni di dose.**

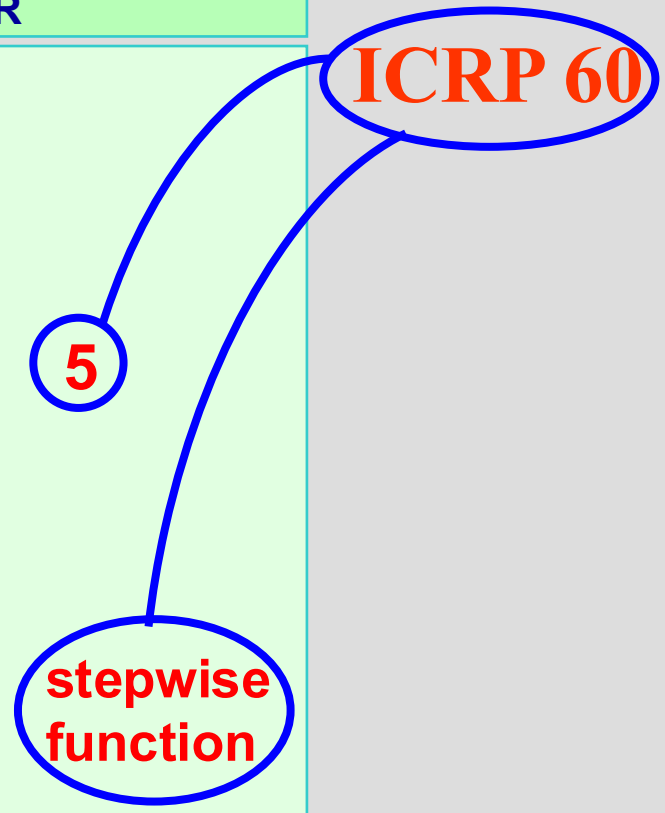
$$E = \Sigma\, w_T\, H_T = \Sigma\, w_T \Sigma\, w_R\, D_{TR}$$

Uso della dose collettiva S

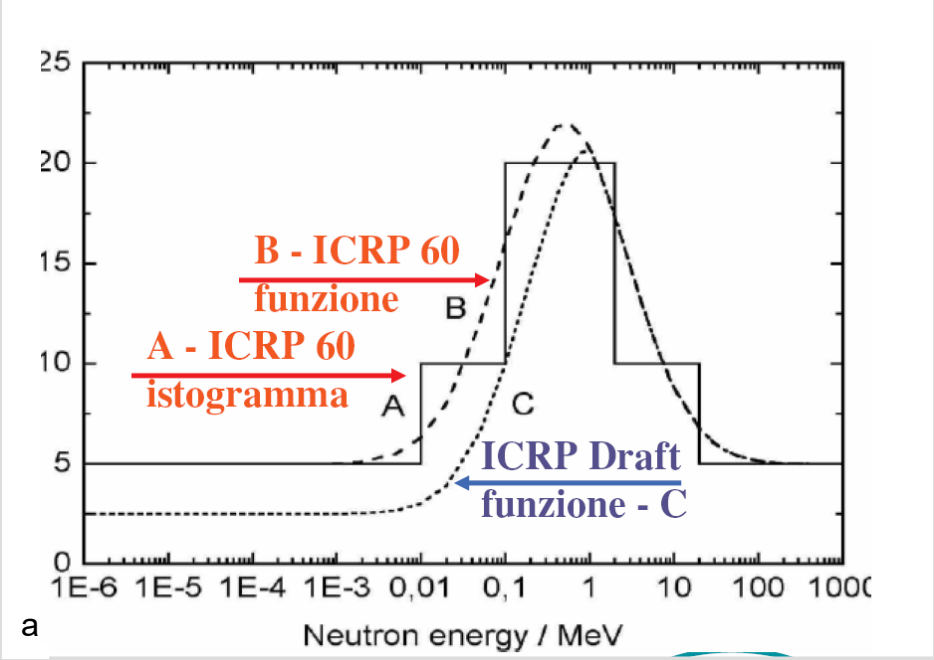
- **Usata ai fini della ottimizzazione e per confrontare tecniche radiologiche e procedure di protezione.**
- **NON** *è un mezzo per valutare rischi epidemiologici (evitare di sommare, su ampie popolazioni e per tempi lunghi, le esposizioni considerate trascurabili)*
- **Usata a supporto delle decisioni nella matrice multidimesionale della dose collettiva (quando, dove, e chi riceve l'esposizione).**

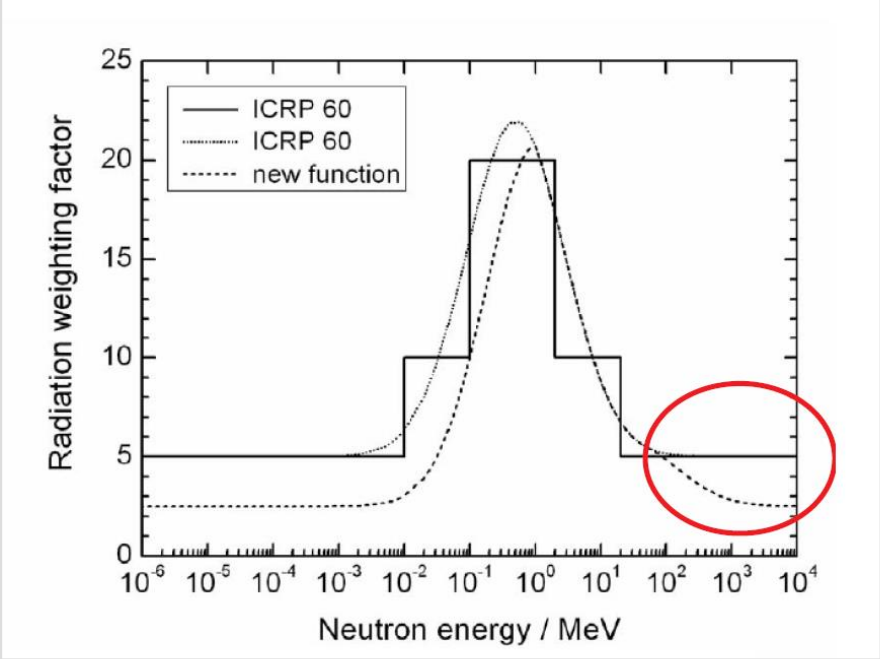
Nuovi valori per i fattori di ponderazione w_R

Radiation type	w_R
Photons	1
Electron and muons	1
Protons and charged pions	2
Alpha particles, fission fragments, heavy ions	20
Neutrons	continuos function



Una funzione continua per il w_R dei neutroni

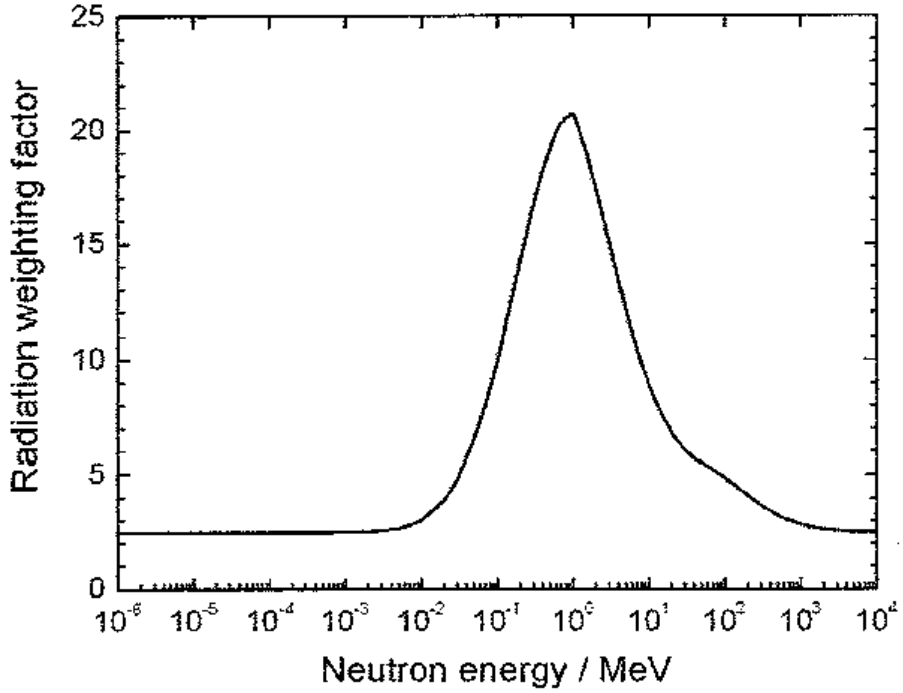




Funzione proposta nella bozza 2005

Funzione proposta nel draft 2006

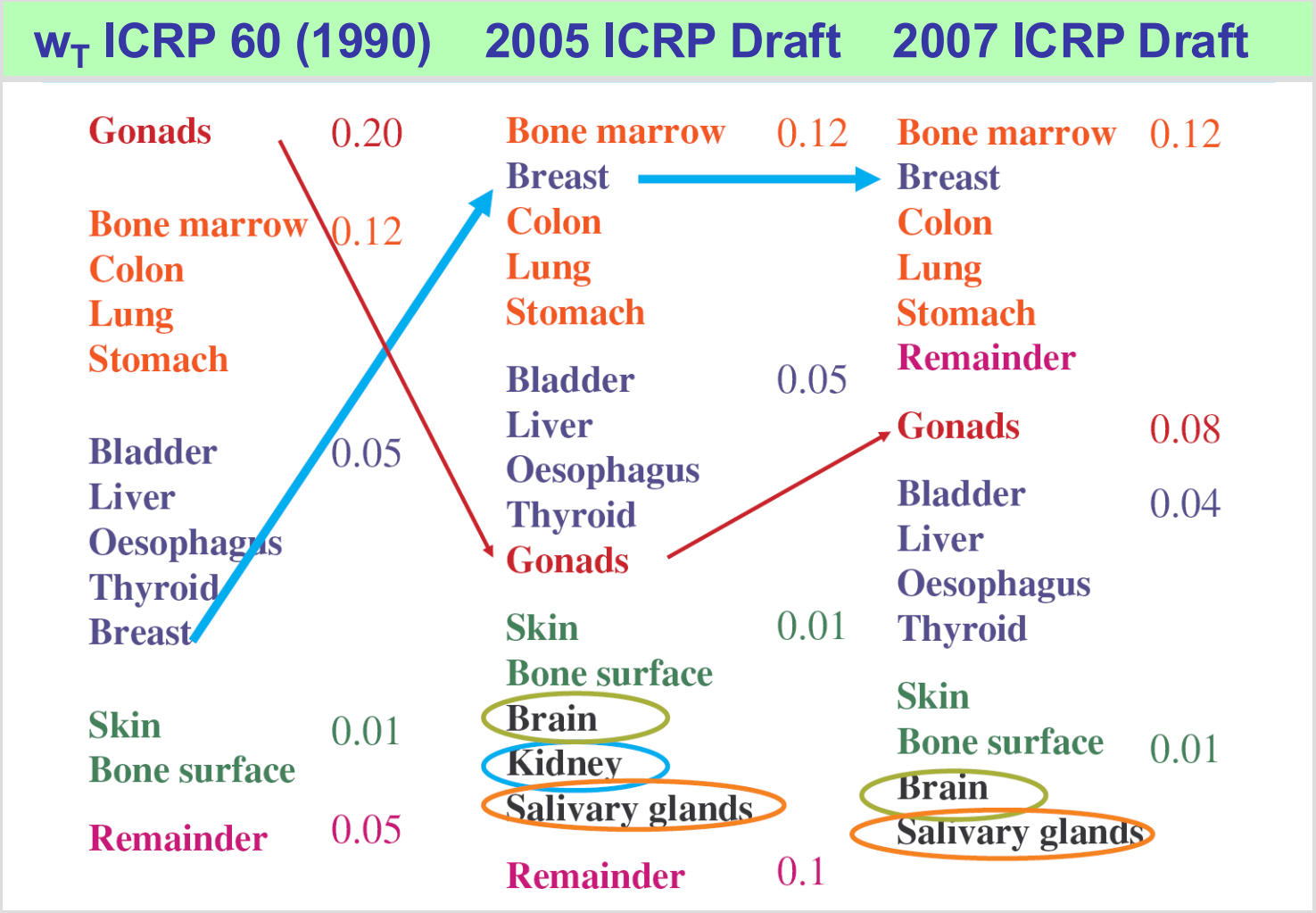
Una funzione continua per il w_R dei neutroni



ICRP 103, 2007

$$w_R = \begin{cases} 2.5 + 18.2\, e^{-[\ln(E_n)]^2/6} & , \quad E_n < 1\ \text{MeV} \\ 5.0 + 17.0\, e^{-[\ln(2E_n)]^2/6} & , \quad 1\ \text{MeV} \le E_n \le 50\ \text{MeV} \\ 2.5 + 3.25\, e^{-[\ln(0.04E_n)]^2/6} & , \quad E_n > 50\ \text{MeV} \end{cases}$$

Nuovi valori per i fattori di ponderazione w_T



Fattori di peso dei tessuti (ICRP Publ.60,1990)

w_T fattori di peso usati a scopo radioprotezionistico per tener conto della diversa sensibilità, dei vari organi o tessuti, all'induzione di effetti stocastici delle radiazioni. La somma dei fattori di peso tessutali è uguale a 1.

ICRP 60, 1990

Fattori di peso tessutali (ICRP Publ. 60,1990) da utilizzarsi nella definizione della dose efficace per lavoratori, popolazione e entrambi i sessi.

Tessuto o organo	w_T
Gonadi	0.20
Midollo osseo	0.12
Colon	0.12
Polmone	0.12
Stomaco	0.12
Vescica	0.05
Mammella	0.05
Fegato	0.05
Esofago	0.05
Tiroide	0.05
Cute	0.01
Superf. Osso	0.01
T.Rimanenti	0.05

Quando la radiazione è composta di vari tipi o energie di radiazioni si ha:

$$H_T = \Sigma\, w_R\, D_{TR}$$

w_R- fattori di peso (di ponderazione) che si basano sul tipo e sulla qualità della radiazione, usati **a scopo radioprotezionistico** per tener conto degli effetti diversi indotti da radiazioni di tipo diverso. (w_R usati sia per irraggiamento esterno che interno).

ICRP 60, 1990

Tipo radiazione e range energia	w_R
Fotoni, tutte le energie	1
Elettroni, tutte le energie	1
Particelle alfa Protoni, energie ……> 2 MeV Neutroni, energie …< 10 keV	20 5 5
Neutroni, energie 10→100 keV energie >100 keV → 2 MeV	10 20
Neutroni, energie >2→ 20 MeV	10
Neutroni, energie > 20 MeV	5

Nuovi valori per i fattori di ponderazione w_T

- I valori dei w_T rappresentano i contributi dei singoli organi - tessuti al detrimento per gli effetti stocastici.
- Tumore alle ghiandole salivari e al cervello è giudicato maggiore rispetto agli altri *remainder*, anche se non specificatamente quantificabile,
- Per i *remainder* w_T = 0.12 si applica alla media delle dosi per i 13 organi - tessuti inclusi :

  ghiandole surrenali, regione extratoracica, cistifellea, cuore, reni, linfonodi, muscolo, mucosa orale, pancreas, prostata, intestino tenue, milza, timo, utero/cervice.

Nuovi valori per i fattori di ponderazione w_T

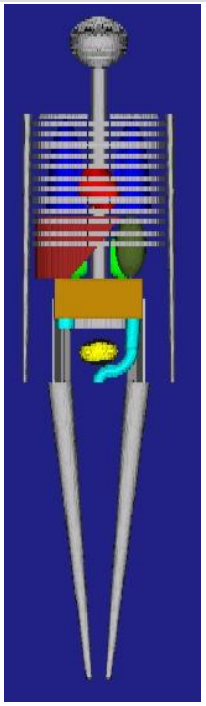
In vista delle incertezze sui valori di w_T la Commissione considera che è appropriato, ai fini radioprotezionistici usare valori ottenuti dalla ***media su tutte le età e sui due sessi*** (quindi ricorda non sono valori caratteristici per singoli individui) .

Il sistema di protezione radiologica è considerato sufficientemente robusto per assicurare la protezione per i due sessi.

Nuovi fantocci di riferimento

Per i fattori di conversione per le esposizioni esterne si utilizzano fantocci computazionali e per i coefficienti di dose interna si utilizzano modelli biocinetici e fantocci computazionali.

Mathematical Phantom



Voxel Phantom



I nuovi fantocci computazionali si basano su dati da immagini tomografiche di persone reali (sulla base di pixel volumetrici, fantocci voxel)

http://www.gsf.de/iss/medphys/eng/vxl_mdl01.phtml

Coefficienti di rischio nominale per effetti stocastici (% Sv^{-1})

Popolazione esposta	Cancro		Effetti genetici		Totale	
	1990	2007	1990	2007	1990	2007
Intera	6.0	5.5	1.3	0.2	7.3	6
Adulti	4.8	4.1	0.8	0.1	5.6	4

Stocastici – probabilità di danno è funzione della dose senza soglia

Deterministici - frequenza e gravità del danno sono funzioni della dose con soglia

Tipi di Situazioni di Esposizione

- **Esposizione programmata:**

  situazioni relative all'introduzione pianificata e al normale esercizio di sorgenti (incluso il decommissioning, lo smaltimento di rifiuti e la riabilitazione). Sono incluse sia le esposizioni normali che quelle potenziali.

- **Esposizione di emergenza:**

  situazioni inattese, che richiedono un'azione urgente, verificatesi durante le situazioni programmate o a seguito di un'azione dolosa.

- **Esposizione esistente:**

  situazione già esistente al momento della decisione di prenderne il controlllo (incluso ciò che rimane da pratiche passate operative al di fuori dalle Raccomandazioni).

Tipi di Situazioni di Esposizione

La distinzione esprime che nelle situazioni programmate la restrizione sulle dosi individuali può essere applicata fin dall' inizio con il processo di ottimizzazione e nelle altre situazioni l'ottimizzazione può essere applicata al livello di dose iniziale anche al di sopra del livello di riferimento.

Esposizione programmata

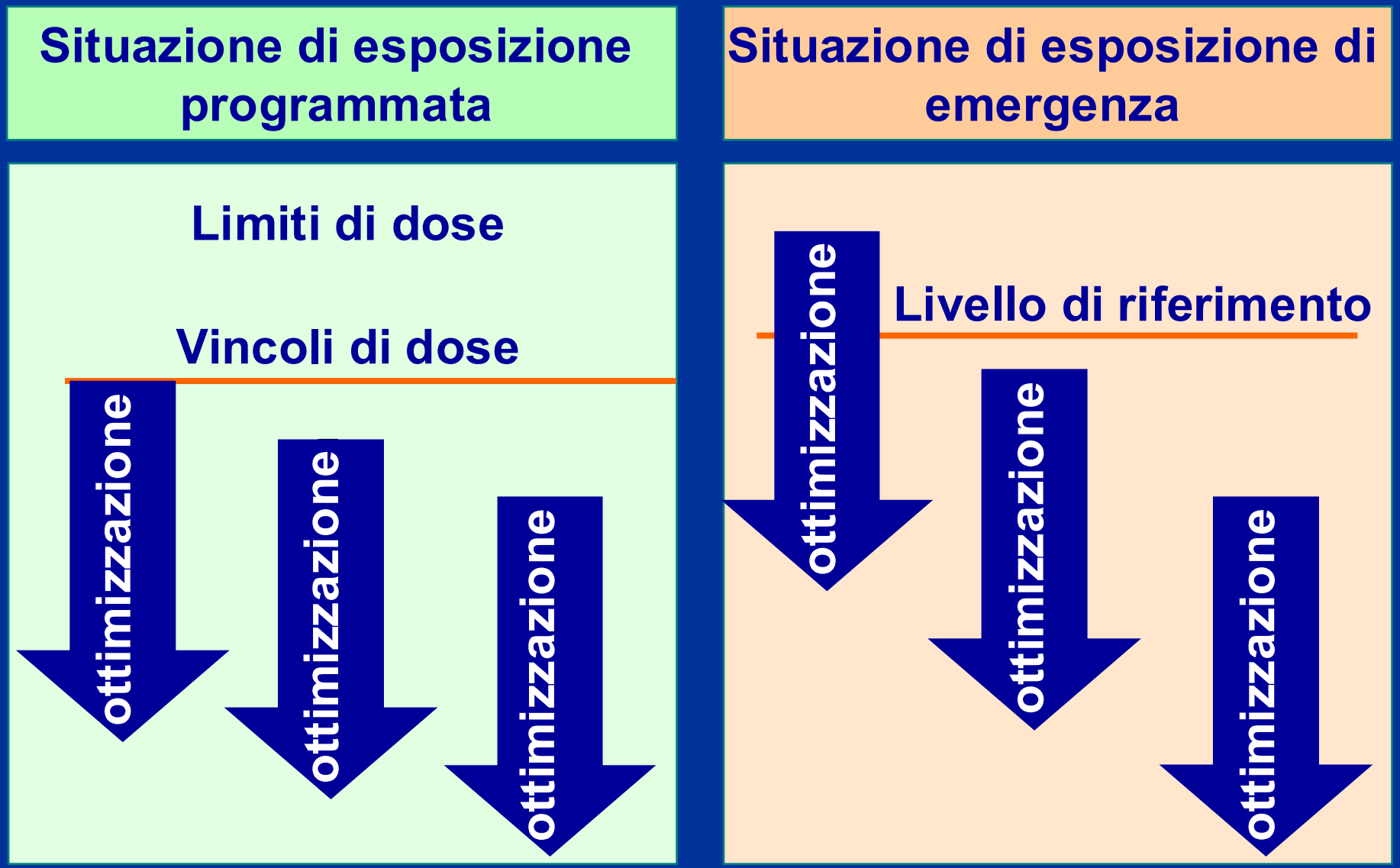
- -Limiti di dose (lavoratore, popolazione)
- -Vincoli di dose (lavoratore, popolazione)
- -Livelli di riferimento diagnosti (esposizioni mediche)

Esposizione di emergenza

- –Livelli di riferimento (lavoratore, popolazione)

Esposizione esistente

- -Livelli di riferimento (lavoratore, popolazione)


Situazione di esposizione programmata
Limiti di dose
Vincoli di dose
ottimizzazione
ottimizzazione
ottimizzazione
Situazione di esposizione di emergenza
Livello di riferimento
ottimizzazione
ottimizzazione
ottimizzazione

Vincoli di dose e livelli di riferimento

- **Vincoli di dose:**
  livelli di dose sopra i quali deve essere quasi sempre intrapresa un'azione. La conformità con i vincoli non è sufficiente ed è necessaria l'ottimizzazione.

- **Livelli di riferimento:**
  livelli di dose sopra ai quali è giudicato non appropriato programmare di consentire esposizioni e sotto ai quali dovrebbe essere applicata l'ottimizzazione.

Fasce per i livelli di vincoli o di riferimento

Dose (mSv)	Caratteristiche della situazione	Situazione principalemnte inclusa
20 - 100	Situazione estrema. Es.: azione da intraprendere per ridurre l'esposizione nelle emergenze radiologiche. Per evitare probabilità significative di effetti sanitari si considera 100 mSv come dose totale all'individui da tutte le sorgenti.	Emergenza Esistente
1 - 20	Beneficio diretto per l'individuo (non necessaria-mente dalla esposizione) . Sorveglianza individuale, monitoraggio, valutazione, training. Es.: esposizione lavorativa nelle situazioni programmate.	Emergenza Esistente Programmata
0.01 - 1	Senza beneficio diretto, ma banefici per la società. Informazioni ma non training nè monitoraggio individuale.	Programmata

Esposizione Medica

Esposizione medica di:

- **pazienti**
- **chi porta conforto (parenti, amici…)**
- **volontari nella ricerca**

Vi sono differenze rispetto alle esposizioni lavorative e della popolazione:

- **Giustificazione in 3 livelli**
- **Ottimizzazione. I vincoli sono inappropriati. Per gestire l'esposizione del paziente si usano i livelli di riferimento**
- **Limiti di dose non sono raccomandati**

Esposizione Medica
tre livelli di giustificazione

1° livello

Preso come base. L'uso delle radiazioni in medicina è accettato in quanto produce più benefici che danni al paziente.

2° livello

Giudicare se la procedura radiologica migliorerà la diagnosi o il trattamento o fornirà le necessarie informazioni sul soggetto esposto.

3° livello

Giustificare l'applicazione della procedura al singolo paziente tenendo conto degli obiettivi specifici e delle caratteristiche del soggetto.

Esposizione Medica
tre livelli di giustificazione

Vengono discussi solo il 2° e 3° livello.

Il 2° livello dipende dalle organizzazioni professionali nazionali e internazionali insieme alle autorità nazionali della salute e radioprotezione. Sono da considerare le possibilità di incidenti ed esposizioni non intenzionali.

Il 3° livello include il controllo che le informazioni richieste non sia già a disposizione, e che quanto proposto sia il metodo più adatto per ottenere le informazioni cliniche richieste. Per investigazioni che richiedono alte-dosi la giustificazione diviene particolarmente importante (tener conto delle alternative, delle caratteristiche paziente, della dose ..).

E' possibile accelerare il processo di giustificazione definendo criteri di riferimento e categorie di pazienti.

Protezione per chi porta conforto a pazienti trattati con radionuclidi

E' raramente richiesta precauzione per il pubblico a conforto di pazienti in diagnostica in medicina nucleare, ma alcune procedure terapeutiche (es. I-131) possono dar luogo a esposizione significativa anche in altre persone.

Quindi necessaria una considerazione individuale per chi, in ospedale o a casa, presta conforto.

Ad es. considerato ragionevole per i visitatori trattati come popolazione, un limite a 1 mSv/y; per chi presta conforto, escludendo bambini e neonati, un vincolo a 5 mSv per episodio.

Esposizione dei volontari nella ricerca biomedica

Anche se non tutte le ricerche biomediche che richiedono esposizione di volontari si effettuano in istituzioni mediche la Commissione inserisce tutte queste esposizioni nella categoria delle esposizioni mediche.

Aspetti etici e procedurali come già indicato

In molti paesi non è vietata l'esposizione di donne in gravidanza durante la ricerca.

"However the involvement in such research in very rare and should be discouraged …"

Protezione dell'ambiente

La Commissione crede che sia ora necessario:

- **Fornire indicazioni che riguardano tutte le situazioni, incluse le esistenti e l'emergenza.**
- **Considerare un ampio spettro di situazioni ambientali, in modo indipendente rispetto alla relazione che l'uomo può avere con queste.**

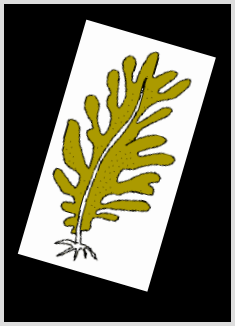
E' riconosciuta la necessità di una struttura chiara (già discussa nella Publ. 91) impostata su quanto appreso nello sviluppare la struttura di protezione per l'uomo.

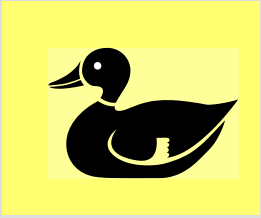
Una struttura basata su una base scientifica e un approccio comuni.

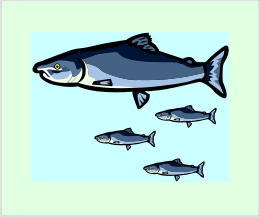
Protezione delle specie-non-umane

La Commissione sta sviluppando un piccolo set di Animali e Piante di Riferimento (RAP) come base per un approccio più strutturato per trovare le relazioni fra esposizioni e dose, dosi ed effetti, effetti e conseguenze potenziali di tali effetti.

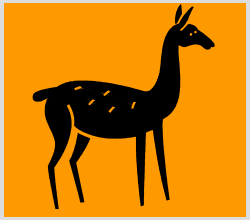


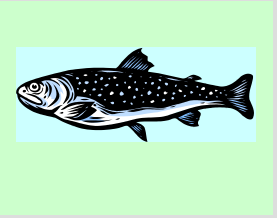












Tempi di ricaduta a livello nazionale ?

			D.P.R. 185 1964
ICRP 26 1977	IAEA BSS 1982	EU BSS 80/836 1980	D.L. 230 1995
ICRP 60 1990	IAEA BSS 1996	EU BSS 96/29 1996	D.L. 241 2000
ICRP 103 2007	IAEA BSS 2013	EU Directives 2013	2020

Decreto Legislativo 101/2020

