



PROBLEMI DI
RADIOPROTEZIONE
DOVUTI ALLA
PRESENZA DI ROCCE
URANIFERE

Arrigo A. Cigna

Rocce uranifere

- Uranio 238 decade in:
- Radio 226 che decade in:
- Radon 222 che decade a sua volta....

Le radiazioni sono schermate da:

Alfa: qualche cm in aria
pochi centesimi di mm nella roccia

Beta: poche decine di cm in aria
pochi decimi di mm nella roccia

Gamma: decine di m in aria
alcuni cm nella roccia

Il radon è rilasciato da:

Direttamente dalla roccia: poco

Fratture e faglia: abbastanza

Acqua: molto

I progenitori del radon

Uranio 238 $T_{1/2}$ 4,5 x 10⁹ anni

Radio 226 $T_{1/2}$ 1600 anni

Radon 222 $T_{1/2}$ 3,8 giorni

I figli del radon

Polonio	218	$T_{1/2}$	3,11 minuti
Piombo	214	$T_{1/2}$	26,8 minuti
Bismuto	214	$T_{1/2}$	19,8 minuti
Polonio	214	$T_{1/2}$	$1,6 \times 10^{-4}$ sec
Piombo	210	$T_{1/2}$	22,3 anni
Bismuto	210	$T_{1/2}$	5,01 giorni
Piombo	210	$T_{1/2}$	138 giorni
Piombo	210		stabile

Di che si tratta ?

Il radon è un gas nobile

I suoi figli sono solidi

Gli effetti delle radiazioni

- Le diverse radiazioni hanno effetti diversi
- Per valutarne gli effetti si usa la dose al corpo intero (“dose efficace”), che si calcola applicando opportuni coefficienti a seconda del tipo di radiazione e dei “fattori peso” che dipendono dall’organo colpito dalla radiazione

D.L. 26 Maggio 2000, n. 241

Le disposizioni si applicano alle attività lavorative in presenza di sorgenti naturali di radiazioni (**radon e toron**) con esposizione non trascurabile dal punto di vista della radioprotezione:

Tunnel

Sottovie

Catacombe

Grotte

Ambienti sotterranei

Livelli di azione:

Concentrazione in aria: 500 Bq/m^3

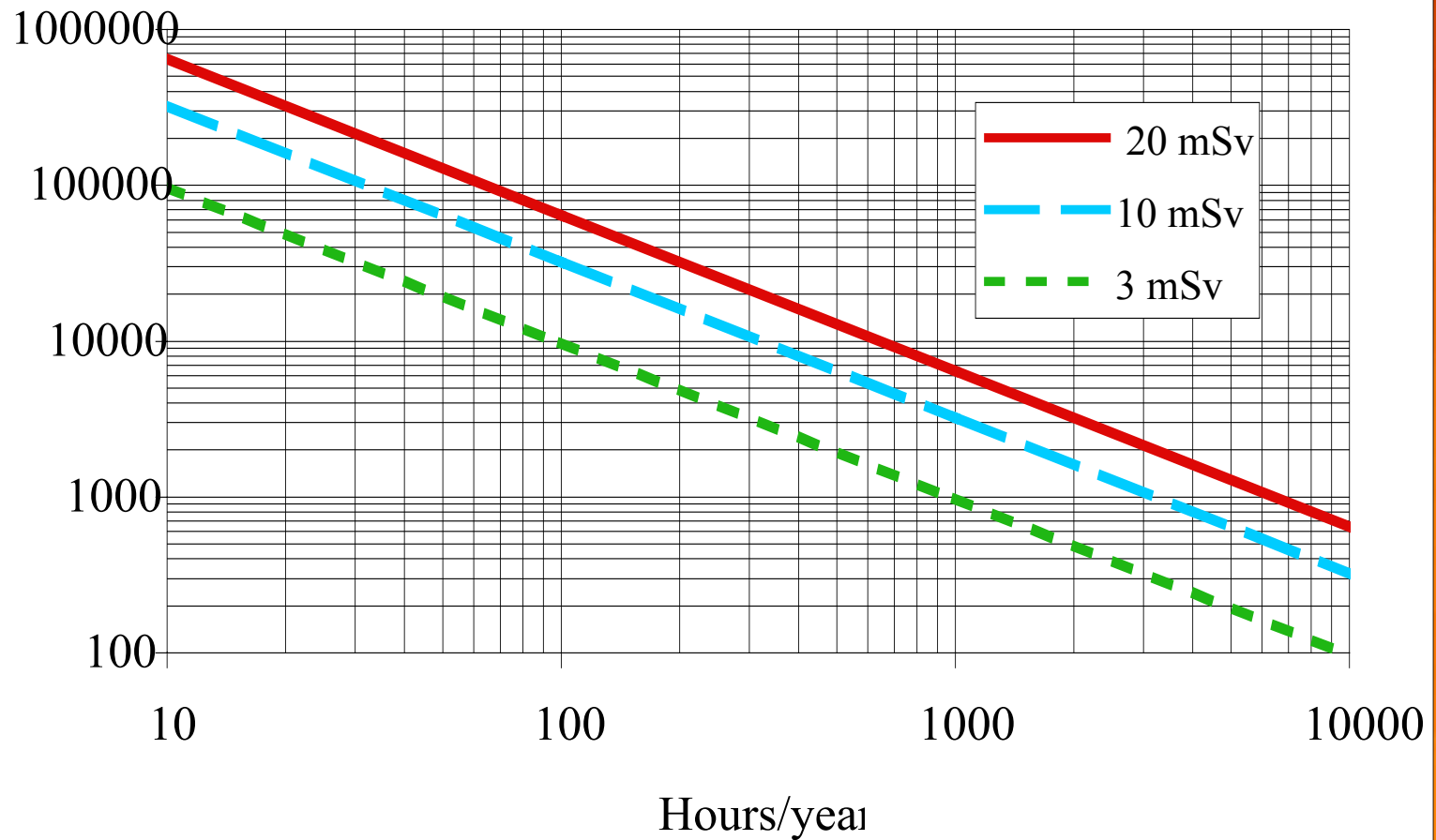
Dose efficace per i lavoratori 3 mSv/anno

Dose efficace per il pubblico $0,3 \text{ mSv/anno}$

Come si assicura l'osservanza dei limiti?

- Con la ventilazione
- Limitando il tempo di permanenza

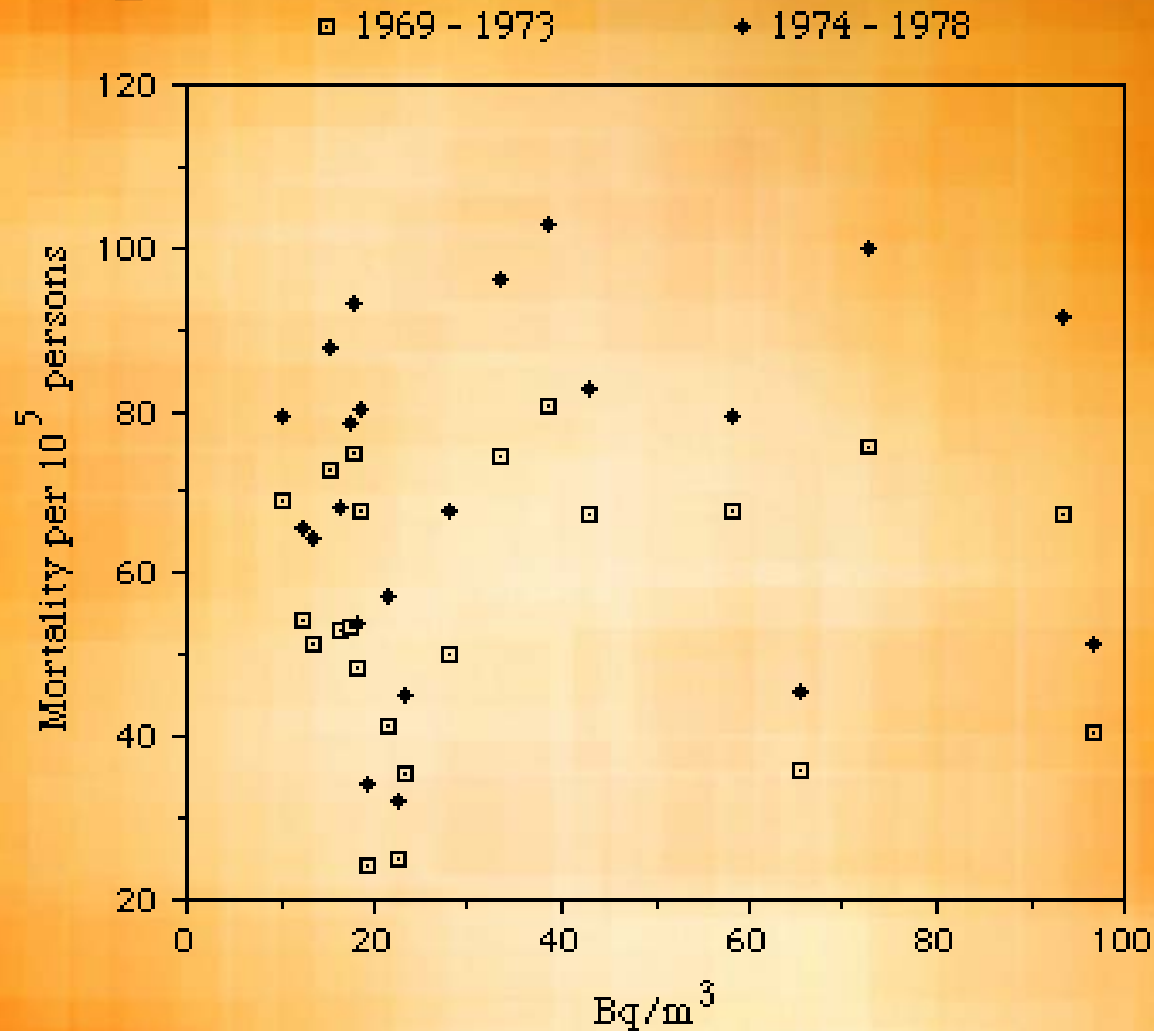
Concentrazione e tempo di permanenza concesso



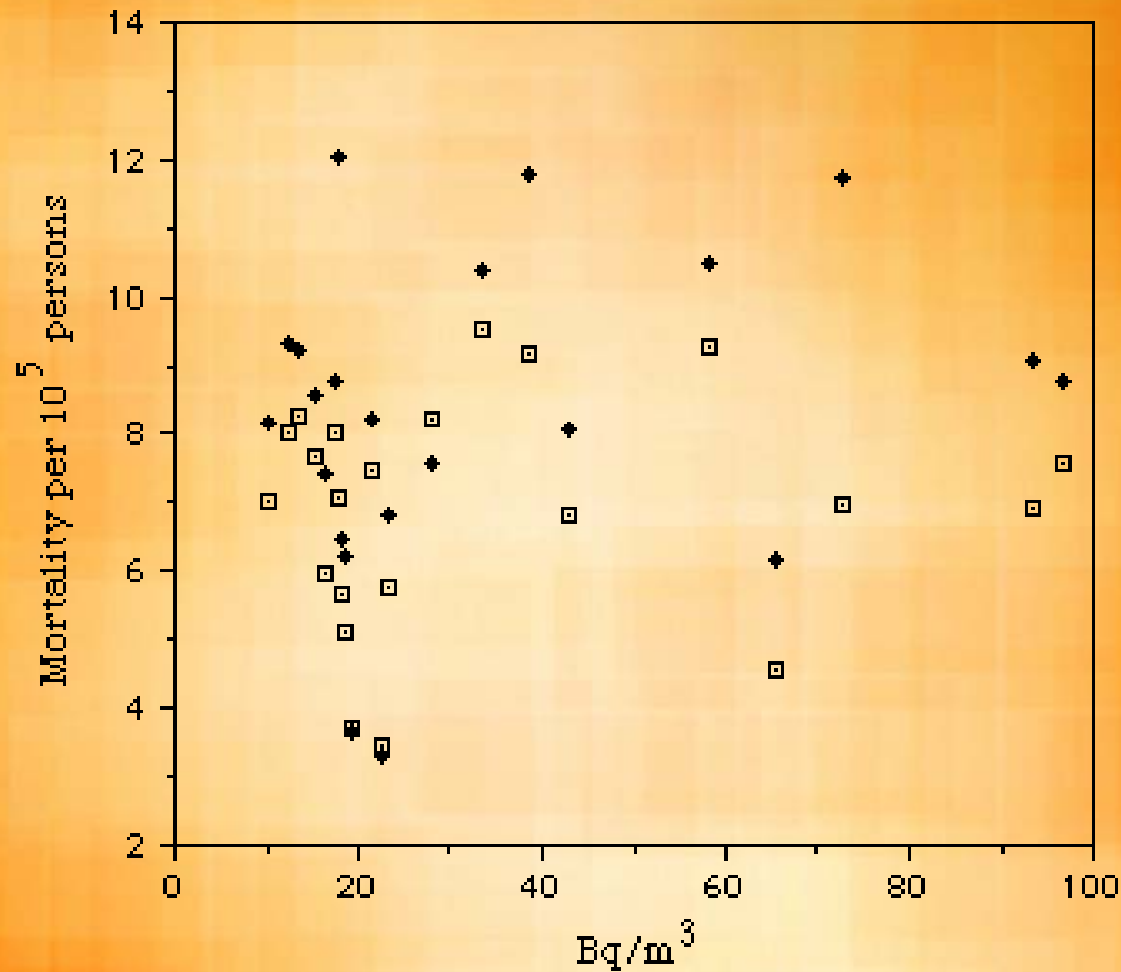
Concentrazione media “indoor” in alcune province (1982-1988)

Provincia	Bq/m ³	Provincia	Bq/m ³
VITERBO	96,8	PAVIA	93,5
FERRARA	72,6	CAGLIARI	65,4
ROMA	58,3	NAPOLI	42,8
MILANO	38,5	BERGAMO	33,3
PISA	27,9	PESCARA	23,4
MATERA	22,5	AOSTA	21,4
CATANZARO	19,3	LA SPEZIA	18,4
BARI	18,2	UDINE	17,9
VICENZA	17,6	VERCELLI	16,5
GENOVA	15,3	TORINO	13,5
BOLOGNA	12,4	LIVORNO	10,0

Mortalità da cancro all'apparato respiratorio in Italia (maschi)



Mortalità da cancro all'apparato respiratorio in Italia (femmine)



La caroteca

- La concentrazione media del radon nella caroteca nel periodo Febbraio-Maggio 2005 è risultata essere minore di 19 Bq/m³ cioè pari a quelle più basse riscontrate nelle province italiane

All'esterno:

- Il radon rilasciato dagli inerti estratti dallo scavo in galleria, si diluisce in aria e si disperde rapidamente nell'atmosfera senza dare origine a fenomeni di accumulo. Le concentrazioni sono di qualche Bq/m^3

Conclusione

- Il rispetto dei limiti di dose efficace alle persone è un problema che va risolto opportunamente per i lavoratori in galleria, mentre all'esterno non si pone neanche.

Distribuzione delle concentrazioni in grotta

