



Centro  
Italiano  
Sostenibilità  
Energia

# PAURA RADIOATTIVA

Flavio Parozzi  
CISE2007, Milano

*martedì 9 Febbraio 2021*

## inventario dei rifiuti radioattivi e delle sorgenti dismesse in Italia al 2018

(fonte ISIN: Ispettorato nazionale per la sicurezza nucleare e la radioprotezione)

IMPIANTI	VOLUMI	ATTIVITÀ	SORGENTI
	m <sup>3</sup>	GBq	GBq
Centrali nucleari ex-Enel	8196,9	$4,0 \cdot 10^5$	0,02
Reattori per università e ricerca	7,02	12,05	1,0
Imp. trattamento combustibile	19842,7	$2,5 \cdot 10^6$	$9,3 \cdot 10^5$
Depositi vari	2859,2	1056,6	$1,5 \cdot 10^4$
Totale	30905,9	$2,9 \cdot 10^6$	$9,4 \cdot 10^5$

## la questione sempre aperta del deposito...

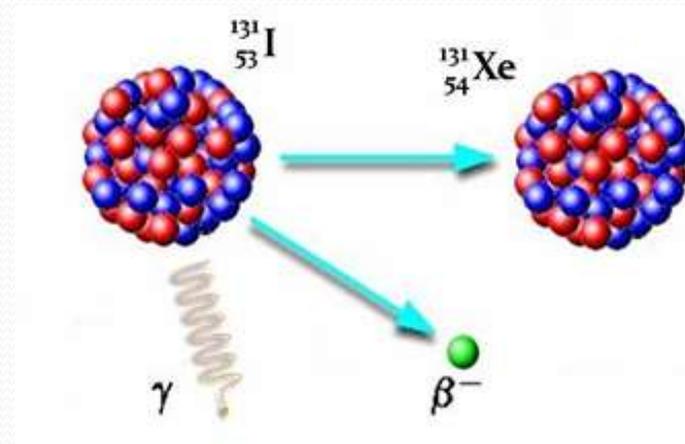
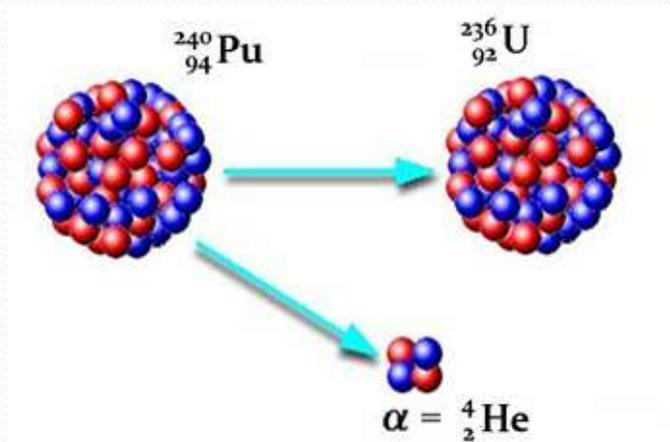
- ✓ *«i rifiuti radioattivi devono essere smaltiti nello Stato membro in cui sono stati generati» «ciascuno Stato membro assicura l'attuazione del proprio programma nazionale per la gestione del combustibile esaurito e dei rifiuti radioattivi..... dalla generazione allo smaltimento»*

Direttiva Euratom 2011/70

- ✓ rapporti con cittadini e amministratori locali in armonia con la Direttiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo concernente la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente

GU L 197 del 21.7.2001





Esempi di decadimento radioattivo:

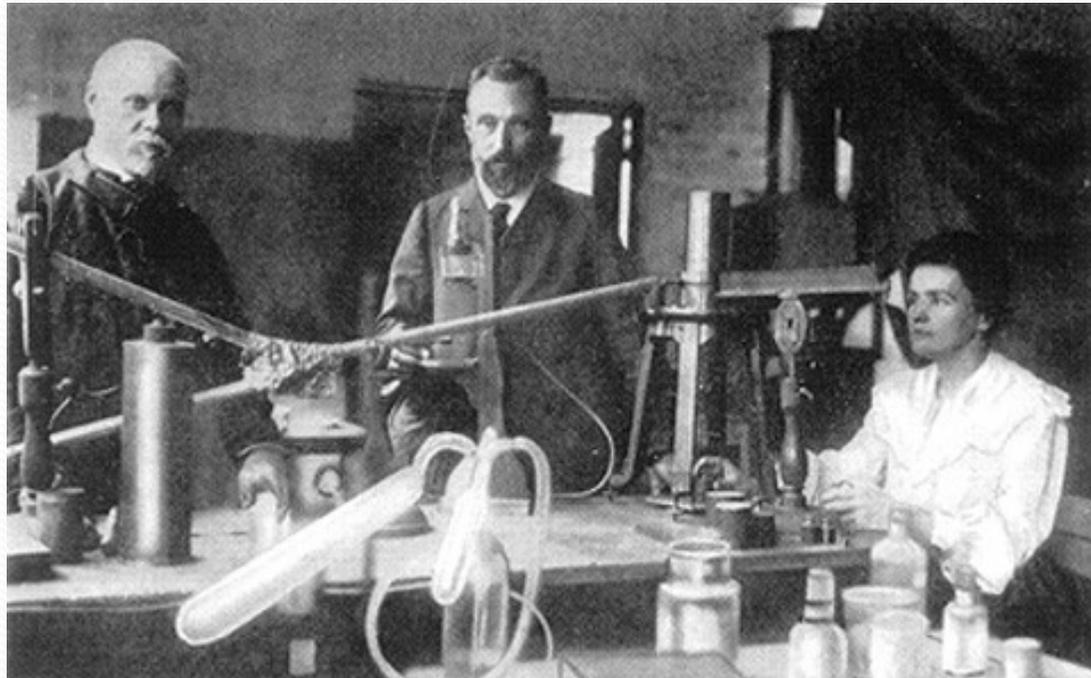
$\alpha$  → emissione di una particella equivalente ad un nucleo di elio

$\beta^-$  → emissione di una particella carica negativamente e di un fotone  $\gamma$ .

## unità di misura della radioattività

la radioattività di una data massa è il numero totale di disintegrazioni che vi avvengono in un secondo → *Bequerel* (Bq)  
questa unità ha sostituito l'uso del *Curie* (Ci), che per motivi storici si riferiva alla radioattività di 1 grammo di Radio

1 GBq = 27 mCi

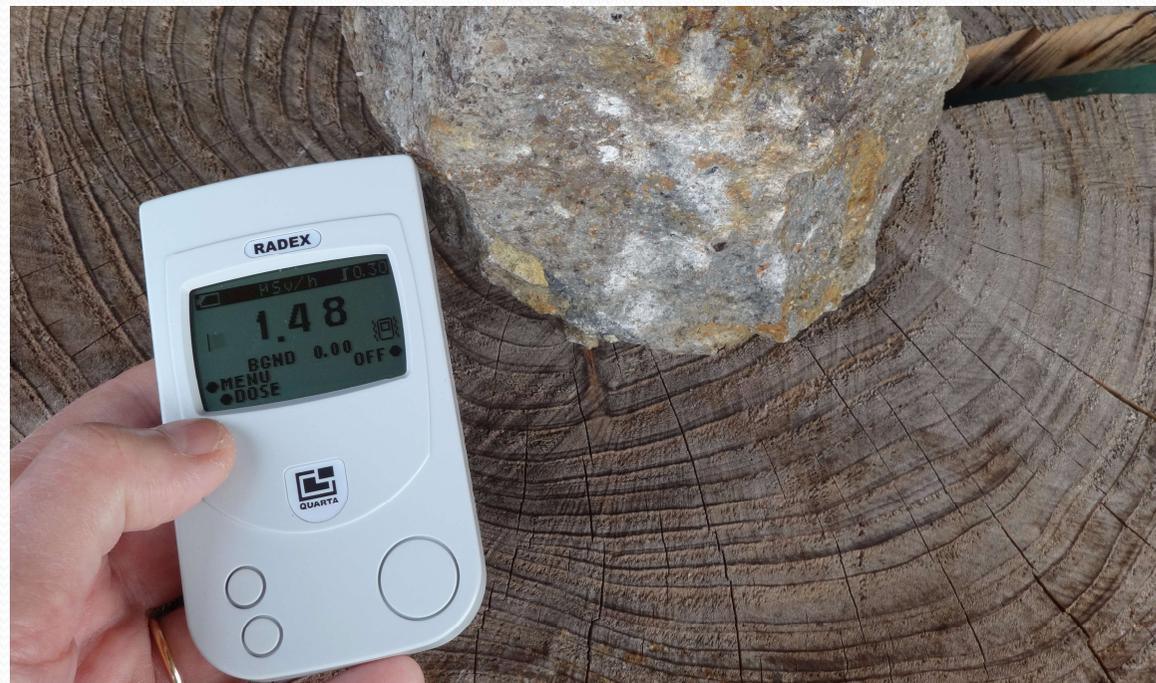


Antoine Henri Bequerel, Pierre Curie, Marie Curie Sklodowska

## dosi di radiazione ed effetti biologici

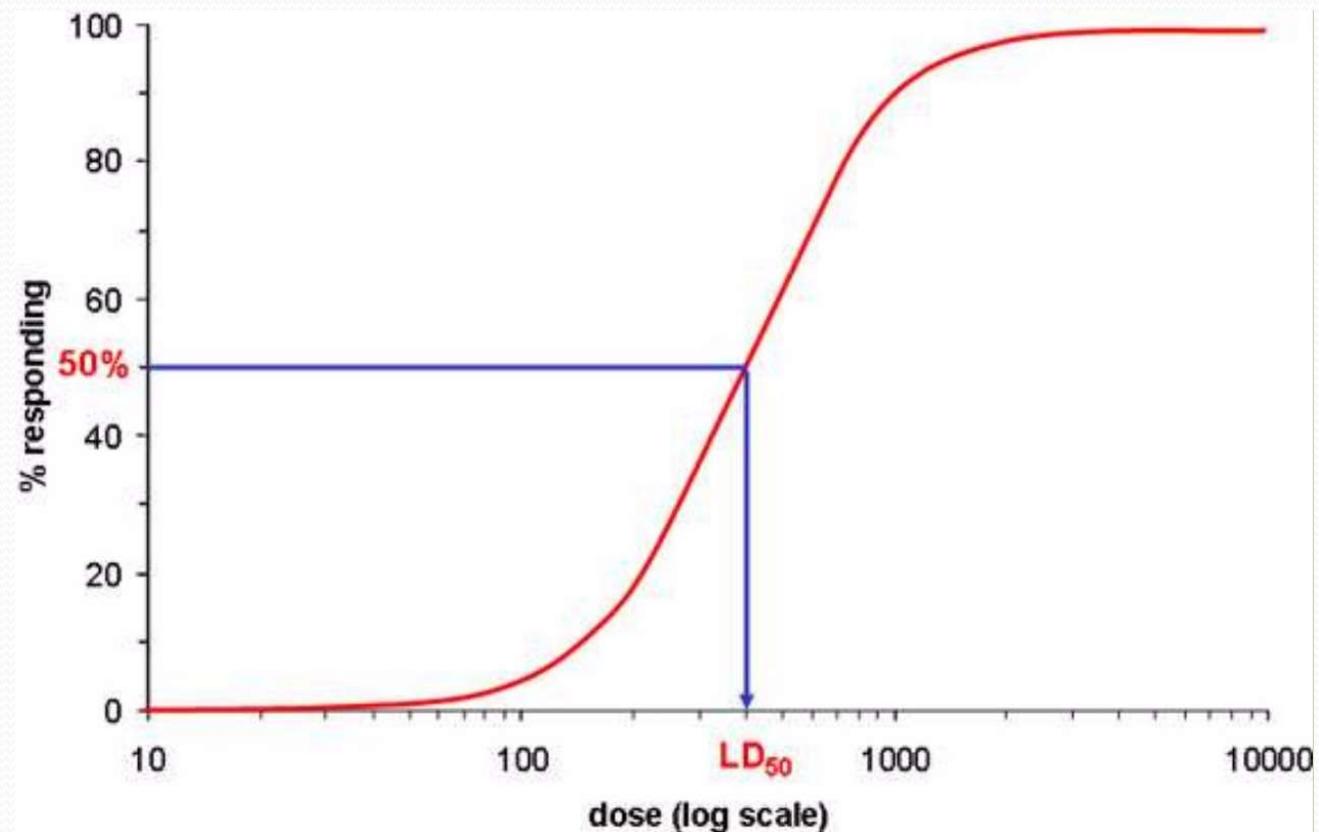
la dose di radiazione assorbita (J/kg), tenendo conto anche del tipo di particelle (dose equivalente), è valutata in *Sievert* (Sv)

il “rateo di dose” si misura in *Sievert/h* (Sv/h), ossia J/kg/h: cioè l’esposizione per un’ora a quella determinata sorgente di radiazioni



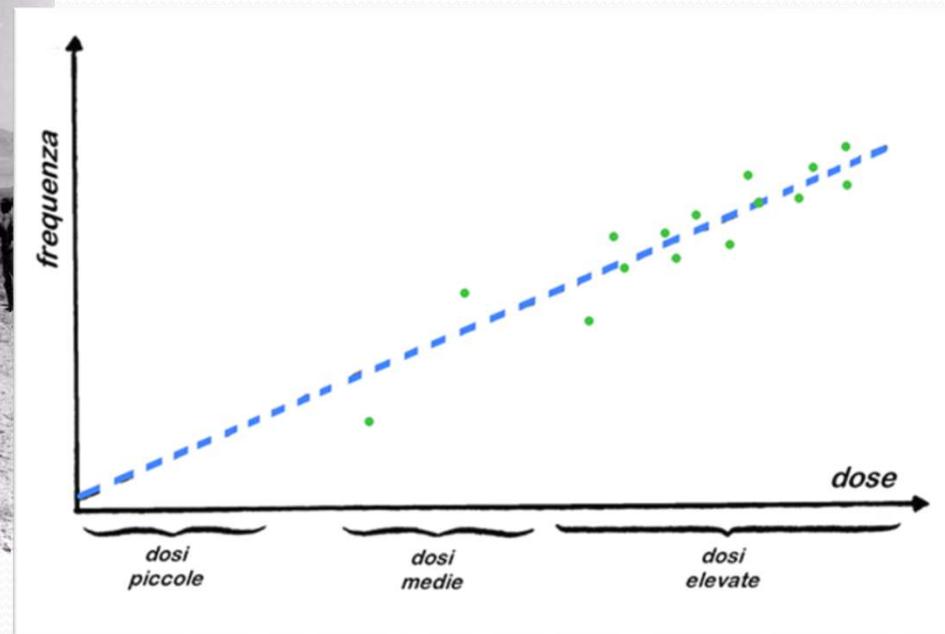
## dosi di radiazione ed effetti biologici

la dose tollerabile da ogni individuo può variare da soggetto a soggetto, come avviene per l'assunzione di sostanze tossiche



## dosi di radiazione ed effetti biologici

l'ipotesi di correlazione lineare tra frequenza di casi tumorali e dosi di radiazione si basa su casi numerosi per dosi elevate, rari per dosi medie e mancanti per dosi piccole



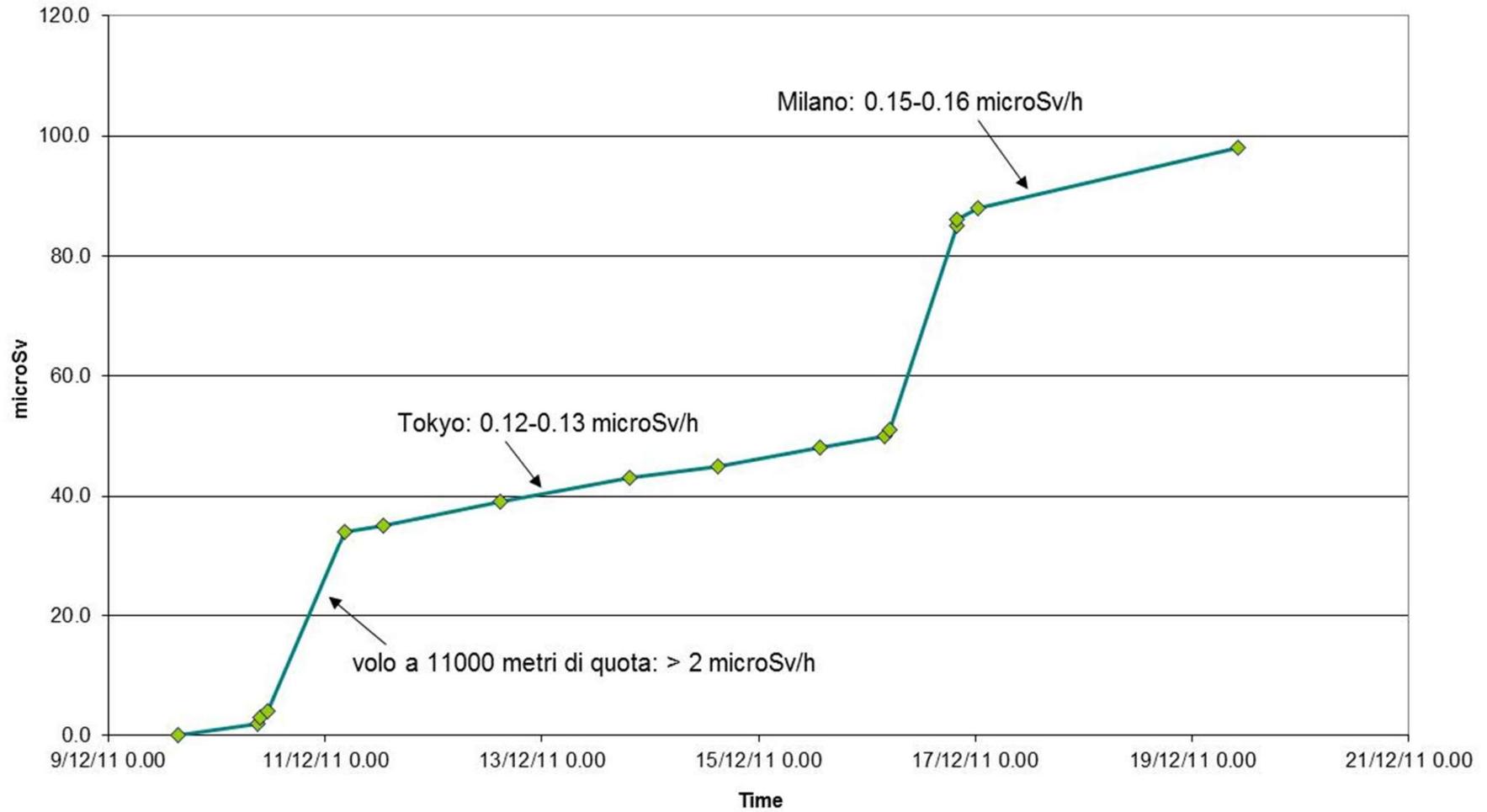
## esempi di esposizione alle radiazioni

valori di rateo di dose di radioattività naturale, in  $\mu\text{Sv/h}$ , a cui può essere esposta la popolazione

→ moltiplicando questi ratei per il numero di ore di esposizione si ricava la dose totale ricevuta in  $\mu\text{Sv}$

Milano	0.15 – 0.16
Alta montagna, a quota 3000-4000 m	0.15 – 0.25
Media Italiana	0.38
Media mondiale	0.27
Orvieto	0.57
Vicinanza rocce o sabbie uranifere	1 – 2
Città di Ramsar (Iran)	1.4
Volo intercontinentale a 10000 m	2 – 3
Spiagge di Guarapari (Brasile)	90

radiation dose during a week in Japan (microSv)



## esempi di esposizione alle radiazioni

Dosi supplementari per situazioni specifiche, in mSv

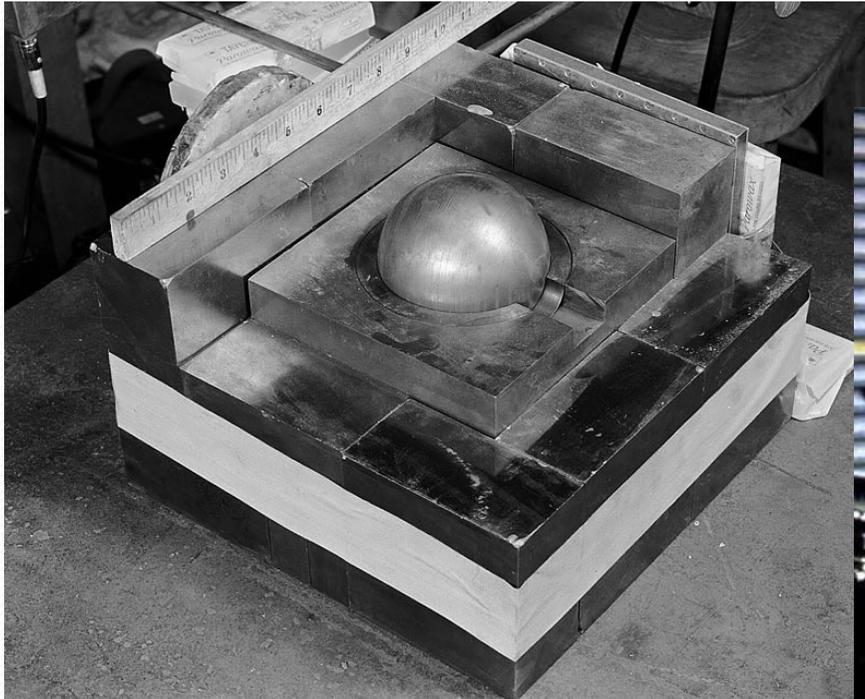
1 Panoramica dentale	0.13
1 Radiografia al torace	0.01
1 Mammografia	0.4
1 TAC	2 - 10
1 Scintigrafia	10 - 20
Radiologi e industria nucleare (annui)	1.5 – 2.5
Equipaggi dei voli di linea (annui)	5 - 10
Personale miniere di uranio (annui)	10 - 20
1 Radioterapia	100 - 200
<b>Soglia di incidenza tumori</b>	<b>50 - 100</b>

## tossicità o radioattività? attenzione ai luoghi comuni...

il plutonio generato dai reattori nucleari è giustamente «demonizzato» per vari motivi, soprattutto per un suo eventuale uso militare  
la sua pericolosità da un punto di vista ambientale, tuttavia, è dovuta alla sua elevata tossicità chimica: LD<sub>50</sub> per l'uomo pari a 22 mg

(Los Alamos Science No. 26 2000)

la radioattività specifica del Pu<sup>239</sup> è però modesta a causa del suo tempo di dimezzamento lunghissimo (24100 anni) (0.062 Ci/g)



1 palla di 10 kg di  $\text{Pu}^{239}$ , schermata con 0.5 cm di acciaio, darebbe per esempio un rateo di dose di circa 0.04 mSv/h ad 1 metro di distanza....

→ un'esposizione di 1 ora al giorno per 200 giorni darebbe una dose annua simile a quella degli equipaggi aerei

## esempi di ratei di dose dovuti ad esposizione a radionuclidi

# Rad Pro Calculator

Site Navigation Menu Home Page Online Calculators Freeware Rad Pro Information Documents Help

For those needing portability, Rad Pro for Desktop works with Windows 8.1/10 tablets. Will not work with Surface tablets running Windows RT.

### Gamma Emitter Point Source Dose-Rate <--to--> Activity and Shielding Calculations (In Air)

#### Select Calculation

Activity and Dose-Rate  Shield Thickness  Add Shielding

#### Enter or Select Isotope

Pu-239

#### Select Dose-Rate Units

mSv/hr

#### Select Activity Units

Ci

#### Select Distance Units

Meters

#### Select Coefficient

Attenuation ( $\mu$ )  
 Energy Absorption ( $\mu_{en}$ )

#### Select Activity Calculation

Activity to Dose-Rate  
 Dose-Rate to Activity

#### Enter Activity

620 Ci

#### Enter Distance

1 Meters

#### Shielding Entries

#### Select Shield Material

Iron

#### Select Thickness Units

Centimeters

#### Enter Shield Thickness

0.5 cm

Use Buildup Factor (recommended)

[Click to Learn About Buildup Factors](#)

620 Ci of Pu-239 at 1 Meters

Calculate

0.0388503012745134 mSv/hr

Calculated Dose-Rate

[About the Gamma Calculator](#)

[Gamma Emission and Exposure Rate](#)

## esempi di ratei di dose dovuti ad esposizione a radionuclidi

# Rad Pro Calculator

Site Navigation Menu Home Page Online Calculators Freeware Rad Pro Information Documents Help

For those needing portability, Rad Pro for Desktop works with Windows 8.1/10 tablets. Will not work with Surface tablets running Windows RT.

### Gamma Emitter Point Source Dose-Rate <--to--> Activity and Shielding Calculations (In Air)

#### Select Calculation

Activity and Dose-Rate  Shield Thickness  Add Shielding

#### Enter or Select Isotope

Co-60

#### Select Dose-Rate Units

uSv/hr

#### Select Activity Units

MBq

#### Select Distance Units

Meters

#### Select Coefficient

Attenuation ( $\mu$ )  
 Energy Absorption ( $\mu_{en}$ )

#### Select Activity Calculation

Activity to Dose-Rate  
 Dose-Rate to Activity

#### Enter Activity

5000 MBq

#### Enter Distance

10 Meters

#### Shielding Entries

##### Select Shield Material

Concrete

##### Select Thickness Units

Meters

##### Enter Shield Thickness

0.3 Meters

Use Buildup Factor (recommended)

[Click to Learn About Buildup Factors](#)

5000 MBq of Co-60 at 10 Meters

Calculate

1.29287037052876 uSv/hr

Calculated Dose-Rate

[About the Gamma Calculator](#)

[Gamma Emission and Exposure Rate](#)

## inalazione... proiettili all'uranio?



in certi tessuti, che vengono così sottoposti a un prolungato bombardamento ionizzante, cioè in grado di modificare il Dna.

### **Quando un proiettile esplode**

I proiettili a uranio impoverito sono costituiti da un «dardo» relativamente piccolo ma molto pesante grazie proprio all'elevata densità di questo materiale. Il piccolo dardo è avvolto da un involucro leggero che ha il compito di aumentarne la sezione quando questo è ancora all'interno della canna del cannone, in modo da sfruttare al massimo la

spinta fornita dai gas propellenti al momento dello sparo. Non appena il proiettile esce dalla bocca da fuoco, la resistenza dell'aria provoca il distacco dell'involucro e il dardo è libero di proseguire la traiettoria portando con sé tutta l'energia di movimento (cinetica) fornita dallo sparo. La perdita di energia per attrito con l'aria risulta minore rispetto agli altri tipi di proiettili più leggeri o più voluminosi. Al momento dell'impatto con la corazza di un mezzo blindato, l'energia cinetica del dardo viene scaricata su una superficie molto piccola e ha

◻◻◻  
**Gli effetti di un proiettile all'uranio impoverito usato nei Balcani: fori di 2 centimetri nella corazza di un carro armato, la torretta (scagliata a 10 metri di distanza) e quel che resta del carro.**

maggiori possibilità di penetrare nella corazza. La polvere di uranio dispersa dopo l'impatto può reagire rapidamente con l'aria e incendiarsi. Questo effetto aggiunge ulteriore potere distruttivo al proiettile. Una serie di test compiuti dall'esercito statunitense ha dimostrato che la percentuale di uranio che brucia può variare tra il 18 e il 70 per cento. Con questo meccanismo, un proiettile da 120 millimetri può generare qualche chilo di aerosol fine di ossido di uranio. È evidente che con proiettili del genere, in un campo

# dalle acque termali alla fobia da NIMBY



**CERVELLO STANCO, ASSENTE**

Il cervello stanco e assente è il segno di un sistema nervoso provato dalle difficoltà e dalle preoccupazioni. Per difendersi da questi stati di depressione e di incapacità di lavoro è stato creato l'aperitivo BETA.

BEVETE **Beta** l'aperitivo che ionizza il sangue! Ionizzare il sangue significa essere sempre giovani e dinamici.

BEVETE **Beta** perchè ripristina istantaneamente la vostra personalità fiaccata dagli esaurimenti.

BEVETE **Beta** perchè vi dona un perfetto equilibrio fisico, una mente limpida, un sistema nervoso a piombo.

IN QUALSIASI ORA DEL GIORNO ed allorquando accusate una sensazione di stanchezza difendete e reintegrate il vostro potenziale energetico con...

**Beta**  
MARTINAZZI  
*l'aperitivo radioattivo*



**RADIA**  
SAPONETTA RADIOATTIVA  
SAPONERIE F. DE BERNARDI TORINO (LISCOTTO)



Centro  
Italiano  
Sostenibilità  
Energia

[www.cise2007.eu](http://www.cise2007.eu)



grazie per l'attenzione!