

ROAD SHOW ACCADEMICO 2010 / 2011



ENERGIA
FUTURO
RICERCA



LA TECNOLOGIA NUCLEARE



MILANO, 3 MAGGIO 2011
POLITECNICO DI MILANO, CAMPUS BOVISA, VIA LA MASA 34, AULA L.01

**ENERGIA
FUTURO
RICERCA**

LA TECNOLOGIA NUCLEARE

 POLITECNICO DI MILANO



Uomo, ambiente e radiazioni



Le radiazioni di cui si tratta parlando di tecnologia nucleare sono le

radiazioni ionizzanti



Cosa sono le *radiazioni ionizzanti*?

Sono quelle radiazioni o particelle in grado di provocare la ionizzazione degli atomi del mezzo con cui interagiscono.

Si distinguono in:

DIRETTAMENTE IONIZZANTI

(particelle α , β , elettroni, protoni, ioni, ecc)

e

INDIRETTAMENTE IONIZZANTI

(radiazione X e γ , neutroni)



Quando le radiazioni sono ionizzanti?

Le **particelle cariche** sono “*ionizzanti*” solo quando possiedono una energia cinetica (ovvero velocità) sufficiente. In funzione del tipo di particella, le velocità sono dell'ordine di 10^4 - 10^5 km/s.

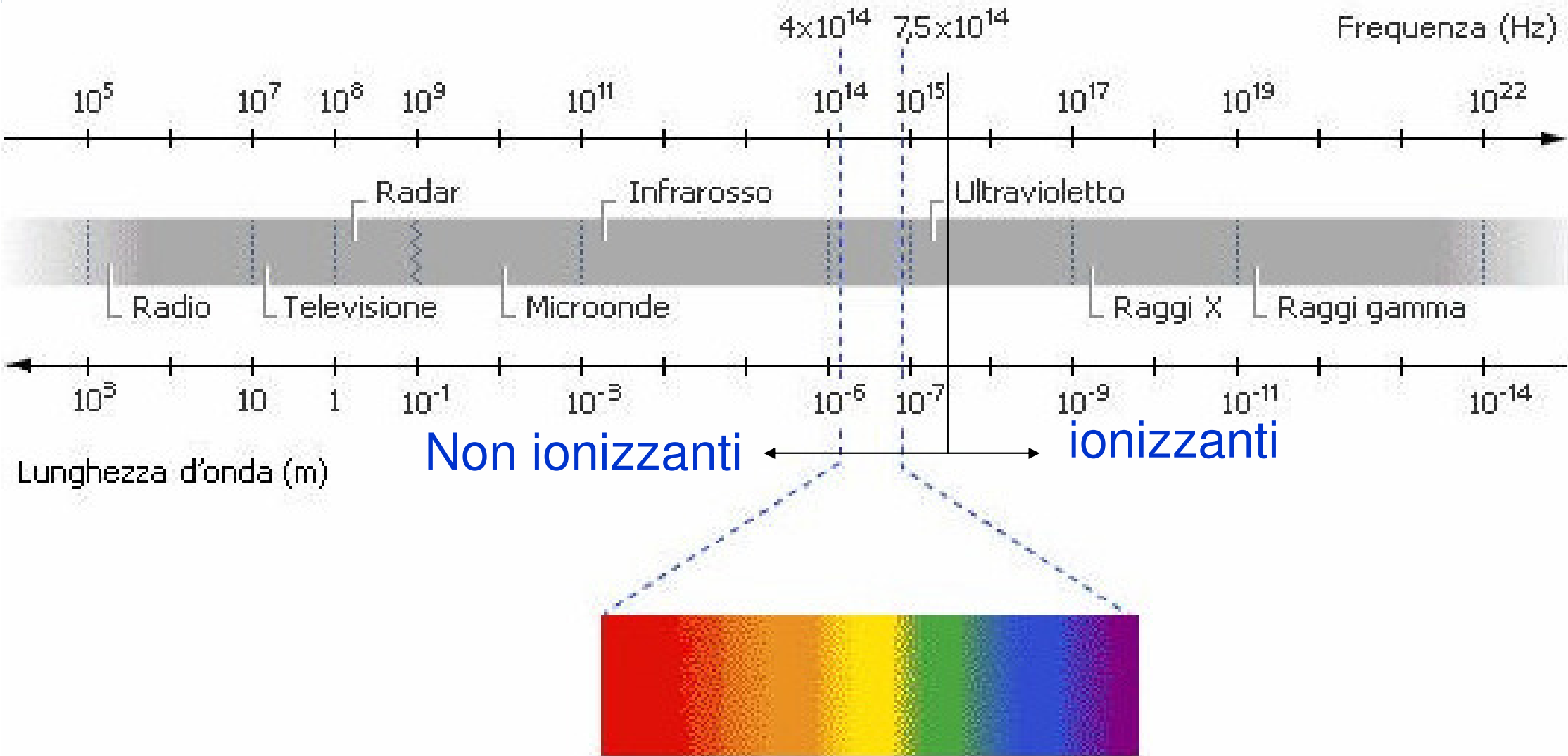
Le **radiazioni elettromagnetiche** sono “*ionizzanti*” solo quando possiedono una energia (ovvero frequenza) sufficiente (almeno 3×10^{15} Hz).

Le onde radio, micro-onde, le radiazioni emesse da radar e cellulari **non sono ionizzanti** perché la loro frequenza è inferiore a quella necessaria per ionizzare la materia.



Natura delle radiazioni

Milano 3 maggio 2011





- **Radiazione cosmica**, prevalentemente protoni (85% p, 12% α , 1,5% nuclei pesanti, ...) provenienti dal sole e dalla galassia;
- Radiazione da **sostanze radioattive naturali**, principalmente uranio, torio e potassio;
- Radiazione da **macchine radiogene**, generatori X e acceleratori di particelle per uso medicale e industriale;
- Radiazione da **radionuclidi artificiali** prodotti dall'uomo: prodotti di fissione, di attivazione e radionuclidi transuranici.



particelle cariche:

hanno un percorso massimo nella materia, funzione della loro energia e del materiale.

Radiazione X, γ :

è caratterizzata da un'attenuazione nella materia di tipo esponenziale, non si parla quindi di “percorso massimo”, ma di spessori di dimezzamento.

I neutroni:

diffondono nella materia come un gas e per essere “fermati” devono essere assorbiti con reazioni di cattura (n, γ) , (n, α) .



indicativamente, con riferimento alle energie delle radiazioni emesse dai radionuclidi più comuni, avremo:

RADIAZIONE	PERCORSO IN ARIA	PERCORSO IN ACQUA
ALFA	1-5 cm	Decine di μm
BETA	20 cm - 7 m	1 mm – 1 cm
GAMMA	SEV: Decine di metri	SEV: 1 – 10 cm

SEV : spessore di dimezzamento



Per proteggersi dalle radiazioni ionizzanti più penetranti (X e gamma) si possono utilizzare tre diverse tecniche:

1. Distanza: l'intensità della radiazione diminuisce allontanandosi dalla sorgente in proporzione all'inverso del quadrato della distanza:

$$\div \frac{1}{r^2}$$



2. *Tempo*: la dose assorbita in un campo di radiazioni ionizzanti è proporzionale al tempo trascorso in quel campo. Ridurre i tempi richiesti per un intervento significa ridurre proporzionalmente le dosi.
3. *Schermature*: ove possibile, l'intensità di un campo di radiazioni può essere diminuita utilizzando schermi di materiale adeguato nello spessore necessario. Per la radiazione X e gamma l'attenuazione nel materiale schermante segue una legge esponenziale:

$$I = I_0 * e^{-\mu x}$$



Per quanto detto è possibile individuare **spessori di materiale schermante** che:

• arrestino completamente le particelle cariche,

oppure

• abbattano l'intensità del campo di radiazione X, γ del fattore desiderato.



Per quanto concerne la scelta dei materiali da utilizzare per tali schermature, si ricorda che:

- per le particelle cariche sono da privilegiare i materiali a *basso numero atomico* (minimizzano l'emissione X);
- per radiazione X e gamma invece risulta più efficiente (a parità di dimensioni) un materiale ad *alto numero atomico*.
- per i neutroni veloci è necessario utilizzare *materiali fortemente idrogenati* (acqua, polietilene), associati a nuclidi ad *elevata sezione d'urto di cattura nella regione termica* (boro, cadmio).

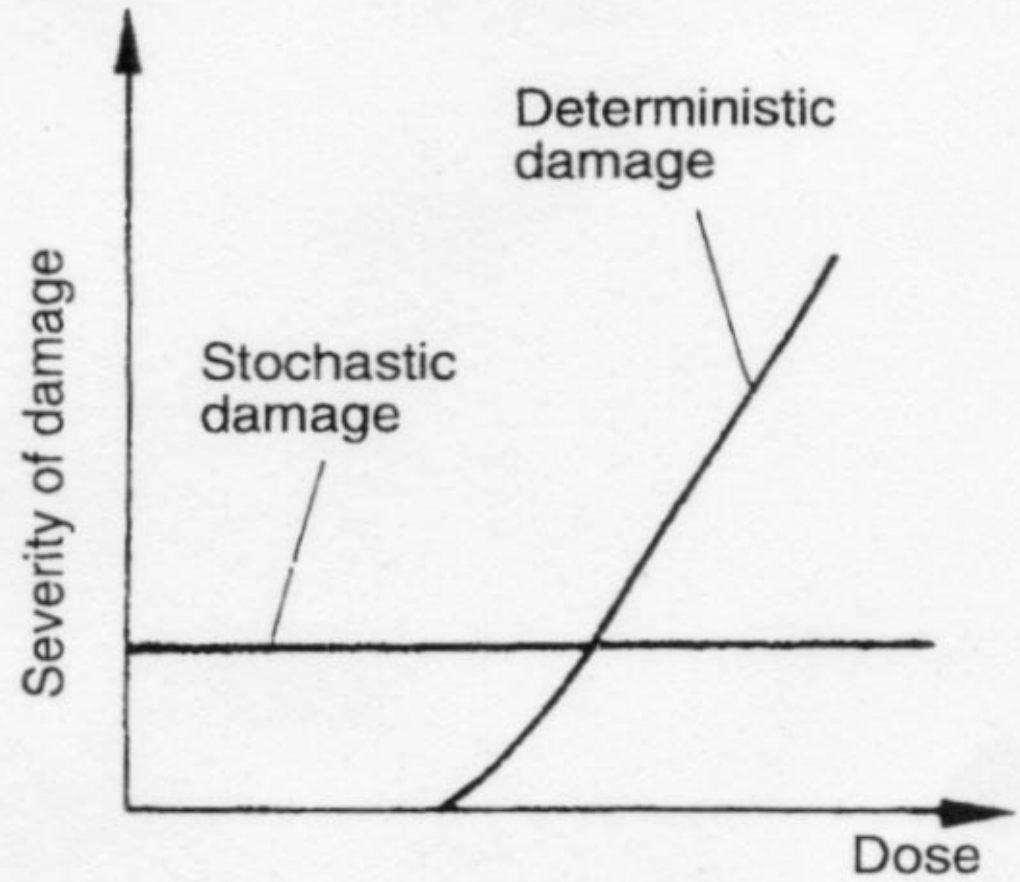
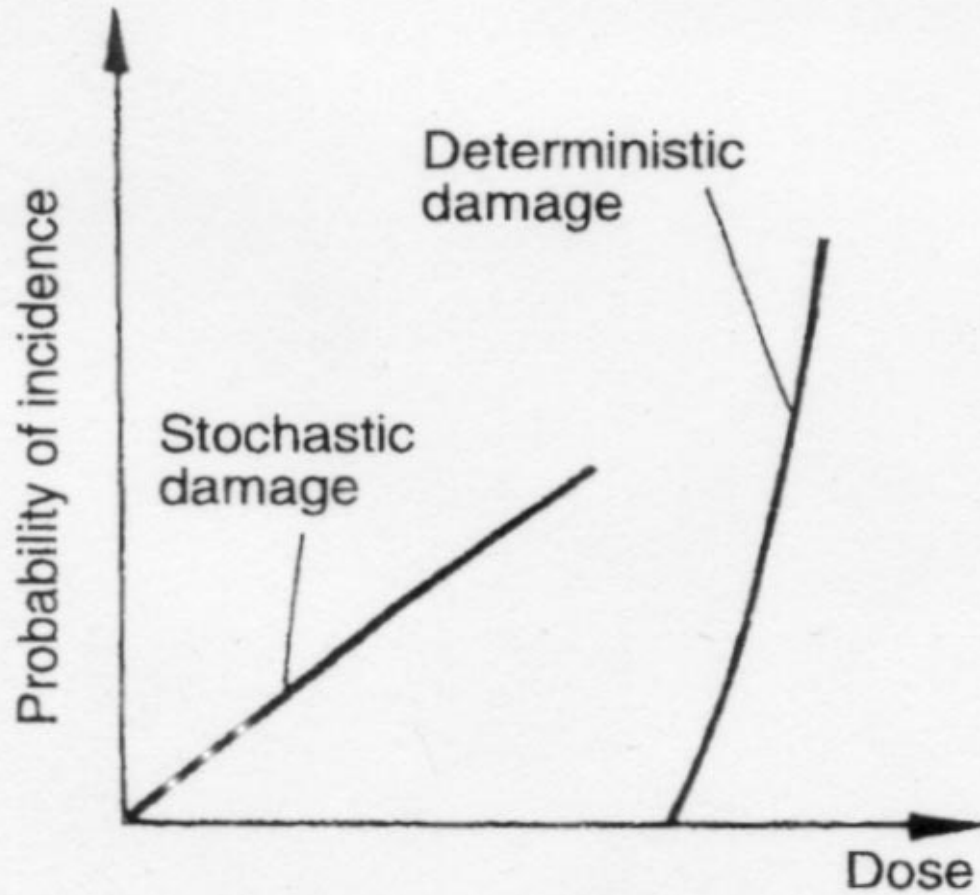


E' possibile classificare i danni da radiazioni ionizzanti in:

- A** *danni somatici non stocastici* (o deterministici), si manifestano subito dopo un irraggiamento acuto e presentano:
1. una relazione tra **dose impartita** e la **gravità** del danno;
 2. una **soglia** di dose sotto la quale il danno non si manifesta.
- B** *danni somatici stocastici*, sono effetti ritardati e possono manifestarsi numerosi anni dopo l'esposizione alle radiazioni. Per essi si individua:
1. una relazione tra **dose impartita** e **probabilità** che il danno si manifesti (tipicamente i tumori).



Relazione probabilità/dose e severità/dose per le radiazioni ionizzanti





	Categoria A	Categoria B	Pubblico
Corpo intero	20 mSv/anno	6 mSv/anno	1 mSv/anno
Cristallino	150 mSv/anno	50 mSv/anno	15 mSv/anno
Pelle	500 mSv/anno	150 mSv/anno	50 mSv/anno
Mani, avambracci, piedi e caviglie	500 mSv/anno	150 mSv/anno	

- Nel calcolo delle dosi per il confronto con i limiti *non si deve tenere conto delle dosi derivanti da pratiche mediche* (diagnostica o terapia).
- Come paragone, si consideri che *la dose da fondo ambientale (radiazione cosmica, radiazione dal suolo e gas radon) in Lombardia è di circa 2,8 mSv/anno.*



La legge specifica i *livelli operativi* di dose entro cui contenere l'esposizione dei soggetti (classificati in cat. A) che fanno parte delle *squadre speciali di intervento nelle emergenze*.

DOSE	LIVELLO OPERATIVO
Dose efficace	100 mSv
Dose equivalente al cristallino	300 mSv
Dose equivalente a mani, avambracci piedi e caviglie	1 Sv
Dose equivalente alla pelle	1Sv

Un'esposizione al di sopra di tali livelli è ammessa, in via eccezionale, soltanto allo scopo di salvare vite umane per volontari scelti tra le squadre speciali che siano, comunque, informati dei rischi connessi all'intervento specifico da effettuare. (da allegato VI, D. Lgs. 241/00)



Comparazione – esempi di dosi (singole, orarie/annuali):

▪ raggi X radiografia dentale		0.01	mSv
▪ raggi X radiografia polmonare	0.1	mSv	
▪ fondo naturale (annuale)	1-10	mSv/anno	
▪ fondo naturale (orario)	0.001	mSv/h	
▪ voli aerei		0.003	mSv/h
▪ tomografia computerizzata		20	mSv
▪ limite per lavoratori profess.esposti	20	mSv/anno	
▪ limite per evidenza oggettiva effetti		250	mSv
▪ limite per effetti avvertiti dal soggetto		500	mSv
▪ dose letale al 50%		4000	mSv
▪ morte certa (dosi da radioterapia a organi specifici)	6000	mSv	