

Prevenzione e gestione del rischio da esposizione a sostanze radioattive

Prof. Andrea Malizia

*Professore Associato in Misure e Strumentazione nucleari
Coordinatore dei Master Internazionali di Primo e Secondo Livello in Protezione da eventi CBRNe Dipartimento di
Biomedicina e Prevenzione Facoltà di Medicina e chirurgia*

Membro del Collegio dei docenti Scuola di Dottorato Facoltà di Ingegneria
Università di Roma Tor Vergata

malizia@ing.uniroma2.it
www.cbrngate.com

AGENDA

- Definizione di rischio
- Metodologie di calcolo del rischio: valutazione del pericolo e della probabilità di accadimento
- Rischio radioattivo in caso di evento incidentali o intenzionalmente provocati
- Dispositivi in grado di causare esposizioni radioattive: casi studio e lezioni apprese
- Analisi delle linee guide per la protezione individuale
- Analisi del contesto situazione Italia
- Conclusioni e Q&A

A person wearing a black hazmat suit and a gas mask with a green filter is pointing at a glowing biohazard icon. The background is a cloudy sky with a network diagram of biohazard icons connected by lines. The text "COS'È IL RISCHIO?" is overlaid in orange.

COS'È IL RISCHIO?

1955 → 1994 → 1996 → 2008

APPROCCIO
“COMMAND E
CONTROL”

DLgs 626

APPROCCIO
“ORGANIZATIVO
E GESTIONALE”

DLgs 81/08

SISTEMA
RIGIDO

SISTEMA
FLESSIBILE

- Sistema prescrittivo, settoriale, poco orientato alla prevenzione e molto alla repressione
- Eccessiva frammentazione legislativa
- Rispetto formale alla conformità

- Sistema orientato agli aspetti gestionali e organizzativi, e alla prevenzione
- Nuovi istituti relazionali e definizione di ruoli e responsabilità di nuovi soggetti.
- Rispetto sostanziale delle misure di prevenzione e protezione

Pericolo

- Causa o origine di un danno o di una perdita potenziali. (UNI 11230 – Gestione del rischio)
- Potenziale sorgente di danno (UNI EN ISO 12100-1)
- Proprietà o qualità intrinseca di un determinato fattore (sostanza, attrezzo, metodo di lavoro) avente la potenzialità di causare danni. (Orientamenti CEE riguardo alla valutazione dei rischi di lavoro)
- Fonte di possibili lesioni o danni alla salute. Il termine pericolo è generalmente usato insieme ad altre parole che definiscono la sua origine o la natura della lesione o del danno alla salute previsti: pericolo di elettrocuzione, di schiacciamento, di intossicazione,(Norma Uni EN 292 parte I/1991 - ritirata)
- Fonte o situazione potenzialmente dannosa in termini di lesioni o malattie, danni alle proprietà, all'ambiente di lavoro, all'ambiente circostante o una combinazione di questi. (OHSAS 18001, 3.4)

Definizione di Pericolo
art. 2, lettera r, D.Lgs. 81/08
Proprietà o qualità intrinseca di un determinato fattore avente il potenziale di causare danni.

Il pericolo è una **proprietà intrinseca** (della situazione, oggetto, sostanza, ecc.) non legata a fattori esterni; è una situazione, oggetto, sostanza, etc. che per le sue proprietà o caratteristiche ha la capacità di causare un danno alle persone.

PERICOLO vs DISASTRO

E' una situazione pericolosa che rappresenta una minaccia per la vita umana.

Ha conseguenze meno critiche.

Prende la sua piena forma dopo una serie di eventi, che potrebbero averlo portato a realizzarsi.

PERICOLO



E' un evento che provoca un danno totale alla vita umana e alla proprietà.

Ha conseguenze più critiche e più catastrofiche.

Spesso accade in breve tempo, causando effetti più gravi.

DISASTRO

TUTTI I PERICOLI

NATURALI:

- Terremoti
- Frane
- Inondazioni
- Incendi etc.



HUMAN-MADE:

- Incendi dolosi
- Dispositivi esplosivi
- Armi da fuoco
- Crollo strutturale
- Incidenti da trasporto
- HAZCHEM/HAZMAT
- armi di distruzione di massa
- Eventi CBRN etc.

CHE COS'È L'ANALISI DEI PERICOLI?



ANALIZI DEI PERICOLI

Costo/ Beneficio

Formare i lavoratori su come svolgere il proprio lavoro in sicurezza

Politiche e procedure migliorate

Indagare sugli incidenti

Aumentare la qualità

Diminuire il tasso di infortuni

COME IDENTIFICARE E ANALIZZARE I PERICOLI?

Identificare i pericoli di ogni passaggio.

Per ogni pericolo, chiedi:

- Cosa può andare storto?
- Quali sono le conseguenze?
- Come potrebbe sorgere?
- Quali sono gli altri fattori che contribuiscono?
- Quanto è probabile che si verifichi il pericolo?



METODI DI ANALISI DEI PERICOLI

Il pericolo può essere realizzato o non realizzato.

Pericolo realizzato - si è verificato in passato e può quindi essere identificato dall'esperienza.

Pericolo non realizzato - è un potenziale per una situazione pericolosa che non si è ancora verificata ma che può essere riconosciuta analizzando le caratteristiche di un ambiente o le modalità di guasto di un elemento dell'apparecchiatura.

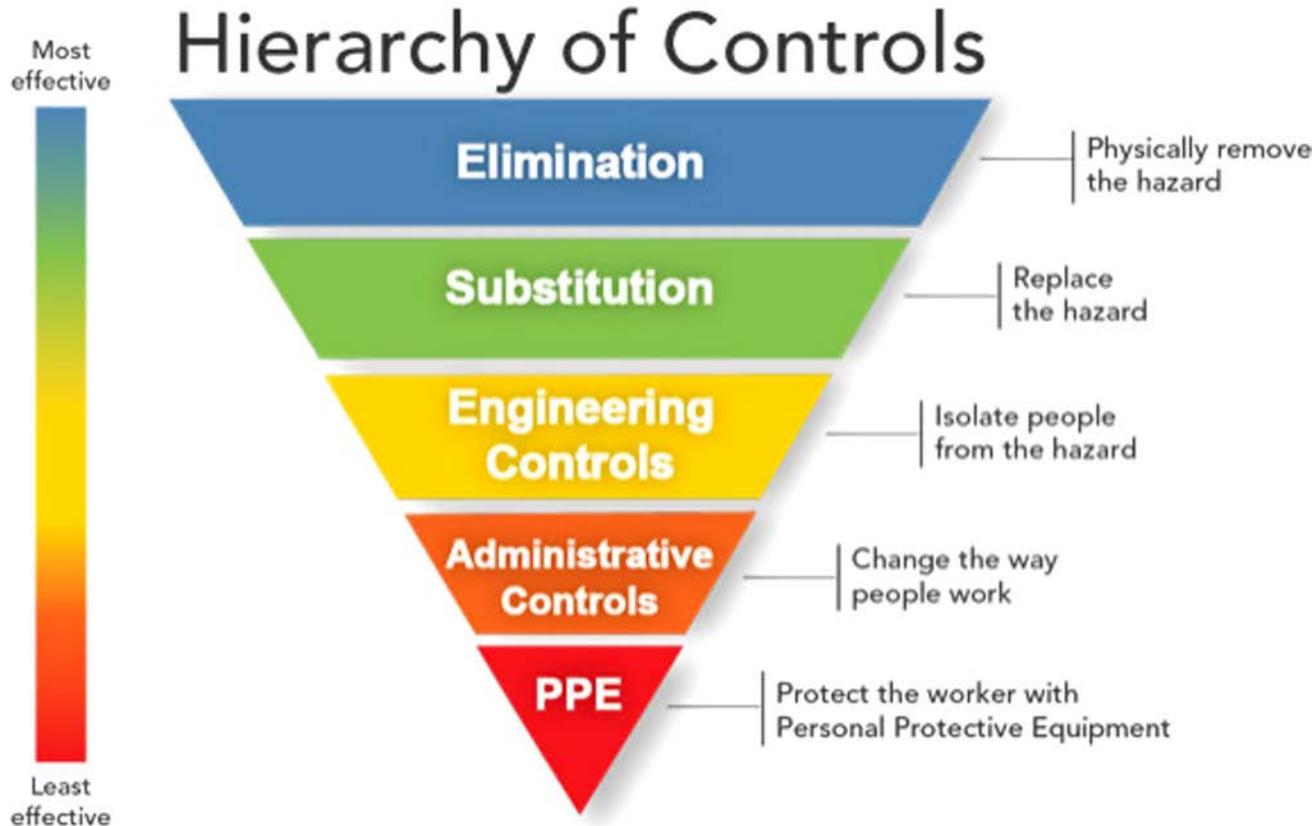
METODI DI ANALISI DEI PERICOLI

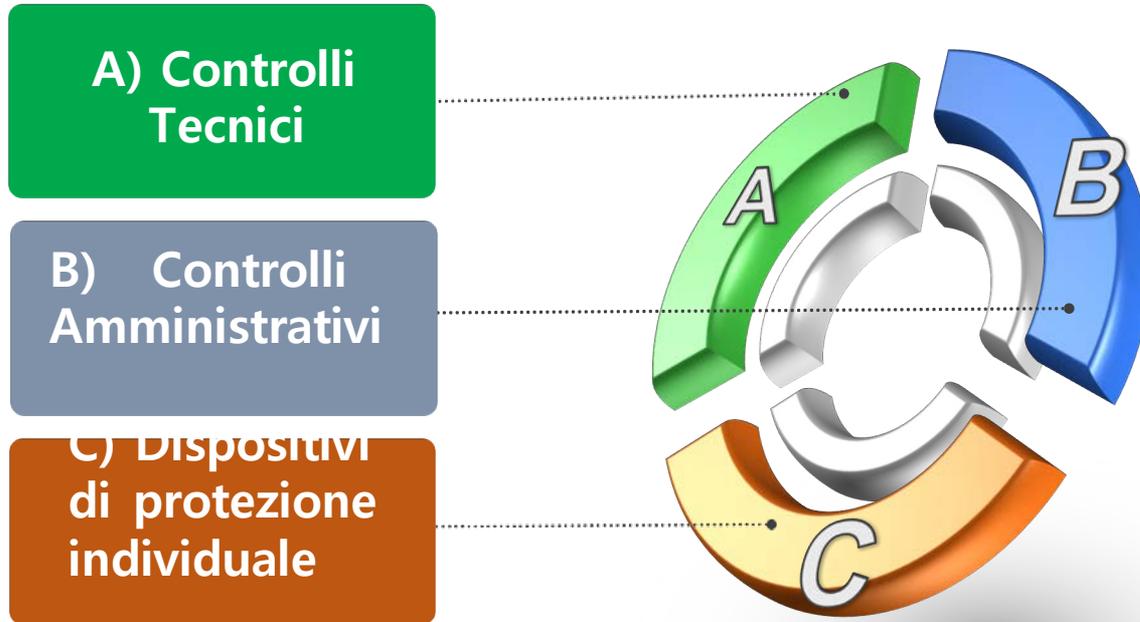
I metodi di analisi dei pericoli includono:

- Analisi dei rischi di processo
- Analisi dell'albero degli eventi
- Modalità di guasto e analisi degli eventi
- Analisi dell'albero dei guasti
- Diagramma causa-conseguenza
- Studi di pericolosità e operabilità



COME CONTROLLARE I PERICOLI?





L'ordine di precedenza e l'efficacia del controllo dei pericoli

Danno

- Qualunque conseguenza negativa derivante dal verificarsi dell'evento
(UNI 11230 – Gestione del rischio)
- Lesione fisica o danno alla salute (UNI EN ISO 12100-1)
- Gravità delle conseguenze che si verificano al concretizzarsi del pericolo
- La magnitudo delle conseguenze M può essere espressa come una funzione del numero di soggetti coinvolti in quel tipo di pericolo e del livello di danno ad essi provocato.

Rischio

- Insieme della possibilità di un evento e delle sue conseguenze sugli obiettivi. *(UNI 11230 – Gestione del rischio)*
- Combinazione della probabilità di accadimento di un danno e della gravità di quel danno. *(UNI EN ISO 12100-1)*
- Probabilità che sia raggiunto il livello potenziale di danno. *(Orientamenti CEE riguardo alla valutazione dei rischi di lavoro)*
- Combinazione della probabilità e della conseguenza del verificarsi di uno specifico evento pericoloso. *(OHSAS 18001, 3.4)*

Definizione di Rischio art. 2, lettera s, D.Lgs. Probabilità di raggiungimento del livello potenziale di danno nelle condizioni di impiego o di esposizione ad un determinato fattore o agente oppure alla loro combinazione

Il rischio è un **concetto probabilistico** è la probabilità che accada un certo evento capace di causare un danno alle persone. La nozione di rischio implica l'esistenza di una sorgente di pericolo e delle possibilità che essa si trasformi in un danno.

Analisi dei rischi: tecniche qualitative

- **CHECK LIST** (valide per ricercare eventi indesiderati)
- **WHAT IF ANALYSIS**

La tecnica prevede la costituzione di un team apposito costituito da persone che hanno una certa familiarità con l'impianto in esame. Il lavoro procede in modo singolare: ogni membro del team espone una serie di domande del tipo

COSA SUCCEDDE SE?

Analizzando le risposte si giunge ad identificare i possibili incidenti.

Questo particolare approccio è detto **brain storming**: la bontà, ed insieme il limite di questa tecnologia, risiede nella capacità ed esperienza di coloro che compongono il team.

Per questo motivo spesso si utilizza una tecnica mista

Check list /What-if

in modo da superare la staticità delle check lists ed al contempo raggiungere quella completezza di analisi che la semplice What-if non garantisce.

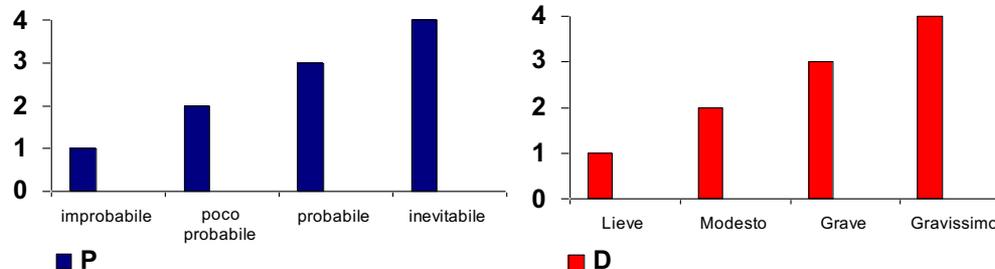
Valutazione del rischio. Matrici di rischio

Una tecnica comunemente utilizzata classifica il rischio mediante una matrice che correla l'entità del danno con la sua potenziale occorrenza.

A ciascun rischio identificato (inteso come fonte potenziale di pericolo) sono associati due valori numerici:

P = probabilità evento (o frequenza di accadimento)

D = entità del danno (o intensità della conseguenza)



Pertanto viene individuato per ciascun fattore un: **INDICE DI RISCHIO $R = P \times D$** .

A ciascun INDICE DI RISCHIO deve corrispondere una specifica attività di controllo, verifica e/o interventi.

$R = 1$

indice di rischio basso

$R = 2 - 3$

indice di rischio medio

$R = 4 - 8$

indice di rischio alto

$R > 9$

indice di rischio molto alto

Probability and Impact Assessment of Risks

«Hot» Approach: Subjective

«Cold» Approach: Objective

Using Expert Judgement

Using Mathematical approach

		Impact					
		Negligible (1)	Minor (2)	Moderate (3)	Significant (4)	Severe (5)	
Probability	Almost certain (5)	5	10	15	20	25	<div style="background-color: red; padding: 2px;">High-risk zone</div> <div style="background-color: yellow; padding: 2px;">Medium-risk zone</div> <div style="background-color: green; padding: 2px;">Low-risk zone</div>
	Likely (4)	4	8	12	16	20	
	Fifty-fifty (3)	3	6	9	12	15	
	Unlikely (2)	2	4	6	8	10	
	Almost uncertain (1)	1	2	3	4	5	

Example of a risk matrix

Probability and Impact Assessment of Risks

«Hot» Approach: Subjective

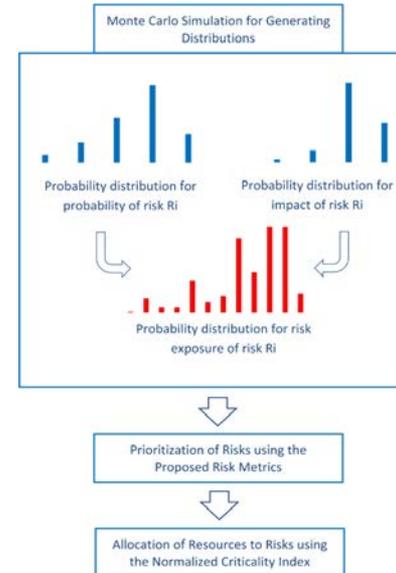
«Cold» Approach: Objective

Using Expert Judgement

Using Mathematical approach



The survey will be sent not only to the experts of this WP but also to experts working on the security of Critical Infrastructures



Quale rischio?

Proviamo a fare la valutazione dei rischi:



- **M: medio (allergie, toxoplasmosi)**
- **P: molto alta**

- **M: alto**
- **P: molto bassa**



NEL DETTAGLIO PER L'ANALISI DI RISCHIO DOBBIAMO TENER CONTO DELLE SEGUENTI DEFINIZIONI:

EVENTO ESTREMO

Insieme di fenomeni che producono modificazioni istantanee alle caratteristiche fisiche di un determinato ambiente.

SORGENTE di EVENTO ESTREMO

Elemento naturale o artificiale che può generare un evento estremo quando si verificano simultaneamente alcune condizioni al contorno.

INTENSITA' (I)

Severità con cui si manifesta un evento estremo. Tale "severità" si esprime mediante una o più grandezze fisiche o un'apposita scala relativa.

PERICOLOSITA' (H) $H=H(I)$

Probabilità che un evento estremo investa una data area con una data intensità in un periodo di tempo definito. E' una probabilità temporale, generalmente annua, funzione dell'intensità del fenomeno.

TEMPO DI RITORNO

Minimo intervallo temporale che intercorre tra due eventi del medesimo tipo e della stessa intensità.

ELEMENTO A RISCHIO (E)

Elemento esposto alla probabilità che in un dato periodo di tempo possa essere investito da un evento estremo di una determinata intensità.

VALORE DELL'ELEMENTO A RISCHIO (W)

Quantificazione del valore economico o del numero di unità relative ad ognuno degli elementi a rischio in una data area.

VULNERABILITA' (V) $V=V(I;E)$

Grado di perdita prodotto su un elemento a rischio E da un evento estremo di una intensità data. Il suo valore è leggibile in una scala da 0 (nessuna perdita) a 1 (perdita totale).

VALORE POTENZIALE DELLE PERDITE $W(I;E)=W(E)V(I;E)$

Valore economico, numero o quantità da attribuirsi al grado di perdita stimato per ogni gruppo di elementi a rischio esposto all'evento estremo.

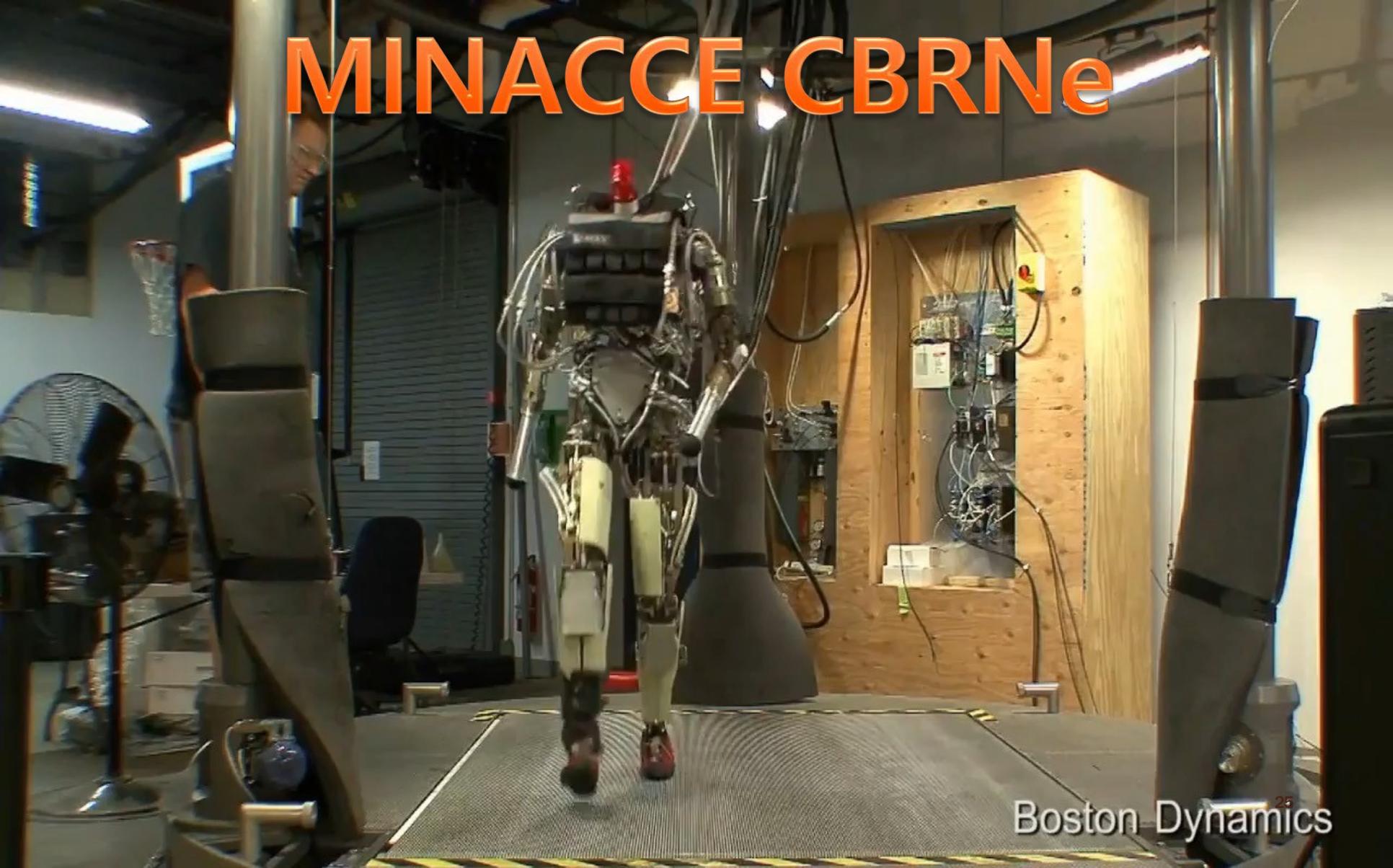
RISCHIO SPECIFICO $RS=(I;E)=H(I)V(I;E)$

Grado di perdita atteso quale conseguenza di un particolare evento di data intensità, espresso in termini di probabilità temporale. Il rischio specifico è funzione della pericolosità e della vulnerabilità.

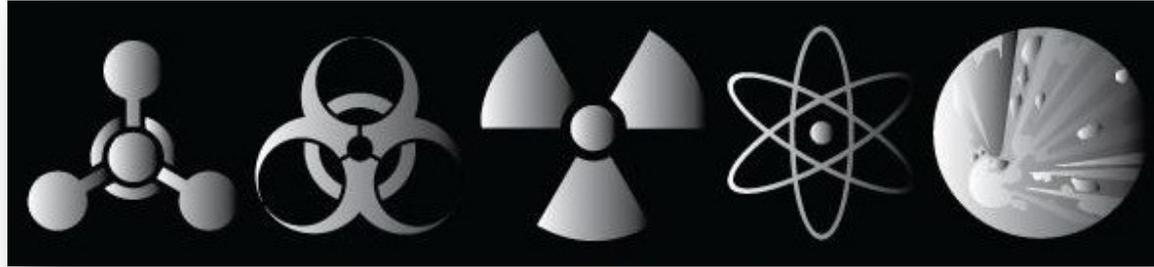
RISCHIO TOTALE $R(I;E)=H(I)V(I;E)W(E)=RS(I;E)W(E)=H(I)VI(I;E)$

Valore atteso delle perdite umane, dei feriti, dei danni alle proprietà e delle perturbazioni alle attività economiche dovuti a un evento estremo, espresso in termini di costo annuo di quantità o unità perse per anno. E' quindi il rischio specifico valutato in termini economici per tutti gli elementi esposti al fenomeno.

MINACCE CBRNe



Boston Dynamics



~~NBC~~ CBRN
CBRNe

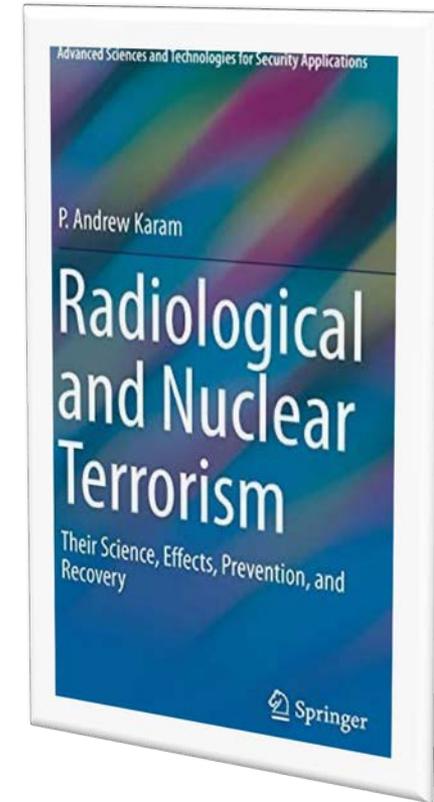
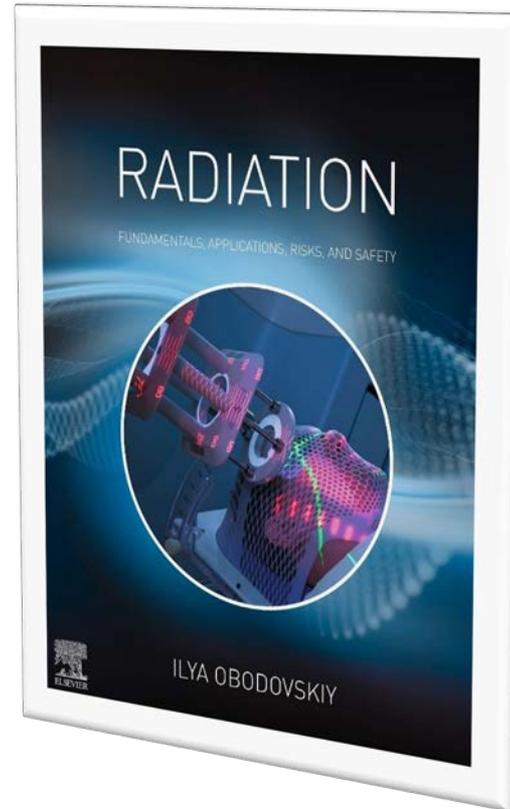
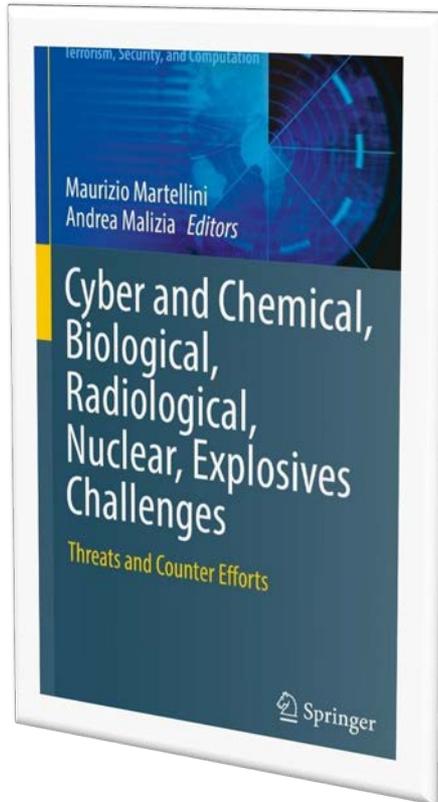
Chimico Biologico Radiologico Nucleare esplosivi

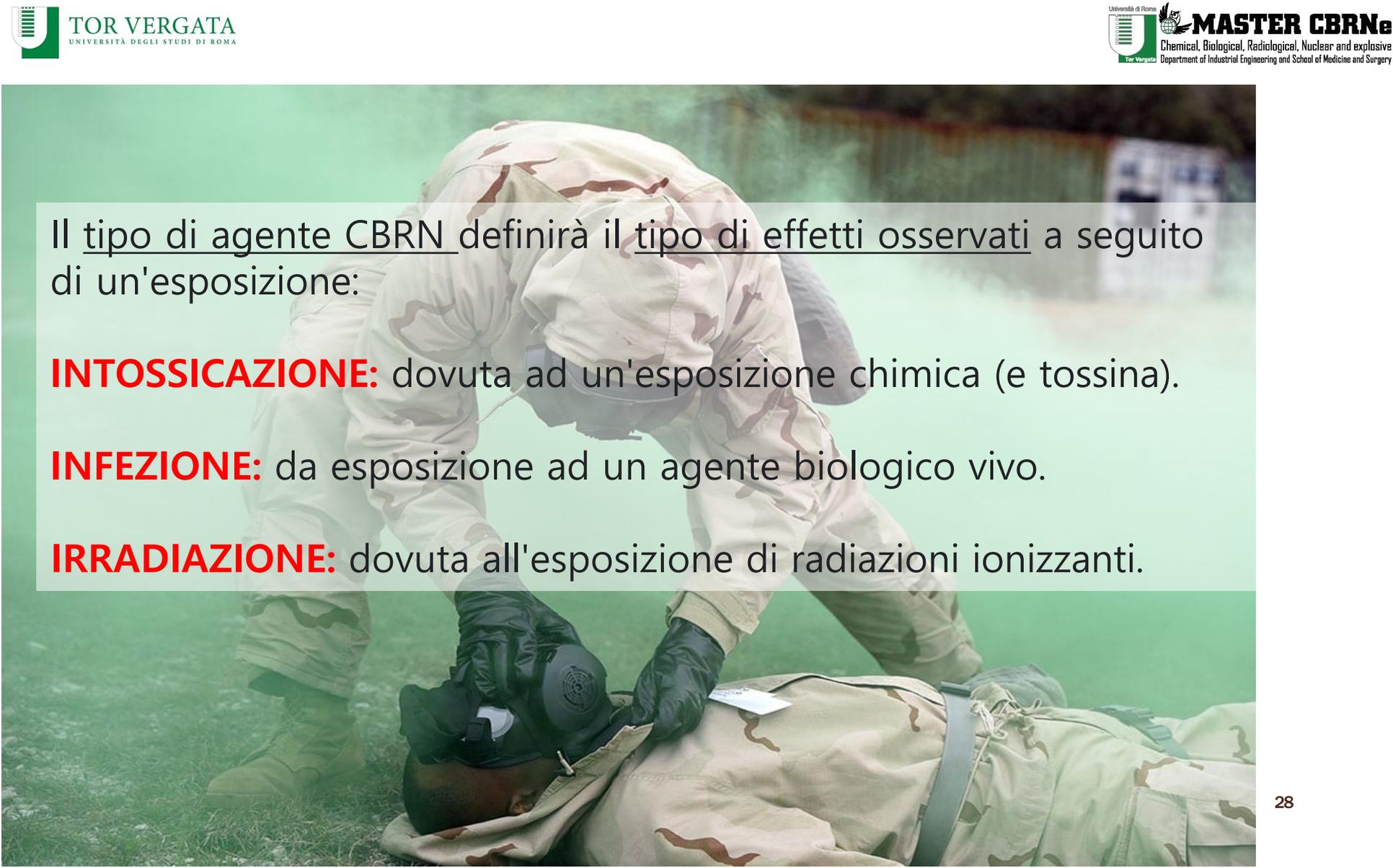
Protezione

Rilevamento/Identificazione

Decontaminazione

Il termine **Chimico, Biologico, Radiologico e Nucleare** (CBRN) include due diversi aspetti: **radiologico** e **nucleare**.





Il tipo di agente CBRN definirà il tipo di effetti osservati a seguito di un'esposizione:

INTOSSICAZIONE: dovuta ad un'esposizione chimica (e tossina).

INFEZIONE: da esposizione ad un agente biologico vivo.

IRRADIAZIONE: dovuta all'esposizione di radiazioni ionizzanti.

La **consapevolezza** di un **pericolo CBRN** si traduce in **AVVISI, ALLERTE e SEGNALAZIONI** che forniscono dati che sono fondamentali per prendere decisioni operative decentralizzate a tutti i livelli all'interno della forza congiunta.

La consapevolezza consente il **rapido avviso e allerta** del personale interessato che utilizza dispositivi di protezione CBRN e capacità di mitigazione per annullare gli effetti dell'incidente CBRN e aiutare a sostenere le operazioni.



SINTESI DI CONFRONTO

AGENTE	SINTESI DELLE CARATTERISTICHE		
	Tempo per avere effetti	Impatto Potenziale	Disponibilità
BIO	Da giorni a settimane	Da Locale a Globale	Bassa
RAD	Da Minuti ad ore 	Da Città a regionale 	Media 
CHEM	Da Secondi ad ore 	Quartiere di città 	Alta

MINACCIA

La minaccia globale dell'uso di armi CBRN si sta evolvendo, guidata da 3 tendenze strategiche:

1.Potenziati autori - Le armi CBRN potrebbero essere utilizzate da organizzazioni terroristiche, sabotatori o attori solitari, e vi sono prove crescenti che suggeriscono che i gruppi terroristici abbiano l'intenzione di acquisire tali armi;

2.Capacità tecnologiche e scientifiche - le tecniche informatiche con la capacità di sabotare o danneggiare gravemente gli impianti chimici o nucleari stanno diventando più raffinate, mentre i progressi scientifici stanno aumentando le capacità di sintetizzare virus mortali;

3.Materiali a duplice uso: un'ampia gamma di materiali potenzialmente utilizzabili nelle armi CBRN può essere utilizzata anche per scopi civili, molti dei quali facilmente acquistabili online o presso i rivenditori.

QUALI SONO LE MINACCE CBRNe?

La preparazione globale si concentra su tutti i tipi di minacce CBRNe:

- **Artificiale;**
- **Naturale;**
- **Accidentale;**
- **Intenzionale** (contaminazione dell'acqua potabile).



MINACCIA- SIATE PRONTI!

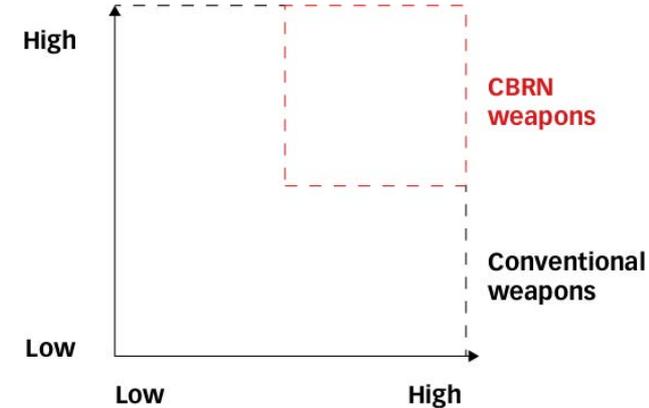
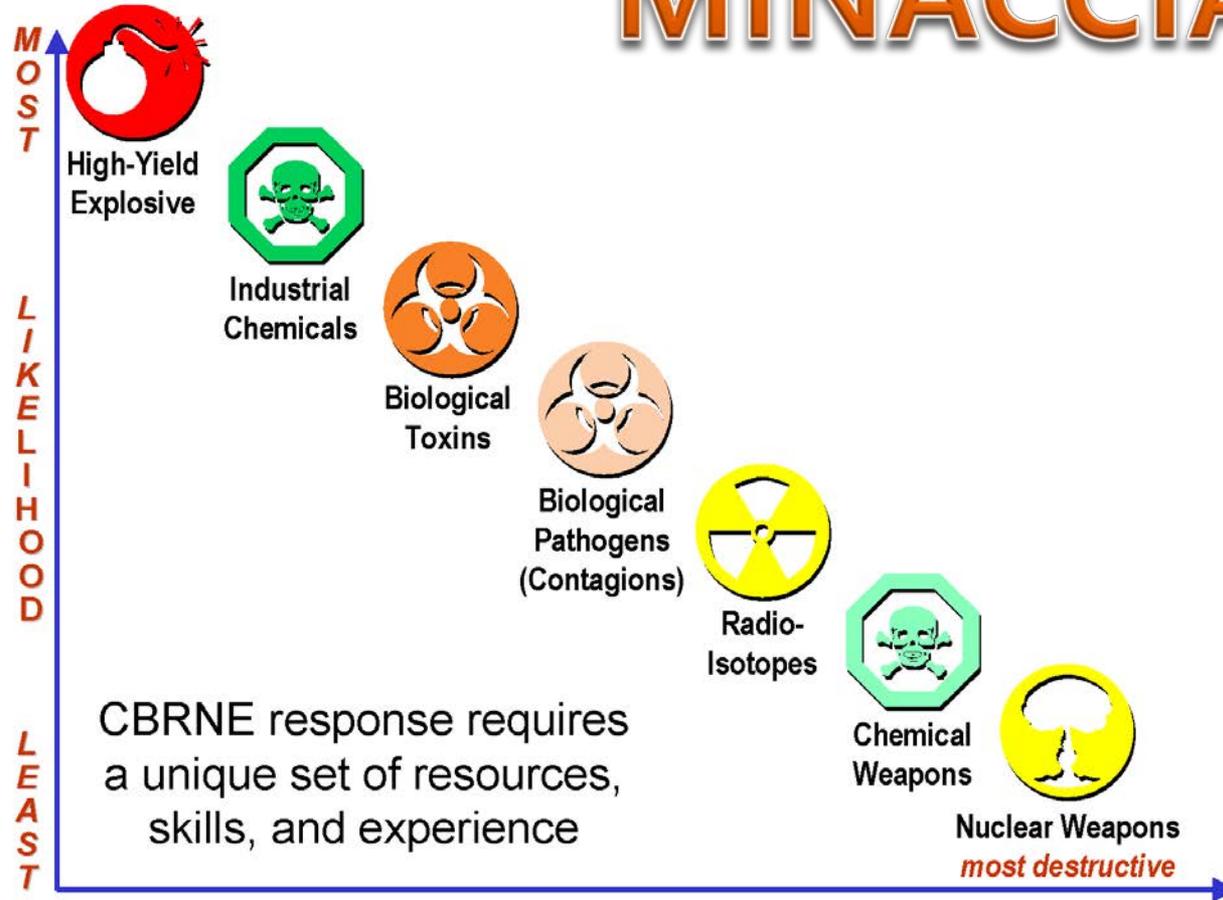
Gli attacchi **Chimici**, **Biologici**, **Radiologici** e **Nucleari** sono pericolosi per la vita.

L'acronimo **CBRN** è associato al rilascio di materiale CBRN con l'intenzione di causare danni.

Una maggiore consapevolezza dei metodi di rilevamento, difesa e decontaminazione di base ci **consentirà di riconoscere e reagire adeguatamente a tale minaccia.**



MINACCIA



Nella maggior parte dei casi **è necessario fare affidamento su indicatori ambientali**, sintomi fisici e comunicazione con le vittime per riconoscere/classificare il tipo di incidente CBRN.

CHIMICO

Un attacco chimico è il rilascio deliberato di gas tossico, liquido o materiale solido che può avvelenare le persone e l'ambiente.



BIOLOGICO

Un attacco biologico è un rilascio deliberato di batteri, tossine o virus pericolosi. Molti di questi agenti devono essere inalati, entrare attraverso un taglio nella pelle o essere ingeriti per farti star male.



ESPLOSIVO

Una **minaccia di bomba** o **allarme bomba** è una minaccia, solitamente verbale o scritta, di far esplodere un dispositivo esplosivo o incendiario per causare danni alla proprietà, morte o lesioni, indipendentemente dal fatto che tale dispositivo esista o meno.



RADIOLOGICO

Un attacco con materiale radioattivo, ora comunemente associato al termine "**bomba sporca**", è l'uso di comuni esplosivi per diffondere materiale radioattivo in un'area mirata.



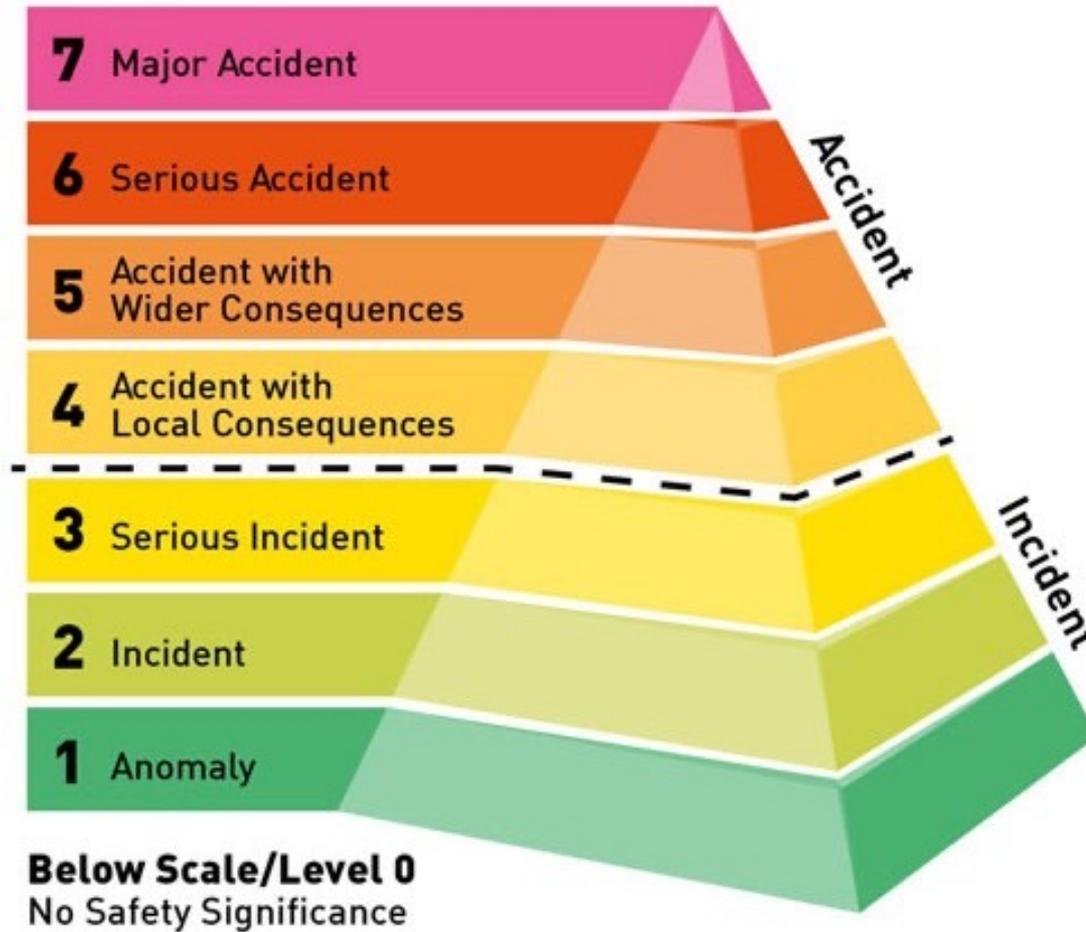
Nomenclatura Radiologica vs. Nucleare

Un **INCIDENTE NUCLEARE** comporta una detonazione nucleare (Improvised Nuclear Device - IND o Nuclear Explosive Device - NED).



Un **INCIDENTE RADIOLOGICO** non comporta una detonazione nucleare (Radiological Dispersal Device - RDD/Dirty Bomb or Radiological Exposure Device - RED).





LA SCALA INTERNAZIONALE DEGLI EVENTI NUCLEARI E RADIOLOGICI



DIVERSI METODI DI RILASCIO DI MATERIALI RADIOLOGICI



Alcune sorgenti orfane e vulnerabili ritrovate in Slovenia
1: Cs-137, 2: Th-232, 3: U-acetate, 4: Sr-90, 5: Cs-137, 6: Ra-226

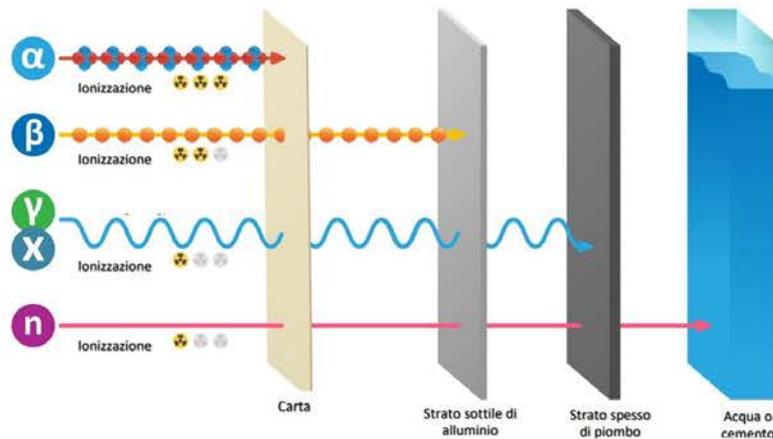
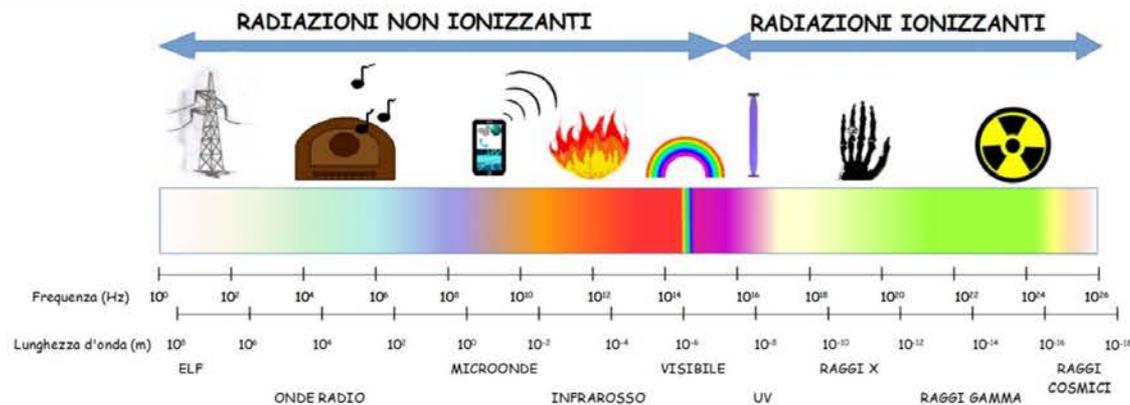
SORGENTI ORFANE RADIOATTIVE

NUCLEARE

Un attacco nucleare è un'esplosione (scoppio) o un'esplosione con luce e calore intensi, onde di pressione distruttive e materiale radioattivo che contamina l'aria, l'acqua e le superfici del suolo.



Radiazioni ionizzanti



Radiazioni non ionizzanti

- radiazione e.m. con $\lambda > 10$ nm

Radiazioni ionizzanti

- radiazione e.m. con $\lambda < 10$ nm
- e^-
- positroni
- protoni
- alfa
- neutroni
- ioni pesanti
- mesoni

MASSIMA ENERGIA CONSIDERATA	
Particella	Energia (MeV)
α	20
β^-	10
γ	20
n	20
Ioni pesanti	100

Principali unità di misura delle radiazioni

Nome	Definizione Unità di	Unità di misura
Gray (S.I.)	MISURA DELLA LA DOSE ASSORBITA	Gy = J × kg⁻¹
<i>Rad (vecchio S.I.)</i>	<i>MISURA DELLA LA DOSE ASSORBITA</i>	<i>Rad = 0,01 Gy</i>
Sievert (S.I.)	MISURA DELLE DOSI EQUIVALENTE ed EFFICACE	Sv = J × kg⁻¹
<i>Rem (vecchio S.I.)</i>	<i>MISURA DELLA DOSE EQUIVALENTE</i>	<i>Rem = 0,01 Sv</i>
Röntgen (NO S.I.)	MISURA DELL'ESPOSIZIONE AD UNA RADIAZIONE IONIZZANTE	1 R = 2,58 × 10⁻⁴ C/kg.
Bequerel (S.I.)	MISURA DELL' ATTIVITA' DEL RADIONUCLIDE	Bq = dec × s⁻¹
<i>Curie (NO S.I.)</i>	<i>MISURA DELL' ATTIVITA' DEL RADIONUCLIDE</i>	<i>Ci = 3,7 × 10¹⁰ Bq</i>
<i>Rutherford (NO S.I.)</i>	<i>MISURA DELL' ATTIVITA' DEL RADIONUCLIDE</i>	<i>Rd = 10⁶ Bq</i>

Fasi del danno da radiazioni

Brain: May cause seizures

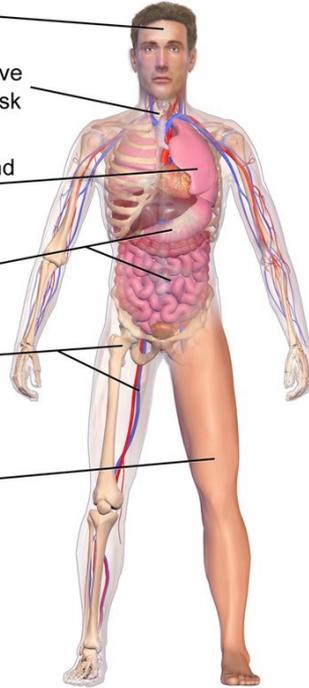
Thyroid gland: Absorbs radioactive iodine increasing thyroid cancer risk

Lungs: Inflammation, scarring, and possible cancer risk

GI Tract: Internal bleeding

Bone marrow and blood vessels: Loss of white blood cells increasing risk of infection

Skin: Burns from acute exposure



Selected Risks from Radiation Sickness

Dose (Gy)	Prodromal Phase	Manifest Phase	Prognosis without Supportive Care
0.5–1.0	Mild	Modest decline in blood counts	Survival
1.0–2.0	Mild–moderate	Some bone marrow damage	Survival >90%
2.0–3.5	Moderate	Moderate–severe bone marrow damage	Probable survival
3.5–5.5	Severe	Severe bone marrow damage; modest GI damage	Death within 3.5–6 wk (50% of victims)
5.5–7.5	Severe	Pancytopenia and moderate GI damage	Death probable within 2–3 wk
7.5–10.0	Severe	Severe GI and bone marrow damage	Death probable within 2 wk
10	Severe	Severe GI damage, radiation-induced lung injury, altered mental status; at higher doses (>20.0 Gy), cardiovascular collapse, fever, shock	Death within 2 wk

CASI STUDIO E LEZIONI APPRESE

ESEMPI DI RECENTI INCIDENTI CBRN:

■ Acciaio inossidabile contaminato da cobalto-60

Primi segni dell'imminente problema – Agosto 2008

- Germania, **Porto di Amburgo**, Area di transito
- Trovato un container con acciaio contaminato da Co-60
- Origine del materiale: **India**
- Destinazione finale: **Russia**
- Materiale rispedito al mittente



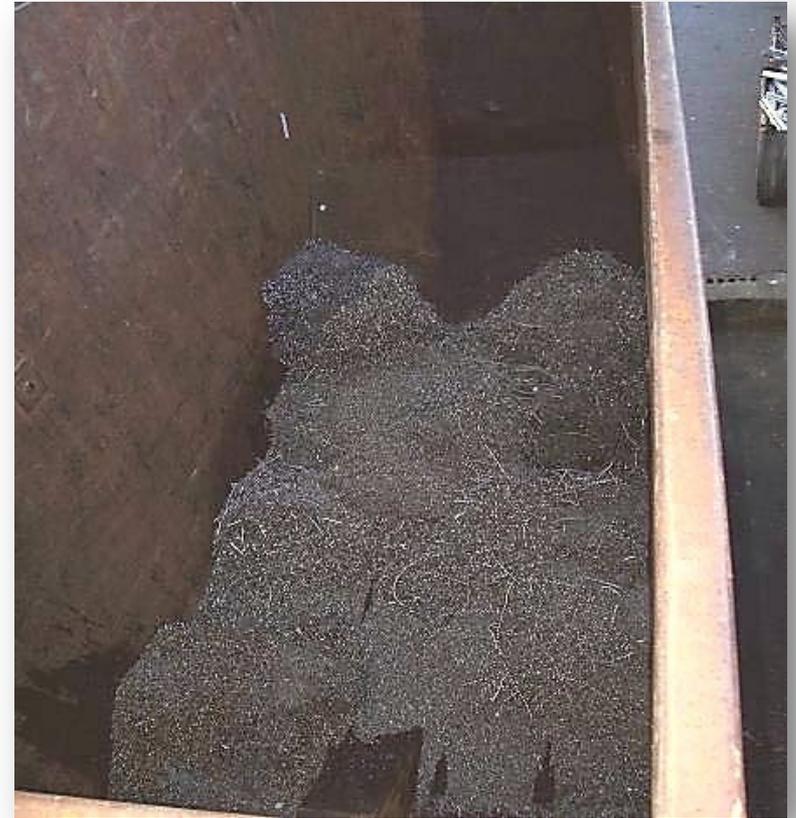
Comparsa seguente Ottobre 2008...

- Pulsanti per ascensori conteminati da Co-60 forniti da un'azienda francese sono stati trovati in Francia, Italia e Germania.
- I pulsanti sono stati sostituiti.
- Origine del materiale: India



...eventi frequenti da Dicembre 2008...

- Il rilevamento di frammenti di acciaio inossidabile contaminati da Co-60 in un deposito di rottami tedesco è stato il punto di partenza per rendersi conto dell'enorme dimensione del problema.
- Origine del materiale: India



RISULTATO: Vengono stabiliti sistemi di rilevamento all'ingresso dei depositi di rottami e degli impianti di fusione.



Acciaio inossidabile contaminato da Co-60 trovato in Germania

- Alexander Litvinenko era un ex ufficiale del Servizio di sicurezza federale russo (FSB) e del KGB;
- Nel 1998, Litvinenko e molti altri ufficiali dell'intelligence russa dissero che gli era stato ordinato di uccidere Boris Berezovsky, un uomo d'affari russo;
- Successivamente, il governo russo ha iniziato a perseguire Litvinenko;
- È fuggito nel Regno Unito, dove ha criticato il presidente russo Vladimir Putin;
- In esilio, Litvinenko ha lavorato con l'intelligence britannica e spagnola, condividendo informazioni sulla mafia russa in Europa e sui suoi collegamenti con il governo russo;
- Il 1 ° novembre 2006 Litvinenko è stato avvelenato e successivamente ricoverato in ospedale;
- Morì il 23 novembre, diventando la prima vittima confermata della letale sindrome da radiazioni acute indotta dal polonio-210;
- Le successive indagini delle autorità britanniche sulle circostanze della morte di Litvinenko hanno portato a gravi difficoltà diplomatiche tra i governi britannico e russo.

Alex Litvinenko
Nov 2006

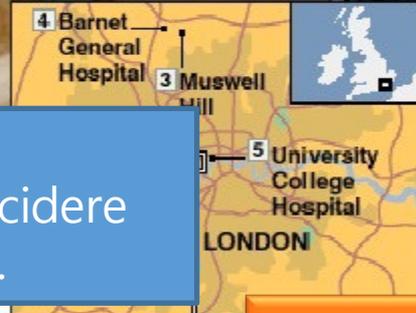


Inizialmente ricoverato in ospedale con grave diarrea e vomito. I suoi capelli in seguito caddero e la sua pelle divenne gialla, indicando problemi al fegato prima della sua morte.

Dopo essere entrato nel flusso sanguigno, Po -210 va prevalentemente al fegato e ai reni insieme al midollo osseo.

Il polonio-210 può essere reso insapore in una soluzione come citrato, nitrato o altri sali, rendendo facile scioglierlo in una bevanda senza essere rilevato. Emette anche radiazioni alfa a corto raggio, che non possono essere rilevate dagli scanner aeroportuali, rendendo molto facile il contrabbando in un paese.

1 g di polonio è sufficiente per uccidere un essere umano.



Contatto italiano
Sig. Mario Scaramella

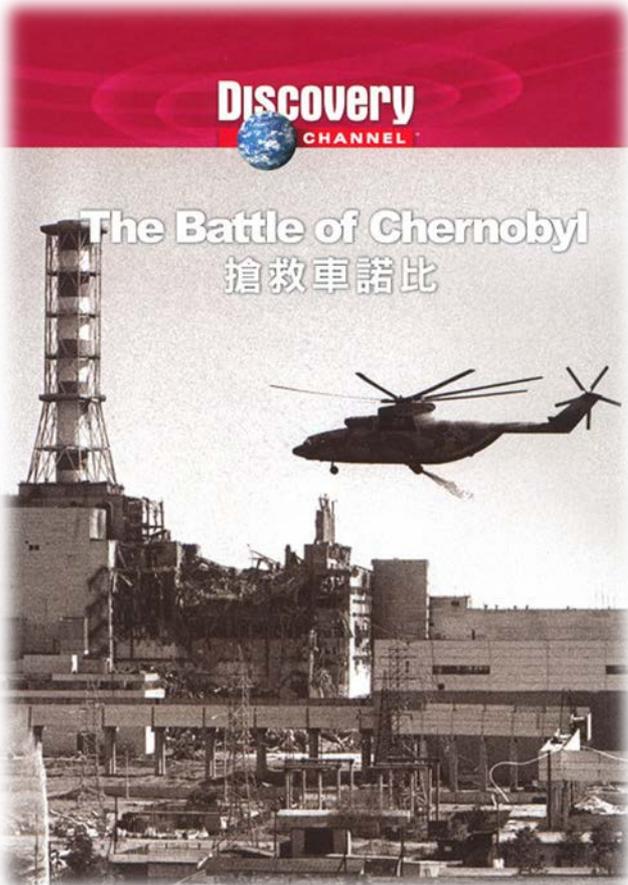


7 clienti del bar sono risultati positivi.



33.000 passengers
30 countries

DISASTRO DI CHERNOBYL



DISASTRO DI CHERNOBYL

- Il disastro di **Chernobyl** è stato un incidente nucleare che si è verificato il 26 aprile 1986 al reattore n. 4 della centrale nucleare di Chernobyl, vicino alla città di Pripyat nel nord della SSR ucraina nell'Unione Sovietica.
- È uno degli unici due incidenti di energia nucleare classificati a 7 - la massima gravità - sulla scala internazionale degli eventi nucleari, l'altro è il disastro nucleare di Fukushima del 2011 in Giappone.

TRIPLICE DISASTRO IN GIAPPONE

Terremoto, Tsunami e Nucleare

In un raggio di 20 km attorno a Fukushima Daiichi sono state evacuate circa 110.000 persone. In un raggio di 10 km attorno a Fukushima Daini sono state evacuate circa 30.000 persone.



L'impianto comprende 6 reattori ad acqua bollente separati mantenuti dalla Tokyo Electric Power Company (TEPCO).

Ci furono una serie di continui guasti alle apparecchiature e rilasci di materiali radioattivi.

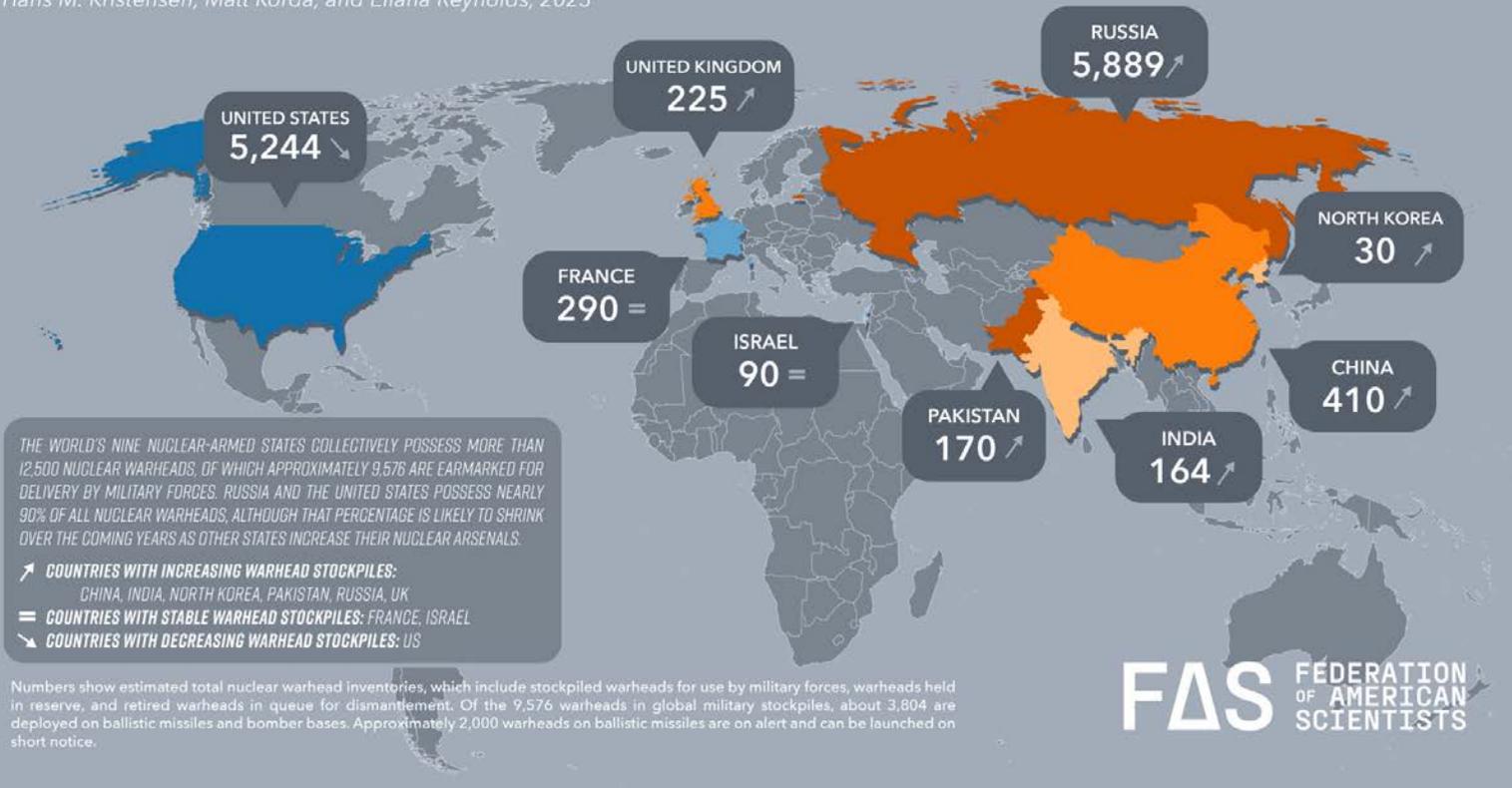
Approfondimento sui dispositivi di dispersione radiologica

Ordigni nucleari e termonucleari

- La **bomba atomica** (chiamata anche "**bomba A**" secondo una terminologia desueta, o talvolta indicata con il nome improprio "bomba nucleare") è il nome con cui viene comunemente indicata la bomba a fissione nucleare. Si tratta di un ordigno esplosivo appartenente al *gruppo delle armi nucleari*. *L'energia della bomba atomica è interamente prodotta da una reazione a catena di fissione nucleare.*
- La **bomba all'idrogeno**, o **arma termonucleare**, è un ordigno esplosivo la cui energia è in gran parte prodotta da una reazione a catena di *fusione nucleare*.
- L'energia esplosiva degli ordigni nucleari è la quantità di energia liberata quando un ordigno nucleare viene detonato, espresso nella massa equivalente di trinitrotoluene (TNT) oppure in **kilotoni (migliaia di tonnellate di TNT) o megatoni (milioni di tonnellate di TNT)**, ma a volte anche in Terajoules (1 kilotone di TNT = **4.184 TJ**). Visto che la precisa quantità di energia rilasciata dalla TNT è ed è stata oggetto di misurazioni incerte, soprattutto durante l'era nucleare, la convenzione generalmente accettata è che un kt di TNT equivale a **10¹² calorie**

ESTIMATED GLOBAL NUCLEAR WARHEAD INVENTORIES, 2023

Hans M. Kristensen, Matt Korda, and Eliana Reynolds, 2023

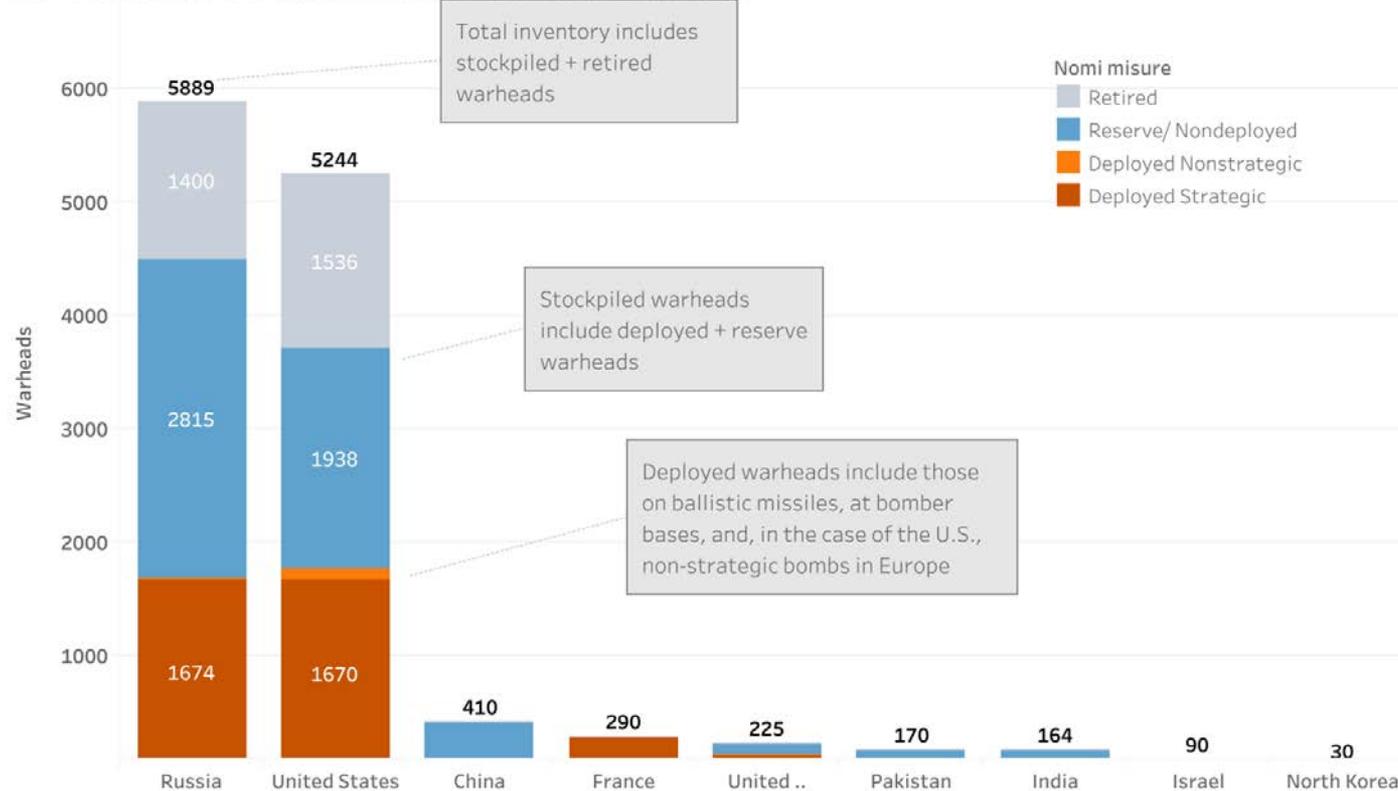


<https://fas.org/initiative/status-world-nuclear-forces/>

Last updated: 28
March 2023

Estimated Global Nuclear Warhead Inventories, 2023

Hans M. Kristensen, Matt Korda, and Eliana Reynolds, Federation of American S...



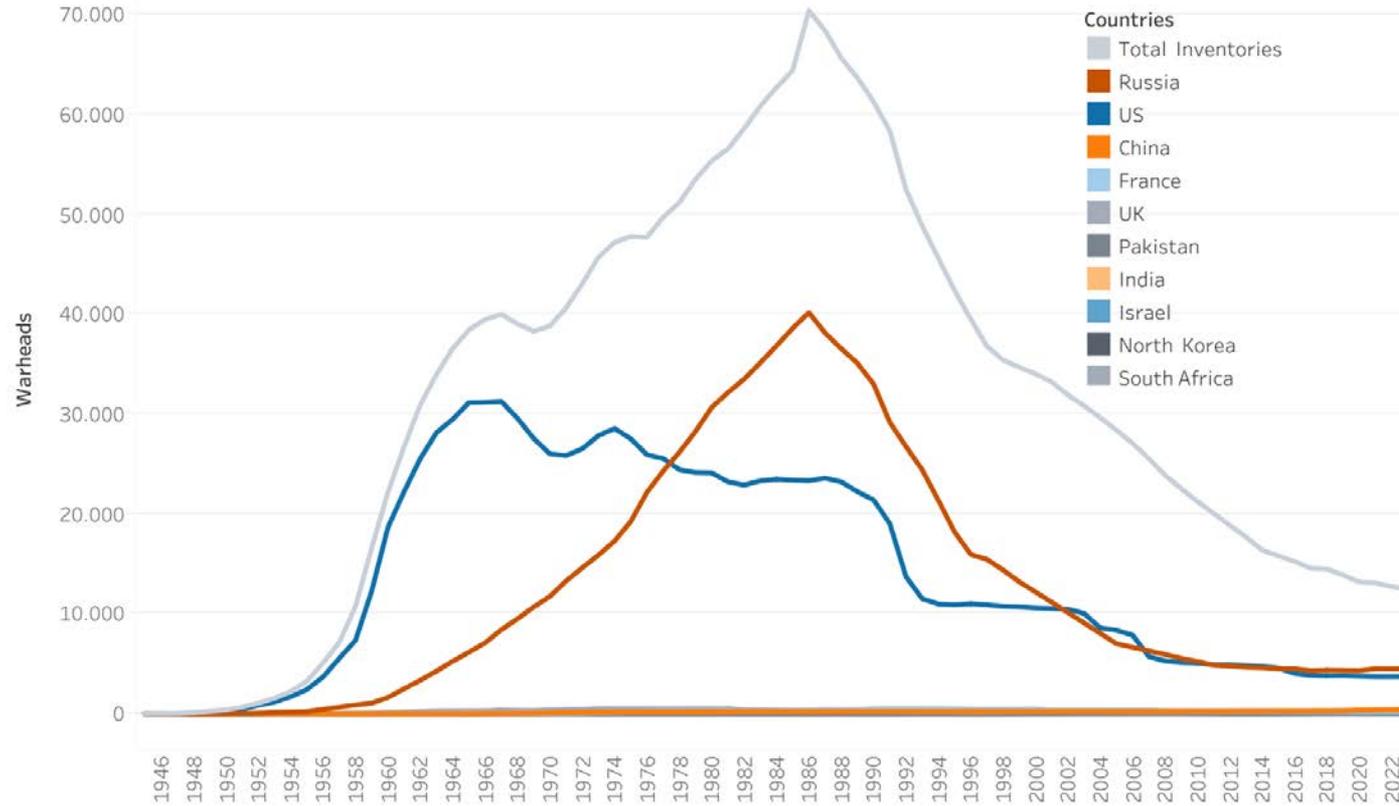
<https://fas.org/initiative/status-world-nuclear-forces/>

Schierate e non schierate

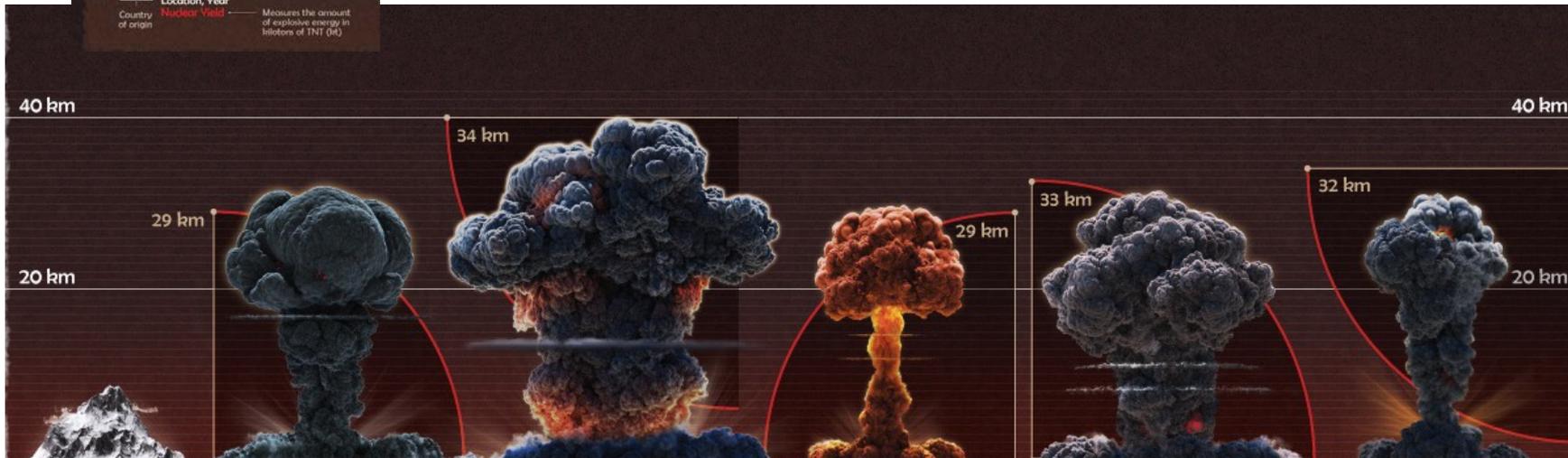
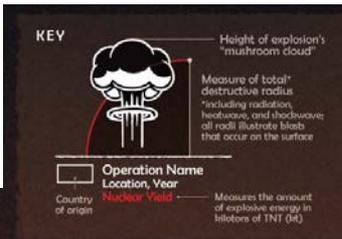
Estimated Global Nuclear Warhead Inventories 1945 - 2023

Last updated: 28 March 2023

Hans M. Kristensen, Matt Korda, Robert S. Norris, and Eliana Reynolds, Federation of A..



<https://fas.org/initiative/status-world-nuclear-forces/>



Mount Everest
8.8 km



Ivy Mike
Johnston Atoll, 1952
10 400 kt



Castle Bravo
Bikini Atoll, 1954
15 000 kt



Castle Romeo
Bikini Atoll, 1954
11 000 kt



Castle Yankee
Bikini Atoll, 1954
13 500 kt



Soviet Test #123
Sukhoi Nos, 1961
12 500 kt

The most powerful nuclear explosions come from hydrogen bombs. Ivy Mike was the very first.

The **Bikini Atoll** is a coral reef in the Pacific Marshall Islands. It is 10 times more radioactive than Chernobyl as a result of repetitive nuclear testing.



KEY



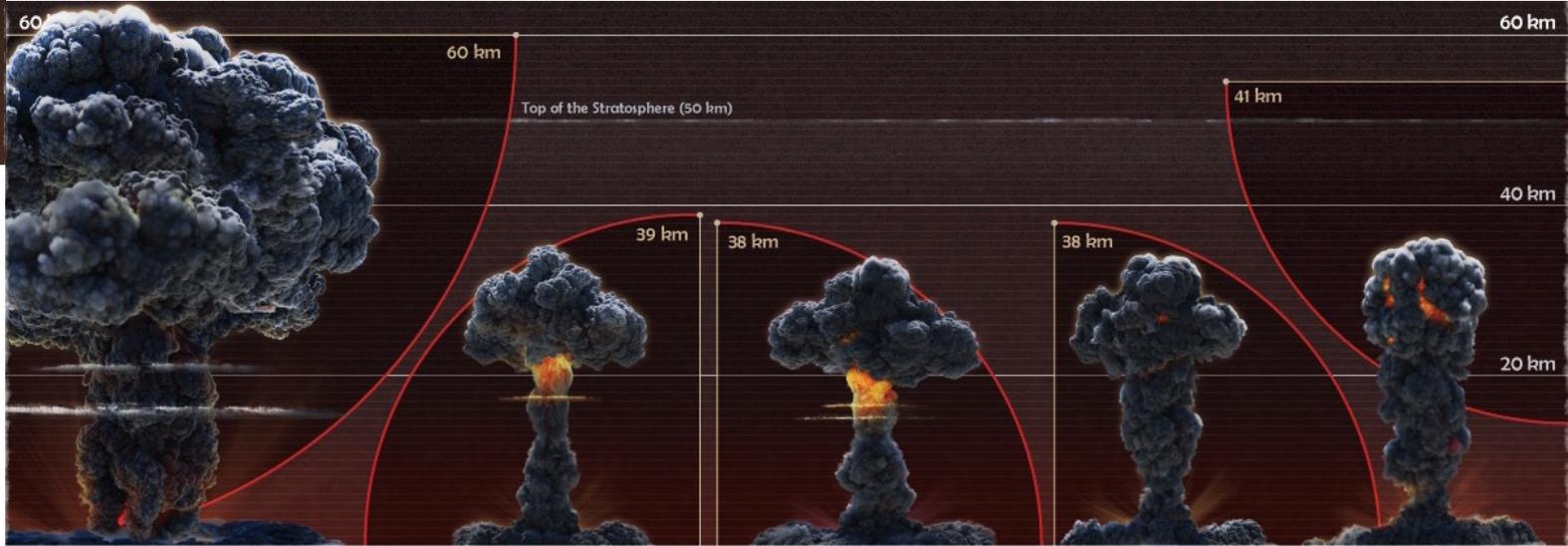
Height of explosion's "mushroom cloud"

Measure of total* destructive radius *including radiation, heatwave, and shockwave; all radii illustrate blasts that occur on the surface

Operation Name
Location, Year

Country of origin

Nuclear Yield — Measures the amount of explosive energy in kilotons of TNT (kt)



🇷🇺 **Tsar Bomba**
Sukhoy Nos, 1961
50 000 kt

🇷🇺 **Soviet Test #147**
Sukhoy Nos, 1962
21 100 kt

🇷🇺 **Soviet Test #173**
Sukhoy Nos, 1962
19 100 kt

🇷🇺 **Soviet Test #174**
Sukhoy Nos, 1962
20 000 kt

🇷🇺 **Soviet Test #219**
Sukhoy Nos, 1962
24 200 kt

The Tsar Bomba is the largest nuclear explosion of all time. It completely obliterated an abandoned village 55 km away.



The Soviet Union's largest nuclear tests were conducted on **Sukhoy Nos**, a region on the northern Russian archipelago called Novaya Zemlya.

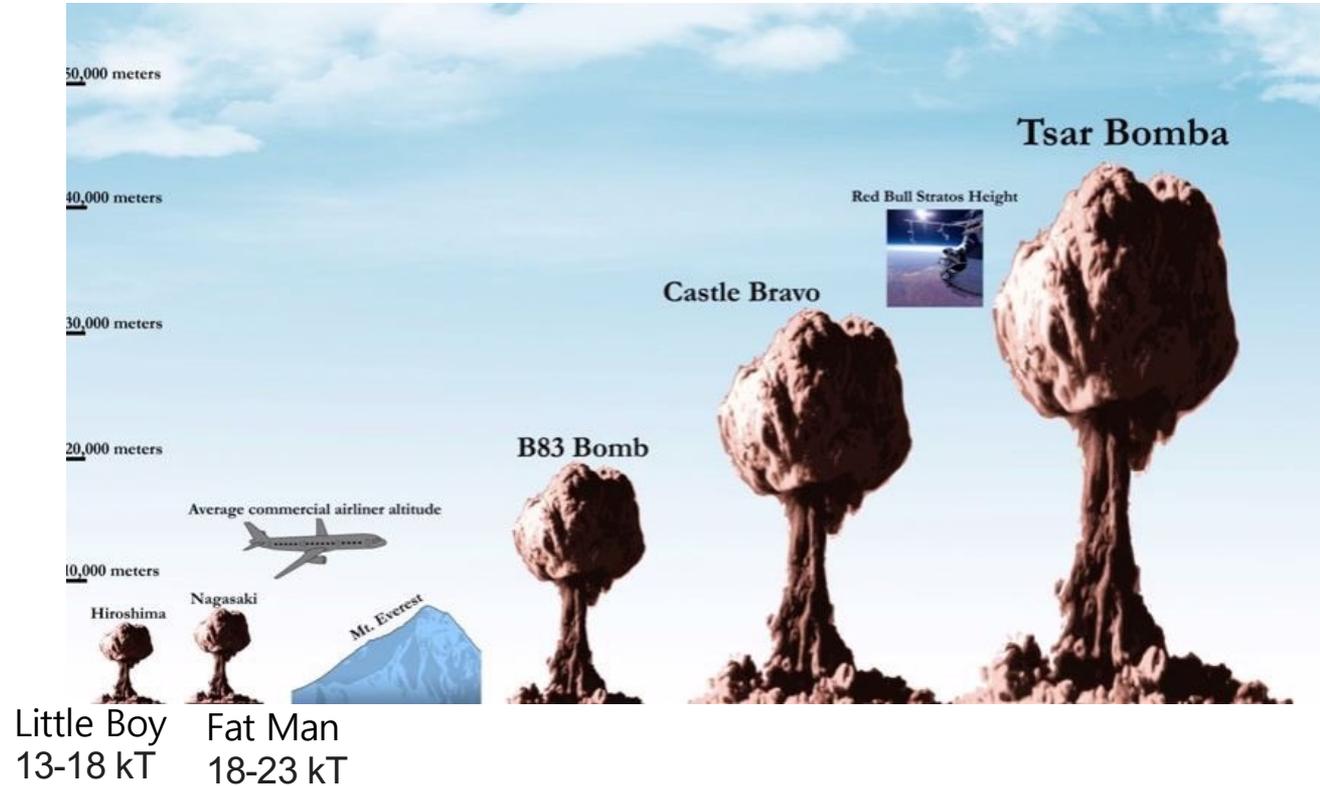
There are no released photos or videos of this explosion. Despite being the second largest nuclear explosion of all time, it's height and destructive radius are estimated.

Armi nucleari tattiche
dà 0,1 kiloton a circa 50 kiloton

Armi nucleari strategiche
dà 100 kiloton - >1Megaton o

- 90 000 - 166 000 vittime a Hiroshima
- 60 000 - 80 000 vittime a Nagasaki

La densità di popolazione variava da 4.671 a 14.378 persone/km² nella regione urbana di Hiroshima e da 5.748 a 19.149 persone/km² nella regione urbana di Nagasaki.



Armi nucleari tattiche

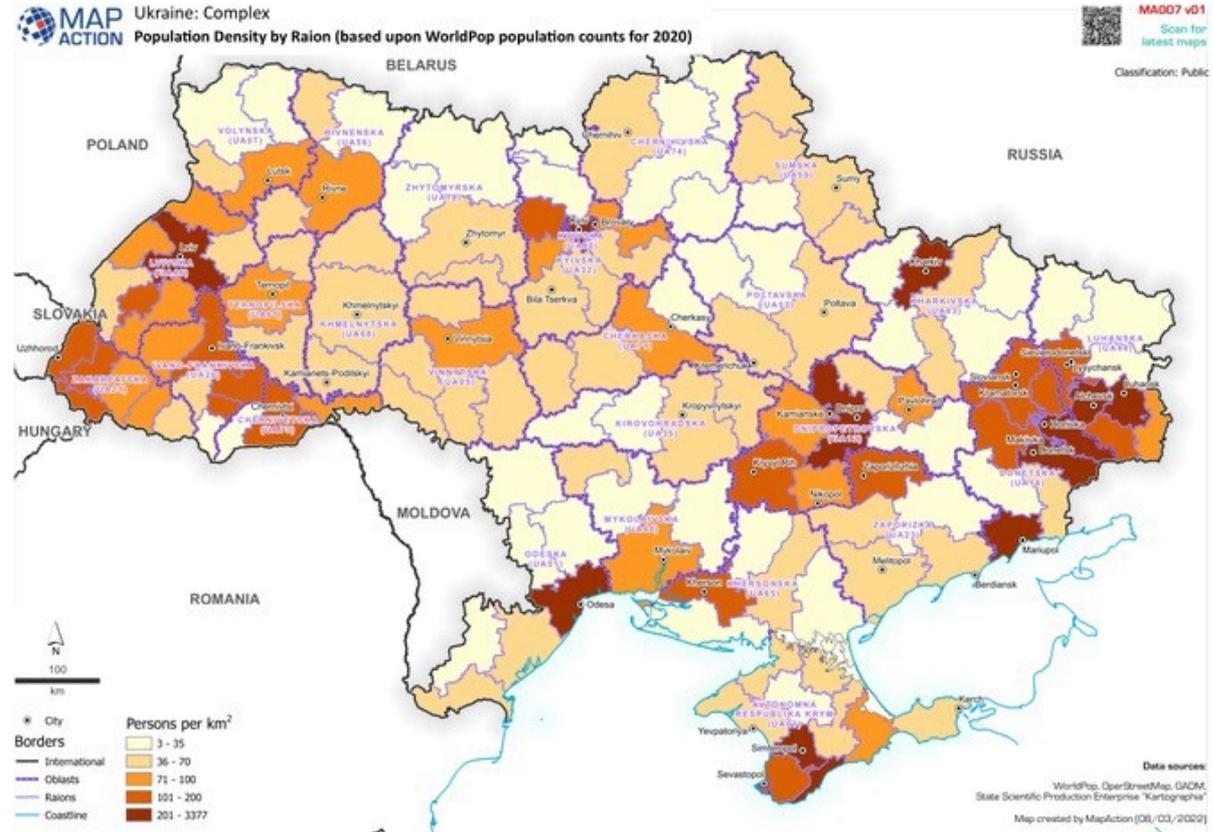
dà 0,1 kiloton a circa 50 kiloton

Armi nucleari strategiche

dà 100 kiloton - >1Megaton o

- 90 000 - 166 000 vittime a Hiroshima
- 60 000 - 80 000 vittime a Nagasaki

La densità di popolazione variava da 4.671 a 14.378 persone/km² nella regione urbana di Hiroshima e da 5.748 a 19.149 persone/km² nella regione urbana di Nagasaki.

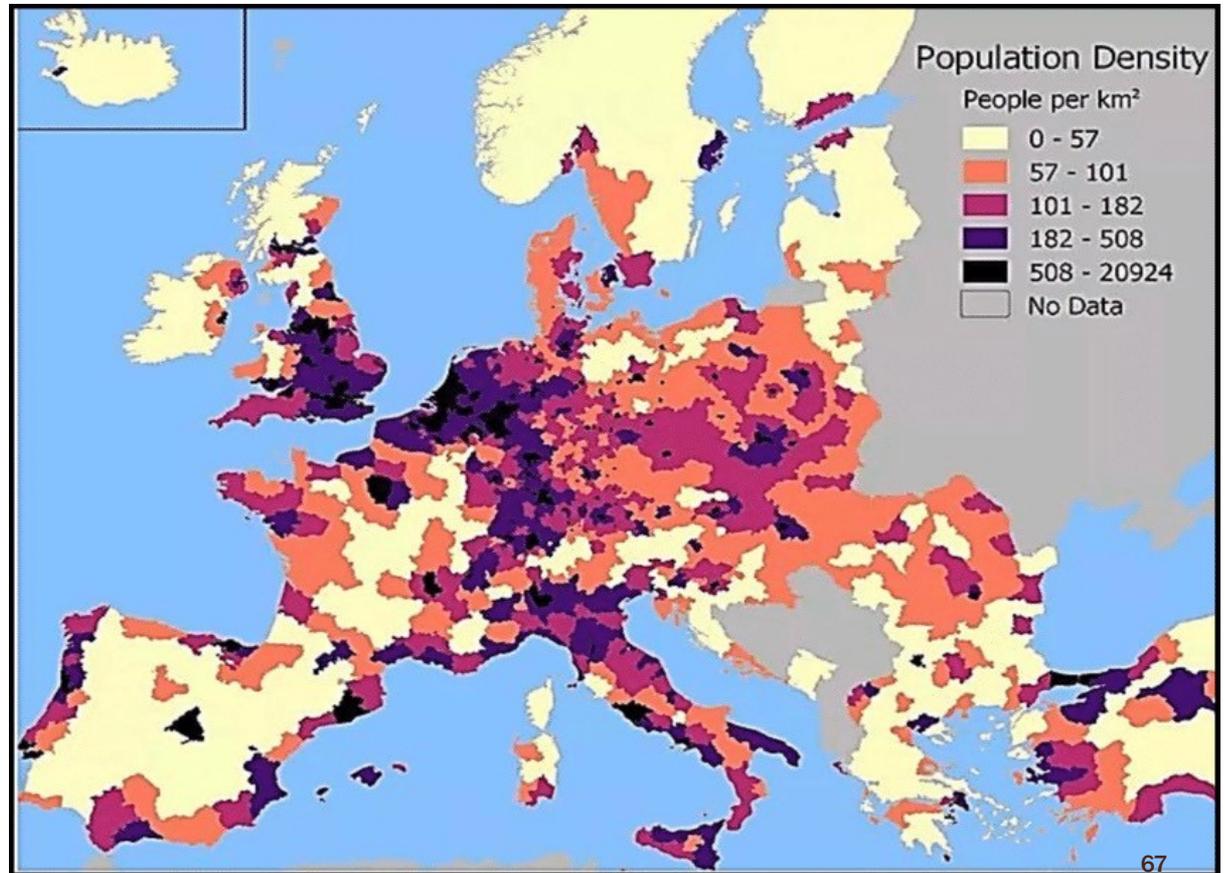


Armi nucleari tattiche
dà 0,1 kiloton a circa 50 kiloton

Armi nucleari strategiche
dà 100 kiloton - >1Megaton o

- 90 000 - 166 000 vittime a Hiroshima
- 60 000 - 80 000 vittime a Nagasaki

La densità di popolazione variava da 4.671 a 14.378 persone/km² nella regione urbana di Hiroshima e da 5.748 a 19.149 persone/km² nella regione urbana di Nagasaki.

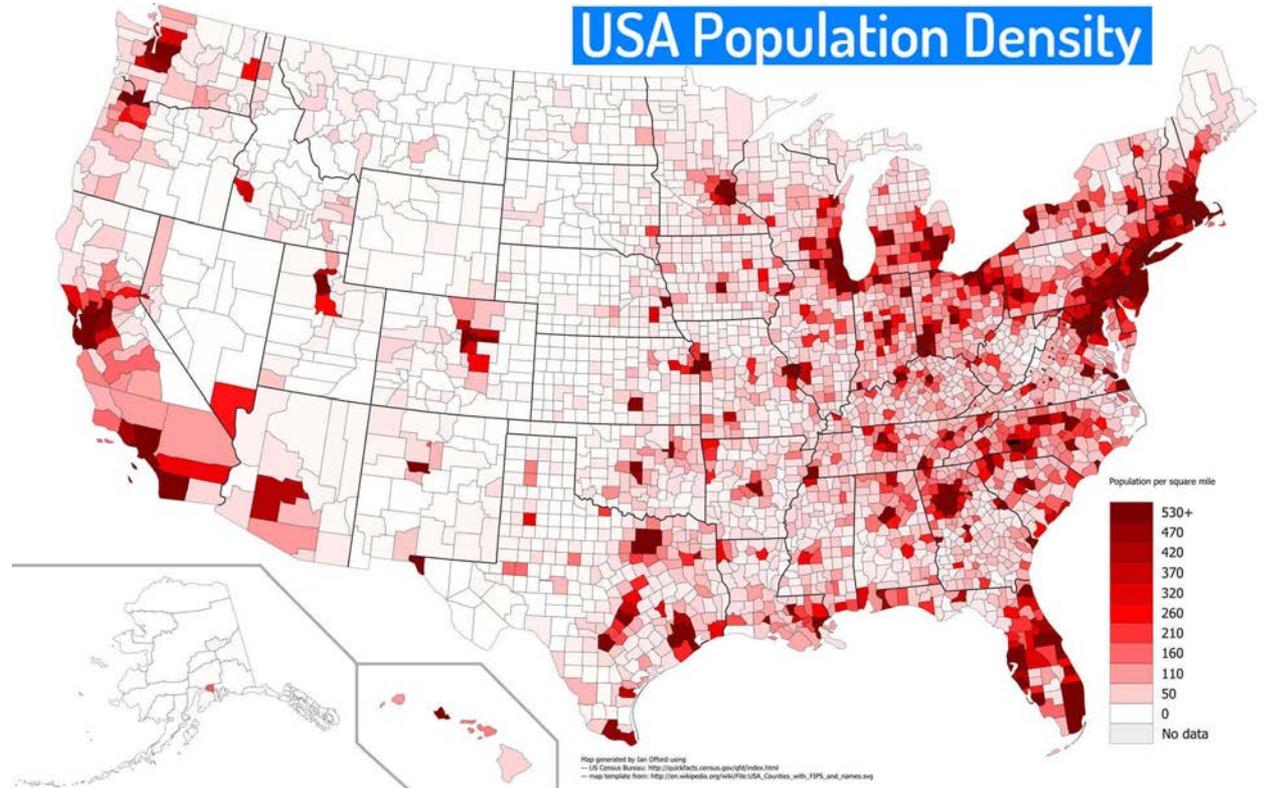


Armi nucleari tattiche
dà 0,1 kiloton a circa 50 kiloton

Armi nucleari strategiche
dà 100 kiloton - >1Megaton o

- 90 000 - 166 000 vittime a Hiroshima
- 60 000 - 80 000 vittime a Nagasaki

La densità di popolazione variava da 4.671 a 14.378 persone/km² nella regione urbana di Hiroshima e da 5.748 a 19.149 persone/km² nella regione urbana di Nagasaki.



Ordigni Nucleari Improvvisati

- Un dispositivo (o ordigno) nucleare improvvisato (in inglese IND – Improvised Nuclear Device) può essere costruito da terroristi con componenti rubate da stati che hanno [armi nucleari \(link video\)](#) oppure usando materiali radioattivi convenzionalmente impiegati in ambito medico o industriale.
- Gli ordigni o dispositivi classificabili come **IND** hanno solitamente energie ≤ 10 kton
- IND sono diversi dai RDD perché creano nuove particelle radioattive da materiale non radioattivo che può essere polverizzato durante il fallout
- Questo nuovo materiale radioattivo che si è creato è molto pericoloso immediatamente dopo la detonazione

Ordigni Nucleari Improvvisati (Improved Nuclear Device [IND] – Infografica CDC



What should I do to protect myself?



GET INSIDE



STAY INSIDE



STAY TUNED



**U.S. Department of
Health and Human Services**
Centers for Disease
Control and Prevention

Dispositivi di esposizione radiologica (Radiological Exposure Device [RED]) – Infografica



What should I do to protect myself?

Report a suspected RED to law enforcement officials immediately. Stay as far away from the suspected object as possible.

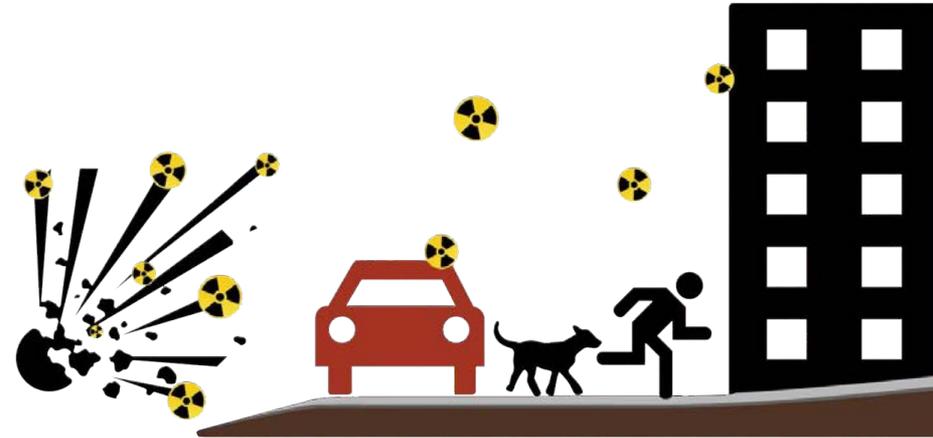


If a RED is identified and you believe you have been exposed, listen for instructions from emergency officials and contact your doctor.



**U.S. Department of
Health and Human Services**
Centers for Disease
Control and Prevention

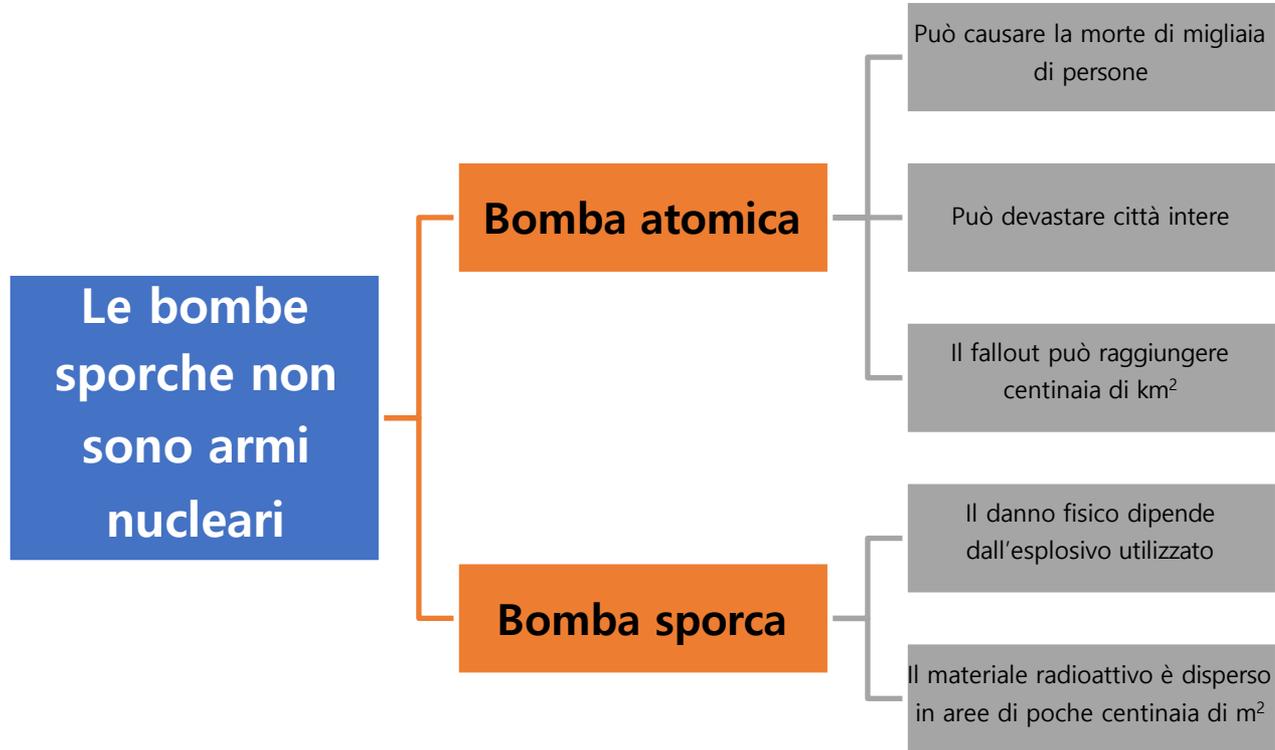
Dispositivi di dispersione radiologica o Bombe sporche (Radiological Dispersal Device [RDD]) – Infografica CDC



What should I do to protect myself?

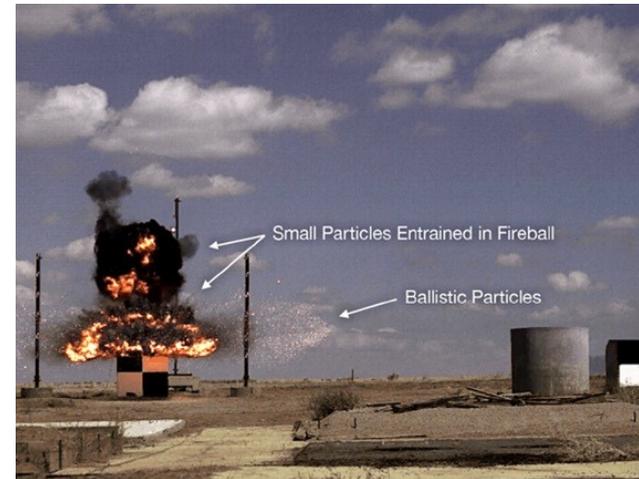


**U.S. Department of
Health and Human Services**
Centers for Disease
Control and Prevention



Funzionamento

- Quando viene fatto esplodere, il materiale radioattivo si disperde nell'ambiente e viene trasportato dal vento, a volte formando un esteso pennacchio radioattivo, e la quantità rimanente cade in grumi o grandi particelle di particolato vicino al luogo dell'esplosione. Non avviene nessuna reazione di fissione e/o fusione nucleare come in un'arma nucleare.



Funzionamento

- La bomba sporca ha impatti psicologici ed economici a lungo termine che potrebbero superare le sue conseguenze sulla salute.
- La bomba sporca è considerata un'arma di "*disturbo*" di massa piuttosto che un'arma di distruzione di massa.

Materiali utilizzabili nelle bombe sporche

- **trizio (H-3), uranio 235, plutonio 239 e americio 241**
- **carbonio 14, fosforo 32, cobalto 60, iodio 125, iodio 131 e californio 252; iridio 192, cesio 137 e cobalto 60.**
- **polonio 210, plutonio 238, radio 226 e stronzio 90.**

Radioactive Substance	Half-Life	Commercial or Military Use	Disintegration Radiation Release ^{6,10}	RDD Dirty Bomb Potential
Tritium (H-3)	12.3 years	Nuclear fusion research, nuclear power, military hydrogen bomb	weak β	Low
Carbon 14	5,700 years	Dating of fossils	β	Low
Potassium 40	1.3 billion years	None. Source of natural background radiation.	β , γ	Low
Cobalt 60	5.3 years	Medical radiation therapy. Food sterilization	β , γ	High
Strontium 90	29 years	Thermoelectric generators in isolated areas (eg, weather stations, navigational beacons, spacecraft)	β	High
Cesium 137	30 years	Industrial radiography,* crop sterilization. Blood product irradiation.	β , strong γ	High
Iridium 192	74 days	Industrial radiography,* medical radiation therapy	β , γ	Low
Radon 222	4 days	Naturally occurs in rock formations. It is a gas decay product of radium and uranium. Levels are high in mines, especially uranium mines. Can contaminate homes through direct seepage, contaminated concrete, and soil.	α , γ	Low
Radium 226	1600 years	Previously used in luminous watch dials and "medically" up to 1970, with no benefit, only harm.	α , γ	Low
Uranium 235	700 million years	Nuclear power	α , γ , neutrons	Mod
Uranium 238	4.5 billion years	DU metal for military armor and ammunition	α , γ	Low
Plutonium 238	88 years	Nuclear power	α , β , γ	Low
Plutonium 239	24,100 years	Nuclear weapons	α , β , γ	Low
Americium 241	432 years	Home smoke detector alarms.	α , weak γ	Low
Californium 252	2.6 years	Nuclear reactor startup, medical radiation therapy, oil well analysis, gold prospecting.	α , neutrons	Low

*Industrial radiography is used to inspect the integrity of welding (eg, pipelines) and to obtain x-ray type and images of large containers (eg, a commercial truck trailer).

α indicates α particles; β , β particles; γ , γ rays.

Isotope	Half-life (years)	Specific activity (Ci/g)	Decay mode	Radiation energy (MeV)		
				Alpha (α)	Beta (β)	Gamma (γ)
²⁴¹ Am	430	3.5	α	5.5	0.052	0.033
²⁵² Cf	2.6	540	A (SF, EC)	5.9	0.0056	0.0012
¹³⁷ Cs	30	88	β , IT	N/A	0.19, 0.065	0.60
⁶⁰ Co	5.3	1,100	β	N/A	0.097	2.5
¹⁹² Ir	0.2	9,200	β , EC	N/A	0.22	0.82
²³⁸ Pu	88	17	α	5.5	0.011	0.0018
²¹⁰ Po	0.4	4,500	α	5.3	N/A	N/A
²²⁶ Ra	1,600	1.0	α	4.8	0.0036	0.0067
⁹⁰ Sr	29	140	β	N/A	0.20, 0.94	N/A

SF—spontaneous fission; IT—*isomeric transition*; EC—*electron capture*.

Radioactive Substance	Half-Life	Medical Use	Disintegration Radiation Release ^{6,10}
Cobalt 57	272 days	Measurement of cyanocobalamin (vitamin B ₁₂) excretion (Schilling test)	β, γ
Gallium 67	3 days	Nuclear medicine scan for fever and malignancy etiology	γ
Technetium 99m	6 h (the metastable “m” form 99m). ⁹⁹ Tc has a half-life of 212,000 y	Attached to many different chemical for nuclear medicine imaging (eg, bone scan, renal scan)	β, γ
Indium 111	3 days	Nuclear medicine white blood cell scan	γ
Iodine 123	13 h	Thyroid nuclear medicine imaging	γ
Iodine 131	8 days	Thyroid radiation ablation treatment	β, γ
Strontium 89	51 days	Treatment of bone metastases	β, γ
Xenon 133	5 days	Ventilation portion of ventilation/perfusion lung scan	β, γ
Thallium 201	3 days	Potassium analog, ischemic heart disease scan	γ

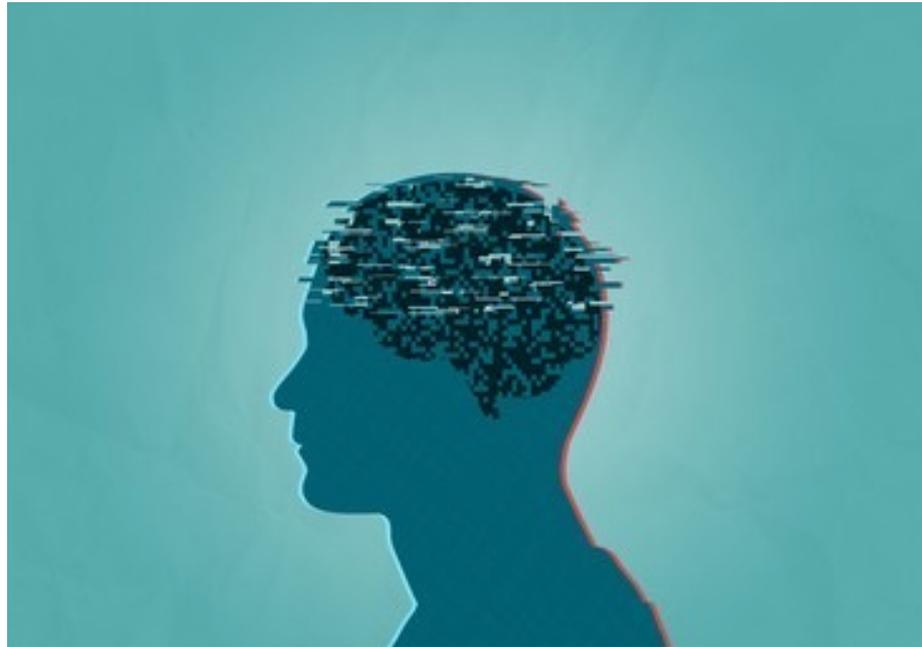
Quanto è difficile costruire una bomba sporca?

- Non molto di più di quanto sia realizzare una bomba convenzionale. Non è richiesta alcun assemblaggio speciale; l'esplosivo normale disperderebbe semplicemente il materiale radioattivo contenuto nella bomba.
- La parte difficile è acquisire il materiale radioattivo.
- La relativa facilità di costruzione di tali armi le rende una minaccia particolarmente preoccupante.
- Non tutte le bombe sporche sono ugualmente pericolose: più l'arma è rozza, minori sono i danni causati.

Effetti economici



Effetti psicologici



Olocausto nucleare – Worst case scenario

Rischio basso



Oltre alla distruzione immediata delle città da parte di esplosioni nucleari, le potenziali conseguenze di una guerra nucleare potrebbero comportare tempeste di fuoco, un inverno nucleare, malattie a causa delle radiazioni diffuse dal fallout, la perdita temporanea di gran parte della tecnologia moderna a causa di impulsi elettromagnetici, carestie.

Alcuni scienziati, hanno ipotizzato che una guerra termonucleare potrebbe portare alla fine della civiltà moderna sulla Terra, in parte a causa di un inverno nucleare di lunga durata. In un modello, la temperatura media della Terra dopo una guerra termonucleare scenderebbe per diversi anni da 7 a 8 gradi Celsius in media

Olocausto nucleare – Worst case scenario

Whole Atmosphere Community
Climate Model (WACCM4)

Department of Environmental Science
New Brunswick

s

[Queensland University of Technology](#) disabled, Brisbane, Australia

6 scenari di
iniezione di fuliggine stratosferica
Da 5 Tg (5 miliardi di kg) a 150 Tg (150
miliardi di kg)

ARTICLES

<https://doi.org/10.1038/s43016-022-00573-0>

nature
food

Check for updates

OPEN

Global food insecurity and famine from reduced crop, marine fishery and livestock production due to climate disruption from nuclear war soot injection

Lili Xia ¹✉, Alan Robock ¹, Kim Scherrer ^{2,3}, Cheryl S. Harrison⁴, Benjamin Leon Bodirsky ^{5,6}, Isabelle Weindl ⁵, Jonas Jägermeyr ^{5,7,8}, Charles G. Bardeen⁹, Owen B. Toon¹⁰ and Ryan Heneghan¹¹

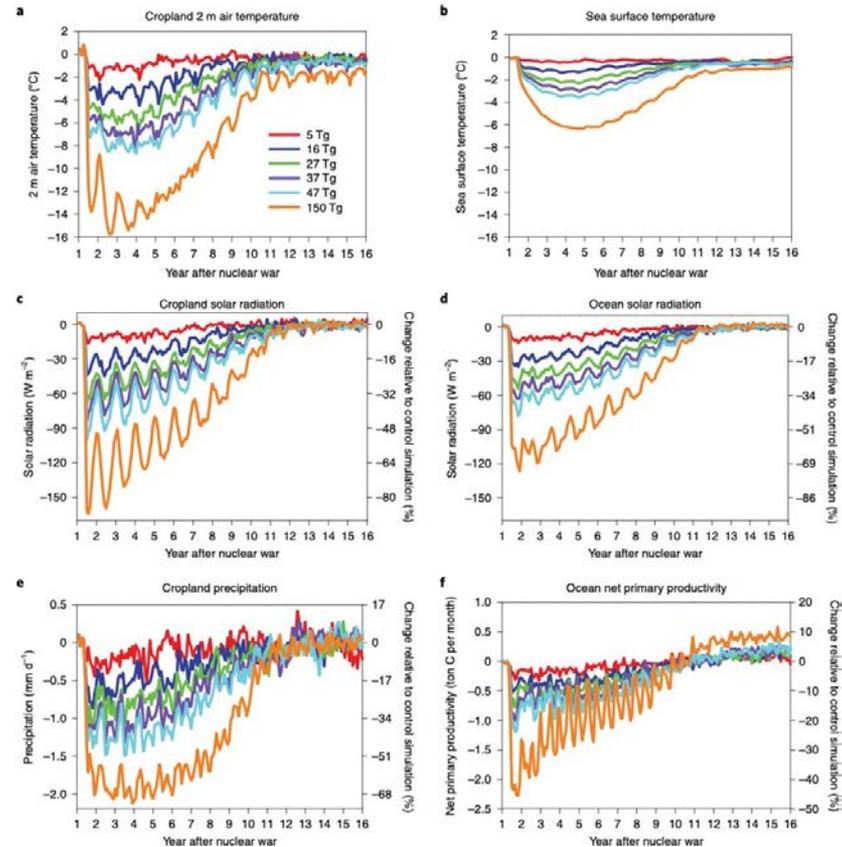
Atmospheric soot loadings from nuclear weapon detonation would cause disruptions to the Earth's climate, limiting terrestrial and aquatic food production. Here, we use climate, crop and fishery models to estimate the impacts arising from six scenarios of stratospheric soot injection, predicting the total food calories available in each nation post-war after stored food is consumed. In quantifying impacts away from target areas, we demonstrate that soot injections larger than 5 Tg would lead to mass food shortages, and livestock and aquatic food production would be unable to compensate for reduced crop output, in almost all countries. Adaptation measures such as food waste reduction would have limited impact on increasing available calories. We estimate more than 2 billion people could die from nuclear war between India and Pakistan, and more than 5 billion could die from a war between the United States and Russia—underlining the importance of global cooperation in preventing nuclear war.

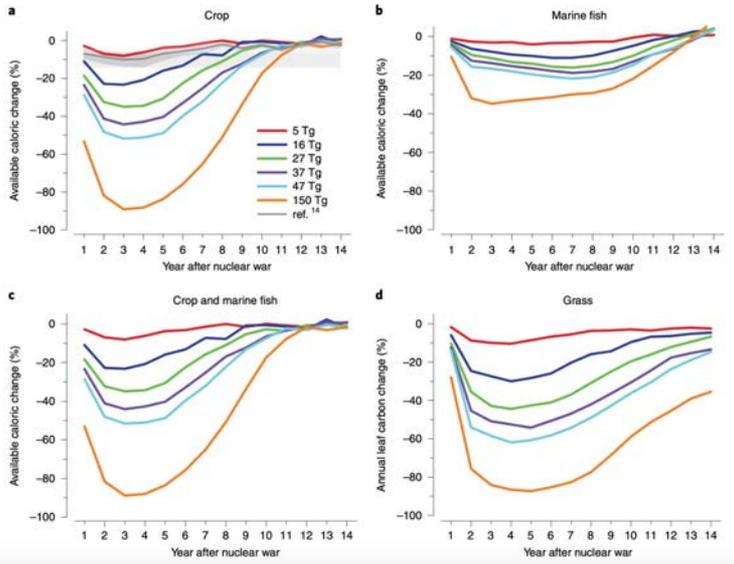
Olocausto nucleare – Worst case scenario

Table 1 | Number of weapons on urban targets, yields, direct fatalities from the bomb blasts and resulting number of people in danger of death due to famine for the different scenarios we studied

Soot (Tg)	Number of weapons	Yield (kt)	Number of direct fatalities	Number of people without food at the end of Year 2
5	100	15	27,000,000	255,000,000
16	250	15	52,000,000	926,000,000
27	250	50	97,000,000	1,426,000,000
37	250	100	127,000,000	2,081,000,000
47	500	100	164,000,000	2,512,000,000
150	4,400	100	360,000,000	5,341,000,000
150	4,400	100	360,000,000	5,081,000,000

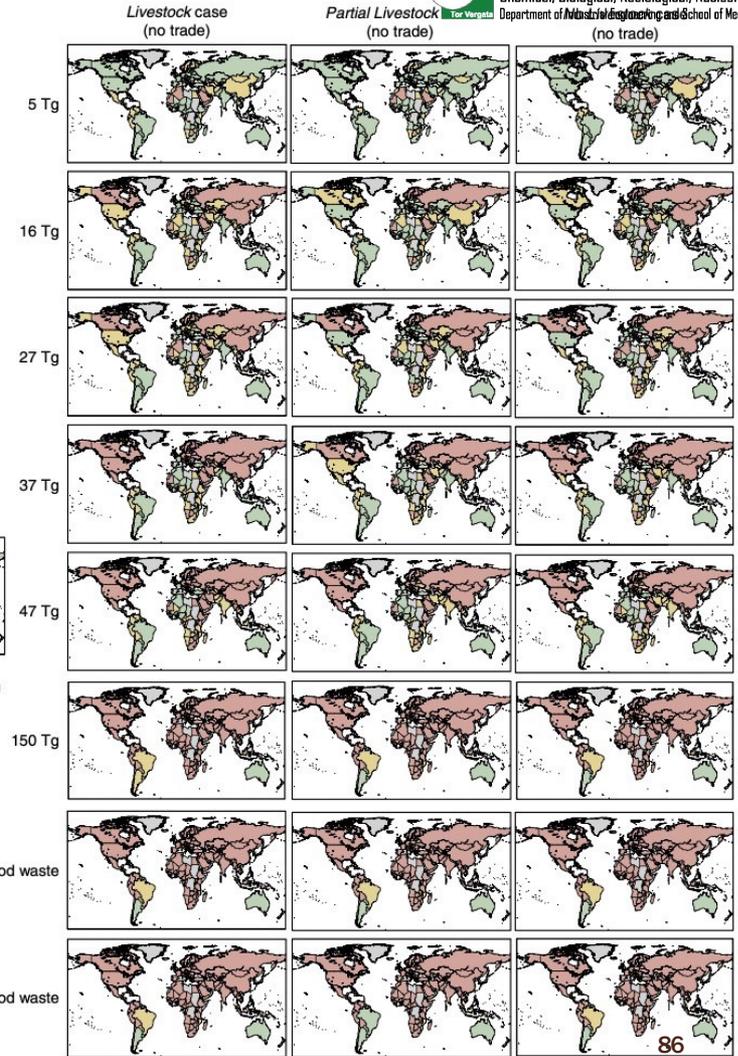
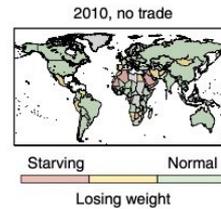
The 5 Tg case scenario is from ref. ¹⁶ for an India–Pakistan war taking place in 2008; the 16–47 Tg cases are from ref. ¹⁶ for an India–Pakistan war taking place in 2025; and the 150 Tg case is from ref. ³¹, which assumes attacks on France, Germany, Japan, United Kingdom, United States, Russia and China. The last column is the number of people who would starve by the end of Year 2 when the rest of the population is provided with the minimum amount of food needed to survive, assumed to be a calorie intake of 1,911 kcal per capita per day, and allowing for no international trade; from Supplemental Information, Supplementary Table 5, the Partial Livestock case, in which 50% of livestock grain feed is used for human consumption, and 50% of livestock grain feed is used to raise livestock, using the latest complete data available for the year 2010. For 2010, the total population of the nations used in this study was 6,700,000,000. There are many other scenarios in which these amounts of soot could be produced by a nuclear war, and the scenarios we use are only meant to be illustrative examples. The last column is the case with the fewest number of deaths without international trade, and other cases are available in the Supplementary Information. ^aAssuming total household waste is added to food consumption.

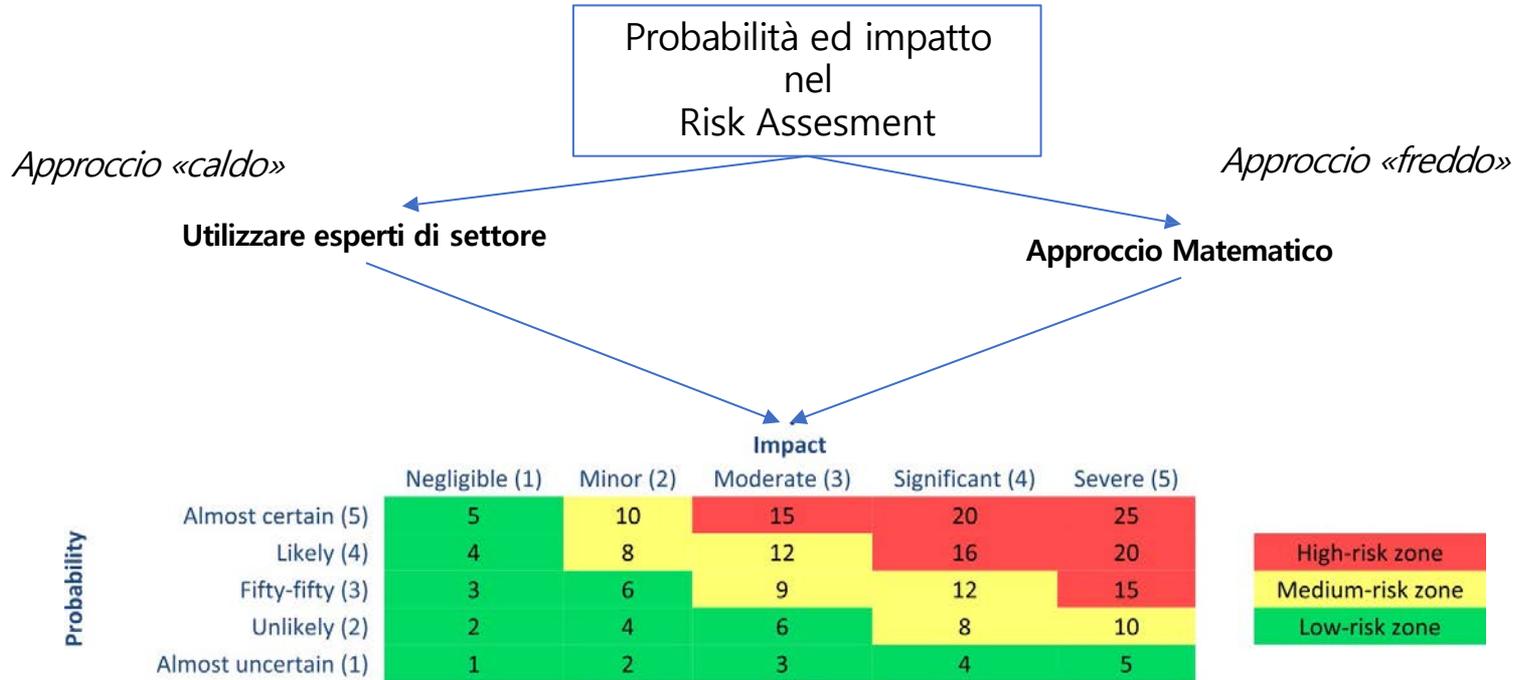




La mappa di sinistra riporta lo stato dell'apporto calorico nel 2010 senza commercio internazionale.

- la colonna di sinistra è il caso Livestock in cui i prodotti alimentari per il bestiame sono usati tutti per il bestiame;
- la colonna centrale è il caso Partial Livestock con il 50% dei prodotti alimentari sono utilizzati per l'alimentazione umana e l'altro 50% ancora utilizzato per l'alimentazione del bestiame; e
- la colonna di destra è il caso No Livestock, con il 50% del mangime per il bestiame utilizzato per l'alimentazione umana.
- Tutte le mappe presuppongono assenza di scambi internazionali ed una distribuzione uniforme delle calorie all'interno di ciascuna nazione.





Esempio di una matrice di rischio

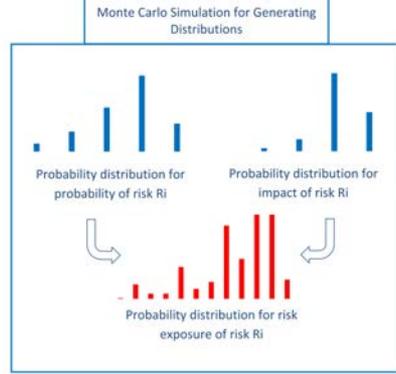
Probabilità ed impatto
nel
Risk Assessment

Approccio «caldo»

Approccio «freddo»

Utilizzare esperti di settore

Approccio Matematico



Prioritization of Risks using the Proposed Risk Metrics

Allocation of Resources to Risks using the Normalized Criticality Index

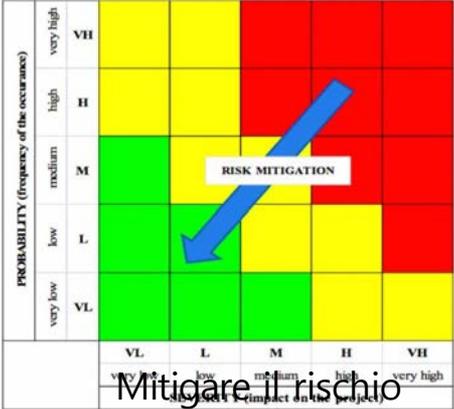
Probabilità ed impatto
nel
Risk Assesment

Approccio «caldo»

Approccio «freddo»

Utilizzare esperti di settore

Approccio Matematico



Bombe Sporche

Dispositivi Nucleari Improvisati

Bombe atomiche

Mitigare il rischio

PROTEZIONE - Quali azioni immediate dovrei intraprendere per proteggermi in caso di esplosione di una bomba sporca

Se sei fuori e vicino all'incidente cosa devi fare?

- *Copriti il naso e la bocca con un panno per ridurre il rischio di respirare polvere radioattiva o fumo.*
- *Non toccare gli oggetti dispersi a causa della esplosione: potrebbero essere radioattivi.*
- *Entra rapidamente in un edificio dove i muri e le finestre sono intatti. Quest'area ti proteggerà dalle radiazioni che potrebbero trovarsi all'esterno.*
- *Una volta dentro, togliti lo strato esterno di indumenti e chiudilo in un sacchetto di plastica, se disponibile. Metti in questo sacchetto anche il panno che hai usato per copriti la bocca. La rimozione degli indumenti esterni può eliminare fino al 90% della polvere radioattiva.*
- *Metti il sacchetto di plastica dove gli altri non lo toccheranno e conservalo finché le autorità non ti diranno cosa farne.*
- *Fai la doccia o lavati con acqua e sapone. Assicurati di lavarti i capelli. Il lavaggio rimuoverà la polvere residua.*
- *Sintonizzati sulla radio, accendi la TV o controlla internet per ulteriori istruzioni.*



U.S. Department of
Health and Human Services
Centers for Disease
Control and Prevention

PROTEZIONE - Quali azioni immediate dovrei intraprendere per proteggermi in caso di esplosione di una bomba sporca

Se sei al chiuso e vicino all'incidente cosa devi fare?

- *Se i muri e le finestre dell'edificio sono intatti, restate nell'edificio e non uscite.*
- *Per evitare che la polvere radioattiva entri all'interno, chiudi tutte le finestre, le porte esterne e la cappa del camino. Spegneri i condizionatori e gli impianti di riscaldamento che portano aria dall'esterno. Non è necessario mettere nastro adesivo o plastica attorno a porte o finestre.*
- *Se i muri e le finestre dell'edificio sono rotti, vai in una stanza interna e non uscire. Se l'edificio è stato gravemente danneggiato, entra rapidamente in un edificio in cui i muri e le finestre non sono stati rotti. Se devi uscire, assicurati di coprire il naso e la bocca con un panno. Una volta dentro, togliti lo strato esterno di indumenti e chiudilo in un sacchetto di plastica, se disponibile. Conserva il sacchetto dove gli altri non la toccheranno.*
- *Fai la doccia o lavati con acqua e sapone. Assicurati di lavarti i capelli. Il lavaggio rimuoverà la polvere residua.*
- *Sintonizzati sulla radio, accendi la TV o controlla internet per ulteriori istruzioni.*



U.S. Department of
Health and Human Services
Centers for Disease
Control and Prevention

PROTEZIONE - Quali azioni immediate dovrei intraprendere per proteggermi in caso di esplosione di una bomba sporca

Se sei in una macchina nel momento dell'incidente cosa devi fare?

- *Chiudi le finestre e le bocchette dell'aria e spegni il condizionatore d'aria e/o il riscaldamento*
- *Copriti il naso e la bocca con un panno per evitare di respirare polvere radioattiva o fumo.*
- *Se sei vicino a casa tua, al tuo ufficio o ad un edificio pubblico, avvicinati velocemente ed entra.*
- *Se non puoi raggiungere la tua casa o un altro edificio in sicurezza, accosta a lato della strada e fermati nel posto più sicuro possibile.*
- *Se è una giornata calda o soleggiata, prova a fermarti sotto un ponte o in un luogo ombreggiato.*
- *Spegni il motore e ascolta la radio o il telefonino o i tablet per le istruzioni.*
- *Rimani in macchina finché non ti viene detto che è sicuro tornare sulla strada.*



U.S. Department of
Health and Human Services
Centers for Disease
Control and Prevention

PROTEZIONE - Quali azioni immediate dovrei intraprendere per proteggermi in caso di esplosione di una bomba sporca

Cosa devo fare per i miei figli e la mia famiglia?

- *Se i tuoi figli o la tua famiglia sono con te, restate insieme. Segui tutte le regole spiegate in precedenza per proteggere tutta la tua famiglia.*
- *Se i tuoi figli o la tua famiglia si trovano in un'altra casa o edificio, dovrebbero rimanere lì finché non ti viene detto dalle autorità che è sicuro spostarsi.*
- *Le scuole hanno piani di emergenza e rifugi. Se i tuoi figli sono a scuola, dovrebbero rimanere lì fino a quando non sarà sicuro spostarsi. Non devi andare a scuola finché le autorità non dicono che è sicuro spostarsi.*

Come proteggero i miei animali domestici

- *Se hai animali domestici fuori, portali dentro (se puoi farlo in sicurezza).*
- *Lava i tuoi animali domestici con acqua e sapone per rimuovere la polvere radioattiva.*



U.S. Department of
Health and Human Services
Centers for Disease
Control and Prevention

PROTEZIONE - Quali azioni immediate dovrei intraprendere per proteggermi in caso di esplosione di una bomba sporca

Devo prendere lo ioduro di potassio?

- *Lo ioduro di potassio, chiamato anche KI, protegge solo la ghiandola tiroidea di una persona dall'esposizione allo iodio radioattivo. KI non proteggerà altre parti del corpo dall'esposizione alle radiazioni.*
- *Poiché non c'è certezza dell'utilizzo dello iodio radioattivo nell'evento radiologico, l'assunzione di KI potrebbe non essere vantaggiosa. Inoltre, il KI per alcune persone può essere pericoloso*

Le scorte di cibo e acqua saranno sicure?

- *Molto probabilmente le scorte di cibo e acqua rimarranno sicure. Tuttavia, qualsiasi alimento o bevanda non imballata che si trovava all'aperto e vicino al punto di esplosione potrebbe contenere polvere radioattiva. Pertanto è preferibile non consumare acqua o cibo che erano all'aperto al momento della esplosione.*
- *Il cibo all'interno di lattine e altri contenitori sigillati sarà sicuro da mangiare. E' preferibile lavare l'esterno del contenitore prima di aprirlo.*
- *Le autorità monitoreranno la qualità del cibo e dell'acqua e terranno informato il pubblico*



PROTEZIONE - Quali azioni immediate dovrei intraprendere per proteggermi in caso di esplosione di una bomba sporca

Come faccio a sapere se sono stato esposto a radiazioni o contaminato da materiali radioattivi?

- *Le persone non possono vedere, o sentire o percepire con olfatto e sapore le radiazioni; quindi potresti non sapere che sei stato esposto ad esse. La polizia o i vigili del fuoco verificheranno rapidamente la presenza di radiazioni utilizzando attrezzature speciali per determinare la quantità di radiazioni presenti e valuteranno rischi e pericoli nella zona in cui vivi.*
- *Bassi livelli di esposizione alle radiazioni (come quelli previsti da una situazione di bomba sporca) possono non causare sintomi. Livelli più elevati di esposizione alle radiazioni possono produrre sintomi quali nausea, vomito, diarrea, gonfiore e arrossamento della pelle.*
- *Se si sviluppa uno di questi sintomi, è necessario contattare il medico, l'ospedale o altri siti consigliati dalle autorità.*



U.S. Department of
Health and Human Services
Centers for Disease
Control and Prevention



<https://www.youtube.com/watch?v=al0CVsiffu8>

Grazie Prof. Susana De Sousa Lalic



PROGETTO DEUS





Presidenza del Consiglio dei Ministri

Dipartimento della Protezione Civile



GAZZETTA UFFICIALE



DELLA REPUBBLICA ITALIANA

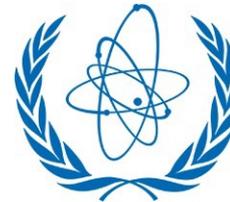
PARTE PRIMA Roma - Mercoledì, 12 agosto 2020 SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI
DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DELLA GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENULA, 78 - 00186 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - VIA SALARIA, 691 - 00198 ROMA - CENTRALINO 06-49891 - LIBRERIA DELLO STATO
PIAZZA G. VERDI, 1 - 00199 ROMA

**PIANO NAZIONALE DELLE MISURE PROTETTIVE
CONTRO LE EMERGENZE RADIOLOGICHE**

N. 29/L

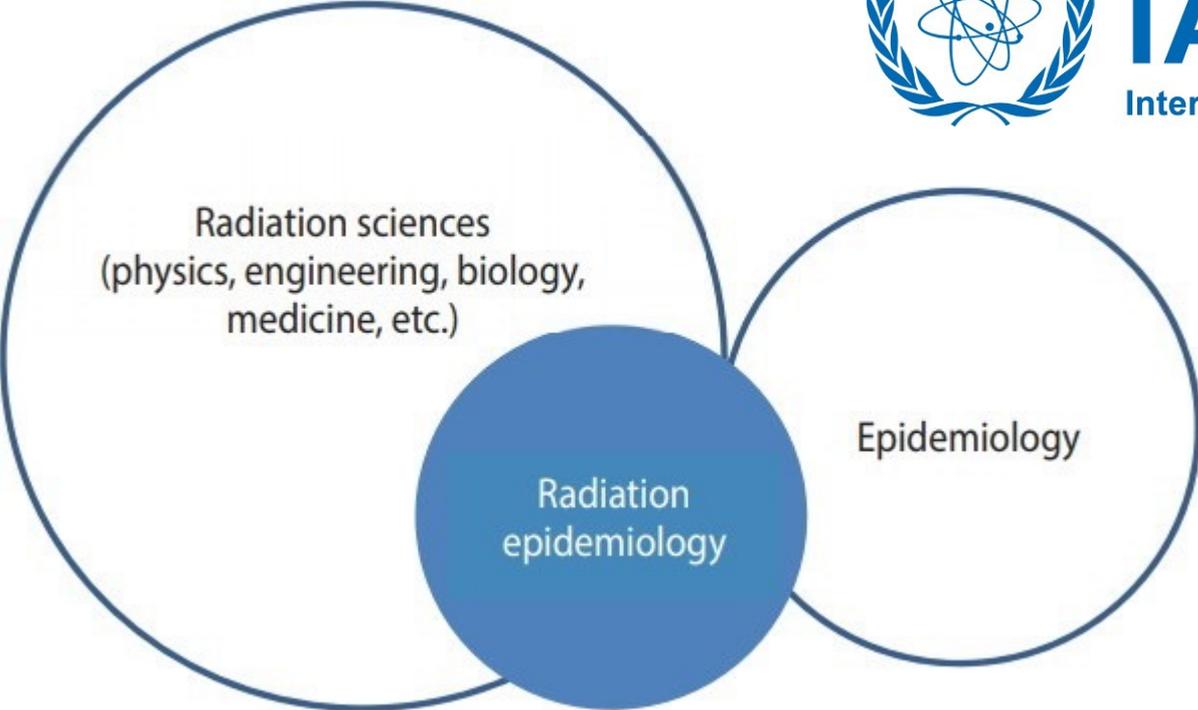
DECRETO LEGISLATIVO 31 luglio 2020, n. 101.

Attuazione della direttiva 2013/59/Euratom, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom e riordino della normativa di settore in attuazione dell'articolo 20, comma 1, lettera a), della legge 4 ottobre 2019, n. 117.



IAEA

International Atomic Energy Agency



Radiation sciences
(physics, engineering, biology,
medicine, etc.)

Epidemiology

Radiation
epidemiology

MASTER IN AGENTI FISICI E RADIOPROTEZIONE

Direttore
Prof. Roberto Senesi

**COMING
SOON**

8th Edition First Level

**MASTER COURSE IN
"PROTECTION AGAINST
CBRNE EVENTS"
FIRST RESPONDERS**

 info@mastercbrn.it

 www.cbrngate.com

 **MASTER CBRNe**
Chemical, Biological, Radiological, Nuclear and explosive
Department of Industrial Engineering and School of Medicine and Surgery



2 years course
A.Y. 2023/2024

Enrollment open



 **MASTER CBRNe**
Chemical, Biological, Radiological, Nuclear and explosive
Department of Industrial Engineering and School of Medicine and Surgery



1 year course
A.Y. 2023/2024

Enrollment open

**COMING
SOON**

13th Edition Second Level
**MASTER COURSE IN
"PROTECTION AGAINST
CBRNE EVENTS"
ADVISOR OF
DECISION MAKERS**

 info@mastercbrn.it

 www.cbrngate.com

Direttore
Prof. Andrea Malizia

Coordinatrici Didattiche
Dr. Colomba Russo e Dr. Alba Iannotti

info@mastercbrn.it
www.cbrngate.com

Riferimenti Bibliografici

- Appunti del Prof. Malizia Andrea per i Corsi di »Misure e Strumentazione Nucleari« e «Emergenze CBRNe»
 - Appunti del Prof. Radovan Karkalic per i «Master Internazionali in Protezione da eventi CBRNe»
 - «La Valutazione dei rischi» . Dr.ssa A. Rocchi. Federazione Italiana Chimici e Fisici
 - «Criteri generali per la valutazione dei livelli di pericolosità e di rischio da frana ed alluvione, con indicazione delle normative e delle tipologie di intervento da adottare per la mitigazione del rischio».
- Paolo Canuti, Nicola Casagli, Ugo Tarchiani.



Prevenzione e gestione del rischio da esposizione a sostanze radioattive

Prof. Andrea Malizia

*Professore Associato in Misure e Strumentazione nucleari
Coordinatore dei Master Internazionali di Primo e Secondo Livello in Protezione da eventi CBRNe Dipartimento di
Biomedicina e Prevenzione Facoltà di Medicina e chirurgia*

Membro del Collegio dei docenti Scuola di Dottorato Facoltà di Ingegneria
Università di Roma Tor Vergata

malizia@ing.uniroma2.it
www.cbrngate.com