

Irraggiamento derrate alimentari

Somministrazione di radiazioni a **prodotti alimentari** (dosi minori rispetto alla sterilizzazione dei presidi medici)

Inibisce la **germinazione** e ritarda il processo di **maturazione** della frutta

Allunga i **tempi di conservazione** senza ricorrere all'uso di sostanze chimiche

Elimina larve e insetti ed eventuali parassiti

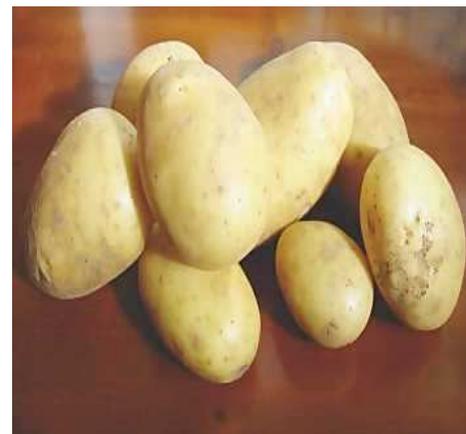
Previene le conseguenze di eventuali **contaminazioni** da organismi patogeni



Irraggiamento derrate alimentari

Per il consumo in Italia è permesso irradiare:

- ❑ patate, aglio, cipolle
- ❑ erbe aromatiche essiccate, spezie e condimenti vegetali



Ricerca scientifica e tecnologica

Grandi acceleratori (**sincrotroni**) sono utilizzati per produrre collisioni tra particelle subatomiche ricreando le condizioni del “**big bang**” o per generare radiazioni utilizzate per diverse applicazioni scientifiche e tecnologiche



Ricerca – fisica delle particelle

La ricerca richiede oggi di studiare **collisioni** tra particelle ad energie sempre più elevate.

Sono necessari **grandi acceleratori** che vengono realizzati dai più importanti centri di ricerca, come il **CERN** di Ginevra, dove è stato avviato l'**LHC** (Large Hadron Collider).

In Italia è in funzione il **DAΦNE**, nel centro INFN di Frascati

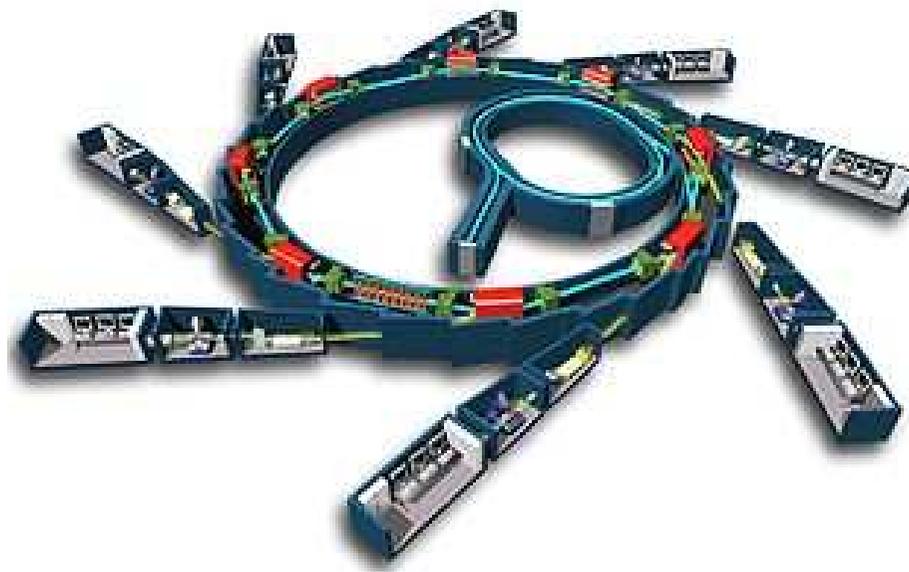


L'anello del CERN

Ricerca – Radiazione di sincrotrone

L'**accelerazione di particelle** cariche all'interno del sincrotrone genera **radiazioni a diversa energia** che vengono estratte ed utilizzate in diversi campi, dalla ricerca biologica alla scienza dei materiali, alla produzione di microchip, ma anche per ottenere immagini di elevatissima definizione nella diagnostica medica.

Alcuni sincrotroni per la produzione di radiazioni sono presenti in Italia, l'**Elettra**, a Trieste, e il **DAΦNE**, a Frascati, che è anche impiegato per produrre collisioni tra particelle.



Sicurezza

**Controllo
dei bagagli
in aeroporto
mediante
raggi x**



Sicurezza

Rivelatori di fumo



Una piccola **sorgente radioattiva** all'interno del rivelatore produce la ionizzazione dell'aria.

Gli **ioni** consentono la chiusura di un circuito elettrico e il passaggio di corrente.

L'ingresso del **fumo** causa una riduzione della corrente, da cui è generato un segnale di allarme

Applicazioni agrobiologiche

Lotta agli insetti dannosi con la tecnica dell'insetto sterile

Liberazione di insetti maschi precedentemente sterilizzati con le radiazioni

Consente un efficace controllo delle mosche e di altri parassiti

Minimizza l'uso - e l'impatto ambientale - di antiparassitari e insetticidi chimici. Non danneggia specie non bersaglio

Esempio: eradicazione mosca tse-tse nell'Isola di Zanzibar

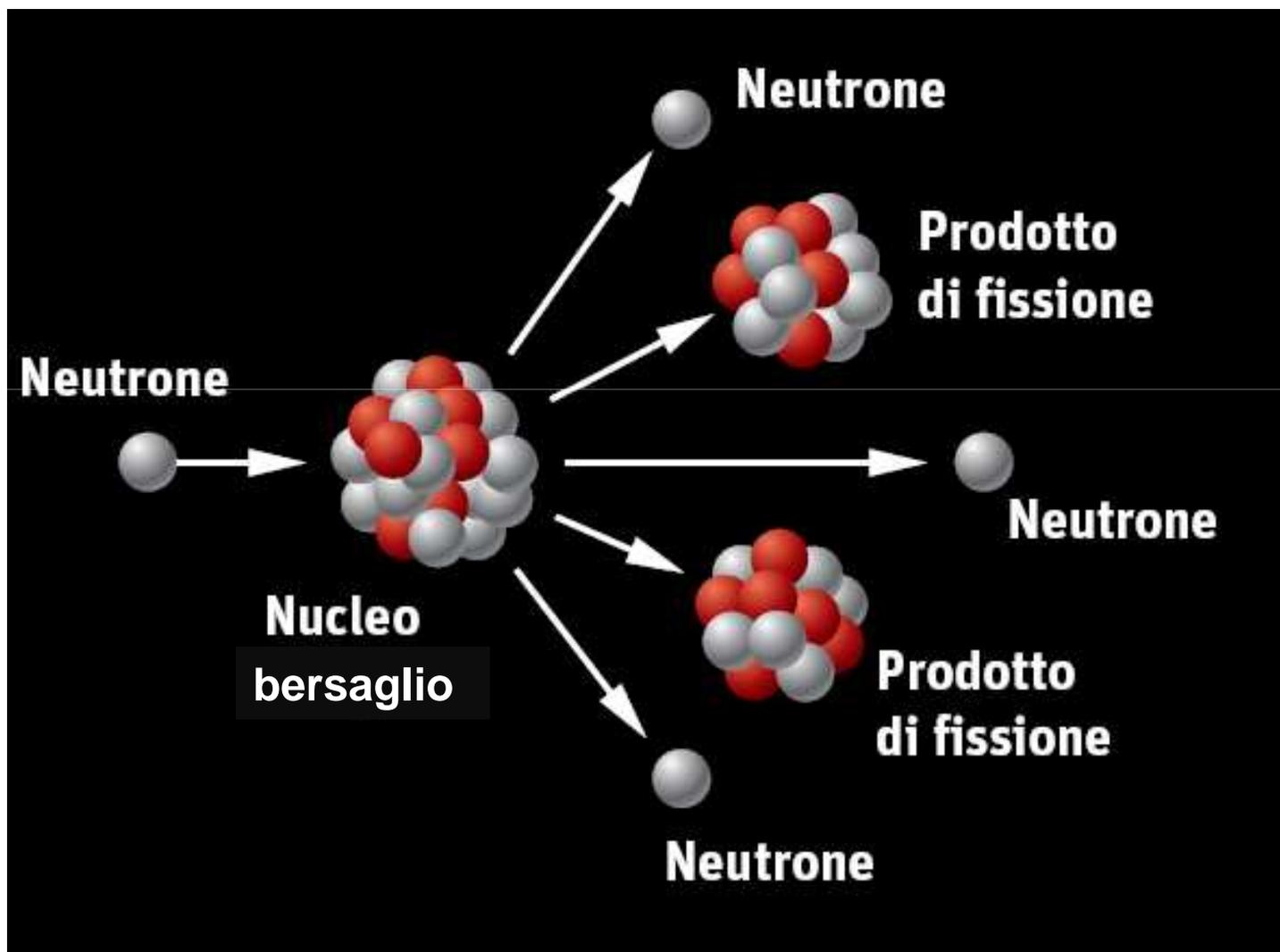


.... inoltre

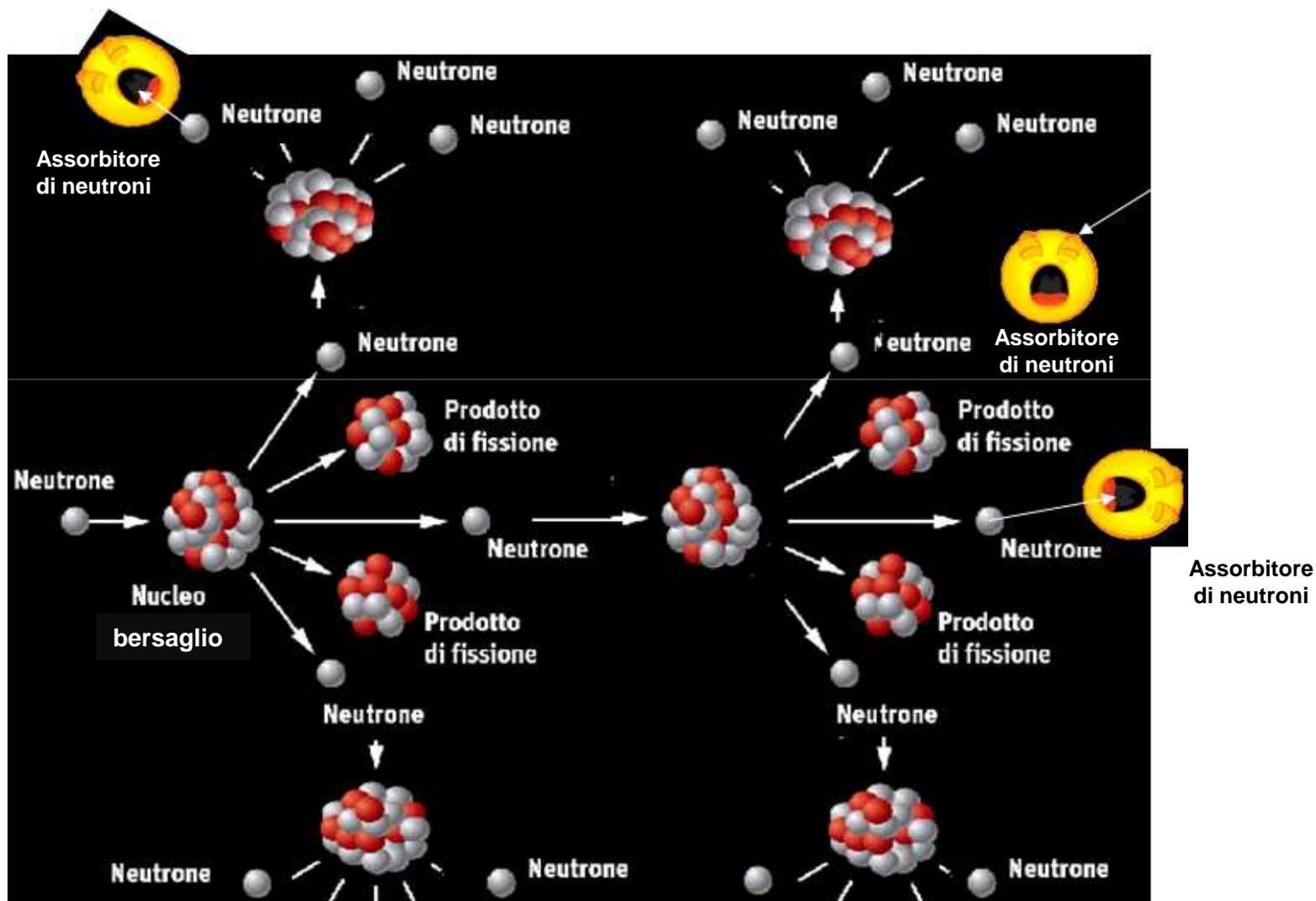
- Geologia e prospezioni minerarie**
- Applicazioni ambientali**
- Archeologia e datazione**
-

UTILIZZO DELL'ATOMO per la produzione di energia

Fissione nucleare

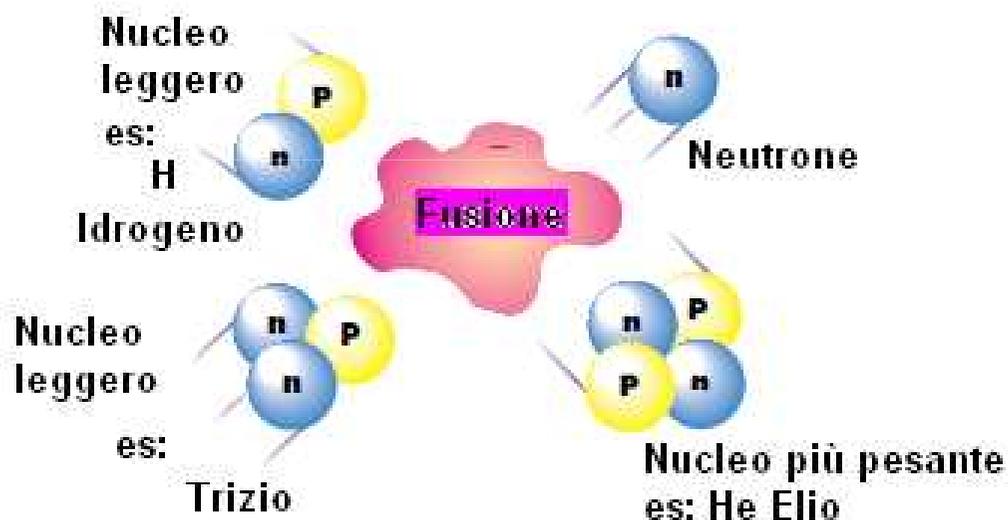


La reazione a catena



Fusione nucleare

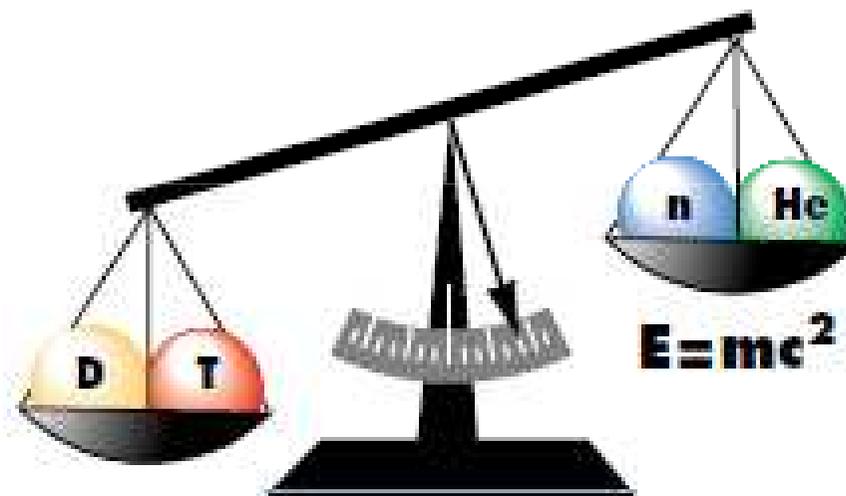
Avviene a **temperature** e **pressioni** molto elevate (milioni di gradi e oltre 100 atm)



La **produzione di energia da fusione** è prevista a partire dal **2040**, con l'impianto sperimentale DEMO

Fissione e Fusione

Durante le reazioni nucleari
 una parte di massa
 scompare e si trasforma in
 energia, secondo
 l'equazione di Einstein



$$E = MC^2$$

Fissione e Fusione

Le energie in gioco nelle reazioni nucleari sono milioni di volte superiori a quelle prodotte dalle reazioni chimiche

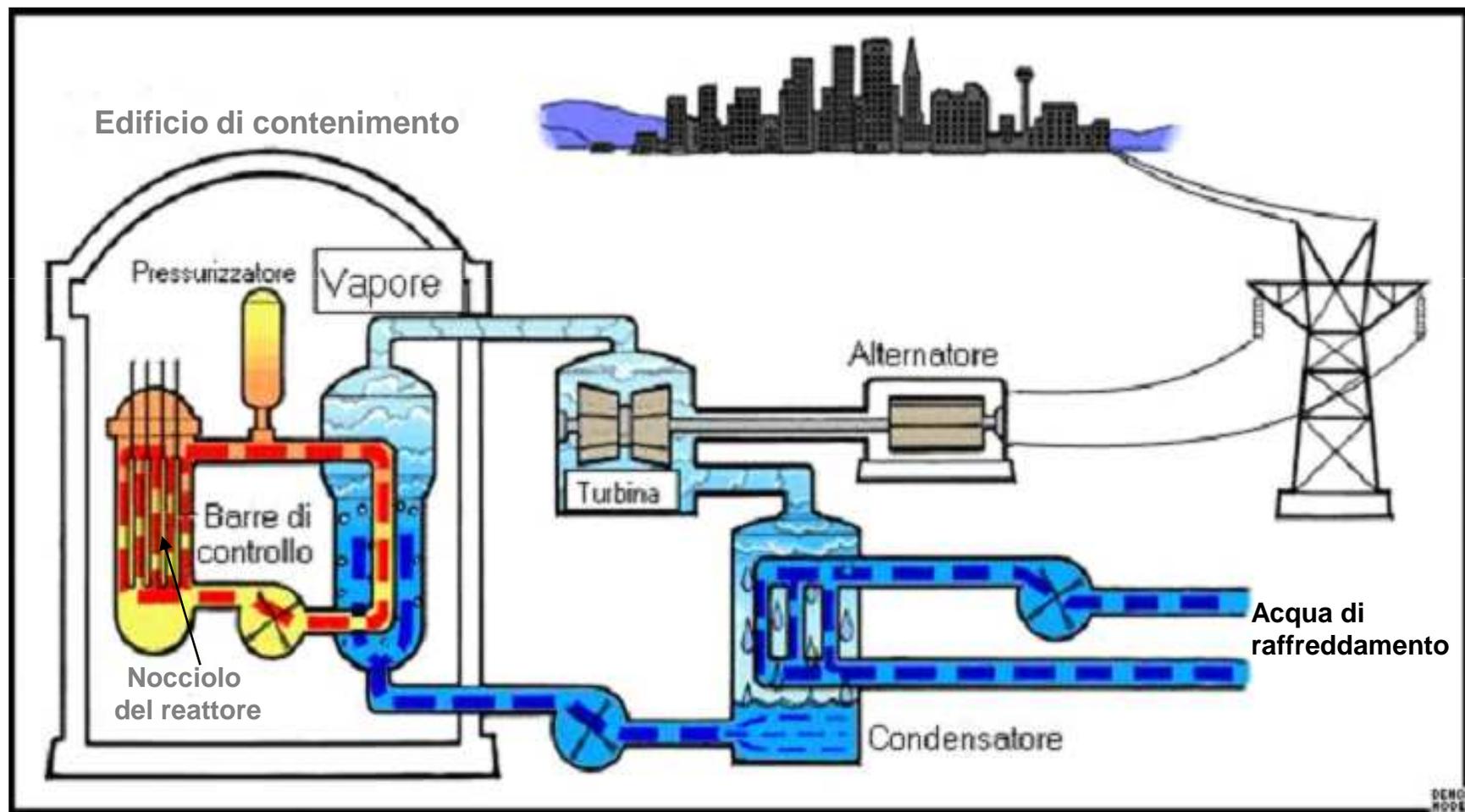
1g ^{235}U

3 tonn. di carbone

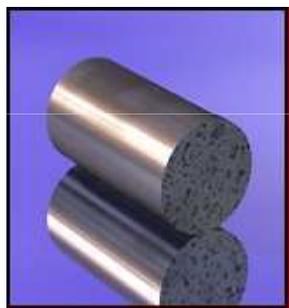
3000 litri di benzina



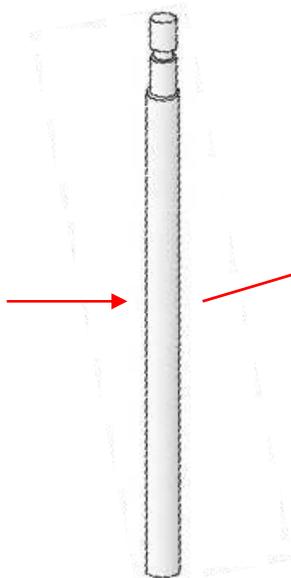
Centrale nucleare a fissione



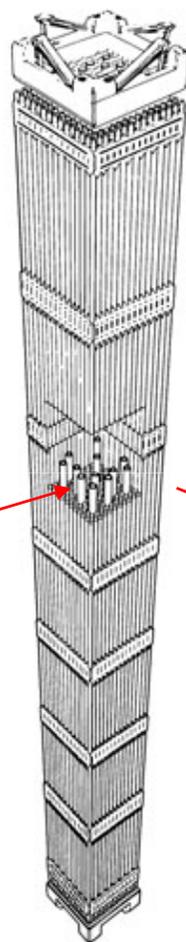
Il reattore nucleare



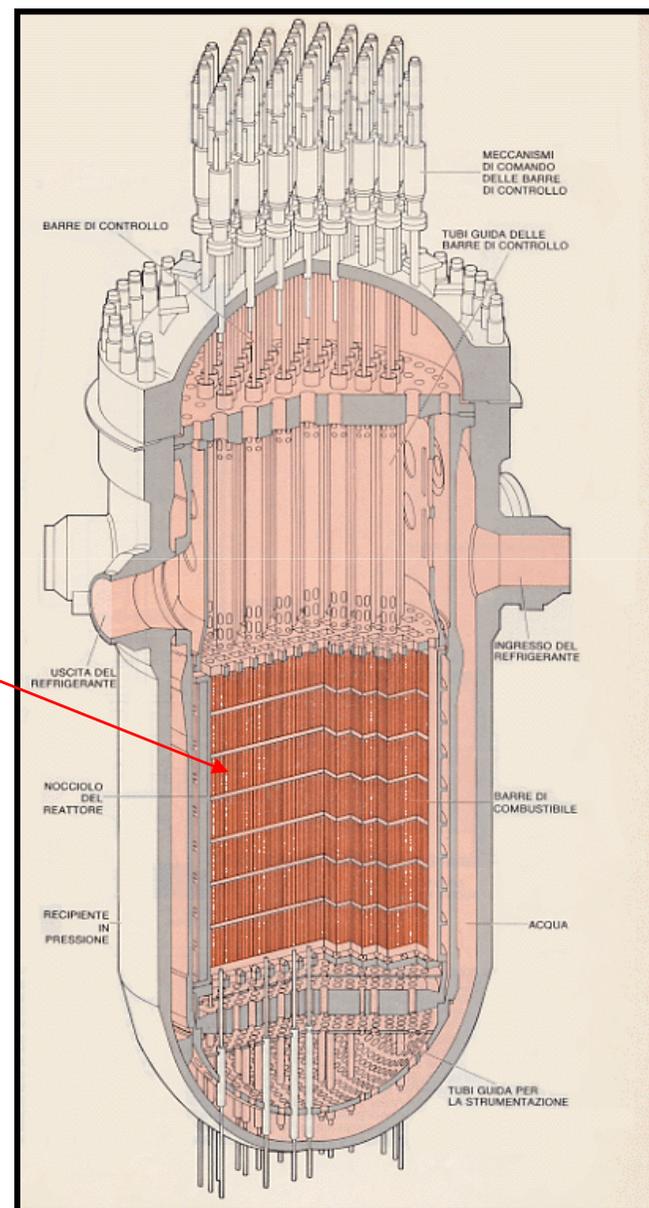
Pastiglia di uranio



Barretta di combustibile



Elemento di combustibile



Energia nucleare ?

I vantaggi

- ❑ L'atomo può soddisfare i **bisogni di energia** producendone grandi quantità
- ❑ Gli impianti nucleari non producono **CO₂** e non emettono altri **gas "serra"**
- ❑ In assenza di incidenti le **emissioni di radioattività** nell'ambiente sono trascurabili



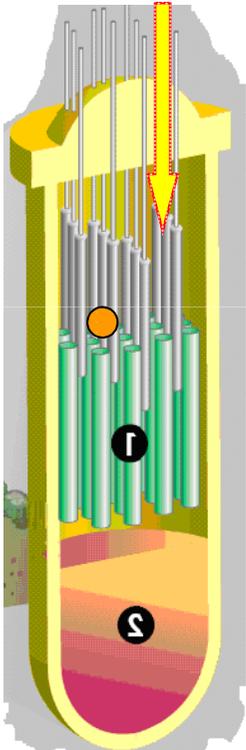
Energia nucleare ?

I problemi

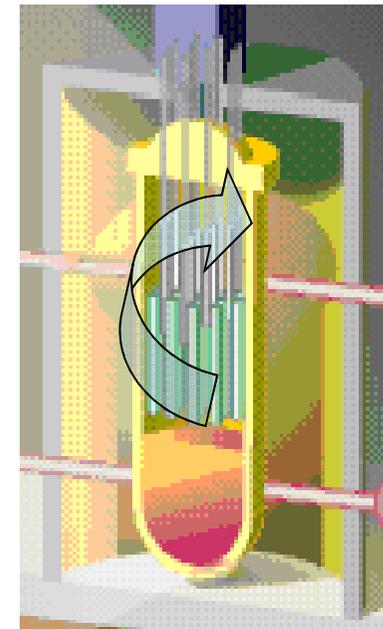
- ❑ La **sicurezza** – possibilità del verificarsi di incidenti, pur se la loro probabilità è bassa
- ❑ La produzione di **rifiuti radioattivi**
 - alcuni conservano la loro pericolosità per centinaia di migliaia di anni



La sicurezza

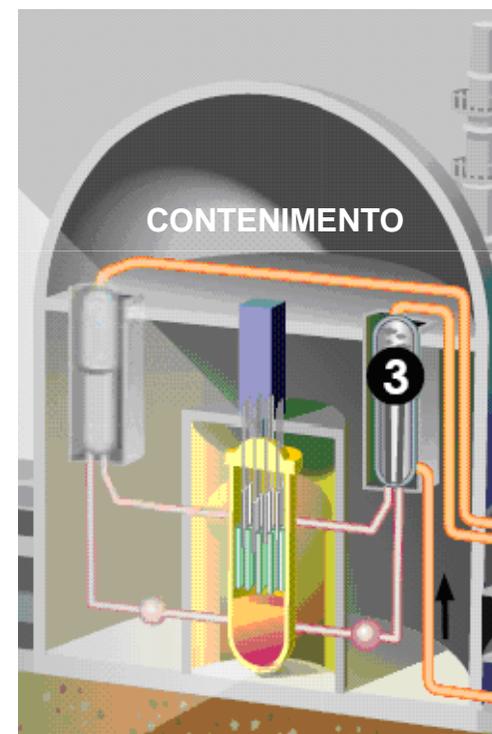


- ❑ Controllo affidabile della **reazione a catena** e, all'occorrenza, arresto rapido del reattore, per evitare una eccessiva generazione di energia
- ❑ Asportazione del **calore generato** – anche dopo lo spegnimento del reattore - per mantenere condizioni di temperatura e di pressione compatibili con le caratteristiche del combustibile e dei componenti
- ❑ In queste condizioni quasi tutta la **radioattività** resta confinata all'interno del combustibile

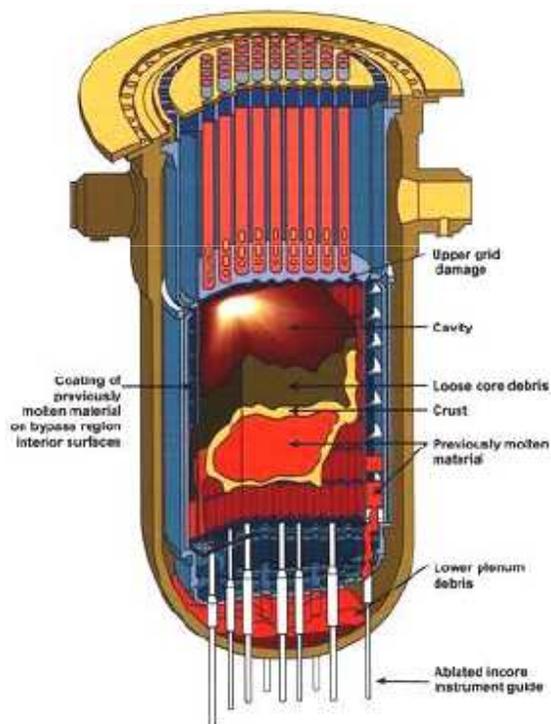


La sicurezza

- ❑ Per garantire il raffreddamento del combustibile il reattore è dotato di una serie di sistemi di sicurezza
- ❑ L'eventuale fallimento di tutti i sistemi con la mancata refrigerazione del reattore provocherebbe un eccessivo riscaldamento del combustibile sino a causare la sua fusione
- ❑ Il combustibile fuso rilascerebbe la radioattività all'interno dell'impianto
- ❑ Per il rilascio della radioattività all'ambiente esterno è necessario che si danneggi anche il contenimento
- ❑ Per nuovi reattori la probabilità di un simile incidente deve essere inferiore a una su un milione per anno di funzionamento



Gravi incidenti occorsi



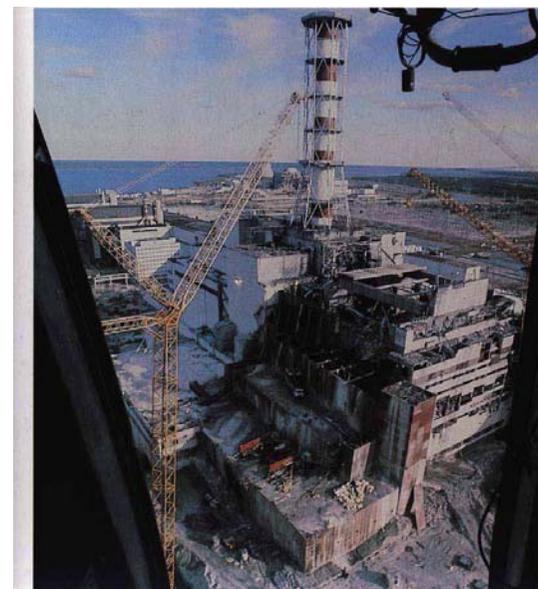
Gravi incidenti occorsi

1979 – Centrale di **Three Mile Island** – USA
 Incidente con fusione del nocciolo del reattore

Errori nella gestione dell'incidente
 Contenitore rimasto integro
 Conseguenze esterne trascurabili



1986 – Centrale di **Chernobyl** – Ucraina
 Incidente con distruzione del nocciolo del reattore causato da gravi inadempienze e violazioni di regole nella conduzione dell'impianto.
 Contenitore inesistente
 Conseguenze catastrofiche
 Radioattività dispersa su quasi tutta l'Europa



Piani di emergenza

Per tutti gli impianti nucleari, ma anche per il trasporto di materie radioattive, sono predisposti **piani di emergenza** che indicano i provvedimenti da adottare per proteggere la popolazione in caso di incidente

I provvedimenti sono graduati a seconda della gravità dell'evento



Piani di emergenza

I provvedimenti vengono adottati dalle autorità competenti e possono prevedere:

- il riparo al chiuso, per evitare nell'immediato l'inalazione di aria contaminata e l'esposizione alla nube radioattiva**
- il controllo degli accessi alla zona interessata**
- l'evacuazione dei residenti nella zona interessata**
- la sospensione del consumo di prodotti locali (latte, vegetali)**
- la distribuzione di compresse di iodio stabile, per prevenire la captazione dello iodio radioattivo da parte della tiroide**

In una fase successiva dell'emergenza si provvede alla eventuale bonifica, con la decontaminazione dalla radioattività depositata

Piani di emergenza

In Italia è stato predisposto un piano nazionale che prevede tra l'altro gli interventi in caso di incidenti in impianti esteri



LA GESTIONE DEI RIFIUTI RADIOATTIVI

Classificazione dei rifiuti radioattivi

Prima Categoria	Rifiuti che decadono in pochi anni (es. rifiuti prodotti in diagnostica medica)
Seconda Categoria	Rifiuti che decadono in decine o centinaia di anni (es. la maggior parte dei rifiuti prodotti dallo smantellamento degli impianti nucleari)
Terza Categoria	Rifiuti che decadono in migliaia di anni e oltre (es. rifiuti prodotti dal riprocessamento del combustibile nucleare irraggiato)

Condizionamento dei rifiuti

Processo effettuato con l'impiego di un **agente solidificante** (cemento o vetro), allo scopo di produrre un manufatto (rifiuti radioattivi condizionati + contenitore) nel quale i **radionuclidi** siano inglobati in una matrice solida, in modo da limitarne la mobilità potenziale



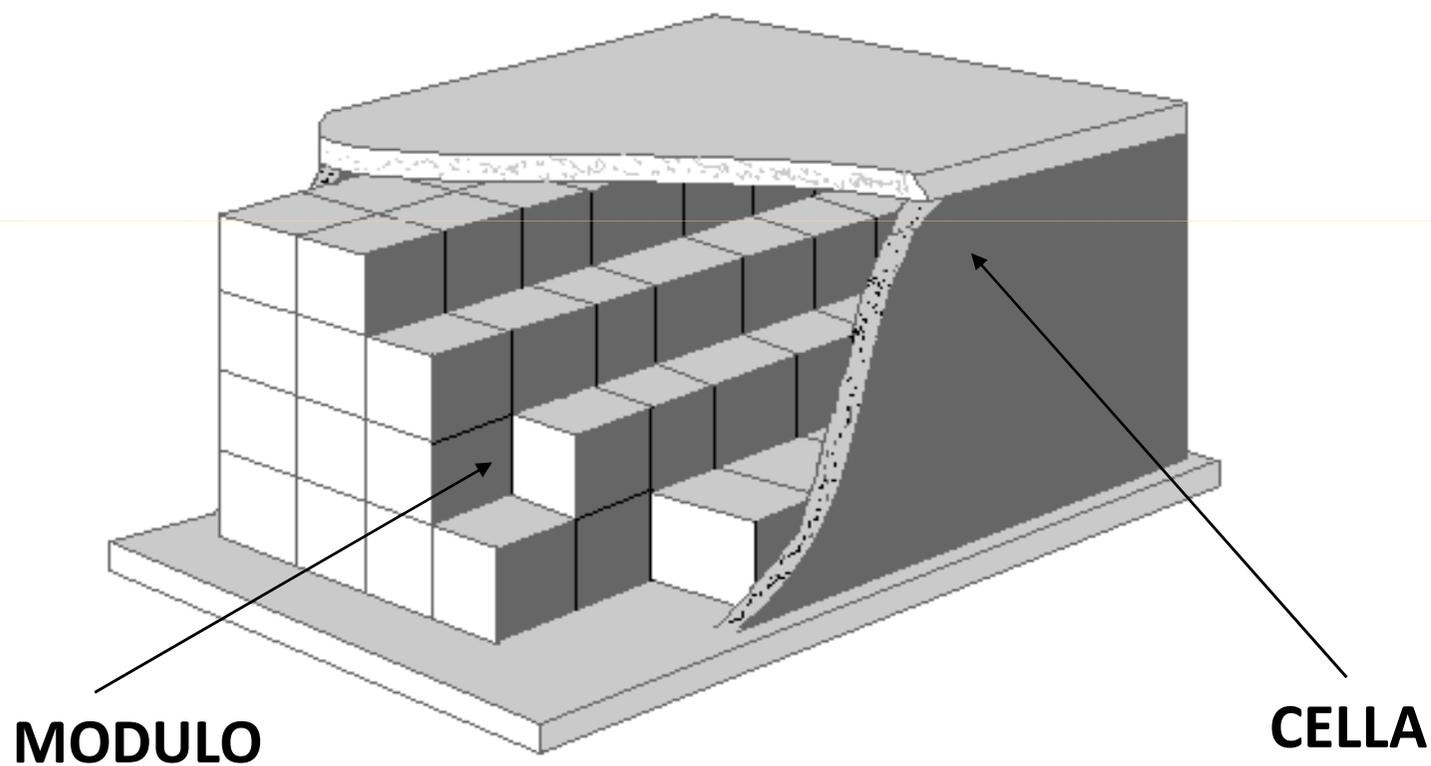
Possibili modalità di gestione

- ❑ **deposito superficiale** o sub-superficiale per i rifiuti della II categoria – alcune centinaia di anni di controllo istituzionale dopo la chiusura

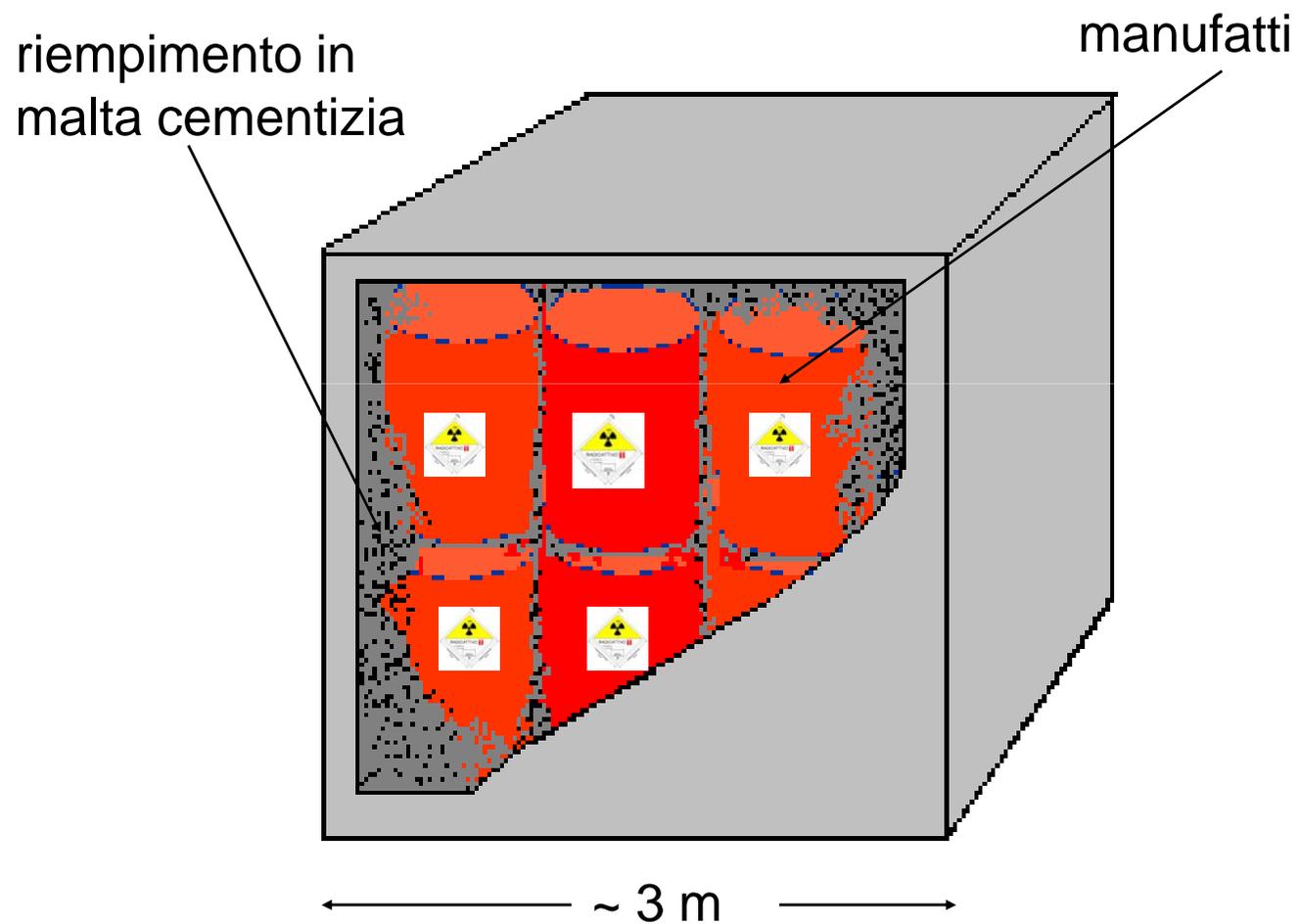
vantaggio: reversibilità

- ❑ **deposito geologico profondo** per i rifiuti della III categoria

Cella di deposito superficiale



Modulo in C.A.



Deposito geologico profondo

- Gli studi geologici possono definire la stabilità di un sito**
- È possibile prevedere il comportamento della radioattività per centinaia di migliaia di anni?**

Analoghi naturali

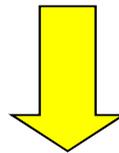
- ❑ **Situazioni riscontrabili in natura, nelle quali elementi chimici potenzialmente mobili sono rimasti fermi all'interno di formazioni geologiche del tipo di quelle studiate per i depositi**
- ❑ **Trasmigrazioni di qualche metro in milioni di anni**

Oklo - Gabon



Deposito geologico profondo

reversibilità limitata



**rinuncia a soluzioni diverse che
si dovessero rendere disponibili**

**Alternativa:
deposito temporaneo in strutture ingegneristiche**

La situazione italiana



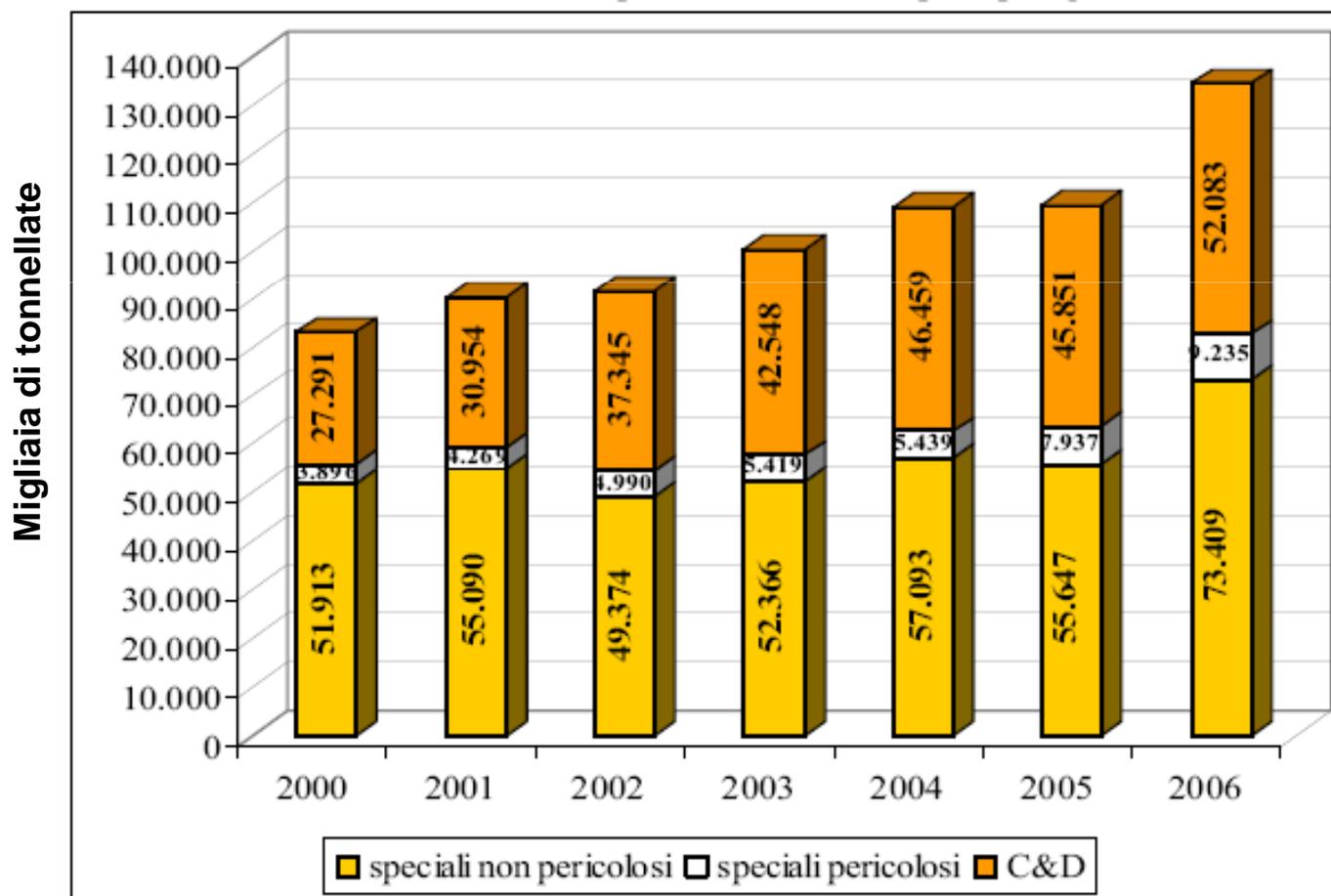
Siti nucleari italiani

-  **CENTRALI ELETTRONUCLEARI SPENTE**
-  **REATTORE DI RICERCA**
-  **ALTRI IMPIANTI**

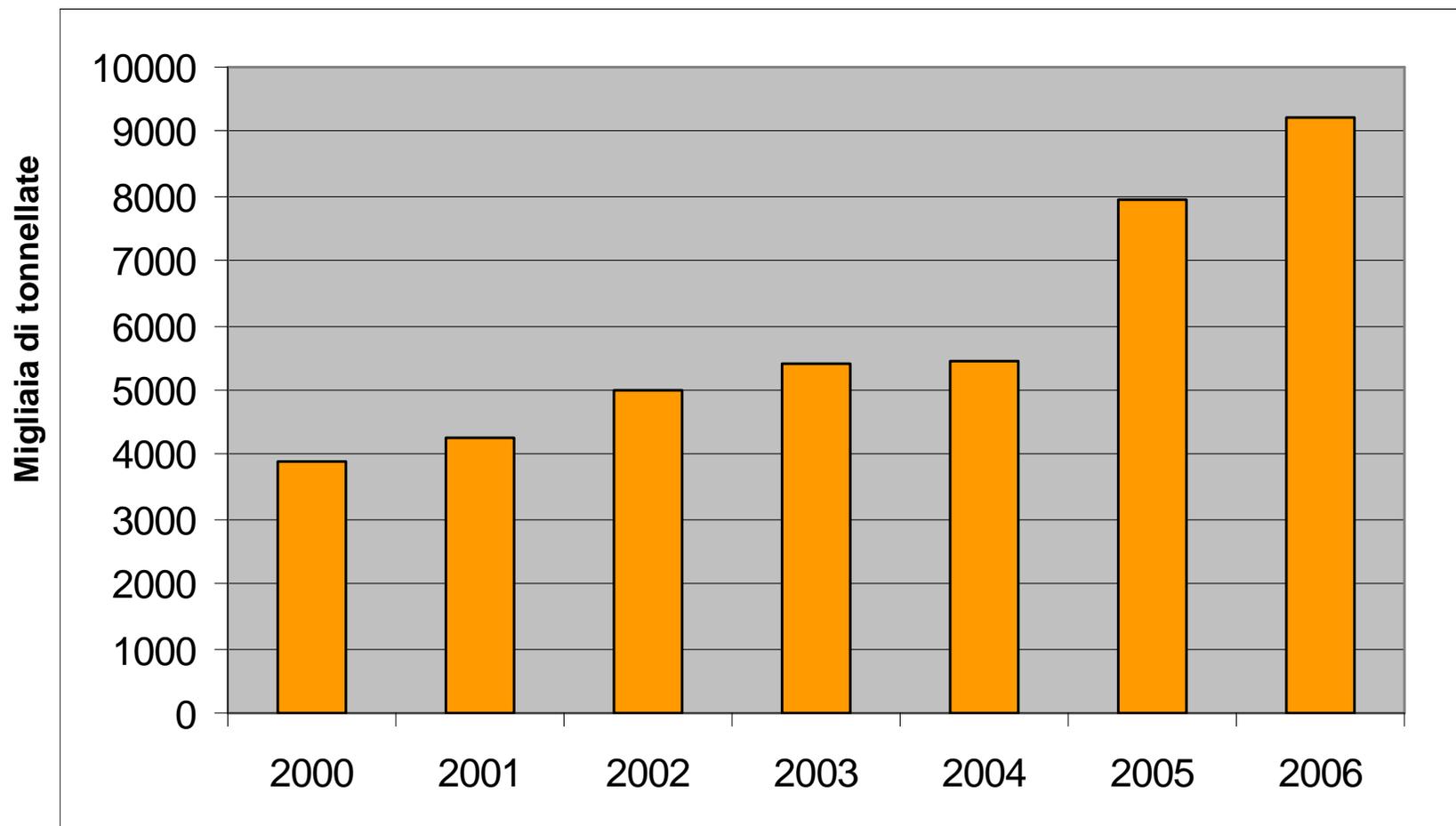
Inventario dei rifiuti radioattivi italiani

Presenti negli impianti italiani:	28.000 m³
Prodotti all'estero e destinati a rientrare (riprocessamento):	6.000 m³
Previsti dal decommissioning:	~ 25.000 m³
Quantità totale:	~ 60.000 m³
Ulteriore produzione annua per mantenimento in sicurezza degli impianti e per altri impieghi	~ 1.000 m³/anno

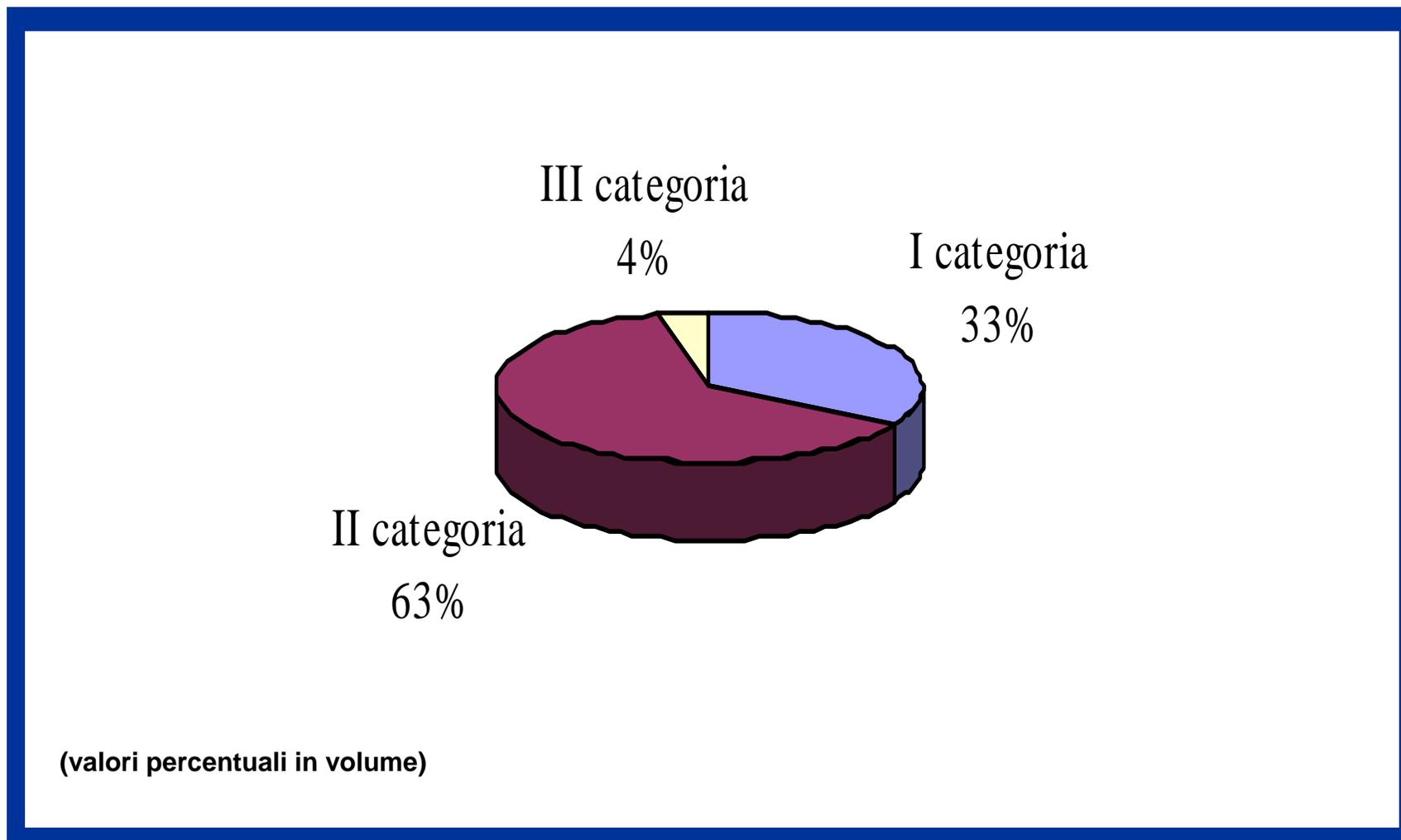
Produzione annua di rifiuti speciali in Italia



Produzione annua di rifiuti pericolosi in Italia



Ripartizione nelle tre categorie dei rifiuti presenti in Italia



Principi fondamentali di sicurezza dell'AIEA



Alcune illustrazioni della presentazione sono già state pubblicate in rete. Per quanto concerne le fonti, si è fatto riferimento in particolare a:

• **IAEA, Radiation, *People and the Environment*, 2004**

http://www.iaea.org/Publications/Booklets/RadPeopleEnv/pdf/radiation_low.pdf

• **INFN, Ansaldo Nucleare, *Appunti sull'energia nucleare*, Gennaio 2009**

http://www.infn.it/comunicazione/brochures/energia_nucleare.pdf

oltre ai siti delle seguenti organizzazioni:

• **ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale**

<http://www.isprambiente.it/>

• **IAEA – International Atomic Energy Agency**

<http://www.iaea.org/>

• **CERN - the European Organization for Nuclear Research**

<http://www.cern.ch/>

• **INFN – Istituto Nazionale di Fisica Nucleare**

<http://www.infn.it/>