



POLITECNICO
MILANO 1863

IL PROGETTO DEL DEPOSITO NAZIONALE E PARCO TECNOLOGICO

SEMINARIO NAZIONALE
Sessione Territoriale, 15 settembre 2021

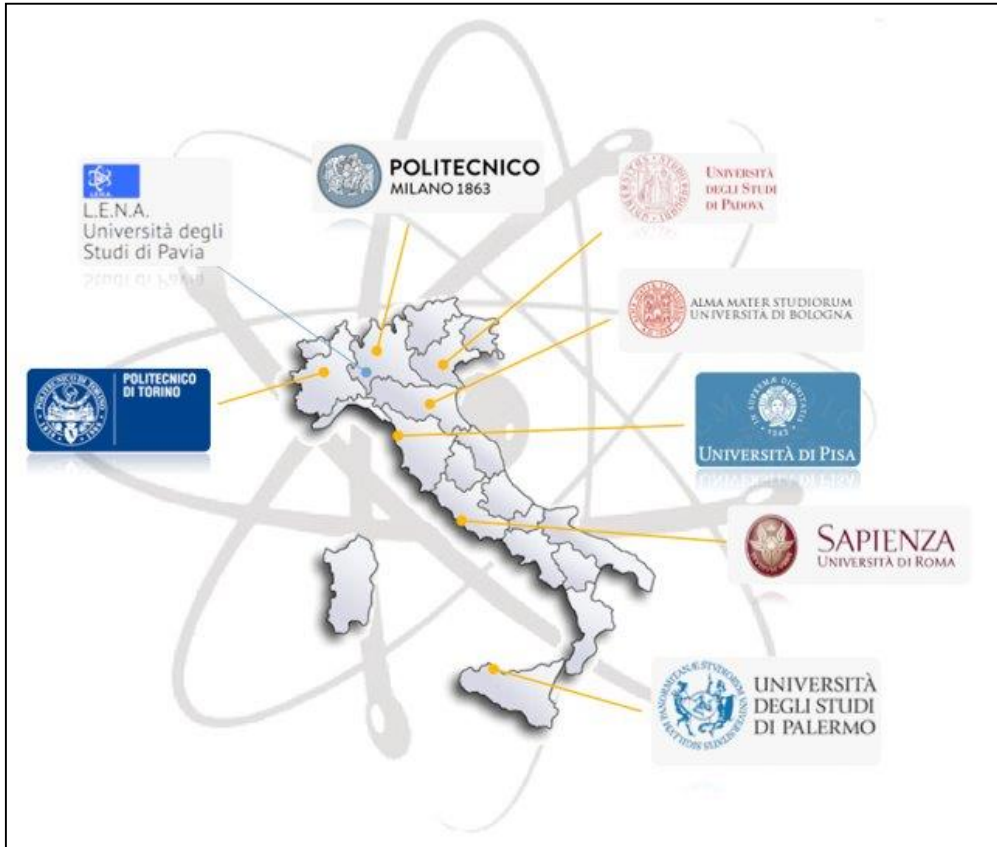
Andrea Pola

Coordinatore Sezione Nucleare,

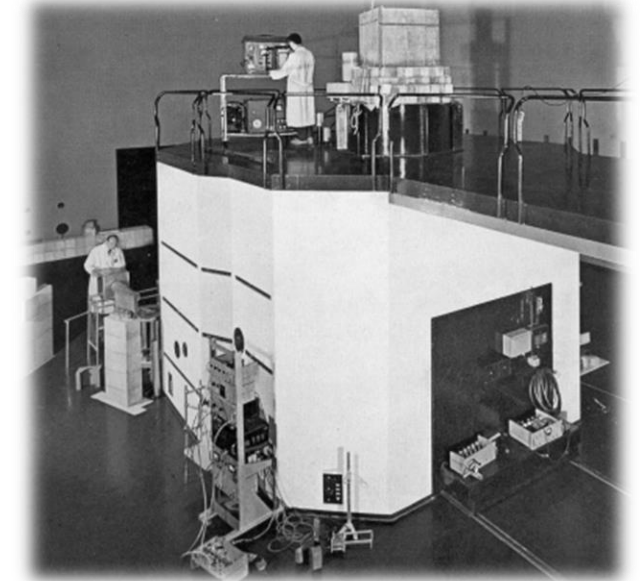
Dipartimento di Energia, Politecnico di Milano

Comunità accademica nucleare italiana e POLIMI

CIRTEN - Consorzio Interuniversitario



1° Reattore di ricerca e
1° Corso di laurea in
Ingegneria nucleare
in Italia (1960)



Corso di Laurea magistrale in
Ingegneria Nucleare più
frequentato in Italia

DIPARTIMENTO DI ENERGIA
Progetti internazionali,
competenze multidisciplinari,
laboratori sperimentali



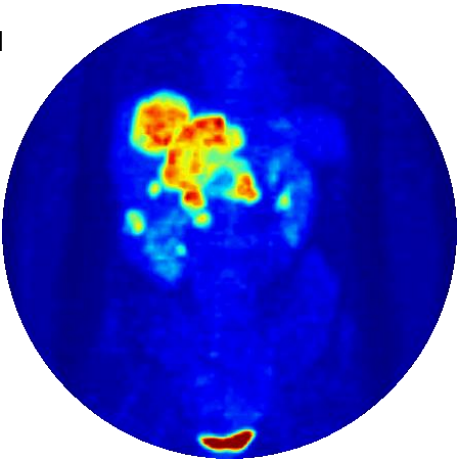
Cosa sono i rifiuti radioattivi?

La radioattività è il **fenomeno naturale** attraverso cui alcuni nuclei atomici, detti **radionuclidi**, si trasformano spontaneamente (“decadono”) in nuclei atomici più stabili, emettendo le così dette particelle/**radiazioni ionizzanti**.

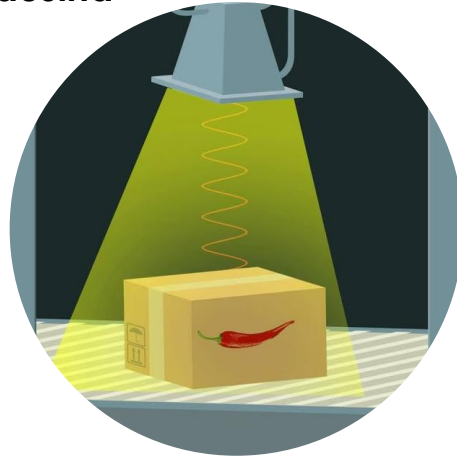
L'utilizzo della radioattività, delle reazioni nucleari e delle loro proprietà avviene in molti settori e porta alla produzione di materiali radioattivi che, quando non possono essere più utilizzati, diventano **rifiuti radioattivi**.

Chi li produce in Italia?

Medicina



Industria



Ricerca



Produzione
elettronucleare
pregressa



Strategia generale di gestione dei rifiuti radioattivi

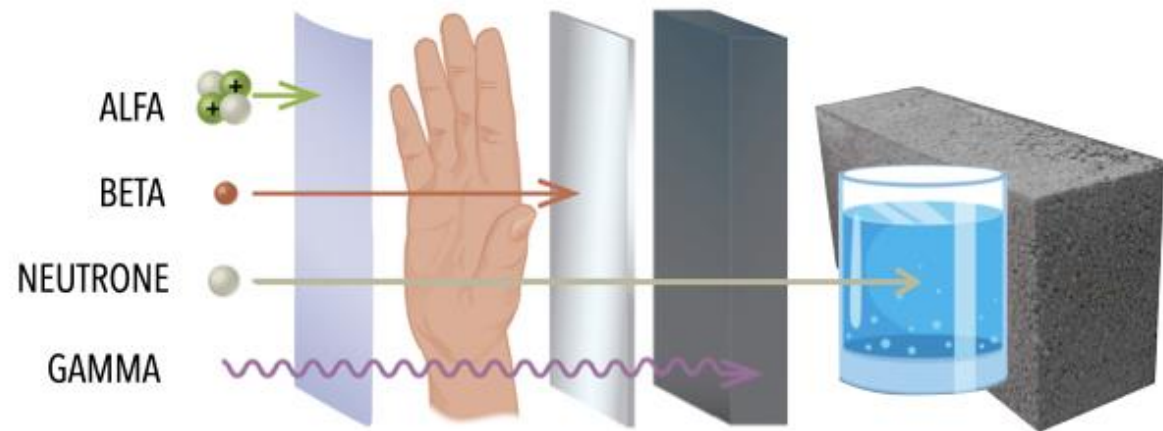
Confinamento all'interno di **barriere che impediscono la dispersione del rifiuto** radioattivo per un tempo sufficiente rispetto allo scopo stabilito (es: trasporto, stoccaggio temporaneo, smaltimento definitivo), riducendo il rischio a livelli di **piena sicurezza per essere umano e ambiente**

I rifiuti radioattivi non sono tutti uguali!

Sono classificati in base alla loro **tipologia** e alla loro **'Attività'**.

Quali tipi di radiazione esistono?

Si distinguono per tipo di particella, energia, interazione con la materia inorganica e organica, ...



Cosa è l'Attività?

L'**Attività** è una quantità fisica associata all'intensità di emissione di particelle da parte di un insieme di radionuclidi. E' definita come:

Attività = numero di decadimenti nell'unità di tempo

Essa costituisce una misura della quantità di radiazioni emesse nell'unità di tempo e si misura in **Becquerel** (1 Becquerel, indicato con Bq, equivale a 1 decadimento al secondo).

Da cosa dipende l'Attività?

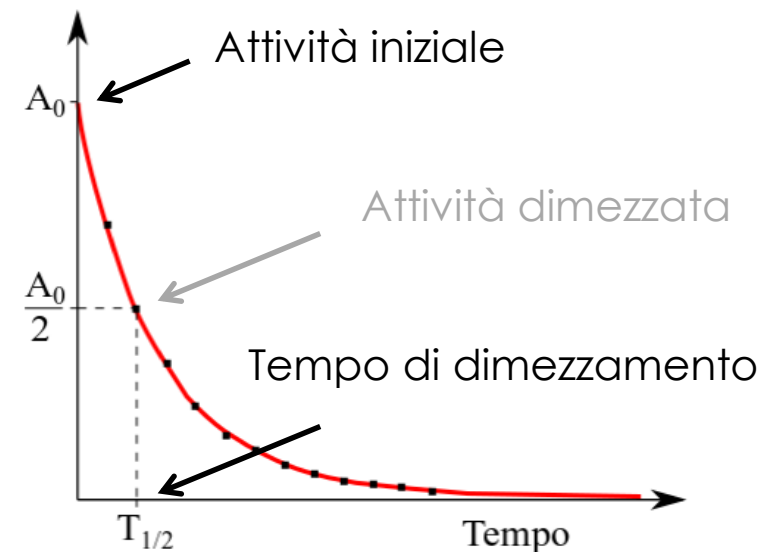
L'Attività dipende dal **numero di radionuclidi** contenuti nel campione e dal loro **tempo di vita medio**. Il tempo di vita medio è una **costante tipica di ciascun radionuclide** e viene espresso in termini di **tempo di dimezzamento**, che indica il tempo medio nel quale il numero di radionuclidi si dimezza.



Come varia l'Attività nel tempo?

Il numero di radionuclidi diminuisce nel tempo per effetto del processo di decadimento.

Dunque, **l'Attività di un campione decresce nel tempo (esponenzialmente).**



L'Attività di un rifiuto, a valle di tutti i possibili stadi di processamento, è una quantità sulla quale **non si agisce artificialmente: segue l'evoluzione temporale ed i tempi di vita propri dei radionuclidi coinvolti.**

Classificazione e destinazione dei rifiuti radioattivi

(Decreto Ministeriale 7 Agosto 2015)

I rifiuti radioattivi vengono suddivisi in categorie sulla base di parametri fisici:

- **Attività specifica** (attività per unità di massa in Bq/kg)
- **Tempo di dimezzamento**
- **Tipo di radiazione emessa** (particelle alfa, beta, gamma, neutroni...)

| Categoria | Destinazione finale |
|----------------------|---|
| Esenti | Rispetto disposizioni D. Lgs. N 152/2006 (disposizione dei rifiuti convenzionali) |
| A vita molto breve | Stoccaggio temporaneo e smaltimento secondo D. Lgs. N 152/2006. |
| Attività molto bassa | |
| Bassa Attività | Impianti di smaltimento superficiali o di piccola profondità (Deposito Nazionale) |
| Media Attività | |
| Alta Attività | Impianto di immagazzinamento temporaneo (stoccaggio) del Deposito Nazionale in attesa di smaltimento in formazione geologica |

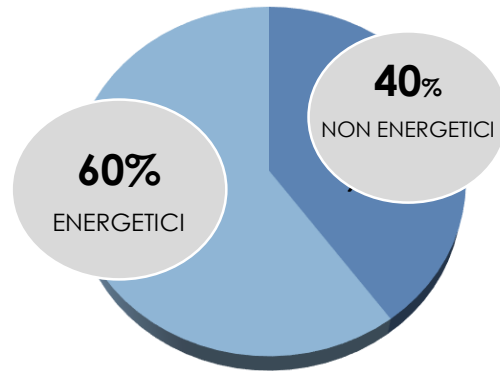
La categoria determina la modalità di gestione e la destinazione finale (smaltimento) del rifiuto radioattivo.



Quanti e quali sono i rifiuti radioattivi italiani da gestire?

La gestione dei rifiuti radioattivi italiani deve considerare i **rifiuti pregressi** (prodotti negli anni passati) e quelli **futuri**, che si produrranno nei prossimi anni.

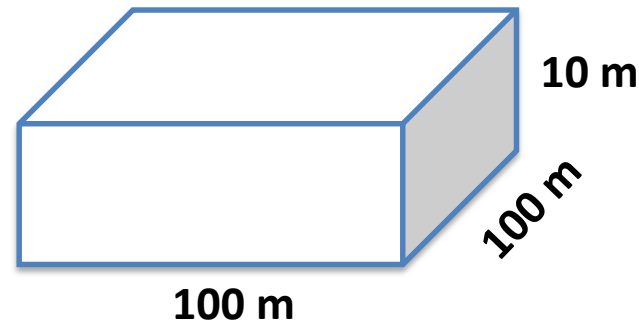
Circa il **60%** deriva dal **settore energetico**, derivanti dalle centrali elettronucleari italiane, e **40%** deriva da **settori non energetici** (medicina, ricerca, industria...)



- Circa **78.000 m³** di rifiuti radioattivi a **Molto Bassa e Bassa Attività**
- Circa **17.000 m³** di rifiuti radioattivi a **Media e Alta Attività**

TOTALE circa 95.000 m³
di cui circa 30.000 m³ pregressi e il
restante da produrre nei prossimi anni

Rifiuti radioattivi conferiti al DN
su un periodo di circa **100 anni**
(50 passati + 50 futuri)



Strategia generale di gestione dei rifiuti radioattivi

Impiego di barriere che **schermino le radiazioni ionizzanti** emesse, per un tempo sufficiente rispetto allo scopo stabilito (es: trasporto, stoccaggio temporaneo, smaltimento definitivo), riducendo il rischio a livelli di **piena sicurezza per essere umano e ambiente**.

Il rischio per l'essere umano associato alla presenza di materiale radioattivo **va oltre il concetto di Attività**.

Ulteriori fattori entrano in gioco quando le radiazioni emesse interagiscono con il corpo umano, fattori di natura **fisica** (tipo ed energia della radiazione) e **biologica** (sensibilità dei tessuti irradiati).

Questi fattori determinano il **possibile danneggiamento degli organi e/o tessuti esposti a radiazioni ionizzanti**.



Come si misura 'l'effetto' della radioattività sull'essere umano? ...dalla Attività alla Dose Efficace

La quantità **Dose Efficace** è una grandezza che stima il **rischio associato all'esposizione ad un campo di radiazioni**.

Si misura in **Sievert (Sv)**.

Un **volo aereo** internazionale comporta una esposizione media di **qualche microSv all'ora**.



Il **fondo di radiazione naturale** è dovuto a radionuclidi naturali e raggi cosmici.

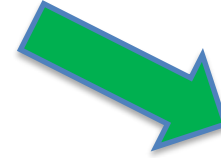
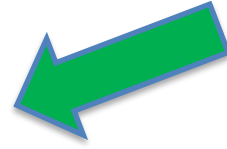
A causa di questo, il nostro corpo è **continuamente esposto** ad una **Dose Efficace di qualche millesimo di Sv (mSv) all'anno**, fortemente variabile a seconda del luogo in cui viviamo.

La Dose Efficace, al contrario dell'Attività, è una quantità sulla quale **possiamo agire, ricorrendo a barriere** (schermature). In questo modo, è possibile abbattere la dose derivante da un rifiuto radioattivo a livelli anche **inferiori** a quello del fondo ambientale.

Strategia generale di gestione dei rifiuti radioattivi

Per riassumere...

gestione della
Attività

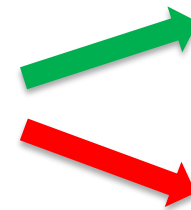


abbattimento della
Dose Efficace

Azioni

- **Gestione e trasporto** in sicurezza
- **Localizzazione** di siti idonei
- **Immagazzinamento temporaneo (Stoccaggio)**
- **Sistemazione definitiva (Smaltimento)**

Soluzioni specifiche in base al tipo di rifiuto!

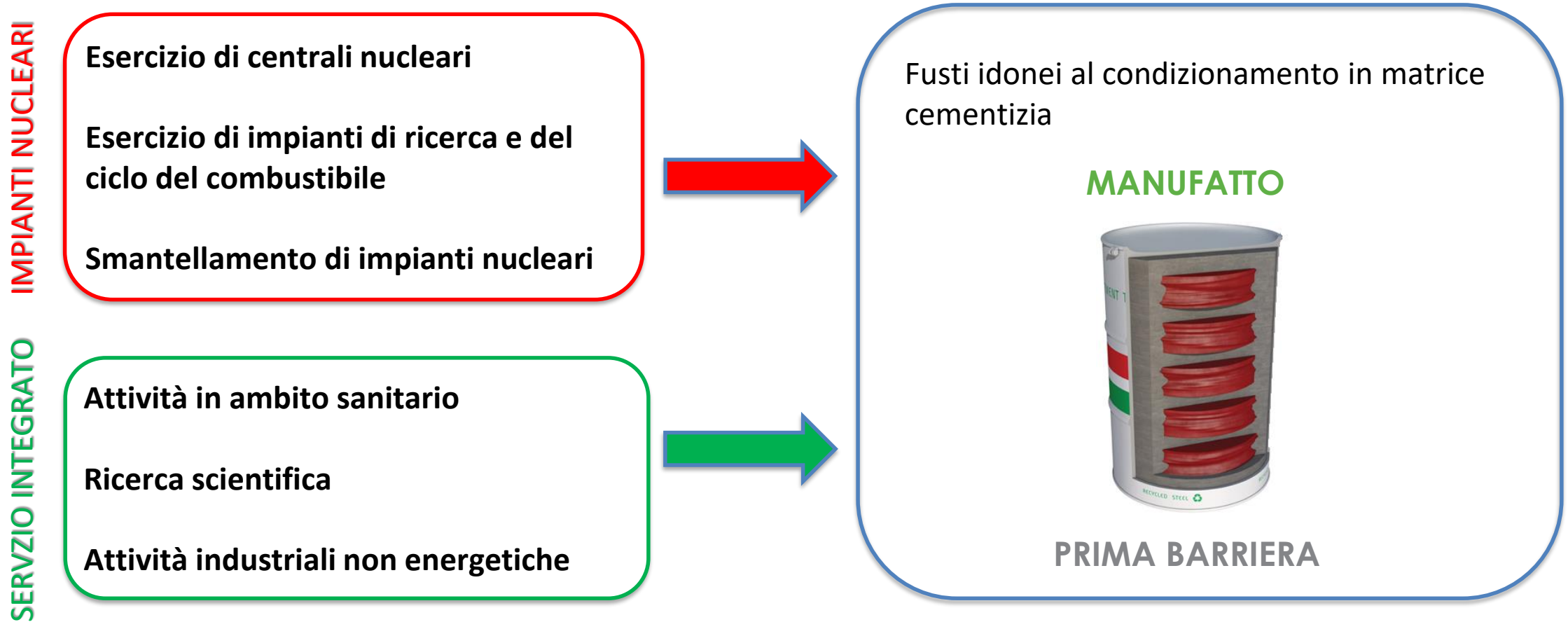


Molto Bassa/Bassa

Media/Alta



Strategia di gestione rifiuti a Molto Bassa e Bassa Attivita': Trattamento, condizionamento e stoccaggio

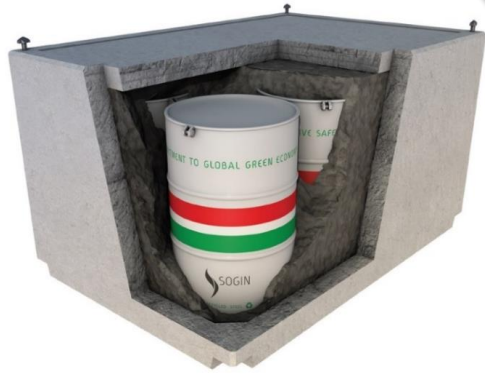


Trasporto in sicurezza con rischio trascurabile

Strategia di gestione rifiuti a Molto Bassa e Bassa Attivita': sistema multibarriera per lo smaltimento

MODULO

I manufatti vengono inseriti e cementati in moduli di calcestruzzo speciale (3m x 2m x 1,7m), progettati per resistere 350 anni



SECONDA BARRIERA

CELLA

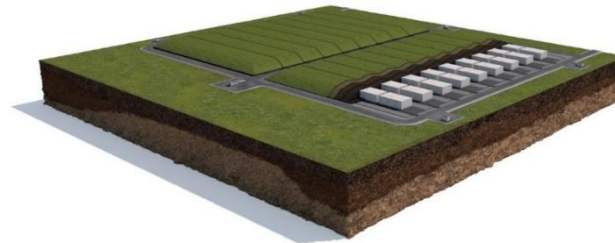
In ogni cella di cemento armato (27 m x 15,5 m x 10 m), progettata per resistere almeno 350 anni, vengono inseriti 240 moduli



TERZA BARRIERA

COPERTURA MULTISTRATO

Una volta riempite, le celle (circa 90) vengono sigillate e ricoperte con più strati di materiale per prevenire le infiltrazioni d'acqua



QUARTA BARRIERA

50 anni

300 anni

Strategia di gestione rifiuti a Media e Alta Attività: stoccaggio temporaneo e smaltimento definitivo

IMPIANTI NUCLEARI

Esercizio di centrali nucleari

Esercizio di impianti di ricerca e del
ciclo del combustibile

Smantellamento di impianti nucleari



Contenitori ad alta integrità (*) e idonei sia per il trasporto,
sia per la sistemazione definitiva in deposito geologico



(*) Questi contenitori sono adottati internazionalmente
a garanzia dei massimi standard di sicurezza

**Stoccaggio temporaneo e trasporto in sicurezza con rischio trascurabile
e futuro smaltimento in deposito geologico**



Il Deposito Nazionale e Parco Tecnologico

Obiettivi:

1. **Smaltimento** rifiuti a Molto Bassa e Bassa Attività
2. **Stoccaggio** rifiuti a Media e Alta Attività
3. Realizzazione **Parco Tecnologico**



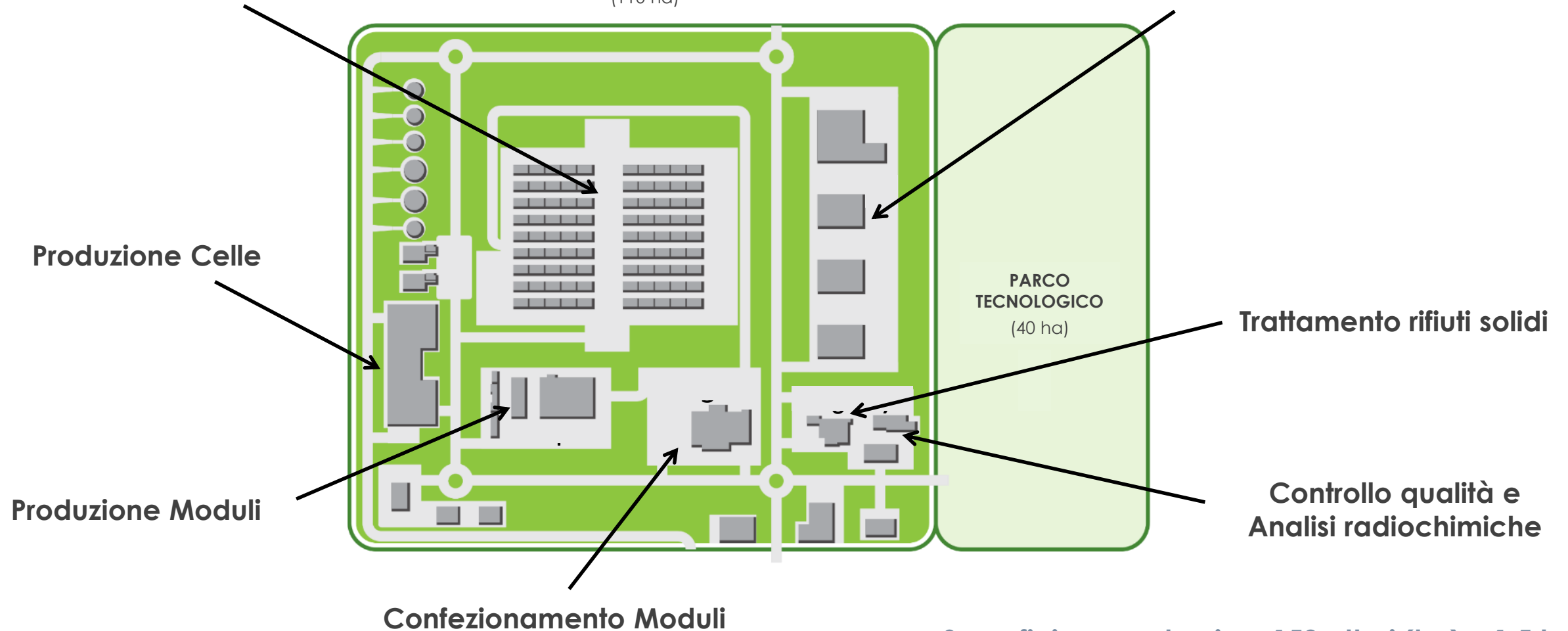
Progetto preliminare del
Deposito Nazionale

Planimetria funzionale del Deposito Nazionale

Settore di smaltimento molto bassa e
bassa attività

DEPOSITO NAZIONALE
(110 ha)

Edifici di stoccaggio media e alta attività
(CASK e contenitori ad alta integrità)

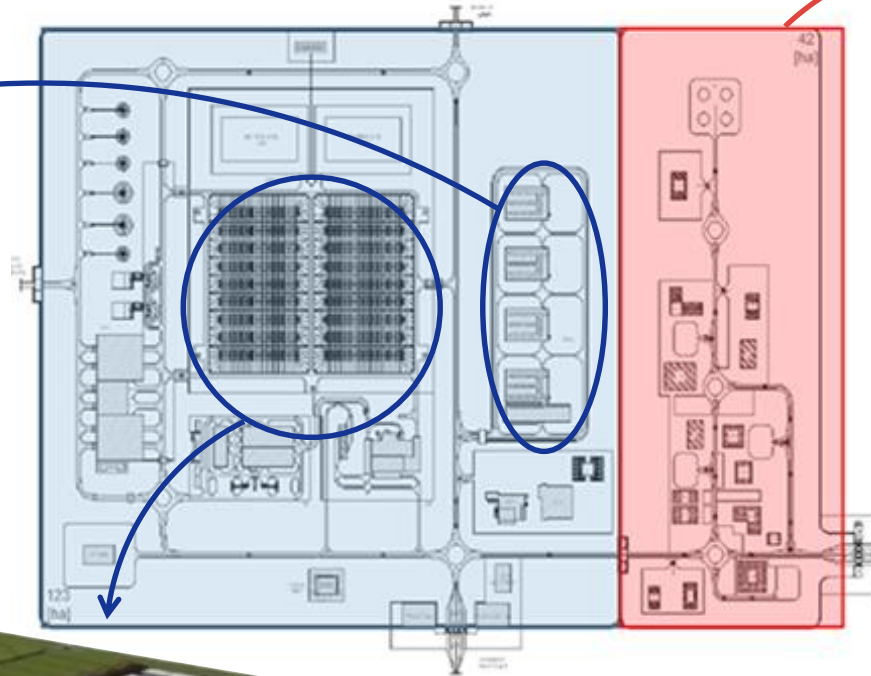


Superficie complessiva: 150 ettari (ha) = 1.5 km²



Planimetria funzionale del Deposito Nazionale: unità di smaltimento, stoccaggio e parco tecnologico

Edifici per lo stoccaggio dei
rifiuti a media e alta attività

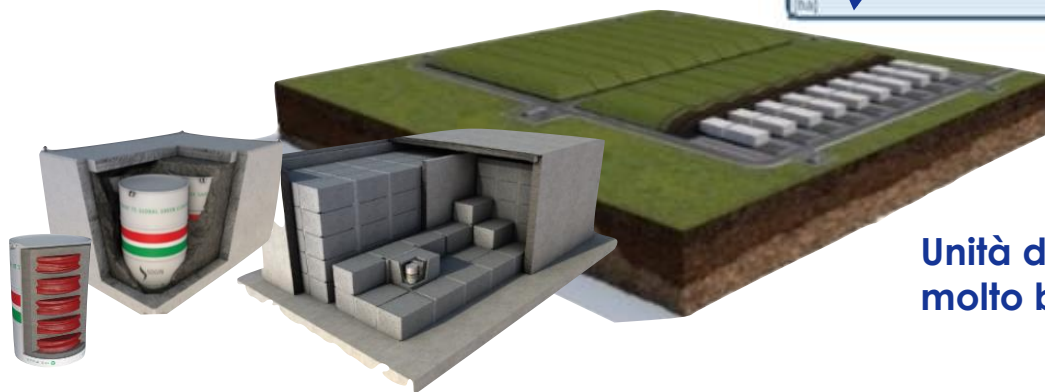


Parco Tecnologico

In questa zona saranno collocate
tutte le installazioni prive di vincoli
radiologici.

In particolare saranno presenti:

- 1) **servizi generali a supporto** del
Deposito Nazionale e del Parco
Tecnologico
- 2) viabilità, percorsi carrabili e
pedonali, parcheggi
- 3) aree attrezzate e a verde
- 4) **Uffici e laboratori di ricerca**
- 5) **Scuola di formazione**



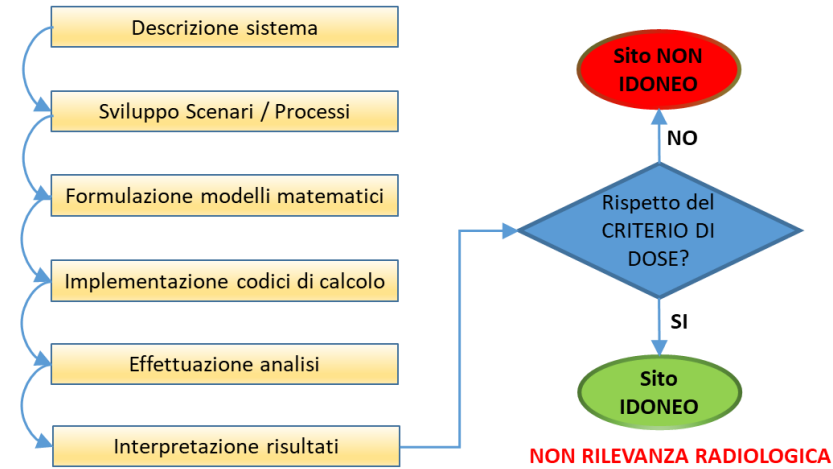
GARANZIA DELLA NON RILEVANZA RADIOLOGICA: fin dalle prime fasi del progettazione

Il Sistema Deposito



Il DN è progettato per essere un monolite di cemento che **confina** la radioattività e non permette il rilascio di alcuna sostanza

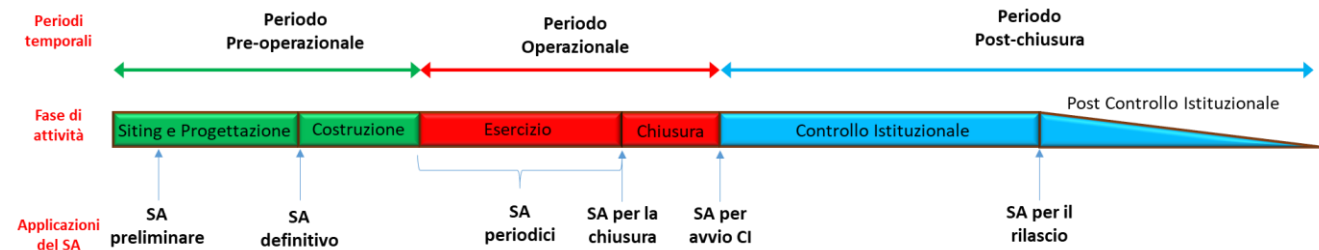
Procedura di Safety Assessment



Il DN è validato **SOLO** se il Safety Assesment ne dimostra la **NON RILEVANZA RADIOLOGICA** (Rispetto dell'obiettivo di dose indicato da ISIN)

Periodicità del Safety Assessment

Il rispetto della sicurezza è **verificato** con periodicità



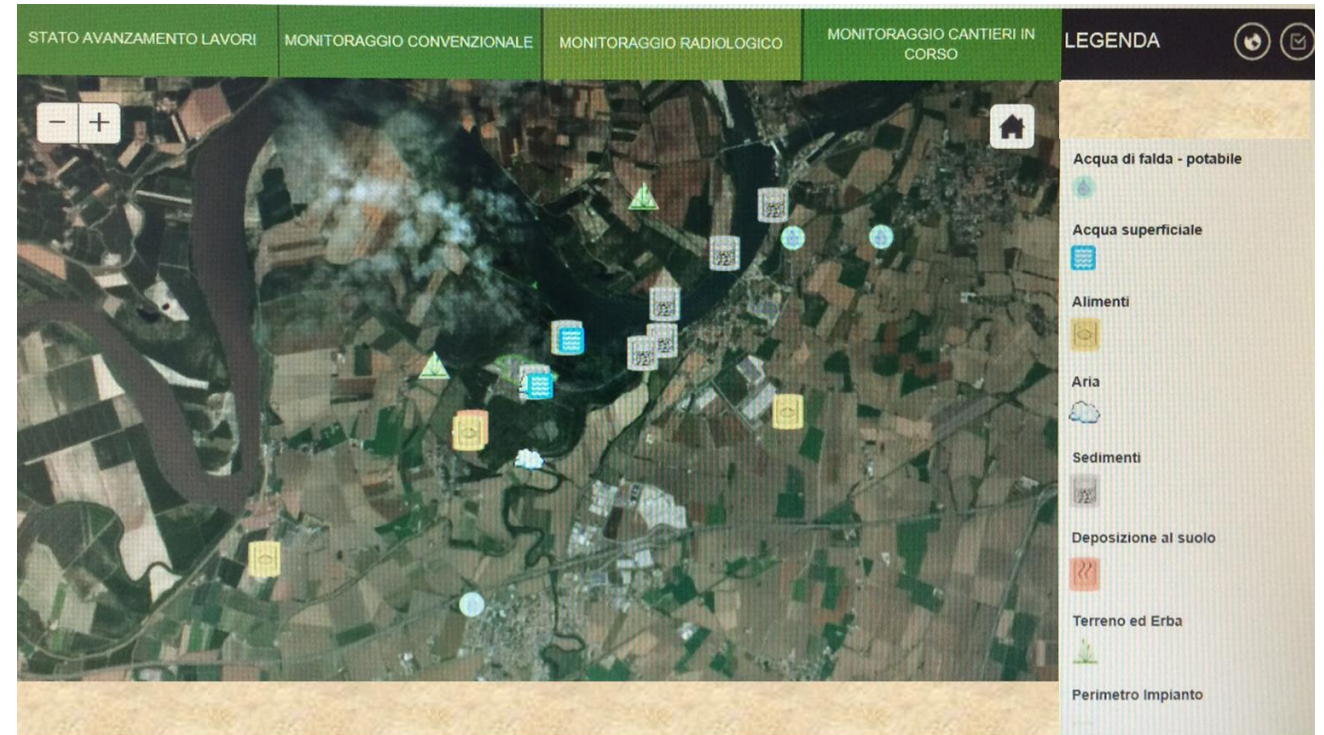
GARANZIA DELLA NON RILEVANZA RADIOLOGICA: 3 reti di monitoraggio radiologico e ambientale continuo

Monitoraggio radiologico:

- controllo dei sistemi per il trattamento e la riduzione degli effluenti;
- avvisi tempestivi su eventuali deviazioni rispetto alla normale operatività;
- dati su eventuali rilasci di radionuclidi nell'ambiente;
- controllo matrici alimentari.

Monitoraggio convenzionale:

controllo sistematico delle acque superficiali e sotterranee.



1. Rete di monitoraggio radiologico e ambientale in capo al gestore del DN
2. Rete di monitoraggio radiologico e ambientale in capo a Autorità di Controllo Nazionali
3. Rete di monitoraggio indipendente gestita dalle Organizzazioni Locali

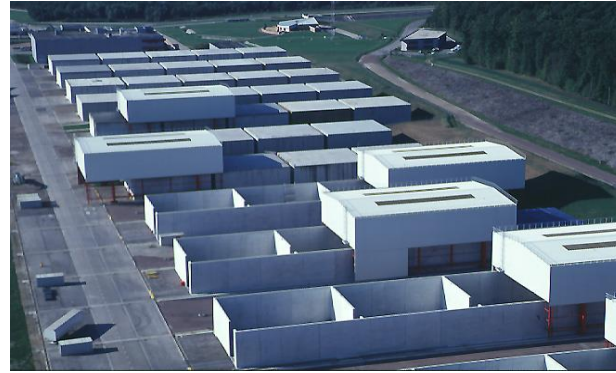
Esperienze di gestione: depositi di superficie francesi

L'Aube



Smaltimento dei rifiuti di bassa attività. Il deposito si trova nel comune di Soulaines-Dhuys nella regione Champagne-Ardenne, dipartimento di Aube.

Capacità : 1.000.000 mc
In esercizio dal 1992
Estensione: 95 ha di cui 30 ha riservati al deposito



La Manche



Deposito di superficie per lo smaltimento di circa 500.000 mc di rifiuti radioattivi a bassa attività per una estensione di 15 ha. Si trova nel comune di Digulleville in Normandia, dipartimento La Manche. Entrato in esercizio nel 1969 e saturato nel 1994, il deposito è stato chiuso e progressivamente ricoperto da una collina multistrato tra il 1991 e il 1997. Da allora è in esercizio istituzionale (monitoraggio radiologico e convenzionale).



PATRIMOINE CULTUREL ET GASTRONOMIQUE

Choux à choucroute
Label Rouge

Champagne grand cru
AOC - AOP

Coteaux champenois rosé
AOC - AOP

Chaource
AOC - AOP

Volailles de la Champagne
IGP

Coteaux champenois rouge
AOC - AOP

Champagne premier cru
AOC - AOP

Champagne
AOC - AOP

Coteaux champenois blanc
AOC - AOP

Rosé des Riceys
AOC - AOP

Soumaintrain
IGP

© AirDroneNetcam2019





POLITECNICO
MILANO 1863

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!