

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

Giuseppe Bolla, SOGIN

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

CONTENUTI DELLA PRESENTAZIONE

- Centrali ed impianti nucleari oggi presenti in Italia
- Cos'è il decommissioning
- I programmi di decommissioning in altri paesi europei
- La gestione dei rifiuti radioattivi
- Cosa si fa in Europa: depositi per rifiuti a media/bassa attività
- La situazione italiana e la missione della SOGIN
- Il contesto normativo e istituzionale
- I programmi e le attività di decommissioning della SOGIN
- Considerazioni conclusive

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

Il **DECOMMISSIONING** è la fase di

DECLASSAMENTO, DECONTAMINAZIONE e SMANTELLAMENTO

delle installazioni e ripristino del sito che ha lo scopo finale di giungere:

- alla completa **demolizione** di un impianto nucleare;
- alla **rimozione di ogni vincolo** dovuto alla presenza di materiali radioattivi;
- alla **restituzione del sito** per altri usi.

Le possibili **strategie** sono essenzialmente:

- **DECON**: smantellamento immediato
- **SAFESTOR**: smantellamento differito (Custodia Protettiva Passiva)
- **ENTOMBMENT**

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

LE STRATEGIE POSSIBILI

Smantellamento immediato (DECON)

Le attività di smantellamento avvengono subito dopo la cessazione dell'esercizio. I rifiuti radioattivi residui sono trattati, imballati e mantenuti in un sito idoneo allo stoccaggio temporaneo o trasportati al sito di smaltimento definitivo. Vantaggio di disporre rapidamente del sito e utilizzare operatori dotati di una notevole conoscenza dell'impianto.

Smantellamento differito (SAFESTOR)

Dopo l'allontanamento del combustibile vengono effettuati smantellamenti solo sulle parti debolmente contaminate. L'edificio reattore viene posto in condizioni di sicurezza e mantenuto in questo stato per alcuni decenni. Il decadimento naturale riduce la quantità di materiali contaminati e radioattivi da trattare e smaltire. Problemi connessi con la perdita di personale qualificato, indisponibilità del sito per un periodo di tempo prolungato e incertezze sui costi futuri di smaltimento dei rifiuti, manutenzione, sicurezza e sorveglianza del sito.

ENTOMBMENT

Le strutture, i sistemi e i componenti radioattivi sono racchiusi in una struttura resistente e durevole nel lungo periodo. La struttura risultante è poi sottoposta a un programma di manutenzione e sorvegliata permanentemente. Con tale strategia ogni impianto diventa un deposito definitivo di se stesso.

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

LE FASI DEL DECOMMISSIONING

Lo svolgimento del decommissioning passa attraverso le seguenti **FASI**:

- **sistemazione del combustibile nucleare esaurito**
(invio al ritrattamento/riprocessamento o stoccaggio temporaneo in sito);
- **trattamento, condizionamento e stoccaggio temporaneo**
in sito dei rifiuti radioattivi accumulati in fase di esercizio;
- **caratterizzazione, decontaminazione e smantellamento**
delle apparecchiature, degli impianti e degli edifici;
- **trattamento, condizionamento e avvio al deposito** (se radioattivi)
o allo **smaltimento** per via ordinaria (se non radioattivi)
dei materiali derivanti dalle operazioni di smantellamento;
- **caratterizzazione, riqualificazione e rilascio del sito per altri usi**
con l'eliminazione di ogni vincolo derivante dalla presenza di radioattività.

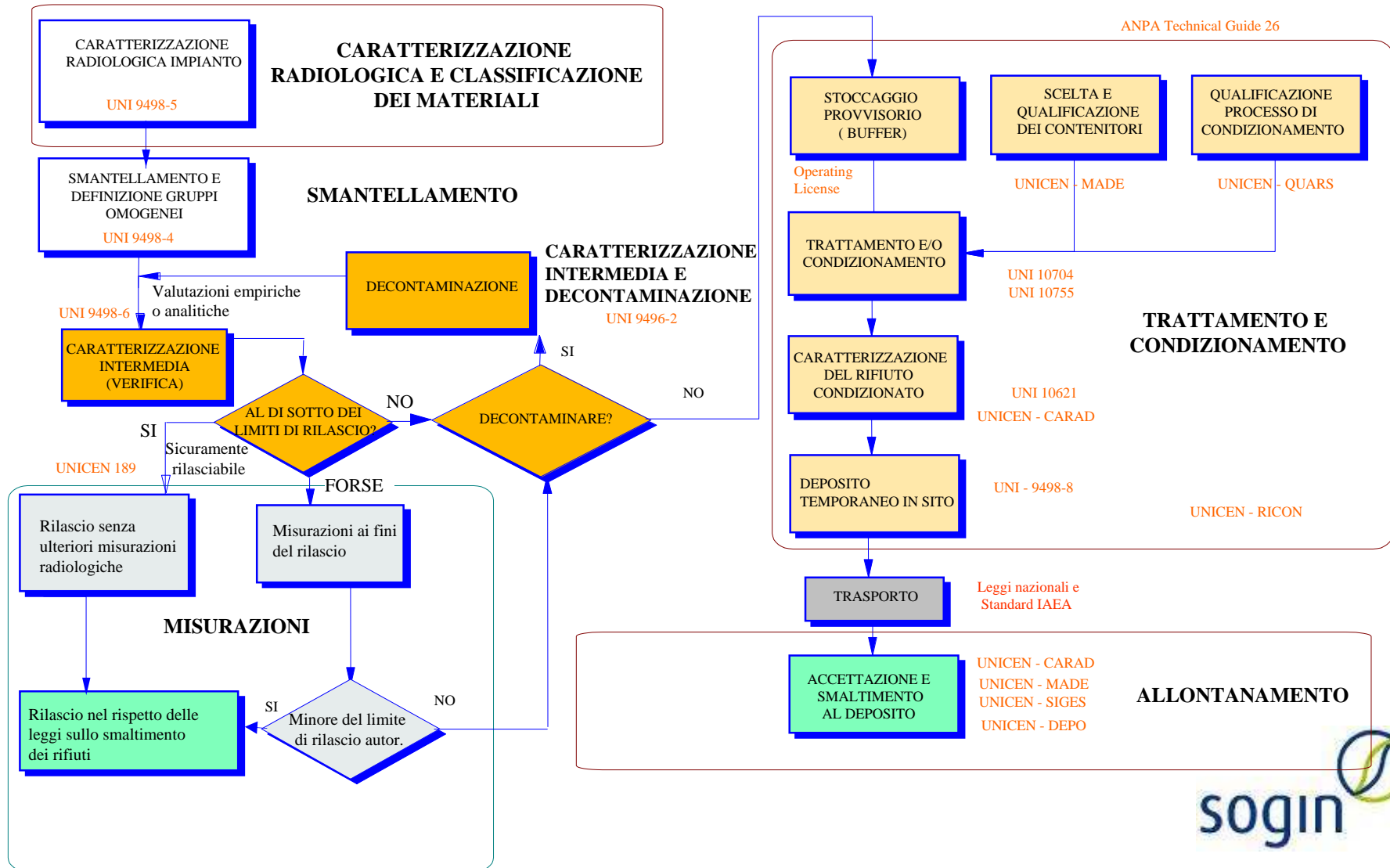
Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

LA GESTIONE DEI RIFIUTI RADIOATTIVI

Nella gestione dei rifiuti radioattivi è importante curare i seguenti aspetti:

- **identificazione e tracciabilità:** per ogni tipologia e quantità di materiale rimosso;
- **definizione ed ottimizzazione dei processi di smantellamento:**
scelta della tecnologia di taglio e delle protezioni individuali
- **verifica** se la decontaminazione, o il trattamento, portano a una **riduzione dei volumi o dei costi:** un optimum tecnico-economico.
- **definizione ed ottimizzazione dei processi** di trattamento e condizionamento:
in funzione della tipologia di rifiuto da trattare
- **esistenza e adeguatezza della normativa**, in particolare per definire:
 - **i limiti di rilascio;**
 - **i criteri di accettazione** per l'invio a deposito;

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi



Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

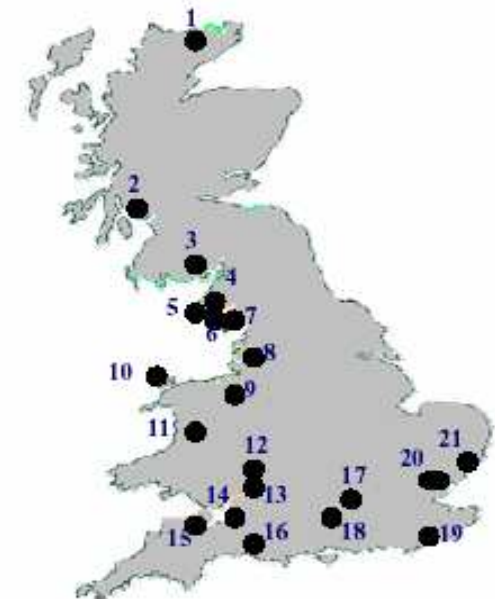


DECOMMISSIONING IN FRANCIA

DECOMMISSIONING IN GRAN BRETAGNA

1. Dounreay (*)
2. Hunterston A Power Station (*)
3. Chapelcross Power Station
4. Windscale (*)
5. Drigg Disposal Site
6. Sellafield
7. Calder Hall Power Station (*)
8. Springfields
9. Capenhurst (*)
10. Wylfa Power Station
11. Trawsfynydd Power Station (*)
12. Berkeley Power Station (*)
13. Berkeley Technology Centre
14. Oldbury Power Station
15. Hinkley Point A Power Station (*)
16. Winfrith Technology Centre (*)
17. Culham Science Centre
18. Harwell (*)
19. Dungeness A Power Station
20. Bradwell Power Station (*)
21. Sizewell A Power Station

(*) IMPIANTI IN DECOMMISSIONING



Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi



DECOMMISSIONING IN GERMANIA

DECOMMISSIONING IN SPAGNA

The decommissioning of the Vandellós I NPP
 Level two: objectives



Vandellós 1 NPP before start the decommissioning works in 1998.

Vandellós 1, safe enclosure, at the end of the level 2 decommissioning works, may 2003.



Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

ELEMENTI TECNOLOGICI DEI DEPOSITI RADIOATTIVI

1. MANUFATTI CONDIZIONATI

fusti in acciaio nei quali sono collocati i rifiuti radioattivi immobilizzati in matrice cementizia.



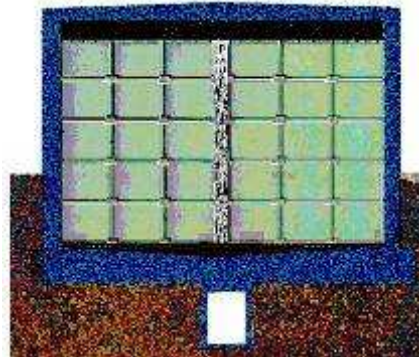
2. MODULI DI DEPOSITO

cassoni in calcestruzzo armato in cui sono collocati i manufatti condizionati, immobilizzati nel modulo con matrice cementizia.



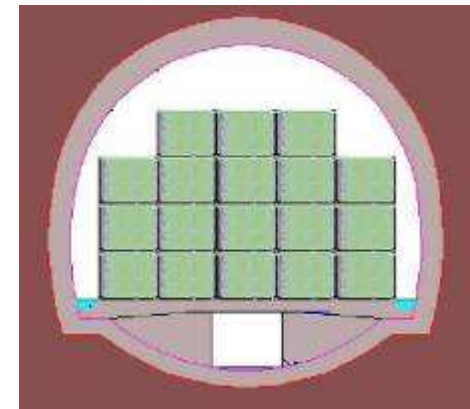
3. DEPOSITO SUPERFICIALE

i moduli sono ospitati entro vasche in calcestruzzo armato (**celle di deposito**) costituenti il deposito.



4. DEPOSITO SUB-SUPERFICIALE

i moduli sono ospitati entro gallerie (**gallerie di deposito**) scavate in formazioni idonee.



Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

ESEMPIO DI TRATTAMENTO E CONDIZIONAMENTO RIFIUTI

I rifiuti supercompattati sono raccolti in fusti “overpack” da 380 litri








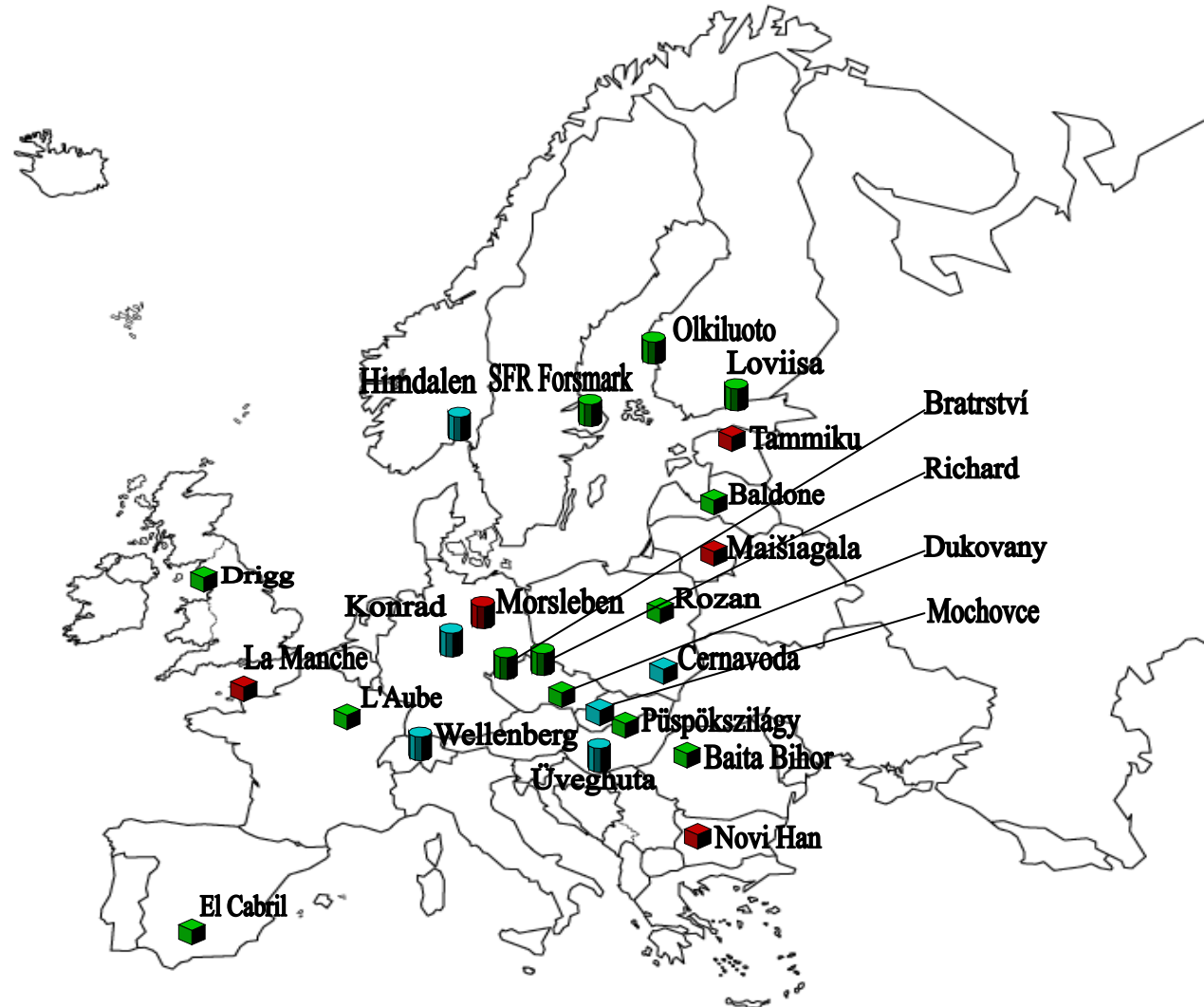
Fusti da trattare (blu) ed “overpacks” (bianco)

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

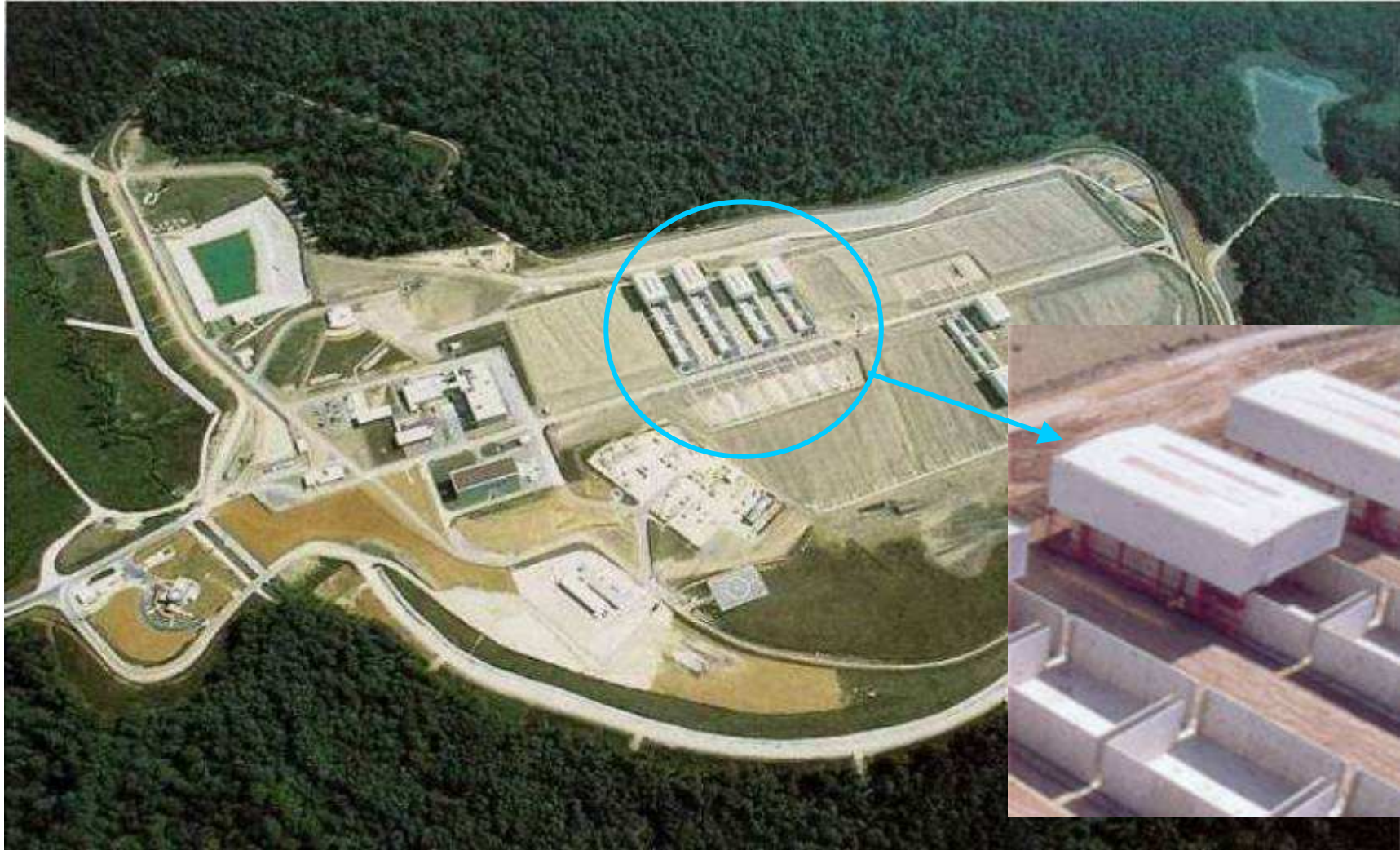
DEPOSITI EUROPEI PER RIFIUTI RADIOATTIVI

Legenda

-  Deposito superficiale
-  Deposito profondo (in caverna o geologico)
-  In fase di sviluppo
-  In esercizio
-  Fuori esercizio o chiuso



Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi



Centre de L'Aube (**Francia**) per lo smaltimento di rifiuti a bassa e media attività

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi



CELLE

Deposito di El Cabril (**Spagna**) per lo smaltimento di rifiuti a bassa e media attività

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

LA SITUAZIONE IN ITALIA E LA MISSIONE DELLA SOGIN

La SOGIN S.p.A. è stata costituita nel novembre 1999 in forza del D.Lgs. 16 marzo 1999 n. 79

La missione della società consiste nello **smantellamento e nel mantenimento in sicurezza degli impianti nucleari** sia di produzione di energia elettrica che di ricerca del ciclo del combustibile nucleare.

Questa missione si pone come obiettivi principali:

- ❑ Portare a compimento la **chiusura del processo industriale nucleare**
- ❑ La **bonifica ambientale dei siti** industriali per renderli di nuovo fruibili dalla collettività
- ❑ Il riutilizzo e la **valorizzazione dei suddetti siti e del know-how**

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi



CENTR. DI TRINO
PWR – 270 MWe



EUREX - SALUGGIA
Ritrattam. combustibile



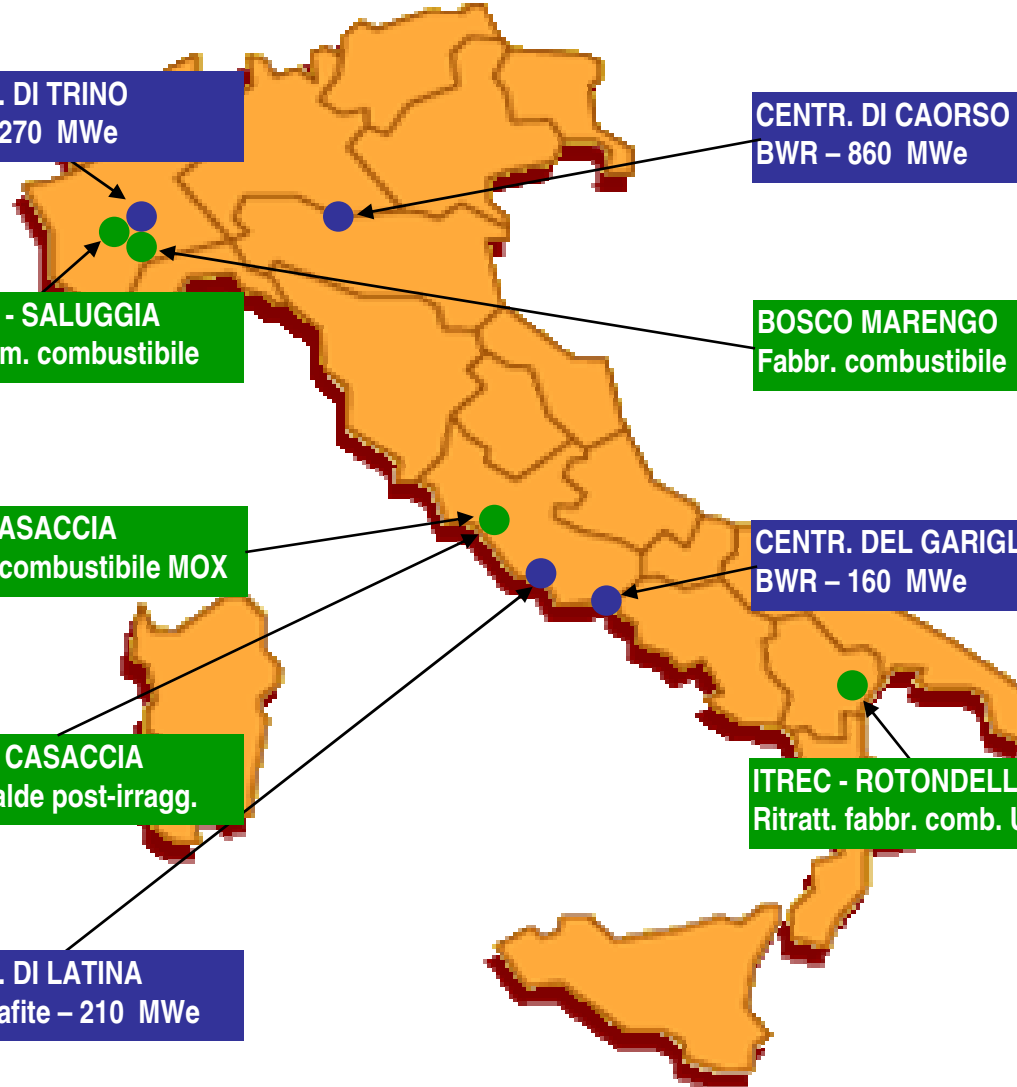
IPU - CASACCIA
Fabbr. combustibile MOX



OPEC - CASACCIA
Celle calde post-irragg.



CENTR. DI LATINA
Gas-Grafite – 210 MWe



CENTR. DI CAORSO
BWR – 860 MWe



BOSCO MARENGO
Fabbr. combustibile



CENTR. DEL GARIGLIANO
BWR – 160 MWe



ITREC - ROTONDELLA
Ritratt. fabbr. comb. U-Th



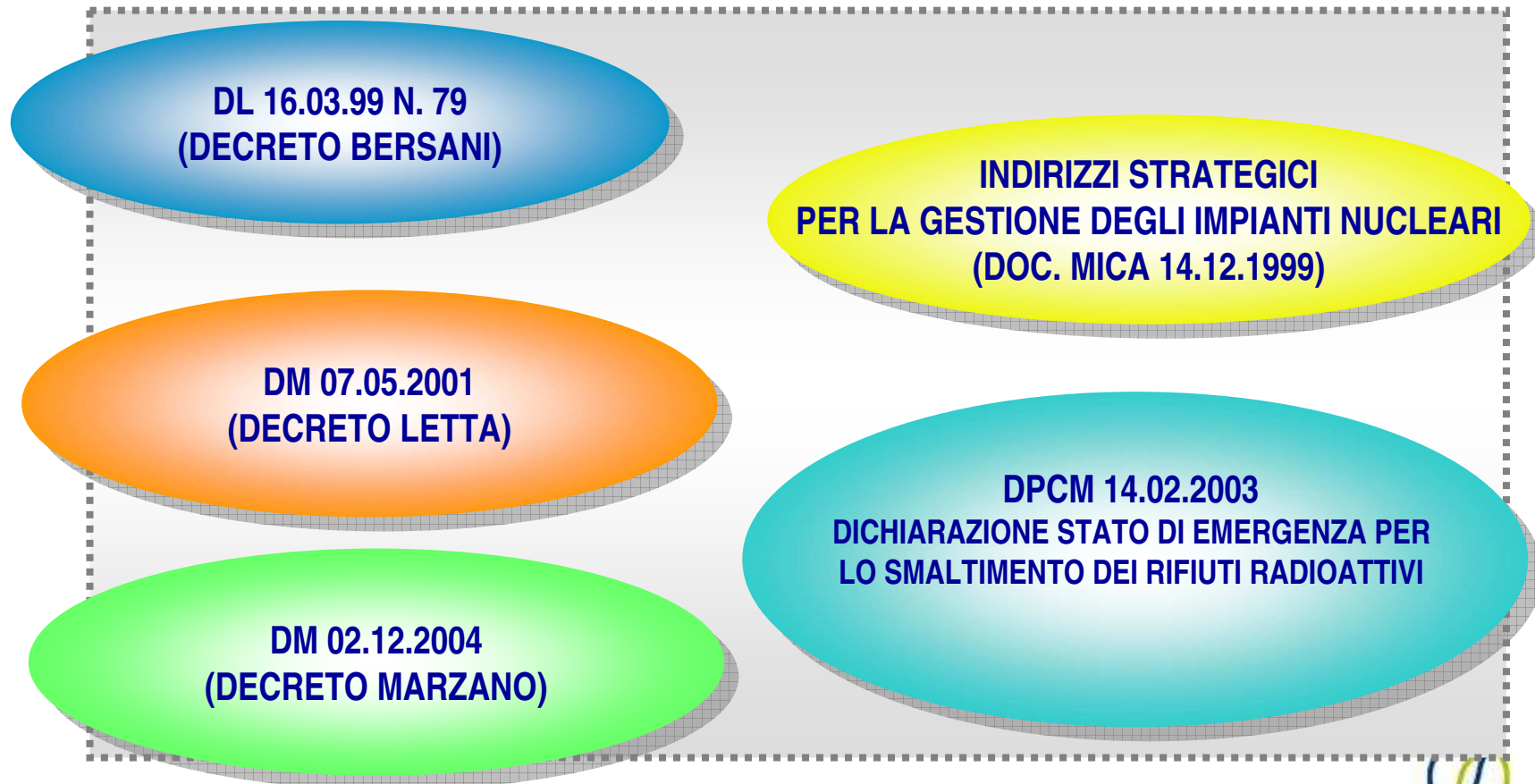
Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

IL CONTESTO ISTITUZIONALE



Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

IL QUADRO DI RIFERIMENTO LEGISLATIVO



Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

LA STRATEGIA DI DECOMMISSIONING IN ITALIA

La strategia inizialmente adottata da ENEL era quella del **decommissioning differito** (periodo di attesa di 40 - 50 anni, rilascio dei siti intorno al 2050).

Scelta dettata principalmente da:

- assenza deposito per smaltimento rifiuti
- assenza normativa per rilascio materiali
- Accantonamenti dimensionati per questa strategia

Dal **1999** la situazione è mutata:

- costituzione della SOGIN
- orientamento del MICA a favore del **decommissioning in unica fase** (rilascio siti entro in 20 anni)
- impegno del Governo per la realizzazione del Deposito Nazionale dei rifiuti entro 10 anni
- meccanismi di finanziamento finalizzati a questa strategia

Nel **2003**: passaggio a Sogin della gestione degli impianti ENEA del ciclo del combustibile nucleare.

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

I FLUSSI ECONOMICI E FINANZIARI

Entrate

**ATTIVITÀ DI CORE BUSINESS
(DECOMMISSIONING)**

**ATTIVITÀ
PER TERZI**

**LIQUIDITÀ
CONFERITA
DA ENEL**

**ONERI
DI SISTEMA**

**PROVENTI
FINANZIARI**

**RICAVI
DA ATTIVITÀ
PER TERZI**

sogin 

Uscite

**COSTI RELATIVI
AL DECOMMISSIONING**

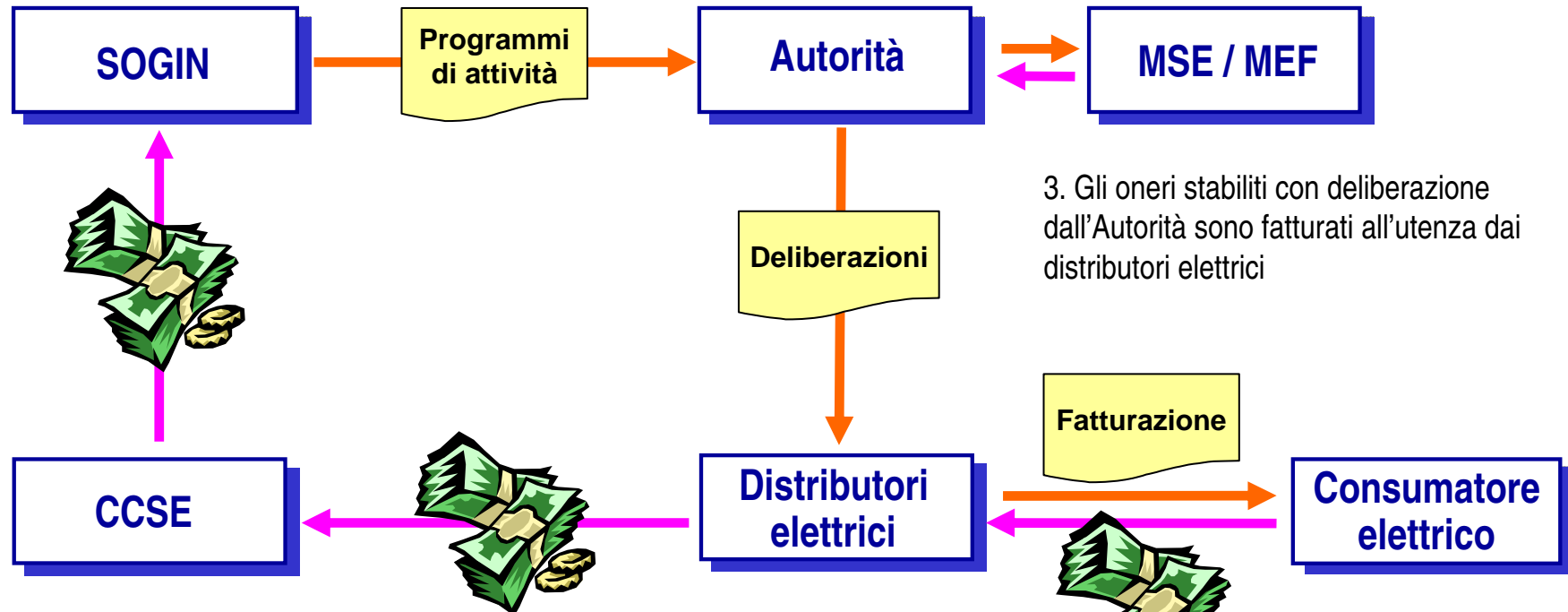
**COSTI ATTIVITÀ
PER TERZI**

sogin 

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

1. SOGIN sottopone i programmi di attività all'Autorità per l'energia elettrica e il gas

2. L'Autorità esamina i programmi e determina gli oneri a preventivo per la determinazione della componente A2 della tariffa elettrica



5. La CCSE versa a SOGIN il gettito di competenza derivante dalla componente A2 della tariffa elettrica

4. I distributori elettrici versano alla CCSE la componente A2 della tariffa elettrica

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

L'ATTUALE PROGRAMMA DI DECOMMISSIONING

Sogin opera sulla base degli **indirizzi istituzionali e operativi** emanati dal MAP (decreto 2 dicembre 2004):

- **trattamento e condizionamento di tutti i rifiuti radioattivi** presenti sui siti, entro **10 anni**;
- **disattivazione accelerata** delle centrali e degli impianti entro **20 anni**;
- invio, ove possibile, del combustibile irraggiato al **riprocessamento all'estero**.

L'attuale programma di attività predisposto da Sogin è basato su una strategia che prevede, anche in assenza in tempi brevi di un **deposito nazionale**, lo smantellamento degli impianti con **stoccaggio temporaneo sui siti stessi** dei rifiuti prodotti.

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

Fase 1

- Pianificazione e progettazione delle attività di decommissioning
- Iter di licensing
- Attività preparatorie al decommissioning
- Trattamento dei rifiuti
- Realizzazione ed esercizio depositi temporanei
- Gestione del combustibile

Fase 2

- Stazione di Gestione dei Materiali (SGM)
- Stazione di Controllo e Rilascio
- Percorso dei Materiali (Waste Route)
- Tests su mock up

Fase 3

- Smantellamento dell'isola nucleare
- Rilascio edifici ed eventuali demolizioni
- Rilascio del Sito

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

RIFIUTI RADIOATTIVI IN ITALIA: ORIGINE, QUANTITA', TIPOLOGIE

Le **principali fonti** di rifiuti radioattivi sono:

- Esercizio degli impianti nucleari (centrali e impianti)
- Smantellamento
- Ciclo del combustibile
- Produzione ed uso dei radiosotopi (medicina, industria)

IN ITALIA:

- **50.000 ÷ 60.000 m³** è la stima dei rifiuti radioattivi già prodotti dai cicli produttivi più quelli che deriveranno dallo smantellamento degli impianti nucleari esistenti.

Di questi:

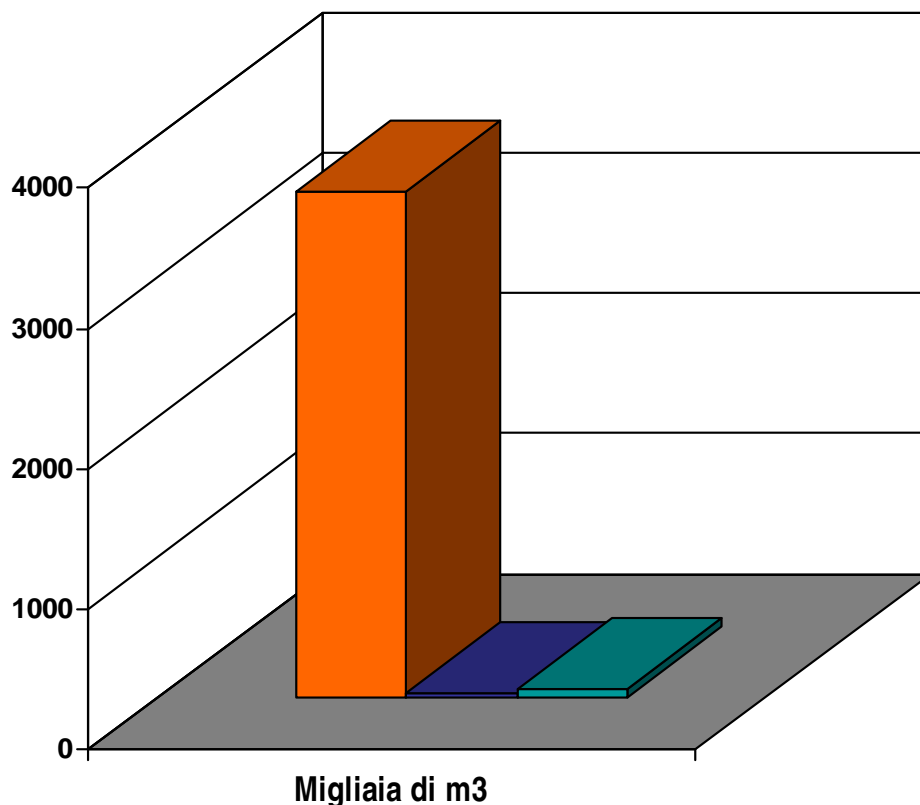
45.000 m³ sono di 2° categoria

7.500 m³ sono di 3° categoria

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

LE DIMENSIONI DEL PROBLEMA

In termini di volumi da gestire, i rifiuti radioattivi costituiscono una frazione assolutamente marginale dei **rifiuti pericolosi** prodotti **ANNUALMENTE** in Italia.



■ Rifiuti pericolosi prodotti annualmente in Italia: 3.600.000 m3/anno (*)

■ Rifiuti radioattivi attualmente presenti in Italia: 27.000 m3 (**)

■ Rifiuti radioattivi complessivi al termine del decommissioning: 60.000 m3 (stima)

(*) Rapporto "Cenerini", 2001.

Il Rapporto Rifiuti APAT-ONR di dicembre 2005 registra nel 2003 un notevole incremento dei rifiuti pericolosi, pari al 27% in più rispetto al 2001.

(**) Rapporto APAT, maggio 2005

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

DISLOCAZIONE E INVENTARIO DEI RIFIUTI RADIOATTIVI IN ITALIA



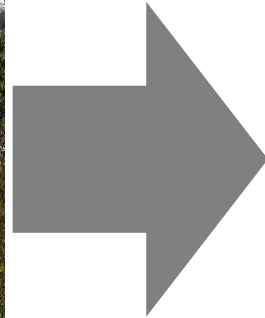
Regione	Rifiuti radioattivi		Sorgenti	Comb.Irragg.	Totale	
	Attività GBq	Volume m ³	Attività GBq	Attività TBq	Attività TBq	%
Piemonte	5.853.382	4.517	4.465	315.328 ¹⁾	321.186	16,74
Lombardia	122.355	3.057	130.388	3.694	3.946	0,21
Emilia Romagna	2.579	4.032	31	1.420.000	1.420.003	74,25
Lazio	86.210	7.913	849.879	160.055	160.991	8,42
Campania	454.856	2.586			455	0,02
Toscana	14.503	350	419.000	0,005	434	0,02
Basilicata	592.979	3.545	42	4.827	5.420	0,28
Molise	39	104	0		0,04	2E-06
Puglia	238	1.140	1		0,24	1E-05
Sicilia	0	0	0,00		0,000	2E-08
Totale	7.127.142	27.244	1.403.806	1.903.904	1.912.435	

¹⁾ Il dato comprendente il combustibile UO₂ Garigliano ad Avegadro è riferito al 31 Dicembre 2004 - A febbraio 2005 si è completato il trasferimento del combustibile Garigliano UO₂ a Sellafield.

(APAT, maggio 2005)

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

RIFIUTI RADIOATTIVI DI ESERCIZIO (m³)



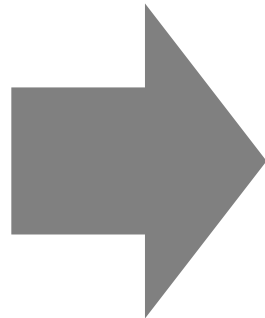
CONDIZIONATI

→ 2.900

NON CONDIZIONATI

→ 4.000

m³



CONDIZIONATI

→ 2.100

NON CONDIZIONATI

→ 5.500

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

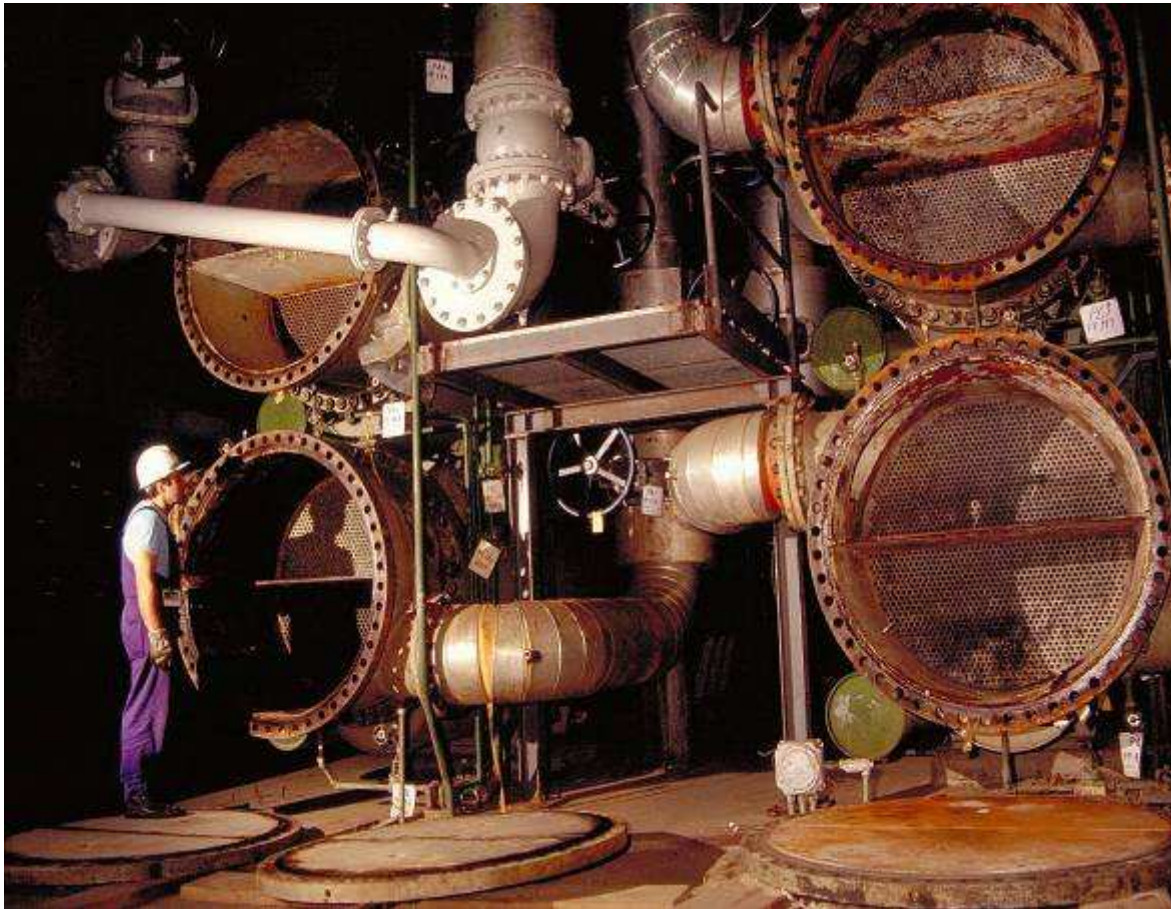


- La quantità di rifiuti radioattivi presenti e futuri in Italia non pone rilevanti problemi di gestione.
- I rifiuti radioattivi possono essere trattati utilizzando tecnologie consolidate e possono essere stoccati temporaneamente nei siti in cui sono stati generati.
- Tuttavia,
 - per sistemare definitivamente i rifiuti radioattivi di diversa origine (nucleare, industria, sanità, ricerca scientifica)
 - per garantire l'effettuazione della completa disattivazione di tutti gli impianti nucleari italiani

è indispensabile localizzare, progettare, costruire e mettere in esercizio un deposito nazionale.

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

RIFIUTI RADIOATTIVI DERIVANTI DAL DECOMMISSIONING



- I rifiuti radioattivi rappresentano **percentuali molto basse** rispetto all'inventario totale dei materiali esistenti

■ STIMA:

■ Centrali:

■ 25.000 m³

■ Impianti:

■ 11.000 m³

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi



Fusti supercompattati

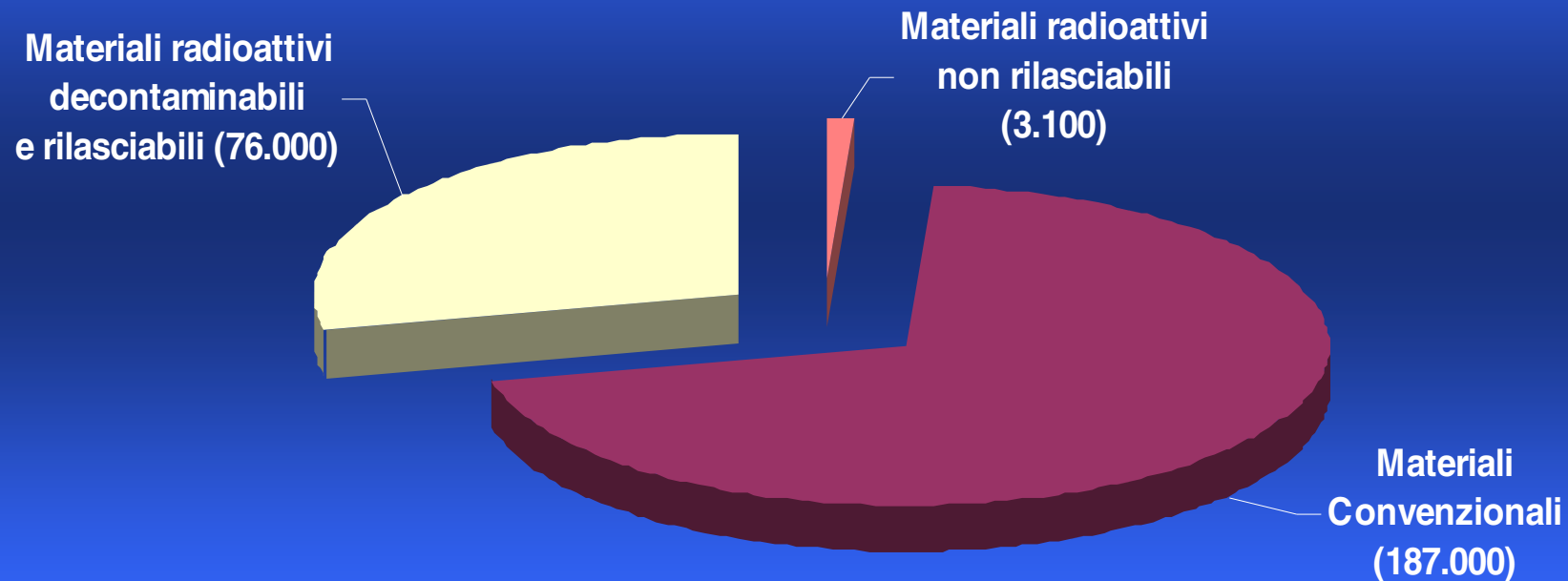


Cementazione fusti supercompattati in "overpack"

- I livelli di rilascio condizionano pesantemente ...
 - ... la quantità dei rifiuti radioattivi prodotti
 - ... i costi di gestione
- ORDINANZA COMMISSARIALE N. 5/2003:
 - Prescrizioni per l'allontanamento dei materiali solidi derivanti dallo smantellamento delle centrali nucleari e degli impianti nucleari di produzione e di ricerca del ciclo del combustibile
- Proposte di limiti di rilascio presentate con i progetti di decommissioning
- Recepimento Direttive Europee

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

GARIGLIANO - Quantità di materiali presenti sull'impianto (t)

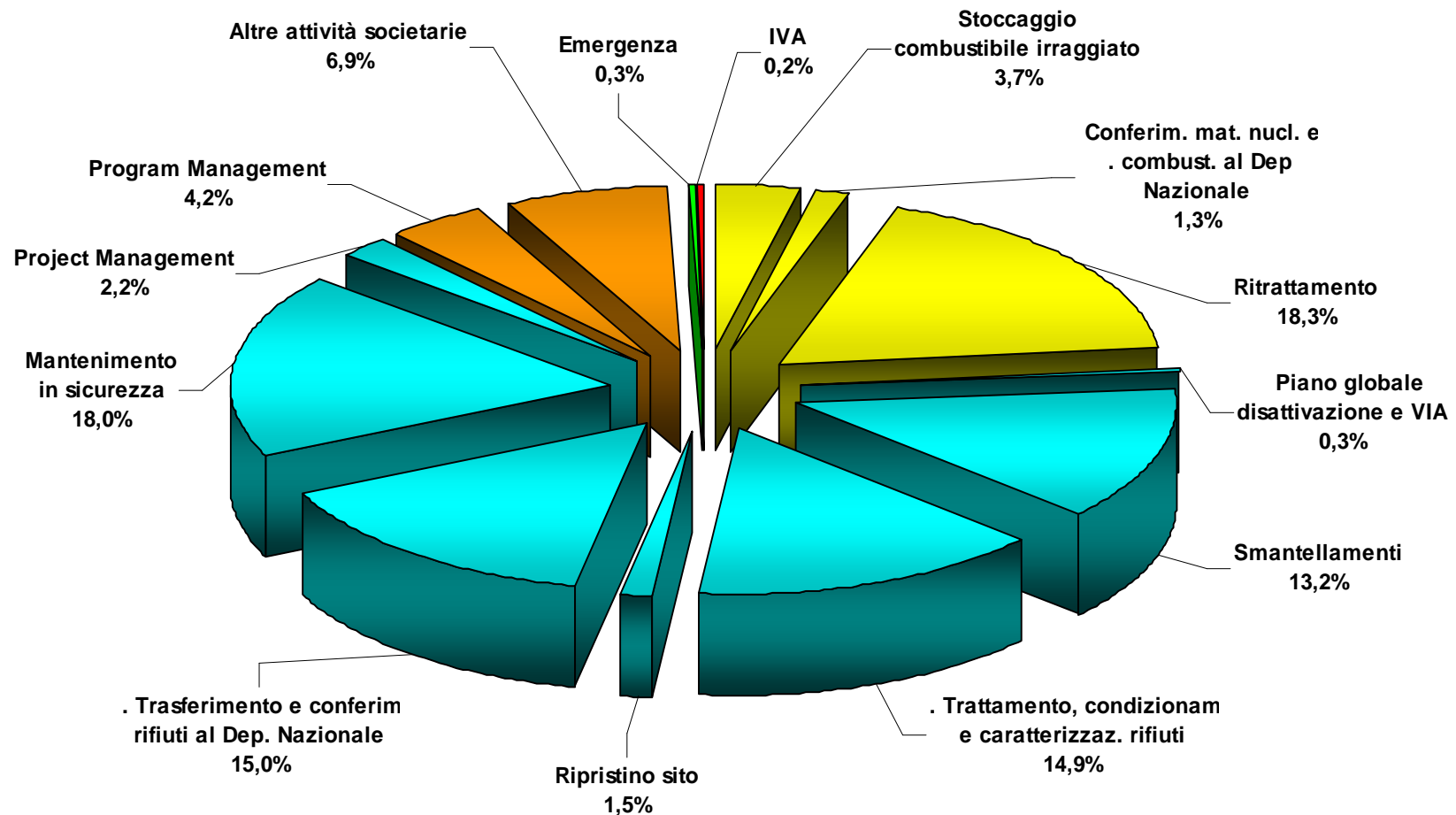


MATERIALI CONVENZIONALI E RILASCIABILI: ~ 98%
MATERIALI RADIOATTIVI **NON RILASCIABILI**: ~ 2%

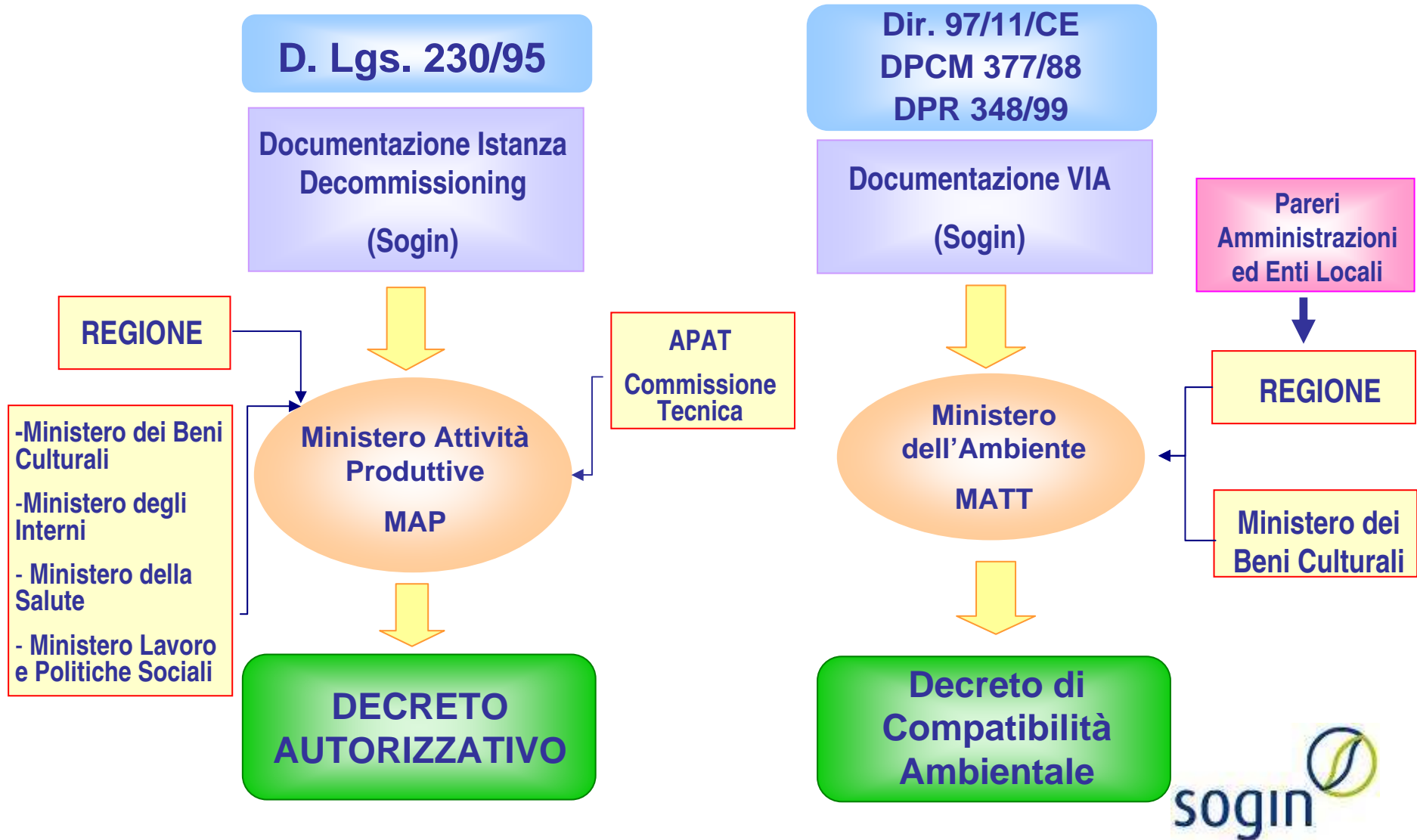
Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

STIMA E INCIDENZA DEI COSTI

I **costi previsionali complessivi** a vita intera del programma ammontano a circa **4.500 M€** incluso il ritrattamento del combustibile irraggiato .



Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi



Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

STATO DELLE ATTIVITA'

Per le **centrali nucleari**

sono in corso di approvazione le **istanze di disattivazione** e gli iter di **VIA** presentati nel 2001-2003.

Per gli **impianti del ciclo del combustibile**

si sta procedendo all'aggiornamento delle licenze ai fini del **mantenimento in sicurezza**.

Sono **in corso**:

le attività di smantellamento di parti convenzionali (alcune concluse),
la decontaminazione di sistemi ausiliari,
la gestione del combustibile irraggiato e dei rifiuti radioattivi pregressi,
la realizzazione di nuove infrastrutture per lo stoccaggio in sito,
la progettazione degli interventi sull'isola nucleare.

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

CENTRALE DI TRINO – SMANTELLAMENTI IN ZONA CONVENZIONALE



Smantellamento dei diesel di emergenza.



Demolizione dell'edificio diesel di emergenza.

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

CENTRALE DI LATINA – SMANTELLAMENTO DELLE CONDOTTE PRIMARIE



Smontaggio delle condotte primarie



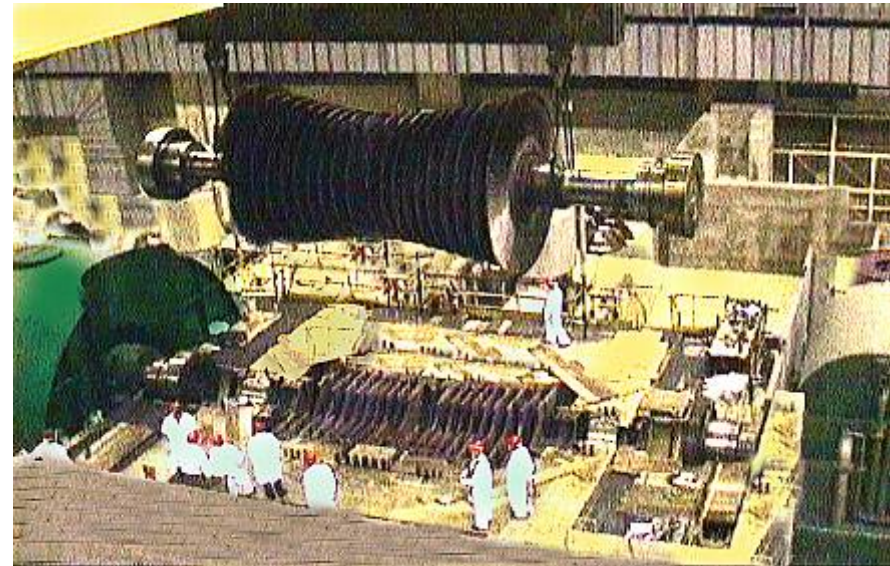
Segmentazione delle condotte primarie

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

CENTRALE DI CAORSO – SMANTELLAMENTO DEL GRUPPO TURBOALTERNATORE



Smantellamento dell'alternatore



Smantellamento della turbina

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

CENTRALE DEL GARIGLIANO – SMANTELLAMENTO SERBATOIO SISTEMA PISCINA



Smantellamento del serbatoio



Macchina di scarifica

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi



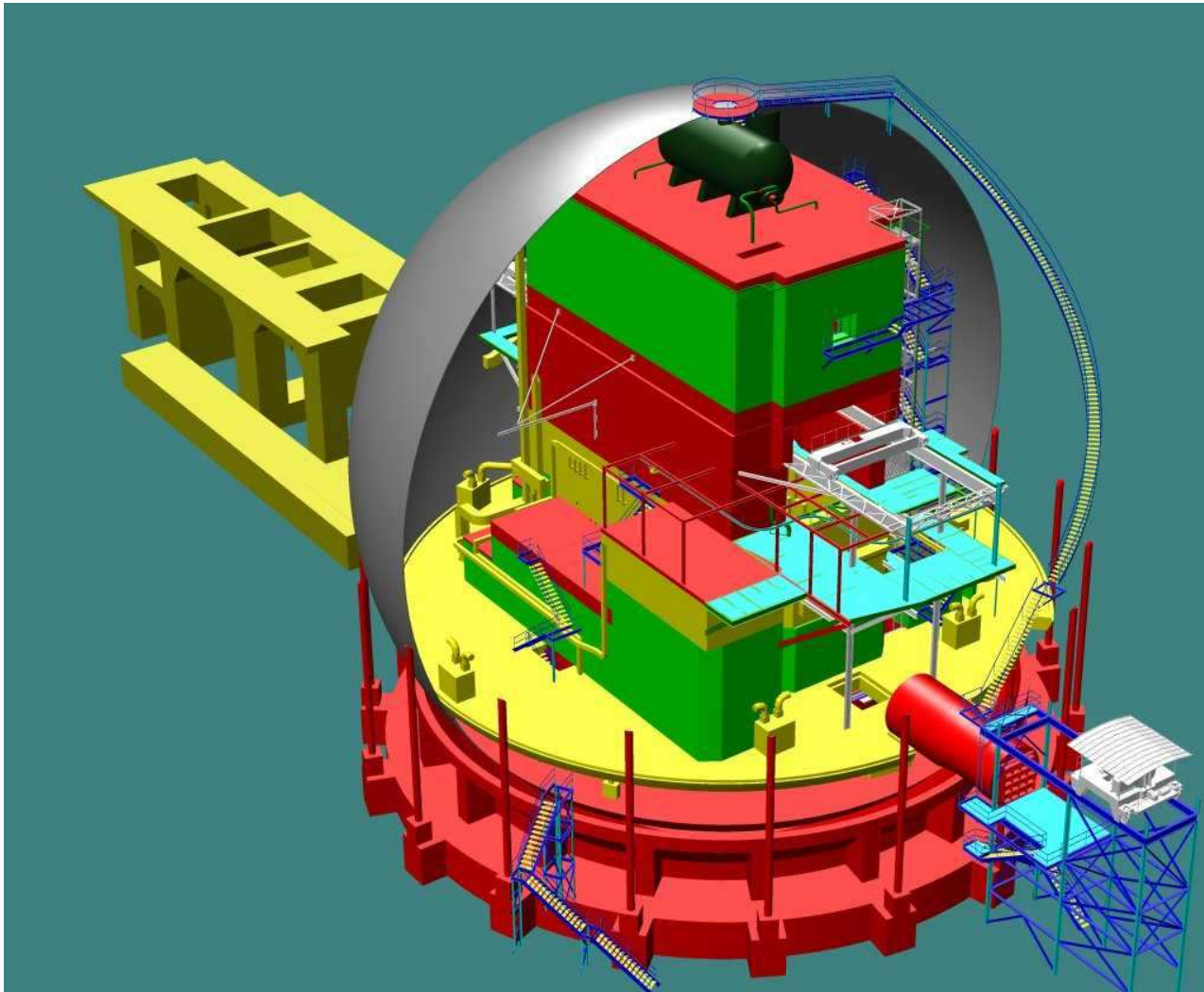
Stoccaggio temporaneo dei rifiuti
condizionati nell'edificio turbina

TRATTAMENTO DEI RIFIUTI A MEDIA ATTIVITÀ Garigliano: condizionamento fanghi, resine e concentrati



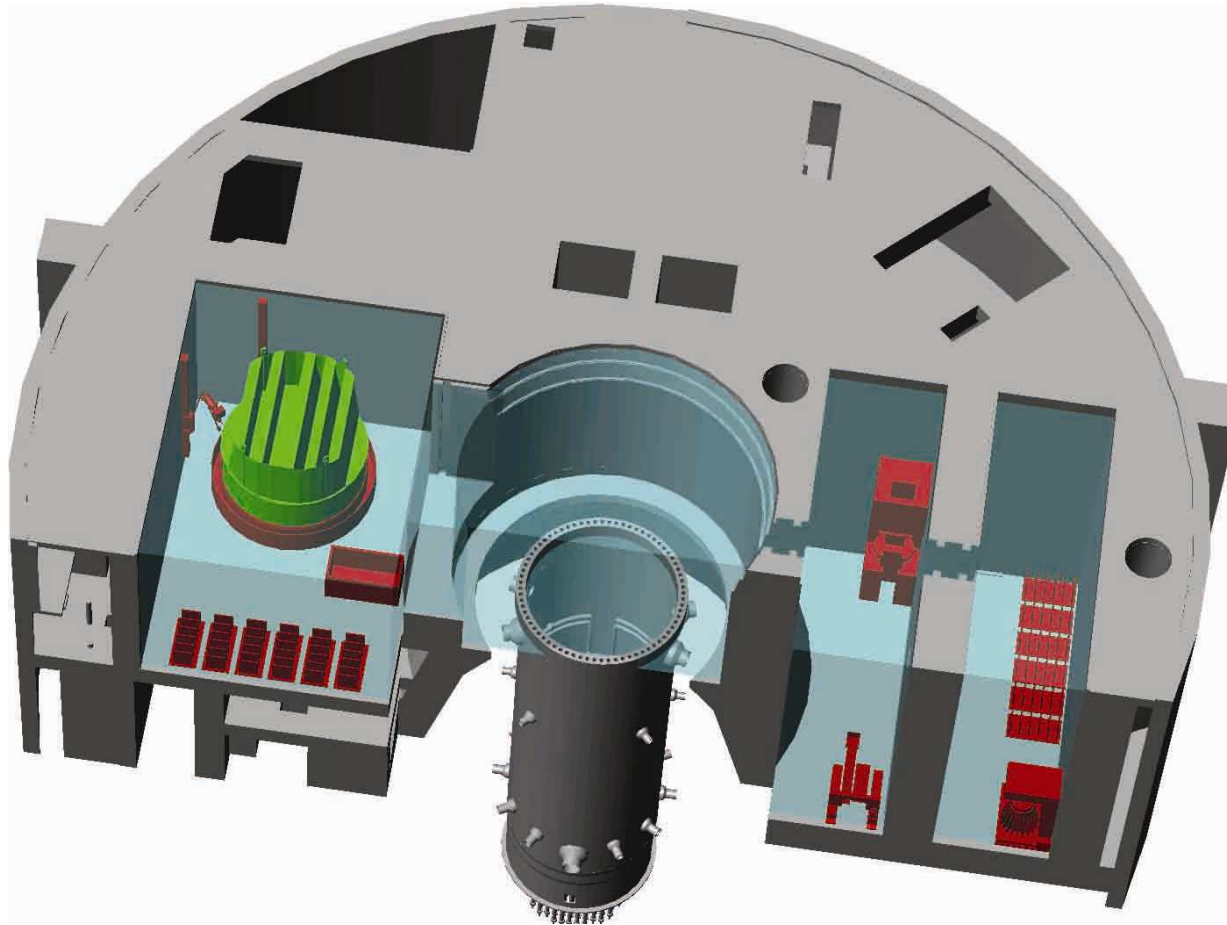
Interno di un serbatoio interrato

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi



- Per tutte le centrali sono stati messi a punto progetti di decommissioning fino al rilascio finale del sito.
- Per ognuna di esse è stato sviluppato, in collaborazione con Ansaldo, un modello 3D per la simulazione delle operazioni da effettuare.

Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi



Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi

CONSIDERAZIONI

- La **COPERTURA DEI COSTI** dello smantellamento è **garantita in un regime di efficienza**.
In altri paesi questo è un fattore molto critico.
- **FATTORE UMANO**: Sogin ha **le risorse e le competenze** per portare a termine la propria missione.
E' necessario mantenere e trasferire il KNOW-HOW alle nuove leve.
- La scelta sul **DEPOSITO NAZIONALE** dei rifiuti radioattivi previsto dalle leggi 368/03 e 239/04 è tuttora una **questione irrisolta**.
Tale incertezza, per quanto Sogin abbia ridefinito i propri programmi per portare comunque a compimento gli smantellamenti entro 20 anni, rappresenta un **serio handicap** per l'accettabilità pubblica – soprattutto a livello locale - dello stoccaggio temporaneo sui siti in decommissioning.
- La **COMPLESSITÀ DEL QUADRO NORMATIVO** di riferimento richiede una seria armonizzazione in modo da stabilire meccanismi e tempi accettabili nel rilascio dei provvedimenti autorizzativi.
Questa armonizzazione deve essere basata sul **consenso di tutti gli attori istituzionali**