



Il decommissioning nucleare: un problema, una sfida o una opportunità?

IL DECOMMISSIONING IN EUROPA : RISORSE E OPPORTUNITA'

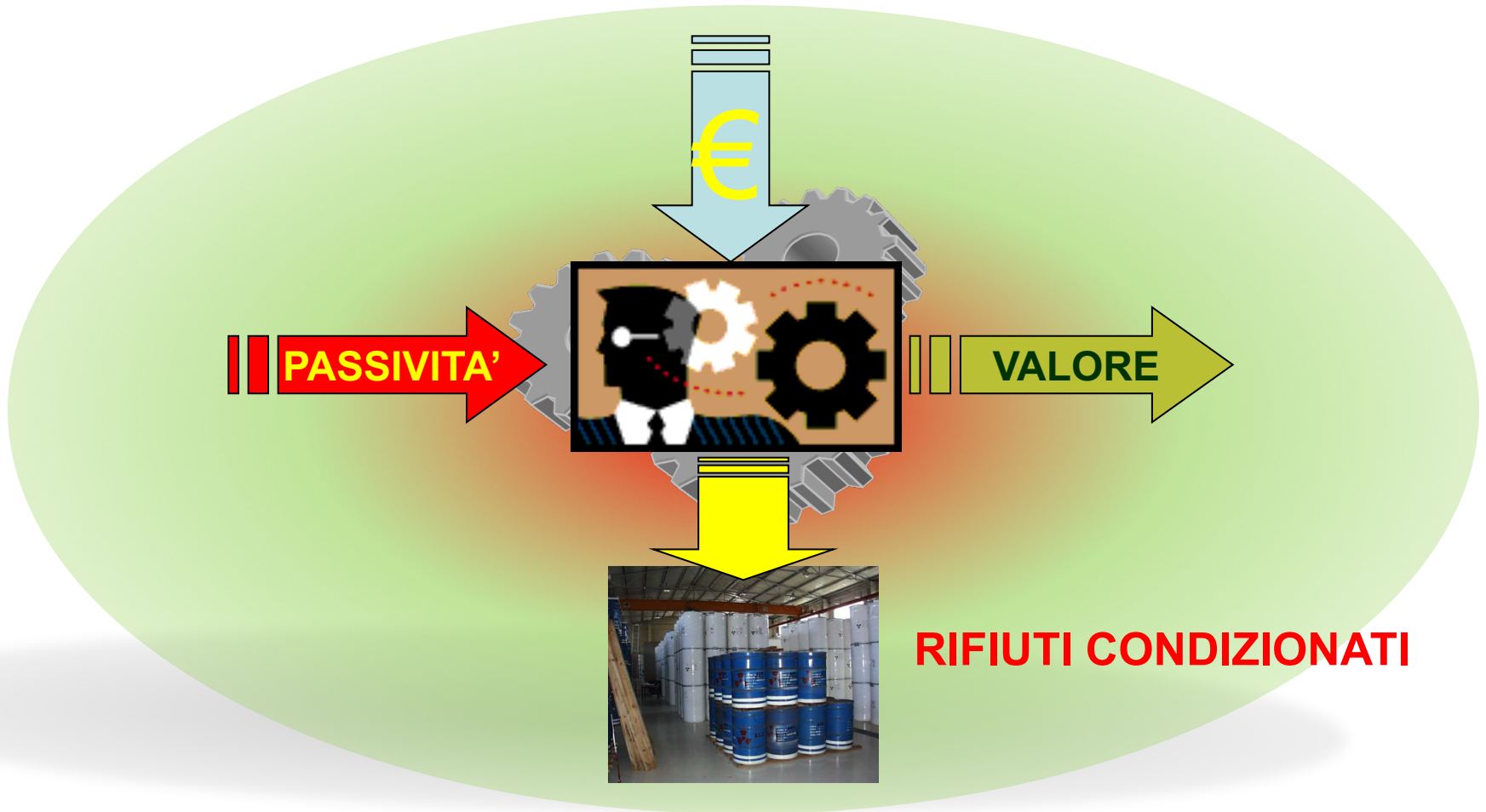
Celso Osimani
Comitato internazionale AIRP

***Congresso Nazionale: La Radioprotezione nell'ambiente, nell'industria e nella sanità
Rende 16-17 Ottobre 2017***

La definizione

- Il “decommissioning” o “disattivazione” è il processo inverso del “commissioning” ovvero della “messa in esercizio” di un impianto ed è parte integrante della vita di un impianto
- In senso esteso per decommissioning si intendono anche tutte le operazioni necessarie:
 - alla messa e mantenimento in sicurezza dell’impianto dopo la sua fermata definitiva
 - alla sua decontaminazione ed al suo smantellamento (totale o parziale),
 - al raggiungimento dello stato finale prestabilito (**End State**), in cui il sito è bonificato

La «Macchina del decommissioning»



Le fasi principali (1)

Il raggiungimento dell'End State passa attraverso alcune fasi principali, che richiedono competenze diverse e in molti casi di elevata specializzazione:

- Predisposizione di un progetto organico di intervento
- Predisposizione di una completa analisi di sicurezza che ottimizzi anche i rischi di tipo convenzionale
- Richiesta delle autorizzazioni previste dalla normativa nazionale e degli obblighi internazionali
- Rimozione del combustibile nucleare esaurito (irraggiato) presente ancora all'interno degli impianti;
- Caratterizzazione radiologica e chimica dell'impianto

Le fasi principali (2)

- Trattamento, condizionamento e avvio al deposito dei rifiuti radioattivi accumulati in fase di esercizio;
- Decontaminazione e smantellamento delle apparecchiature, degli impianti e degli edifici;
- Trattamento, condizionamento e avvio al deposito (se radioattivi) o allo smaltimento per via ordinaria dei materiali derivanti dalle operazioni di smantellamento.
- Caratterizzazione, riqualificazione e rilascio del sito per altri usi.

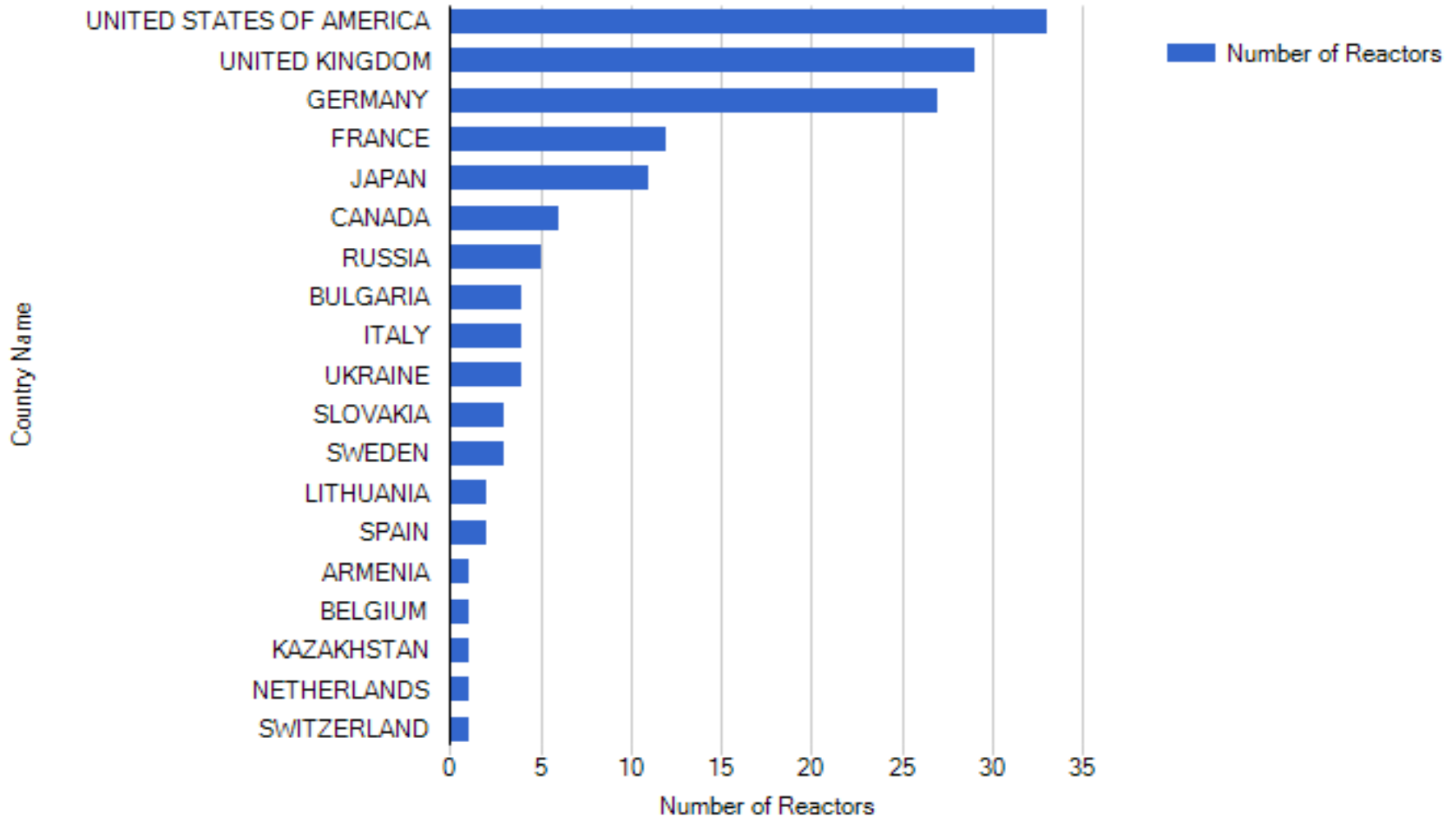
L'obiettivo finale (*End State*)



- Le possibili condizioni finali di processi di decommissioning sono:
 - “**Prato Verde**” o “**Green Field**” è la condizione finale del sito che permette il suo ritorno allo stato iniziale dal punto di vista radiologico e che ne consente l’uso senza vincolo alcuno anche per usi ricreativi e residenziali
 - “**Brown Field**” è invece la condizione per cui il sito può essere riutilizzato a fini industriali sia di tipo nucleare che convenzionale
- In questo caso devono essere mantenuti alcuni controlli e monitoraggi per assicurare il mantenimento delle condizioni di sicurezza

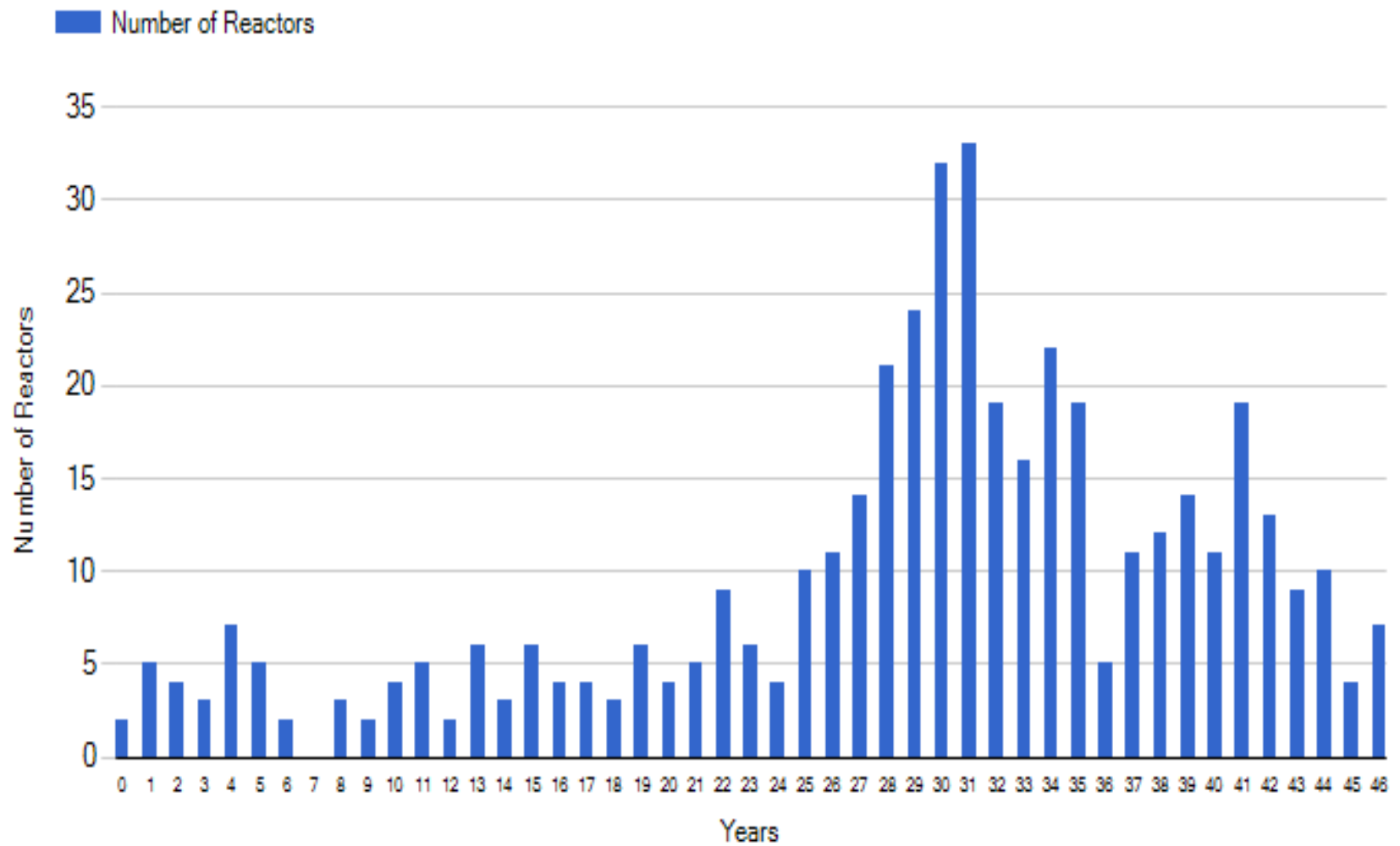
Centrali nucleari in fermata definitiva

Total Number of Reactors: 150

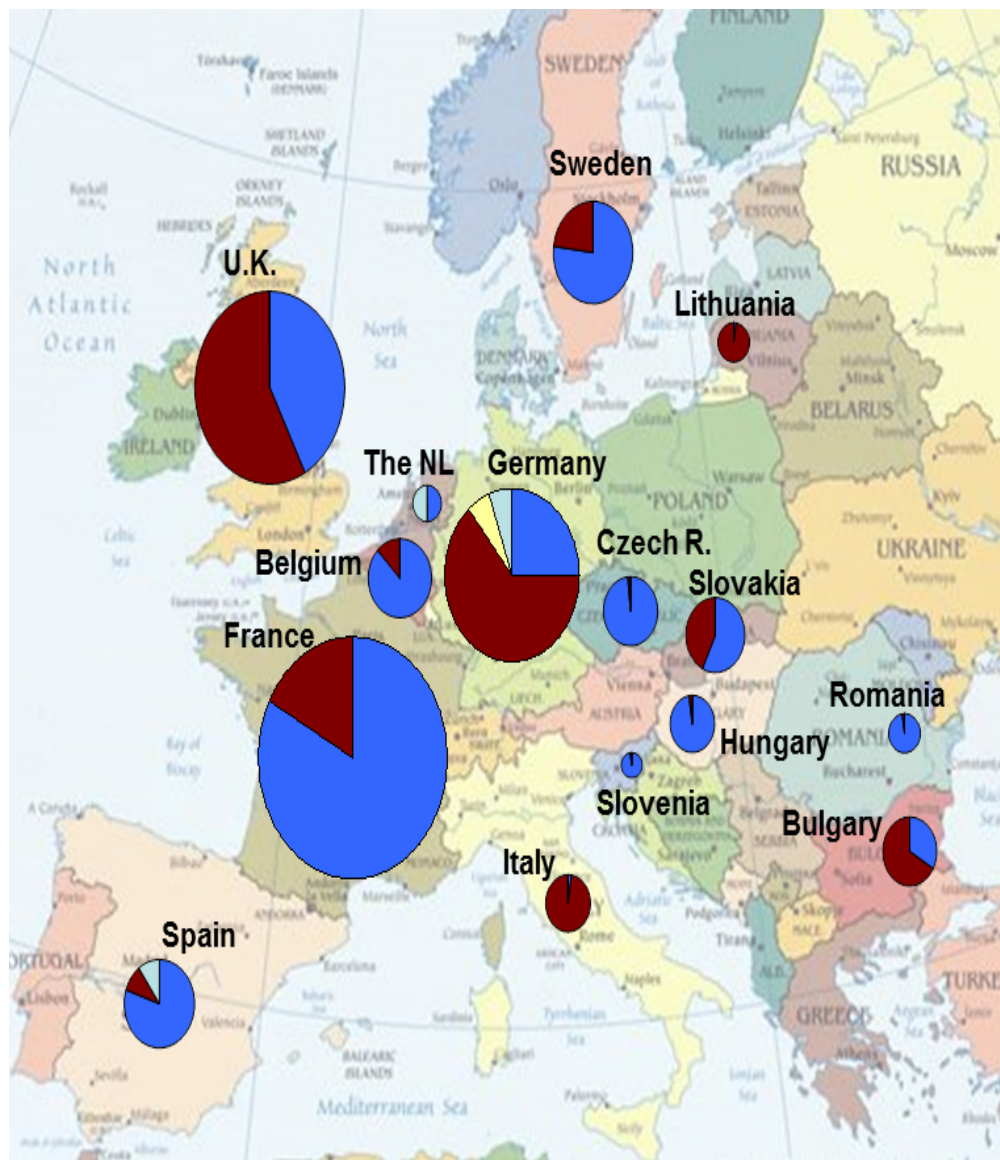


Età dei reattori in esercizio

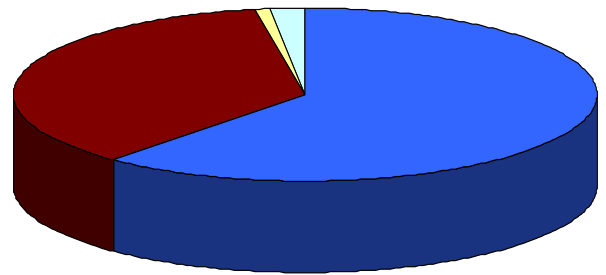
Total Number of Reactors: 440



La situazione in Europa



- Operational
- Shutdown - Dismantling
- Fully Dismantled
- Long Term Safe Enclosure



Prospettive future per regione

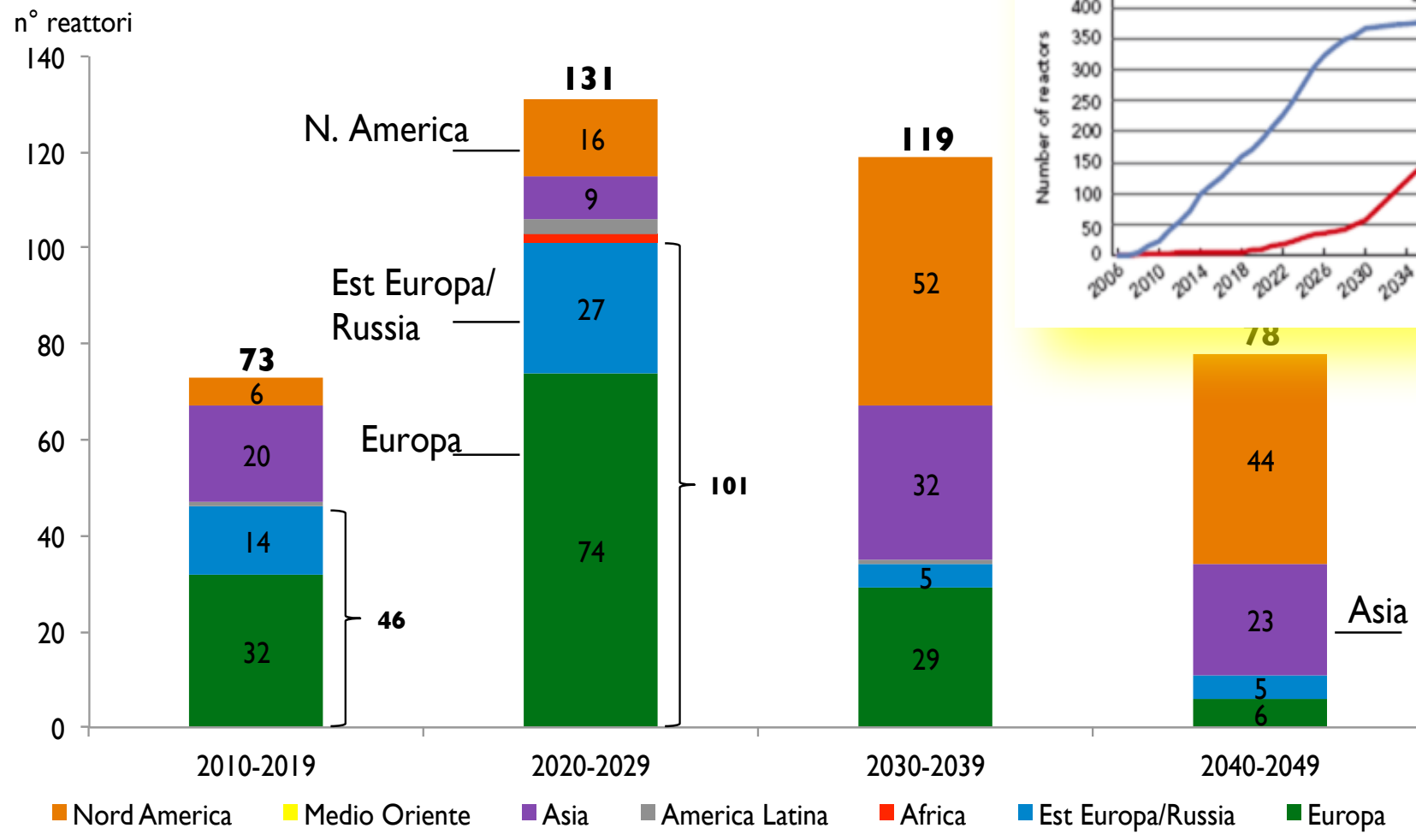
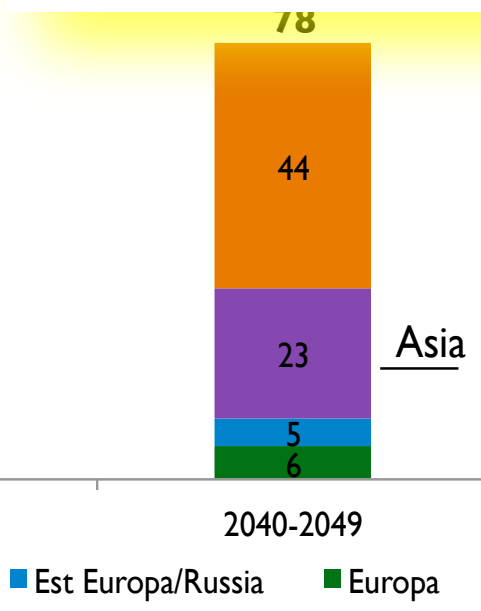
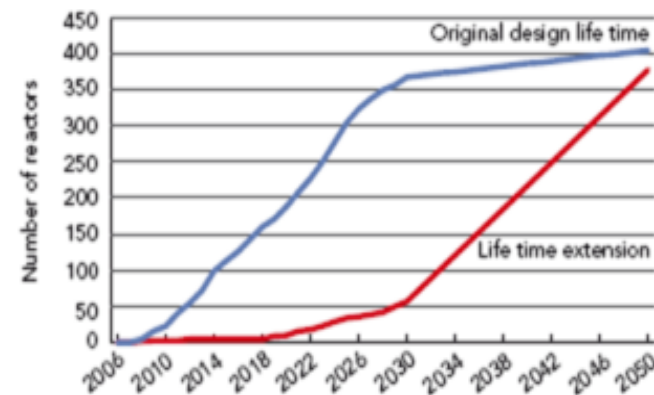


Figure 8.8: Number of currently operating reactors (cumulative) expected to be decommissioned worldwide, 2006 to 2050

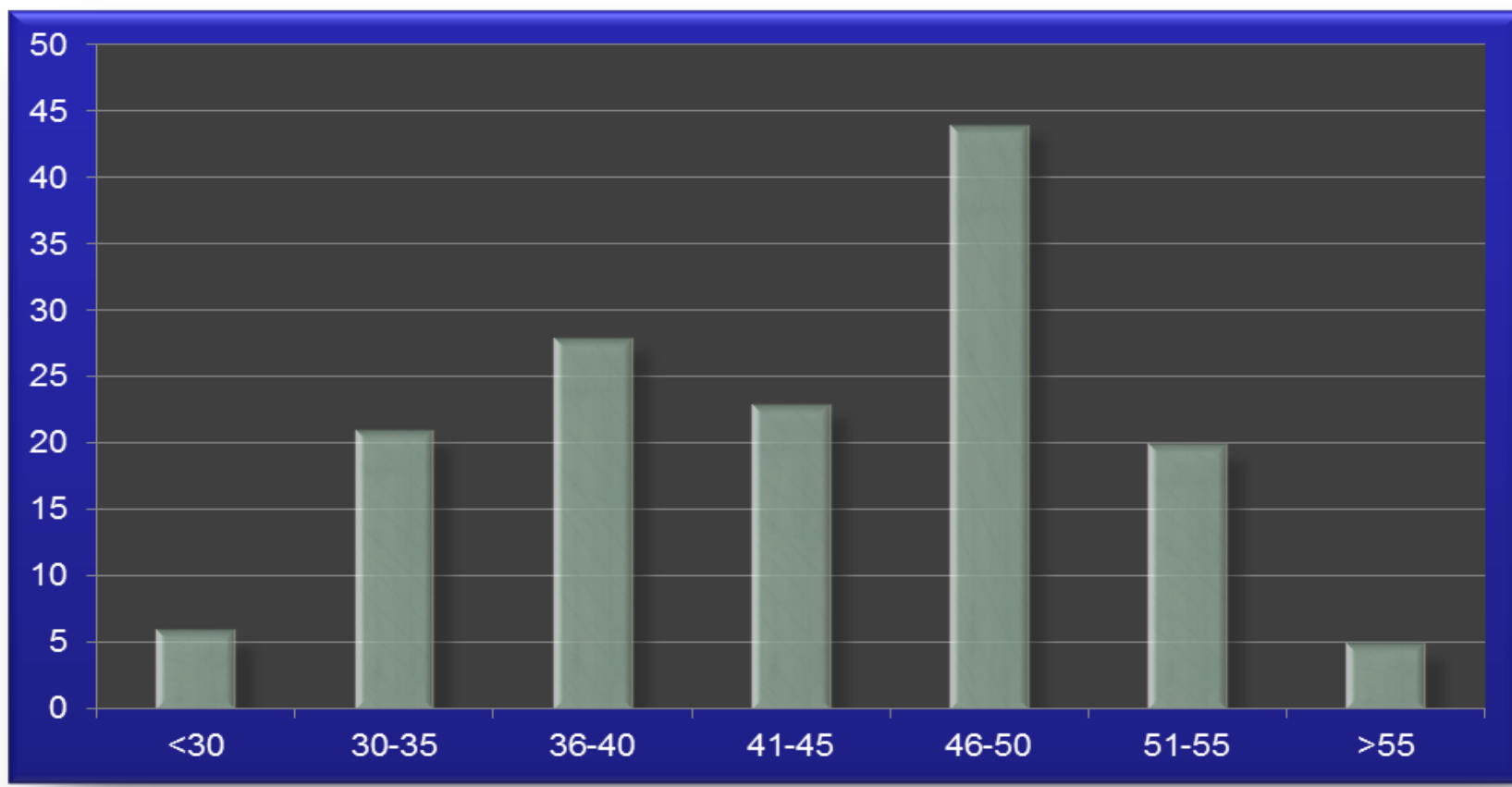


L'espansione per aree geografiche

- Poiché negli anni '60 l'Europa aveva il maggior numero di centrali nucleari è naturale che la maggior parte delle centrali in decommissioning sia attualmente in Europa occidentale
- Nei Paesi dell'ex Unione Sovietica vi sono numerosi reattori delle prima generazione di progettazione russa e questi già sono in gran parte in decommissioning e presto altri seguiranno
- Gli Stati Uniti vedranno anch'essi nei prossimi anni molti reattori terminare la loro vita attiva, mentre l'Asia in generale seguirà dopo, con l'eccezione del Giappone sia perché è stato il primo Paese di quest'area a realizzare centrale nucleari sia come conseguenza dell'incidente di Fukushima

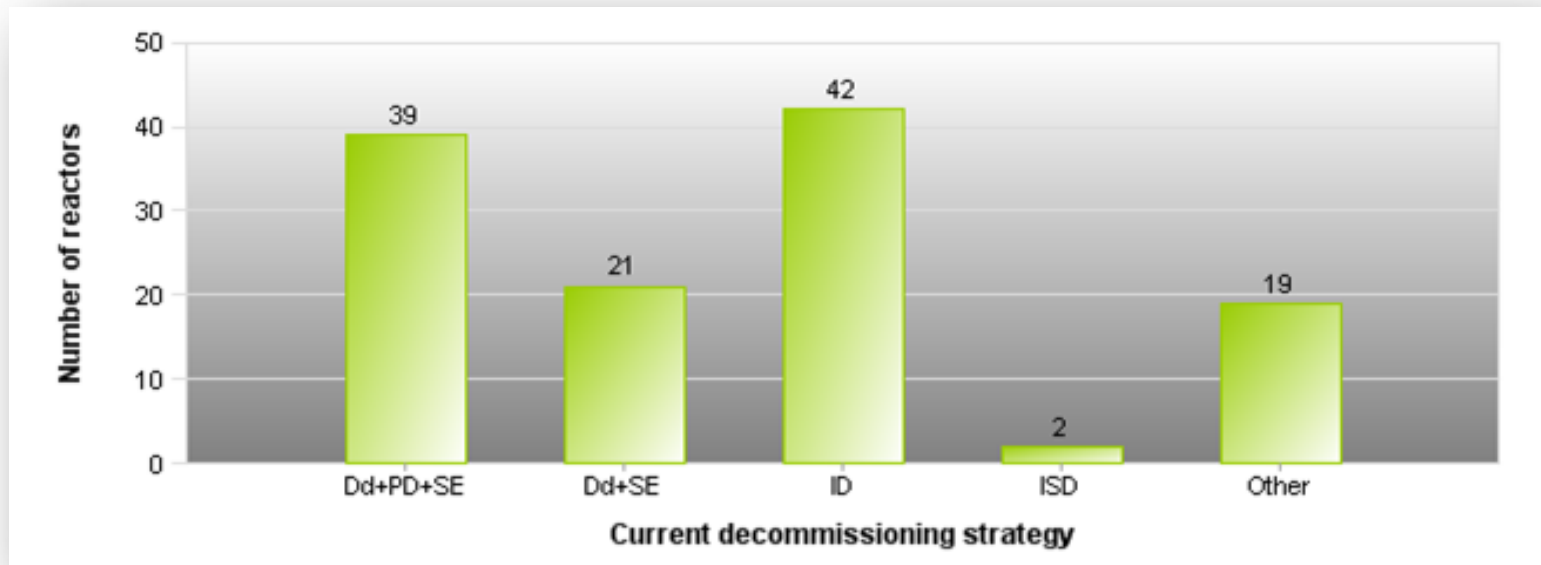
Quando inizia il decommissioning

Il grafico sottostante evidenzia dopo quanti anni di esercizio i reattori sono entrati in decommissioning



Le varie strategie

La scelta della strategia influenza fortemente il «*Cash Flow*» dei progetti



Strategy	Description
Dd+PD+SE	Deferred dismantling, including partial dismantling and placing remaining radiological areas into safe enclosure
Dd+SE	Deferred dismantling, placing all radiological areas into safe enclosure
ID	Immediate dismantling and removal of all radioactive materials
ISD	In situ disposal, involving encapsulation of radioactive materials and subsequent restriction of access
Other	None of the above

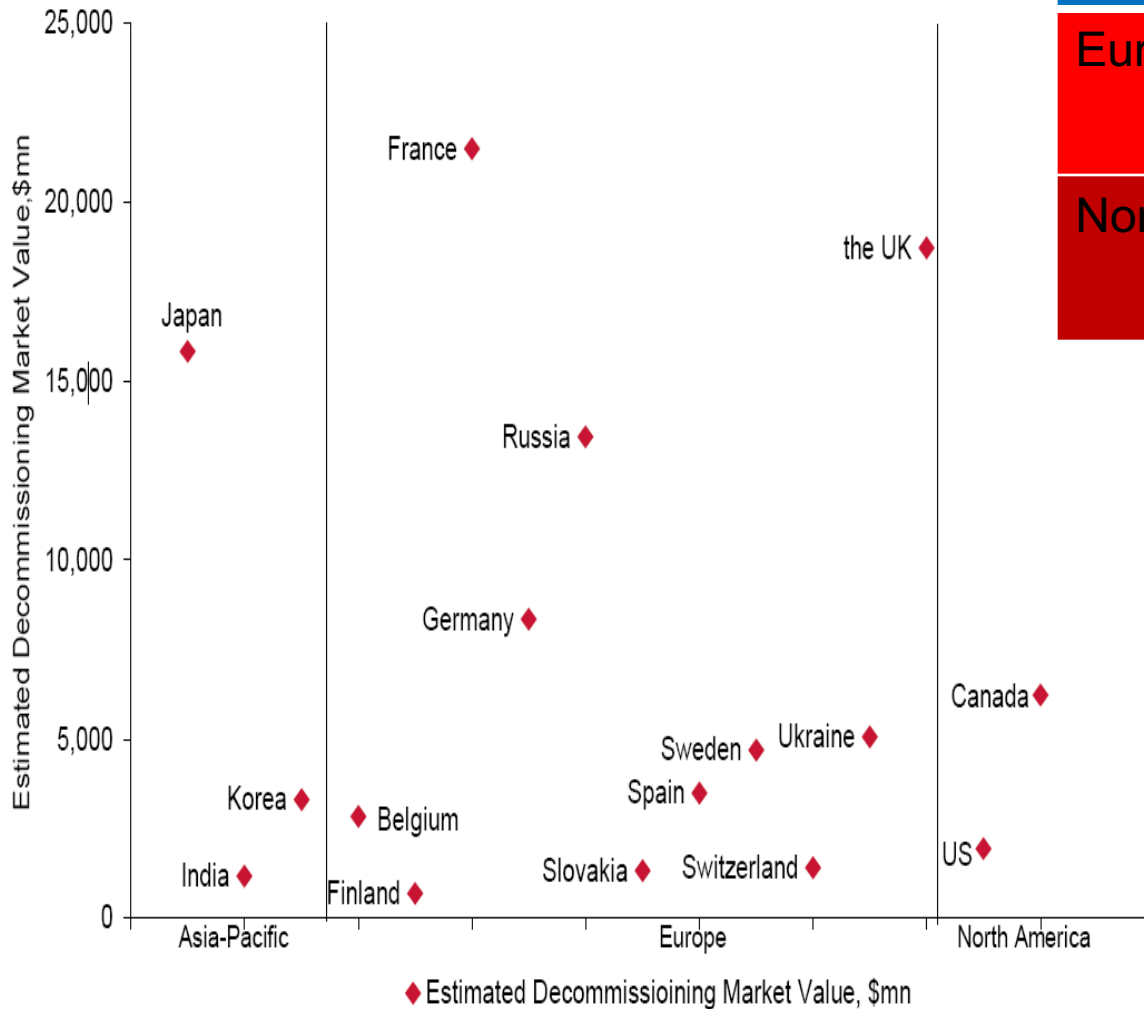
...E poi ci sono i reattori militari



In servizio	Fuori servizio	Smantellati
	USA	
72	117	100
	Russia	
29	274	180*
	UK	
12	17	0
	Francia	
10	6	3*

*Sezionato il compartimento reattore, senza uno smantellamento completo

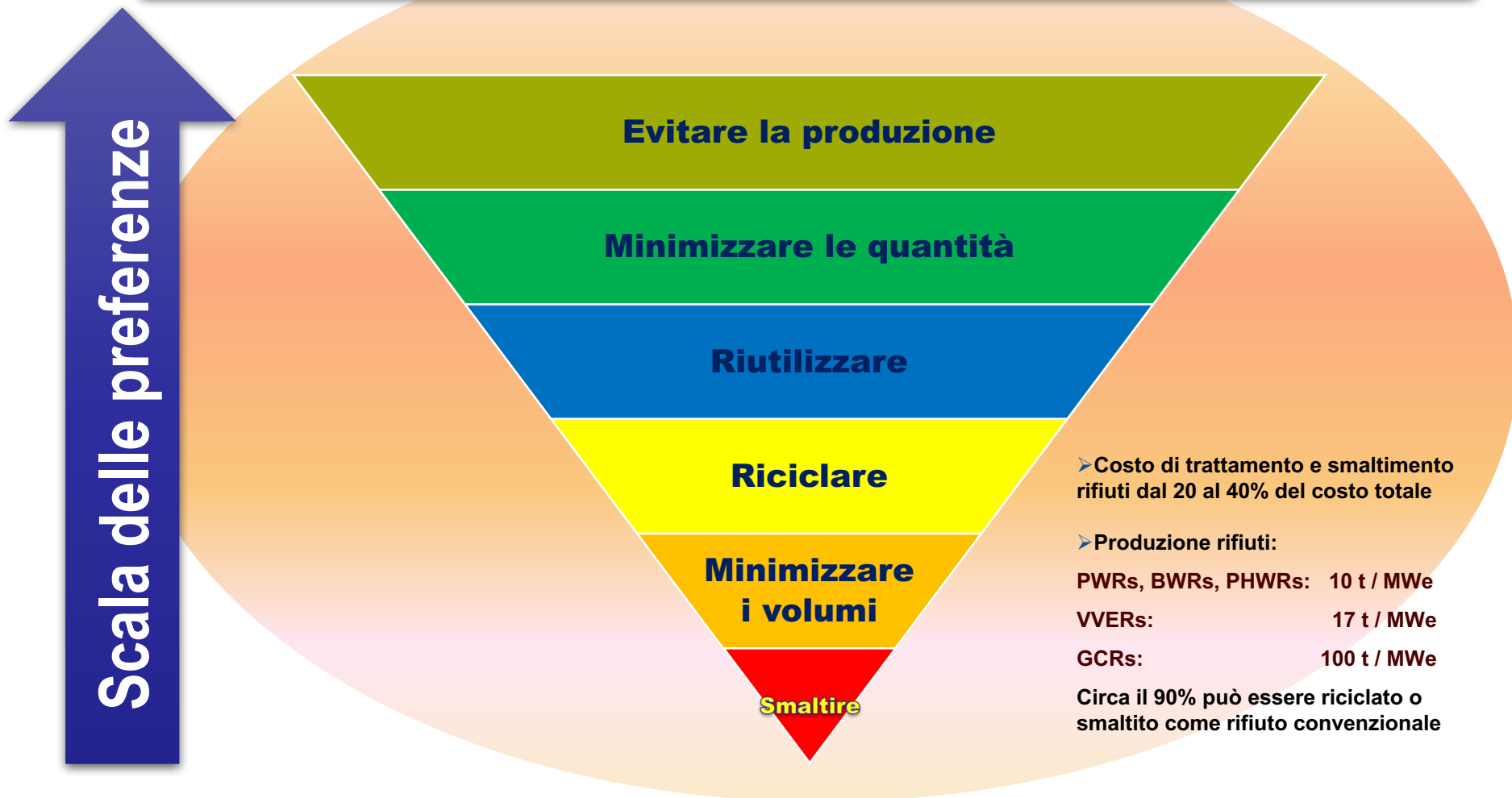
Il mercato del decommissioning entro il 2030



Asia-Pacific	US\$ 20 Billion
Europe	US\$ 81 Billion
North America	US\$ 8 Billion

La gestione dei rifiuti radioattivi

La filosofia dei rifiuti (anche di quelli radioattivi)

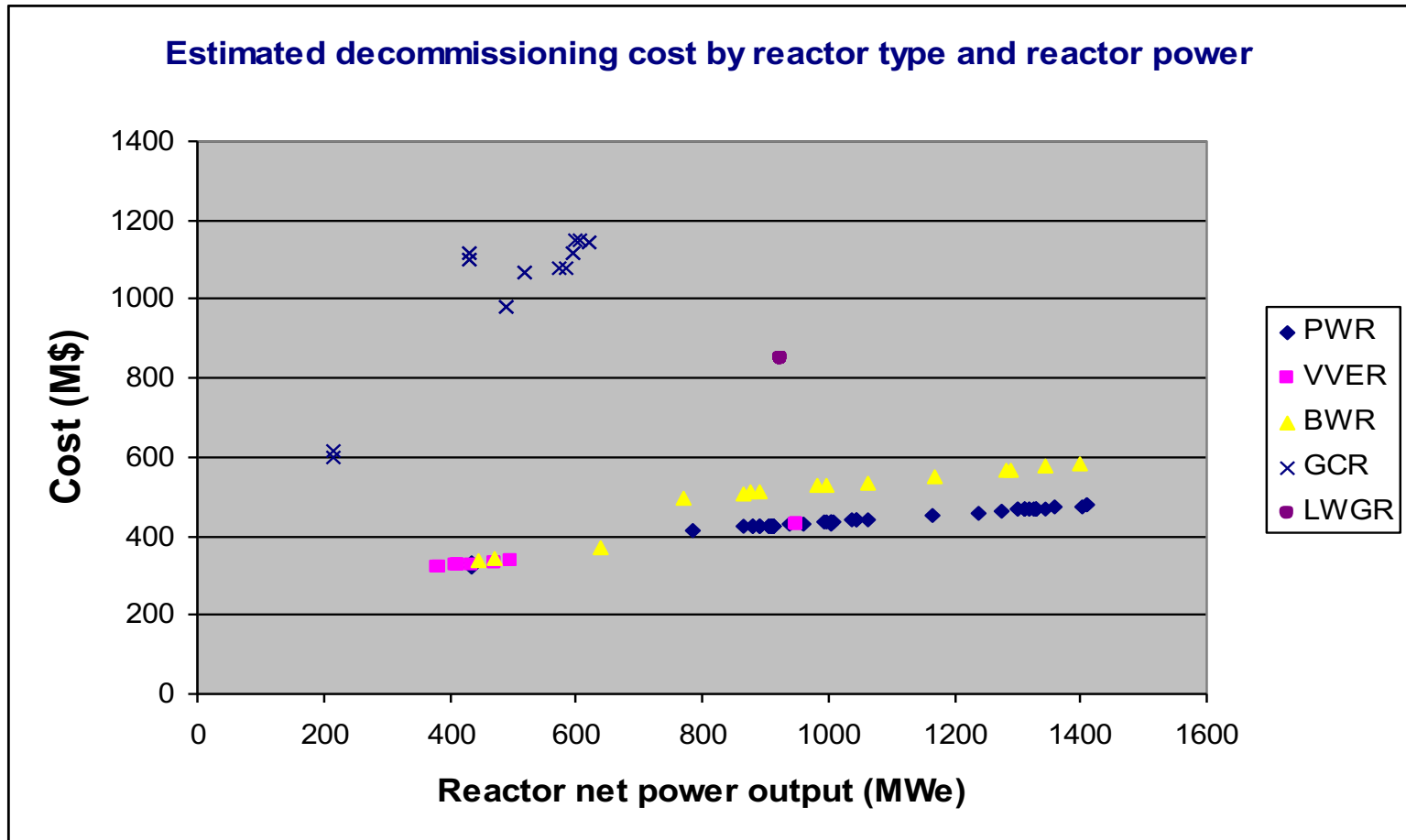


I costi del decommissioning

- I costi del decommissioning sono comunque altamente variabili in relazione ad una serie di assunzioni, allo stato ed alla tipologia dell'impianto, alla normativa del Paese, alla disponibilità dei fondi ed ad altre condizioni specifiche
 - P.e. il decommissioning dei reattori che hanno usato la grafite quale moderatore neutronico (p.e. i Magnox tipo Latina) presentano particolari difficoltà e costi maggiori proprio in relazione alla presenza della grafite
- I costi sono direttamente proporzionali alla potenza del reattore ma solo parzialmente
- Per i reattori ad acqua leggera (BWR e PWR) si può considerare in base ai dati più recenti un costo di larga massima di circa 800 - 1.000 €/kW, comprensivo anche del costo di smaltimento dei rifiuti radioattivi generati

Dati di costo del decommissioning

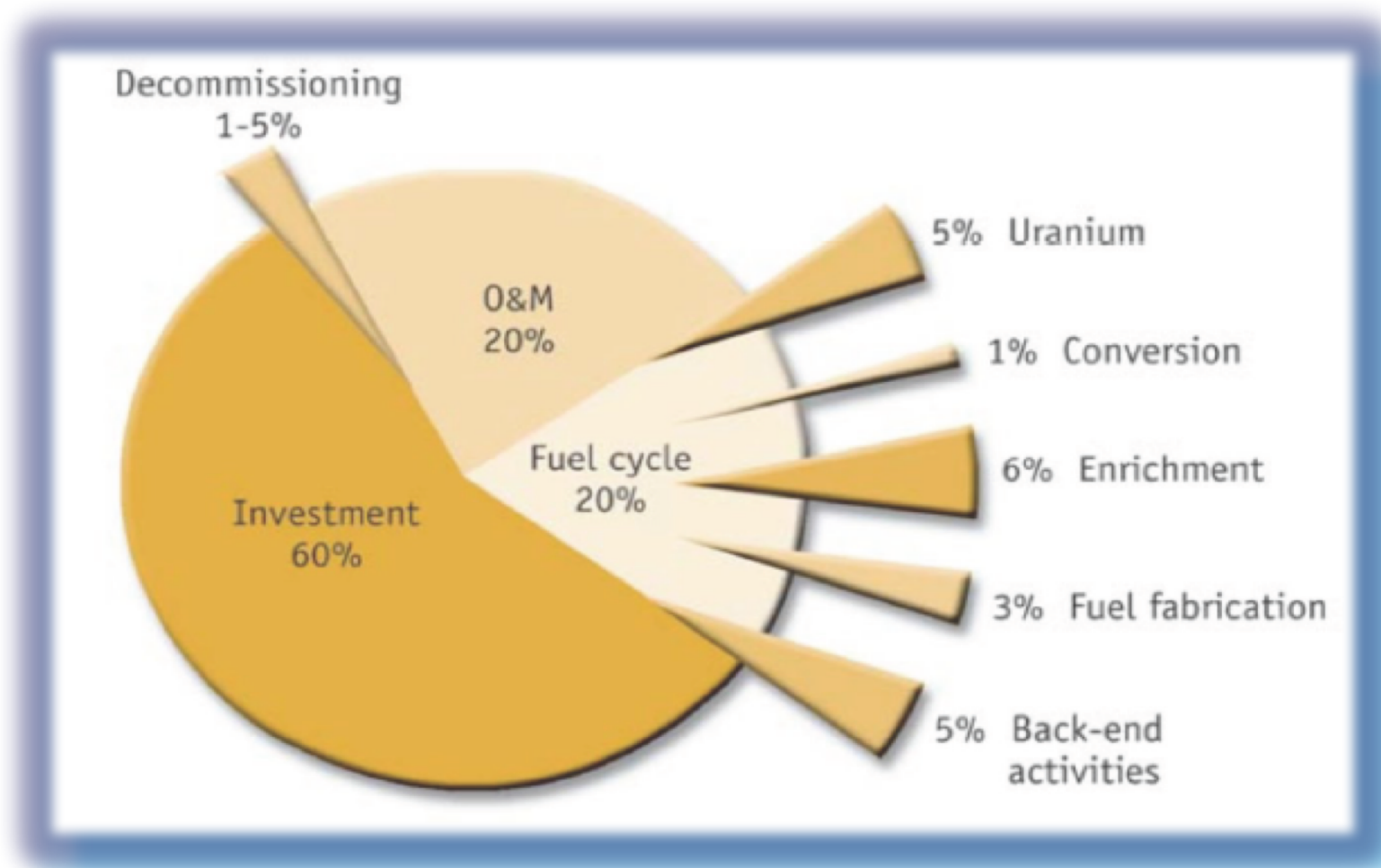
I dati sono indicativi della correlazione costo/potenza, ma fortemente sottostimati



Fonte: CE/JRC "Overview of the European Nuclear Decommissioning Market – Brussels 2012

GlobalData Report, 2012

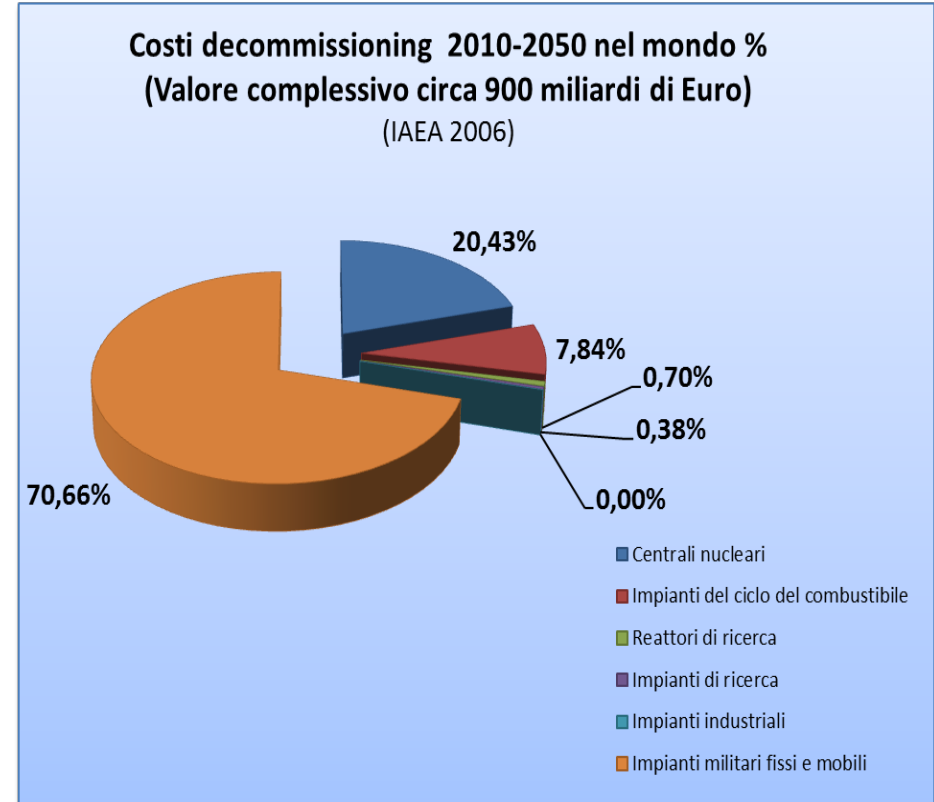
I costi del decommissioning sul costo del kWh



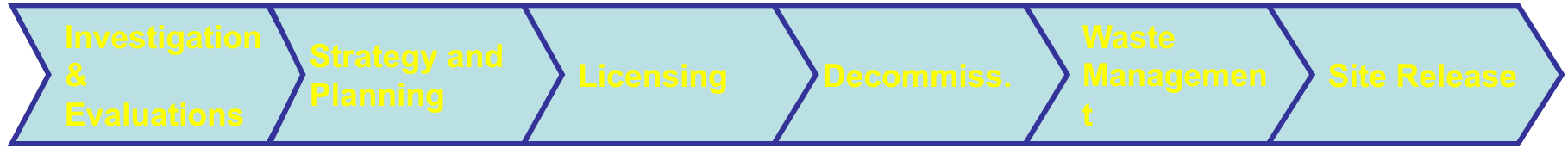
Da OECD/NEA – Nuclear Energy Outlook, 2008

Il valore del decommissioning

- L'industria del decommissioning si occuperà non solo di centrali nucleari, ma anche di una varietà di altre installazioni nucleari il cui valore complessivo non sarà inferiore a quello delle centrali
- In qualche caso le problematiche sono anche maggiori
- I valori assoluti indicati sono obsoleti ma i rapporti relativi possono considerarsi validi
- Il valore attuale potrebbe forse considerarsi raddoppiato



Le competenze necessarie



- Plant status and data collecting
- Background radiological characterization (plant structure and waste)
- Classification of plant structures, systems and components and radioactive waste (inventory)
- Environmental survey (measurement and monitoring)
- Environmental Impact study

- Definition of decommissioning strategy
- Preliminary safety analysis
- Scope, Time and Cost Planning

- Development of licensing documentation
- Application for decommissioning license, environmental authorisation and local permits (ISPRA, MSE, MATTM, local authorities)

- Project management (implementation phase)
- Preparatory activities to bring the site in safe conditions (e.g. fuel removal)
- Detailed radiological characterization
- Material and structure Decontamination
- Dismantling and removal of structure, systems and components
- Monitoring and material release

- Radioactive waste characterization and sorting
- Treatment, conditioning and packaging
- Interim storage
- Radioactive waste transport
- Shipment to national repository

- Final characterisation of the site
- Monitoring and release of the site

Il fattore umano

- Attualmente si sperimenta una scarsità di personale specializzato nel settore nucleare a livello mondiale
 - In Europa ed in USA a causa della minore attrattività del settore per gli studenti
 - In Asia a causa dell'impetuosa realizzazione di nuove centrali
- Attualmente in Europa i lavoratori impiegati nel settore nucleare sono stati stimati in circa 500.000 unità (1)
 - Il 16% di questo numero sono “Esperti Nucleari”, cioè radioprotezionisti, ingegneri nucleari, fisici nucleari, chimici nucleari, ecc.
- La Commissione Europea stima che entro il 2020 **40.000 esperti** saranno assunti in Europa, di cui circa un quarto nel settore decommissioning e gestione rifiuti radioattivi
- (1) Fonte: European Human Resource Observatory for Nuclear sector (“EHRO-N”)

L'innovazione tecnologica

- Il decommissioning è una attività per la quale esistono strumenti e tecnologie in grado di portare a termine l'attività, tuttavia, come in tutti i settori la competizione commerciale richiede di utilizzare lo sviluppo della tecnologia per introdurre innovazioni tecnologiche
- **Alcuni aspetti importanti sono**
 - La “nuclearizzazione” di tecniche non nucleari
 - Sistemi flessibili in grado di affrontare situazioni impreviste e capaci di fare fronte a situazioni incidentali
 - Minimizzazione dei rifiuti primari, secondari e terziari e le dosi agli operatori
 - Permettere una previsione più accurata e stabile dei costi
- Un recente rapporto dell'OCSE riporta le linee principali di sviluppo tecnologico del settore concordato tra gli esperti mondiali del settore

La dimensione del mercato

- Solo una parte del mercato del decommissioning è realmente contendibile a livello internazionale, in quanto il valore complessivo delle attività può essere suddiviso (in larga massima) in 3 settori di eguale valore
 - Mantenimento in sicurezza, manutenzione dei sistemi, demolizioni convenzionali, guardiania, ecc. (lavoratori di centrale, aziende locali non specializzate, ecc.)
 - Smaltimento dei rifiuti radioattivi prodotti (normalmente inviato a depositi nello stesso Paese e costo trasferito al gestore del deposito finale spesso agenzia o società pubblica nazionale)
 - Attività specialistiche di progettazione, di analisi di sicurezza e di impatto ambientale, di gestione progettuale, di operazioni fisiche di caratterizzazione, decontaminazione, demolizioni in aree controllate, trattamento e condizionamento dei rifiuti, ecc. (attività contendibili)

Altre aree di business

- Un'altra area dove vi sarà una notevole espansione del mercato riguarda la realizzazione di depositi definitivi per tutte le categorie di rifiuti radioattivi ed in particolare per quelli derivanti dal decommissioning
 - Depositi superficiali e sub-superficiali esclusivamente per rifiuti a vita media ridotta
 - Depositi geologici per rifiuti con vita media molto lunga
- E' interessante notare che le competenze del decommissioning sono richieste anche nella fase di progettazione degli impianti nucleari, allo scopo di adottare tutti i provvedimenti necessari a facilitare il futuro decommissioning, in quanto:
 - Le autorità di sicurezza richiedono un piano di decommissioning prima di rilasciare il permesso a costruire
 - L'accumulo annuale dei fondi per il decommissioning dipende anche dalla valutazione dei costi di decommissioning fin dall'avvio dell'impianto
 - I provvedimenti progettuali favorevoli al decommissioning sono sicuramente utili durante la vita dell'impianto al momento delle grandi manutenzioni ed addirittura quando si dovrà provvedere alla sostituzione dei grandi componenti

Essere competitivi

- Grandi gruppi anche di rilevanza internazionale che non si erano occupati di decommissioning stanno entrando nel mercato con la forza delle loro dimensioni
- Tuttavia è prevedibile che ancora per qualche tempo le competenze specifiche accumulate nel settore possono garantire vantaggi
- Punti di forza per essere competitivi sono:
 - Esperienza dimostrabile e competenza nel settore specifico
 - Possedere tecnologie proprietarie vantaggiose e dimostrate
- Spesso è tuttavia necessario procedere alla costituzione di consorzi nazionali o internazionali per garantire tutte le competenze e le risorse necessarie

Il posizionamento di Sogin

- Sogin è la società dello Stato italiano che ha la responsabilità di portare a termine il decommissioning di tutti gli impianti nucleari dismessi in Italia
- L'acquisizione di notevoli competenze nel corso degli anni ha permesso alla società di giocare un ruolo importante anche a livello internazionale
 - Numerosi progetti sono stati portati a termine e sono in corso specie in Europa occidentale ed orientale ed anche in Asia
 - Sogin gestisce in Russia per conto del Governo Italiano il progetto *Global Partnership* per lo smantellamento dei sottomarini nucleari di attacco russi e delle installazioni connesse
- Sogin intende allargare e rafforzare ulteriormente la propria posizione internazionale in futuro anche attraverso le opportune alleanze a livello nazionale ed internazionale

Conclusioni

- Il decommissioning degli impianti nucleari al termine della loro vita operativa è diventato già una parte commercialmente rilevante del settore nucleare e lo sarà sempre più a partire dai prossimi anni
- La competizione internazionale sta diventando sempre più dura e le aziende interessate devono sempre più disporre di esperienza, competenze, tecnologie e risorse umane adeguate
- La richiesta di radioprotezionisti in Europa riveste un ruolo rilevante e decisamente crescente. Il numero di radioprotezionisti già presenti nei vecchi impianti nucleari non è sufficiente a far fronte a questa nuova realtà

**Grazie per la cortese
attenzione**

**•Congresso Nazionale: La Radioprotezione nell'ambiente, nell'industria e nella sanità
•Rende 16-17 Ottobre 2017**