

Esperienze di Depositi per Rifiuti Radioattivi a Bassa e Media Attività (LILW) e Raccomandazioni per Depositi Temporanei di Rifiuti Radioattivi ad Alta Attività (HLW)

Joseph Boucau Executive Advisor, Nuclear Decommissioning and Waste Management
Fabio Presot Multiregion ES Sales Manager
Piersante Morandini Studio Morandini & Associati

Audizione presso VIII Commissione (Ambiente, Territorio e Lavori Pubblici), Camera dei Deputati
Roma, 24 ottobre 2023



Westinghouse nel mondo

Leader mondiale nella progettazione, commercializzazione e *decommissioning* di impianti nucleari

12.000+ persone

in 21 paesi impegnate nel supporto della flotta nucleare esistente e nello sviluppo di nuove tecnologie nucleari

70+ siti in 4 continenti

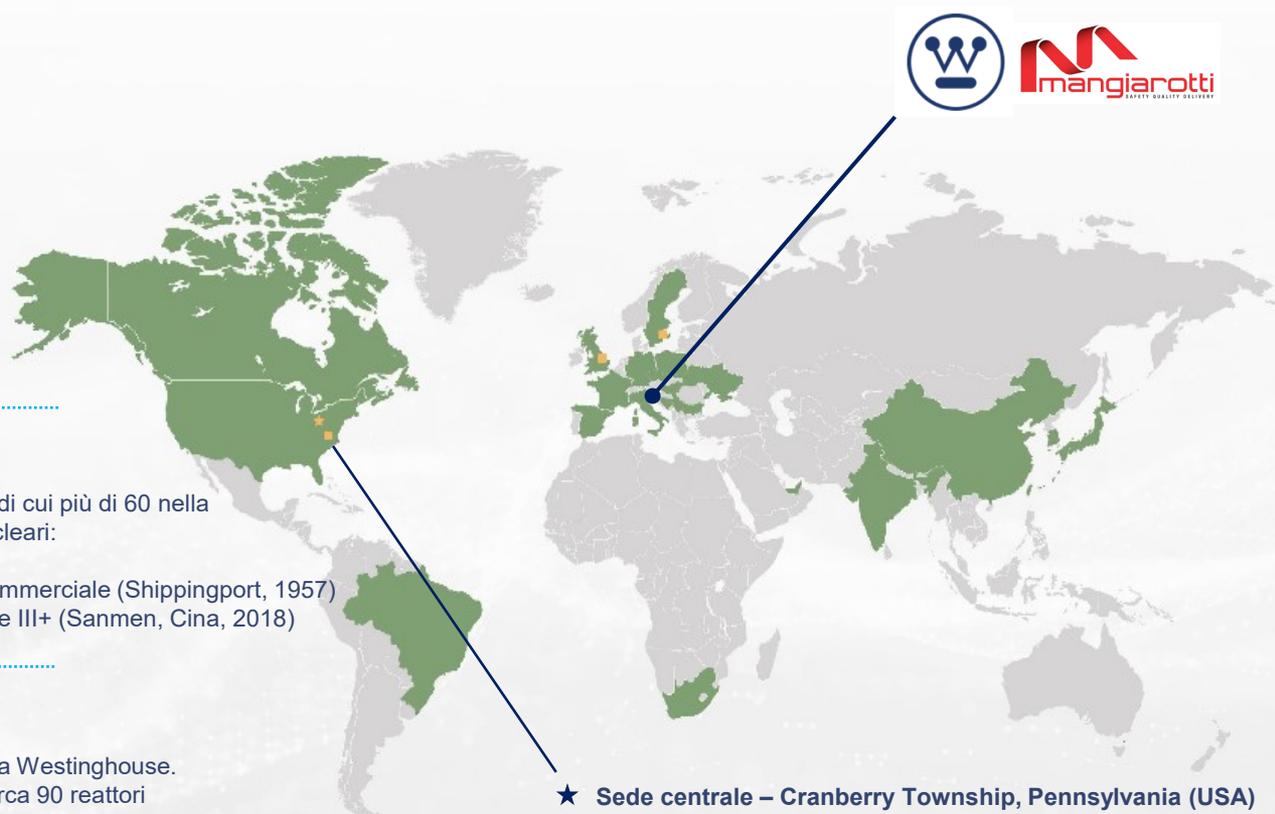
130+ anni

di esperienza e innovazione nel settore energetico, di cui più di 60 nella progettazione e commercializzazione di impianti nucleari:

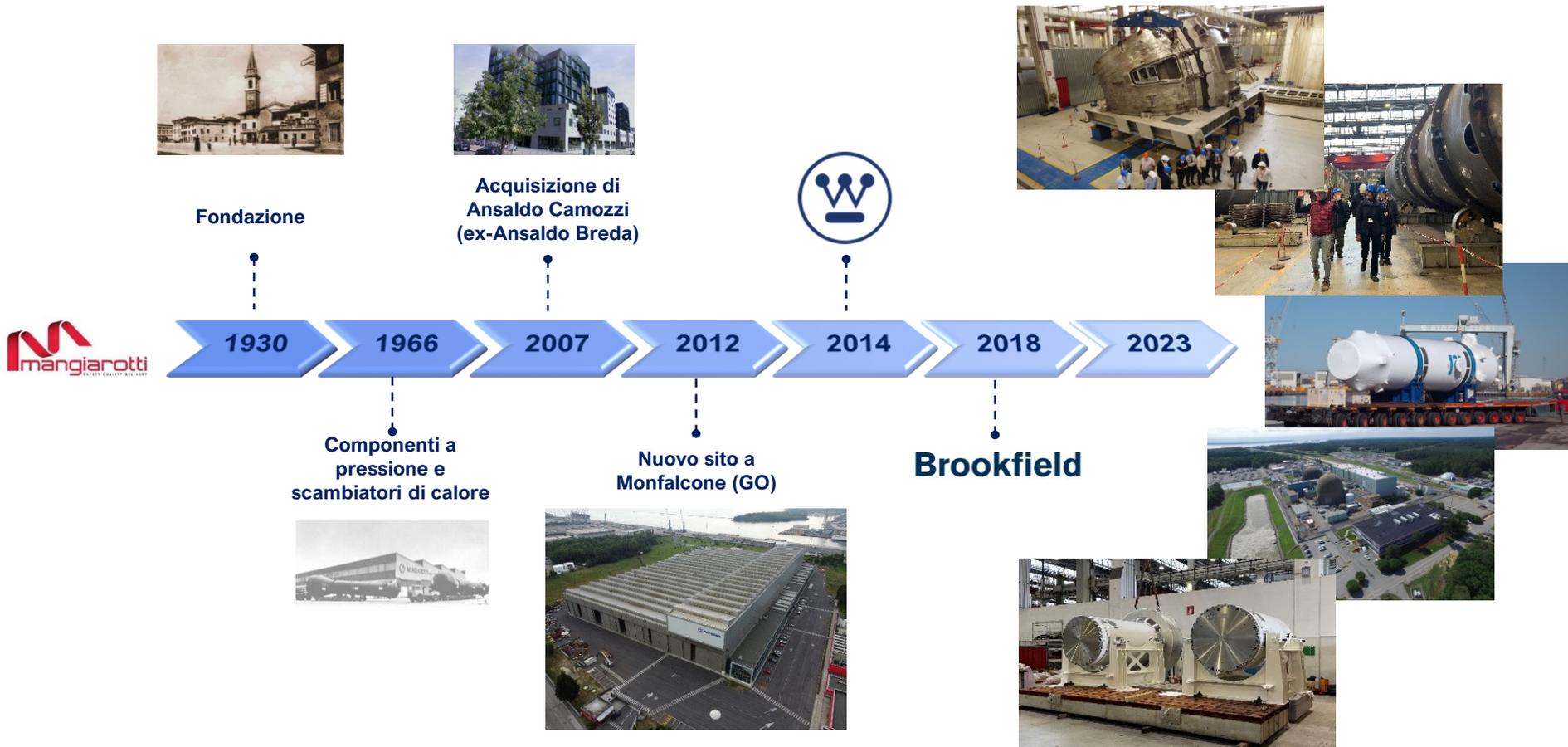
- primo sottomarino nucleare (USS Nautilus, 1954)
- primo reattore ad acqua pressurizzata per uso commerciale (Shippingport, 1957)
- primo reattore a sicurezza passiva di Generazione III+ (Sanmen, Cina, 2018)

200+ reattori nucleari

operano globalmente nel mondo basati su tecnologia Westinghouse. Westinghouse produce combustibile nucleare per circa 90 reattori attualmente in operazione



Westinghouse in Italia – Mangiarotti (Monfalcone)



Monfalcone è il più grande sito produttivo di componenti di Westinghouse nel mondo

Nuovi Impianti Nucleari

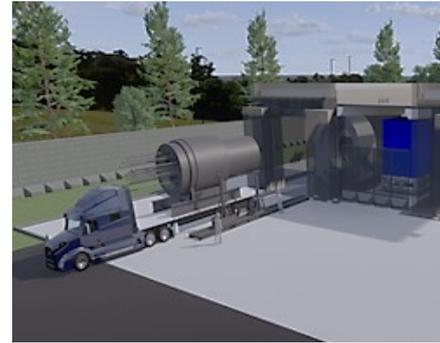
Reattori per esigenze energetiche e di decarbonizzazione presenti e future



AP1000® PWR
1100+ MW_e



AP300™ SMR
300 MW_e



**eVinci™
Microreactor**
5 MW_e



**Gen IV
Lead Fast Reactor**
450 MW_e

Produzione di Idrogeno

Produzione di Radioisotopi per Medicina Nucleare

Integrazione con Rinnovabili

**Riciclo e
abbattimento scorie**



Competenze chiave nel *nuclear decommissioning* e *waste management*

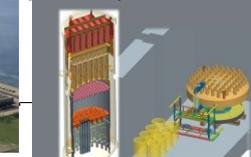
Competenze chiave

Westinghouse è attiva nel *Nuclear Decommissioning (D&D)* e *Waste Management* da **più di 35 anni** ed è leader indiscusso di mercato in:

- *Final Decommissioning Plan*
- *Full System Chemical Decontamination*
- *Reactor vessel and internals characterization*
- *Spent Fuel dry cask storage*
- *Reactor coolant system dismantling*
- *Bioshield demolition*
- *On-site waste processing facilities*
- *Low & Intermediate Level waste repositories*
- *High Level Waste Interim Storage facilities*
- *Licensing support*

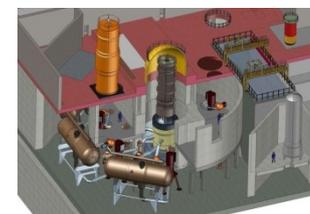


Progetti recenti di *Decommissioning* su scala globale

<p>Sellafield (UK) Decommissioning Delivery Partner (DDP) (2016-26)</p> 	<p>Ringhals 1 & 2 (Sweden) RVI and RPV Segmentation (2021-27)</p> 	<p>Barsebäck 1 & 2 (Sweden) RVI Segmentation (2015-19)</p> 	<p>KKP 1 (Germany) RVI Segmentation (2015-20)</p> 	<p>GKN-I (Germany) RVI Segmentation (2015-19)</p> 	<p>PEL Fleet (Germany) RVI Segmentation (2018-28)</p> 	<p>Ågesta (Sweden) RVI and RPV Segmentation (2020-2023)</p> 
--	--	---	---	--	--	--

<p>Fort Calhoun (USA) RVI Segmentation (2020-23)</p> 		<p>Cementation Facilities (China) Fuqing 5 & 6 (contracted)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fuqing 1,2,3,4 - Changjiang 1&2 - Fangjiashan 1&2 - Hongyanhe 1, 2, 3, 4 - Yangjiang 1 & 2 - Ningde 1 & 2 - Sanmen SRTF1 
---	--	---

Westinghouse è leader mondiale nel *decommissioning* e nel *waste management* e offre la sua esperienza per la realizzazione di un progetto di successo per la centrale di Trino

<p>Unterweser (Germany) Bioshield Demolition (2021-23)</p> 	<p>ATC (Spain) Centralized Interim Storage for Spent Fuel and High Level Waste (2013-18)</p> 	<p>Zorita (Spain) RVI and RPV Segmentation (2011-15)</p> 	<p>KKM (Switzerland) Fuel Channels Segmentation (2016, 2019)</p> 	<p>Bohunice (Slovakia) Reactor Coolant System Dismantling (2017-2022)</p> 	<p>Kozloduy (Bulgaria) LILW Repository Design (2012-15)</p> 	<p>Fukushima Unit 3 (Japan) Spent Fuel removal (2012-14)</p>  <p>Decommissioning Plans: Chinshan, Taiwan (2014-15) Kuosheng 1-2 (2017-18) Kori 1, South Korea (2018-20)</p> 
--	---	---	--	--	--	--

Depositi per Rifiuti Radioattivi a Bassa & Media Attività (LILW)

Referenze di Depositi per Rifiuti a Bassa & Media Attività (LILW)

Responsabilità:

- Progettazione, *licensing*, supervisione alla costruzione e al supporto operativo

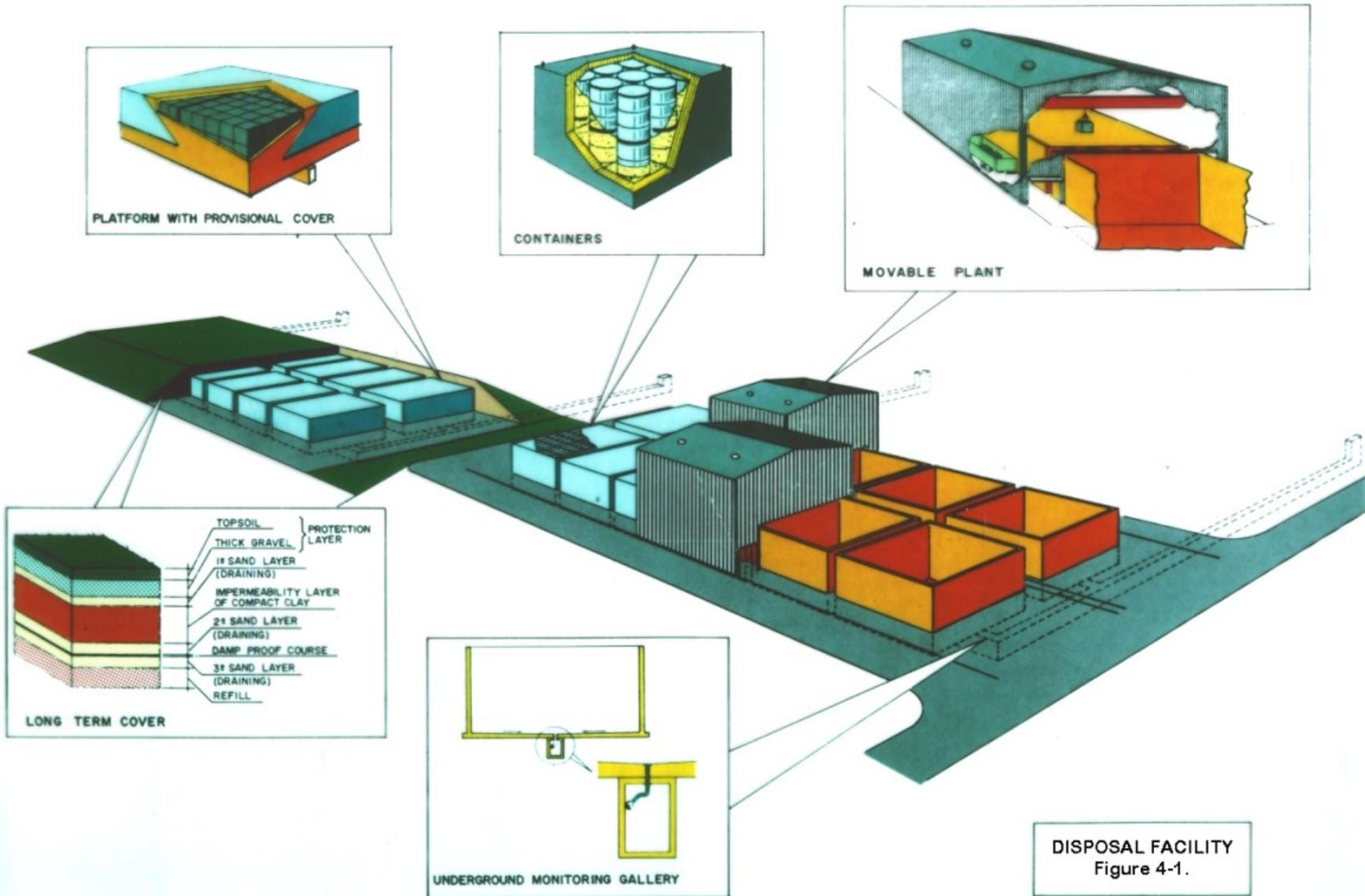
Referenze di progetti (esempi):

- *Ingegneria completa*
 - El Cabril (Spain)
 - Kozloduy (Bulgaria)
- *Studi di Fattibilità e Concettuale*
 - Mochovce (Slovakia)
 - Baldone (Latvia)
- *Peer Reviews*
 - KOPEC (South Korea)
 - Drigg (UK)
- *Engineering frameworks: supporto integrale durante le operazioni*
 - El Cabril (Spagna)

Westinghouse copre un ampio spettro di conoscenze, capacità e referenze di depositi LILW



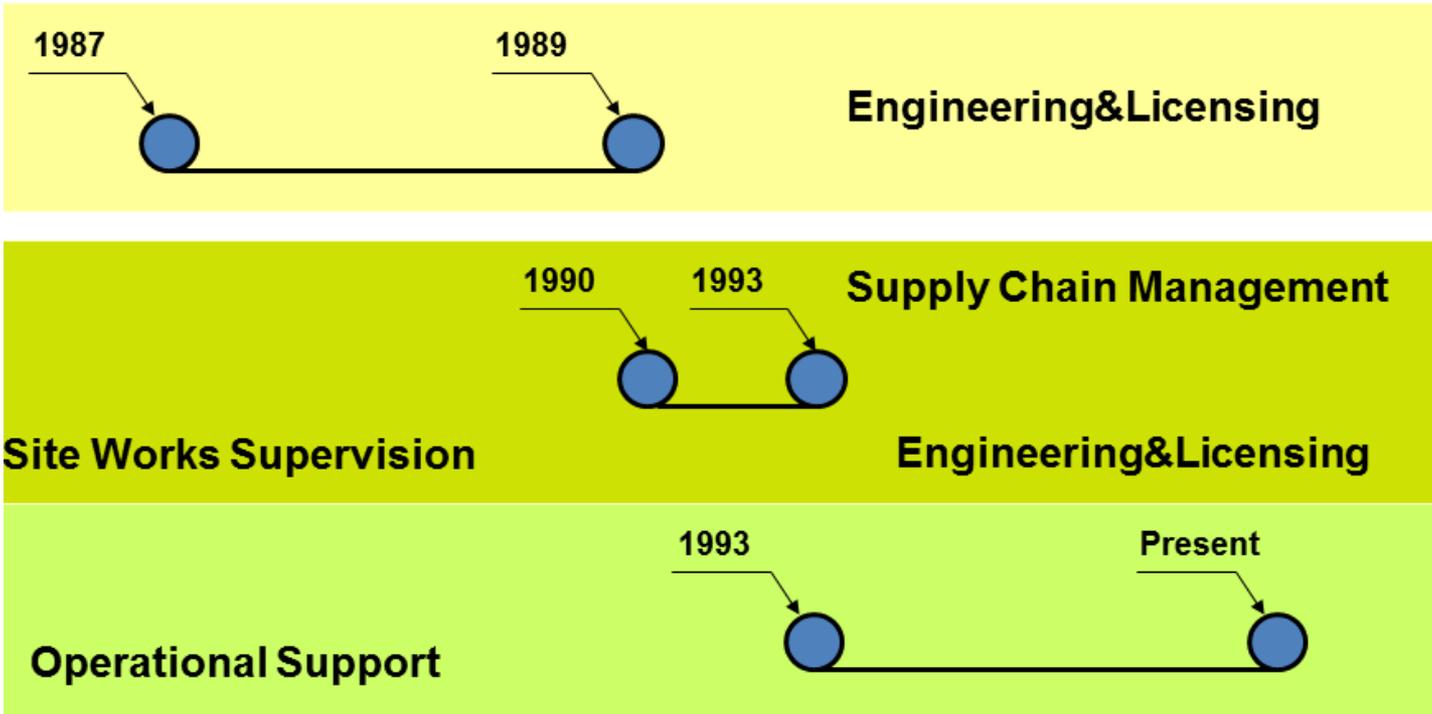
Depositi LILW – progetto El Cabril (Spagna)



Depositi LILW – foto aerea El Cabril (Spagna)



Depositi LILW – tempistiche El Cabril (Spagna)



Esperienza in depositi di superficie* >30 anni

* near surface repositories

Depositi LILW – El Cabril (Spagna) – attività espletate

- Deposito temporaneo
- Deposito definitivo per rifiuti radioattivi a Bassa e Media Attività (LILW)
- Deposito definitivo per rifiuti radioattivi ad Attività Molto Bassa (VLLW)
- Caratterizzazione rifiuti
- Trattamento e Condizionamento Rifiuti
- Fornitura contenitori per stoccaggio



Depositi LILW – El Cabril (Spagna): *Disposal Unit (DU)* e *Disposal Cell (Celle)*

Le *Disposal Unit (DU)* sono contenitori disposti all'interno di strutture modulari indipendenti di cemento dette *Disposal Cell (Celle)*.

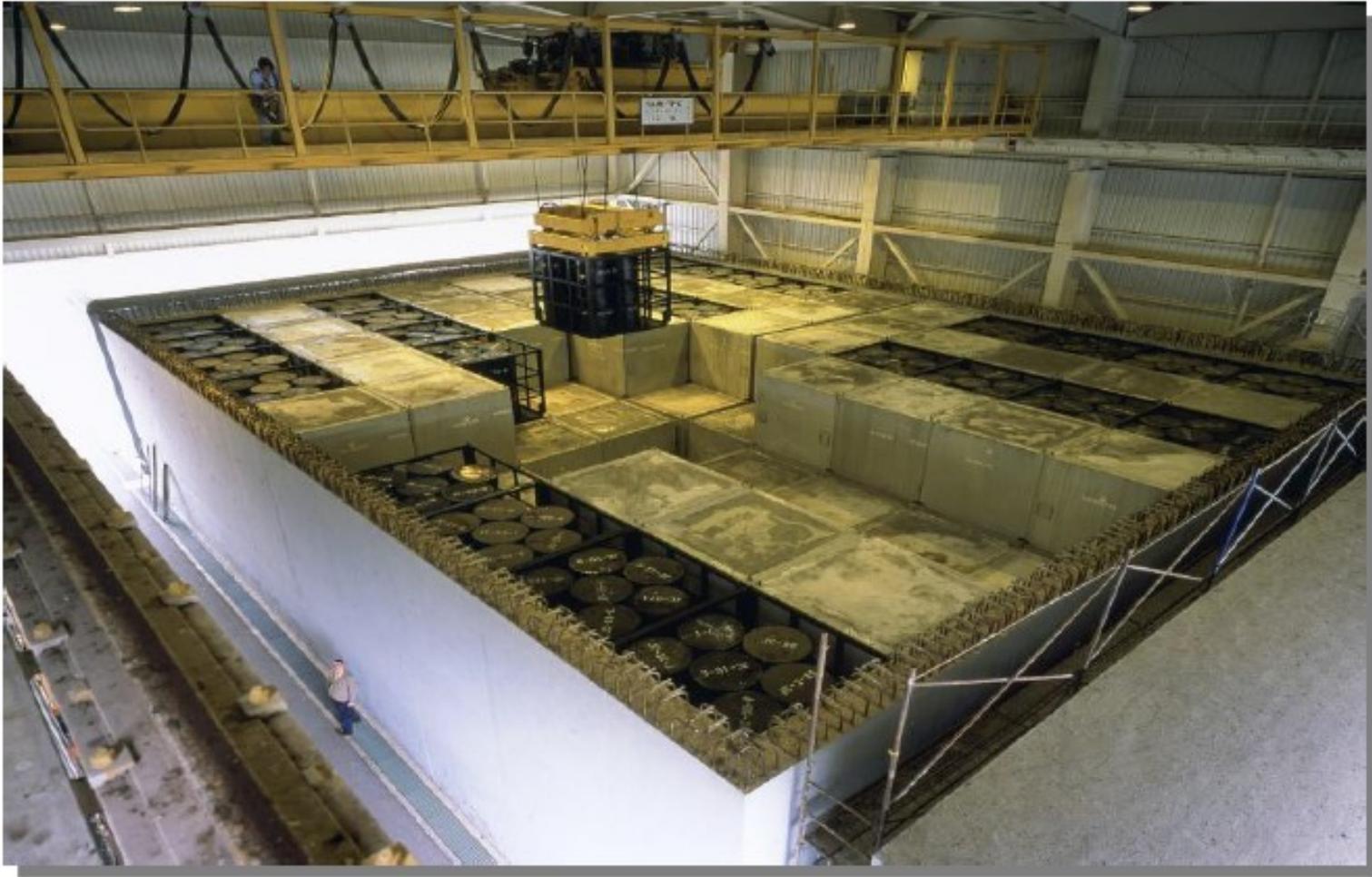
Nel caso di El Cabril:

- per Rifiuti Radioattivi LILW (Bassa & Media Attività)
 - circa 60.000 m³ di volume disponibile
 - piattaforma Nord – 16 celle – riempite tutte
 - piattaforma Sud – 12 celle – riempite 6 delle 12 a disposizione
- per Rifiuti Radioattivi VLLW (Rifiuti ad Attività Molto Bassa)
 - circa 130.000 m³ di volume disponibile
 - piattaforma Est – 4 celle

Depositi LILW – El Cabril (Spagna) – *Disposal Cell*



Depositi LILW – El Cabril (Spagna) – *Disposal Cell*



Depositi LILW – El Cabril (Spagna) – Attività del Contratto Ingegneria 2022-2027

- Progettazione (*Project & PSAR*) di una nuova piattaforma LILW con 27 celle aggiuntive
- Messa in servizio prevista nel 2028
- Aggiornamento del sistema di acquisizione e controllo dati (SCADA)
- Progettazione della copertura definitiva per una cella LILW (piattaforma nord)
- Ulteriori attività:
 - Modifiche su area degli VLLW (nuovi accessi, circuiti controllo acque)
 - Aggiornamento *Safety Analysis Report (SAR)*
 - Revisione di sicurezza periodica 2012-2021
 - Aggiornamento del Piano Gestione Rifiuti complessivo



Westinghouse continua a supportare ENRESA nelle fasi di attività operativa del deposito di El Cabril

Depositi VLLW – El Cabril (Spagna) – *Disposal Cell*



Caso di Deposito LILW vicino a un fiume: Radiana – Deposito Nazionale Bulgaro

Depositi LILW – Radiana (Bulgaria) – veduta aerea



Depositi LILW – il progetto Radiana (Bulgaria)

Scopo

collocazione definitiva dei rifiuti *Short-Lived, Low and Intermediate-Level Waste* (SL-LILW), derivanti dalle attività operative e di *decommissioning* nucleari bulgare

Attività

progettazione e predisposizione del *Intermediate Safety Analysis Report* (ISAR), a dimostrazione della sicurezza e idoneità e sicurezza del Progetto proposto

Sito

1.250 m x 470 m, situato sulla sponda del fiume Danubio (come da foto)

Design

basato sull'esperienza congiunta dei depositi di El Cabril (Spain) e Centre de L'Aube (France)

Caratteristiche principali

- 66 celle di cemento per il conferimento dei rifiuti
- 18.615 contenitori di cemento (i.e. *waste packages*), cubi dalle dimensioni di 1,95m di lato
- volume totale occupato ~138,000 m³



La Documentazione Tecnica di Progetto assomma a 50 faldoni per un totale di 6.500 pagine

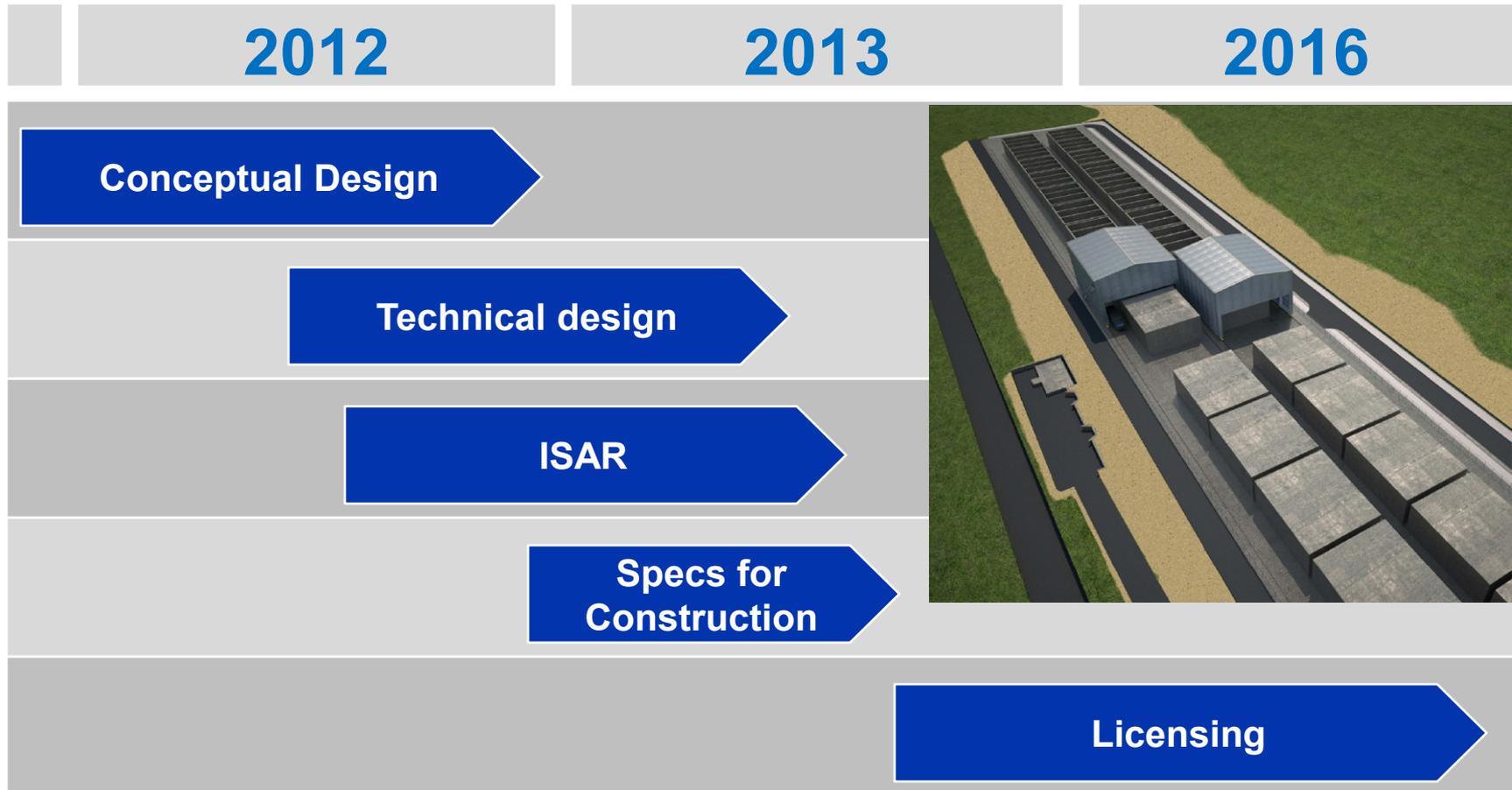
Depositi LILW – Radiana (Bulgaria) –

Attenzione speciale all'infiltrazione delle falde

- Aspetto specifico del Progetto Radiana è l'*Infiltration Control Network* (ICN), sistema che monitora e controlla l'acqua che potrebbe infiltrarsi e venire a contatto con i rifiuti
- La rete di condotte sono situate in pozzetti e gallerie sotterranee, accessibili al di sotto delle celle. Il monitoraggio avviene attraverso dei serbatoi che lavorano esclusivamente a gravità e permettono il controllo continuo e istantaneo delle anomalie
- La copertura del deposito è costituita da diversi strati di materiali naturali aventi differenti funzioni di sicurezza, al fine di minimizzare le infiltrazioni di acque sotterranee

Westinghouse possiede le conoscenze tecniche e l'esperienza per la progettazione di un deposito da situare vicino ad un corso d'acqua che preveda un monitoraggio e controllo di infiltrazioni alle falde sotterranee

Depositi LILW – Radiana (Bulgaria) – tempistiche del progetto *engineering & licensing*



Westinghouse può giocare un ruolo fondamentale nel supporto alla progettazione, al *licensing*, alla realizzazione e alla futura conduzione del Deposito Nazionale Italiano dei rifiuti radioattivi

Depositi LILW – riepilogo

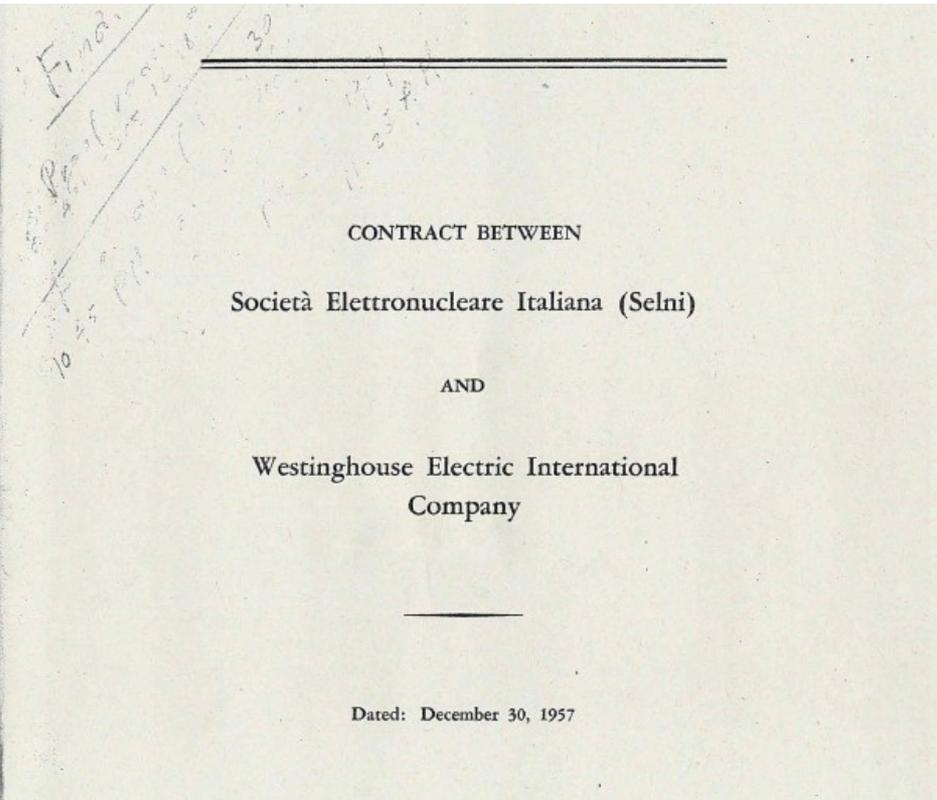
- L'esperienza nella realizzazione di depositi LILW dimostrata da Westinghouse in più di 30 anni di coinvolgimento nel progetto di El Cabril, dalla fase di progettazione, al *licensing*, alla realizzazione e al supporto alle operazioni, è di fondamentale importanza per un progetto come il Deposito Nazionale Italiano
 - Westinghouse è attualmente coinvolta nell'aggiornamento di 27 ulteriori celle e nella documentazione di sito (disegni, *System Operation Instructions*, *Safety Analysis Report*, *Operation Technical Specifications*, ecc.), a cui seguirà la costruzione e il *commissioning* entro il 2028
 - Le referenze di Westinghouse includono un deposito come quello bulgaro, le cui caratteristiche salienti sono di fondamentale interesse per la fattispecie italiana
 - Il nostro impegno è la consegna del progetto nei tempi e nei costi previsti, nel rispetto delle norme e attraverso il coinvolgimento di aziende locali
-
- I requisiti del Deposito Italiano sono allineati con le esperienze maturate
 - Westinghouse è impegnata al totale supporto di Sogin in questo progetto

Competenze e raccomandazioni a supporto dell'utilizzo della centrale di Trino per il rimpatrio e lo stoccaggio temporaneo dei Rifiuti Radioattivi ad Alta Attività (HLW)

Trino – contesto

- Impianto nucleare di Trino (Vercellese) – PWR a 4-loop da 270 MWe
- Contratto firmato il 13 dicembre 1957 fra Società Elettronucleare Italiana (SELNI) e Westinghouse
- Attività di produzione commerciale avviata a gennaio 1965 e conclusasi a novembre 1987, a seguito degli esiti del referendum post-Chernobyl
- Ad oggi, nessun reattore è stato smantellato in Italia e Westinghouse può supportare il *decommissioning* in maniera fattiva ed efficace
- Ad ottobre 2019 è stato organizzato un seminario al Parlamento italiano con la partecipazione dell’Ambasciata USA: la raccomandazione è di coinvolgere le aziende OEM (*Original Equipment Manufacturer*) per velocizzare le attività di smantellamento

Trino – contratto di costruzione (1957)



CONTRACT BETWEEN

Società Elettronucleare Italiana (Selni)

AND

Westinghouse Electric International
Company

Dated: December 30, 1957

- Westinghouse è proprietaria delle informazioni di Progetto (*Intellectual Property*) di Trino
- Westinghouse ha richiesto un parere legale *pro veritate* indipendente, il quale ha confermato che le informazioni di design di Trino continuano ad essere di proprietà e sono protette. Le stesse non possono essere utilizzate per scopi differenti da quelli identificati nel contratto originale senza il permesso di Westinghouse stessa
- La tecnologia *Pressurized Water Reactor* (PWR) alla base del reattore di Trino è ancora alla base dei reattori attuali
- L'Accordo di Cooperazione siglato nel 2009 fra US Department of Energy (DOE) e il MISE (oggi MASE) è valido

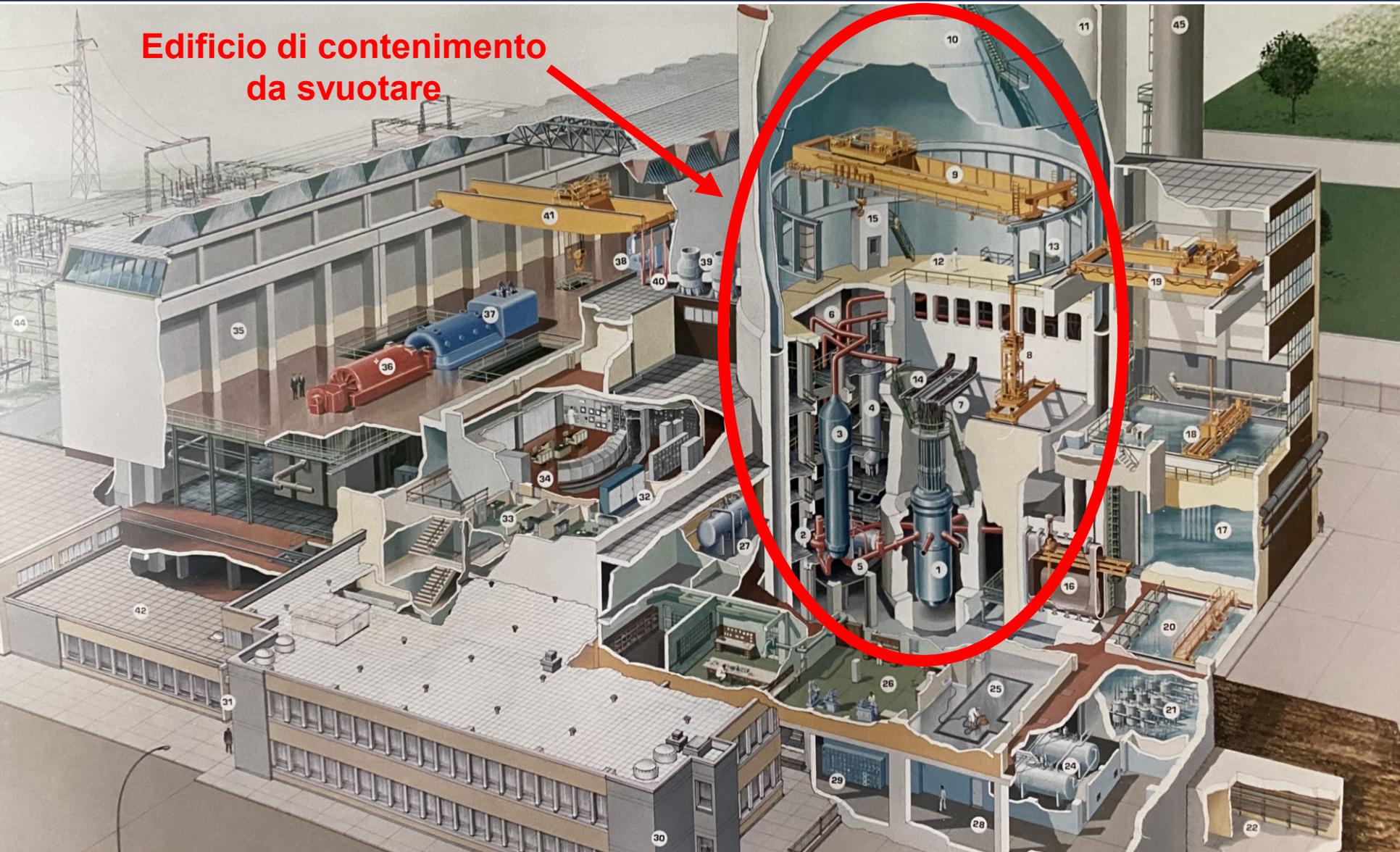
Trino – competenze di Westinghouse per lo smantellamento

Westinghouse si propone di:

- operare come *general contractor* con responsabilità complessiva nello smantellamento del sistema di contenimento e delle strutture (che fu lo scopo di fornitura di Westinghouse durante la costruzione dell'impianti)
- utilizzare le migliori tecnologie collaudate in ambito *decommissioning & dismantling*
- organizzare il lavoro col fine di minimizzare costi e tempi
- fare ampio utilizzo di aziende italiane per assicurare un coinvolgimento locale e rispondere alle aspettative degli stakeholder
- implementare il progetto in maniera trasparente verso Sogin

Westinghouse garantisce una sicura e veloce implementazione del Progetto grazie alla propria esperienza e conoscenza specifica dell'impianto di Trino, del suo decommissioning e della realizzazione di depositi temporanei di rifiuti radioattivi

Trino – utilizzo dell'area radiologica come Deposito Temporaneo di Rifiuti ad Alta Attività (HLW)



Trino – utilizzo dell'area radiologica come Deposito Temporaneo di Rifiuti ad Alta Attività (HLW)

- Sogin possiede rifiuti vetrificati a La Hague (Francia) e Sellafield (UK) che devono essere rispediti in Italia con l'impiego di 8 cask (contenitori)
- Le possibilità sono di:
 - trasformare l'area radiologica della centrale di Trino in un deposito temporaneo per stoccare gli 8 cask assieme ad altri rifiuti ad alta attività (HLW *High Level Waste*), generati durante i lavori di smantellamento di Trino stessa
 - costruire un nuovo deposito temporaneo dedicato
- Westinghouse può determinare la soluzione migliore per questo deposito temporaneo considerando aspetti fisici, logistici, legali e di *licensing*
- Westinghouse Italia (Mangiarotti) può fornire i cask per i rifiuti vetrificati, già prodotti in passato, adatti allo storage e al trasporto

Questa è la proposta che riduce al minimo i rischi generali di progetto, di carico, trasporto e *licensing* per una soluzione temporanea basata su Trino.

Referenze di Depositi di Rifiuti Radioattivi ad Alta Attività (HLW)

Referenze Westinghouse di Depositi Temporanei di Rifiuti ad Alta Attività (HLW) – Trillo

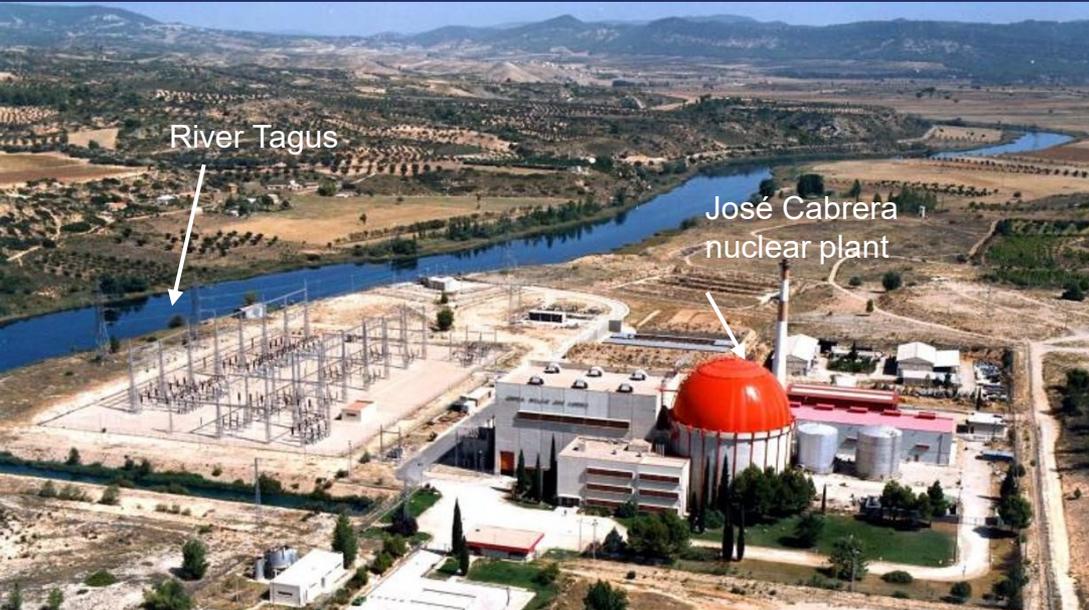
Deposito per combustibile spento di **Trillo** (Spagna)

- Caratteristiche principali:
 - Deposito per 80 cask per combustibile spento
 - Edificio in cemento, che risponde a requisiti anti-sismici e di contenimento biologico
 - Raffreddamento a ventilazione naturale – senza manutenzione
 - Operatività e controllo da remoto
- Scopo Westinghouse:
 - ingegneria civile
 - calcoli radiologici
 - supporto al *licensing*
 - analisi di sicurezza



Depositi temporanei HLW – José Cabrera

Independent Spent Fuel Storage Installation (ISFSI)



Impianto nucleare José Cabrera (Spagna) – *Independent Spent Fuel Storage Installation (ISFSI)*

- Trasferimento ad un deposito temporaneo di:
 - 12 cask con 377 elementi di combustibile spento – 32 elementi per ogni cask
 - 4 cask per interni di *reactor vessel* attivati
- Analisi dei rischi e progettazione, in accordo alla vicinanza del fiume Tagus, eliminazione rischi potenziali di allagamento e relativi sistema di controllo e sicurezza

Conclusioni

- Westinghouse è leader globale nella progettazione, realizzazione e supporto alle operazioni di depositi LILW, incluse esperienze di depositi vicini a fiumi importanti che permettono la massima flessibilità per la completa esecuzione del Deposito Nazionale e Parco Tecnologico
- Westinghouse è l'*Original Equipment Manufacturer* (OEM) nonché proprietario del *design* e delle informazioni di progetto della centrale di Trino, in accordo al contratto di costruzione originario
- Pareri legali indipendenti hanno confermato la natura illimitata, in termini di tempo, dei diritti di Westinghouse sulle *Proprietary Information*, pertanto una procedura negoziata, invece di un tender pubblico, risulta preferibile per salvaguardare i diritti esclusivi
- Westinghouse ha dimostrato a Sogin le proprie capacità con il progetto di Bohunice dove Sogin gestisce il *Project Management Unit* (PMU) per la *European Bank for Reconstruction and Development* (EBRD)
- Westinghouse coinvolge aziende italiane per soddisfare le esigenze degli stakeholder
- Westinghouse è il leader mondiale nel campo del D&D che può garantire il successo del progetto di Trino e del deposito temporaneo per HLW, con costi e tempi prevedibili

Westinghouse può attivarsi velocemente e simultaneamente per il Progetto di *decommissioning* di Trino, proporre efficaci soluzioni per il Deposito Nazionale e Parco Tecnologico e aiutare a recuperare tempistiche nel programma più ampio di *decommissioning* italiano

Grazie

Per informazioni: Joseph Boucau – mobile +32 478 56 65 29 – email boucauj@westinghouse.com



Centrale Nucleare di Trino