



Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie,  
l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile



*Ministero dello Sviluppo Economico*

## RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

Partecipazione ad iniziative europee ed internazionali in merito allo  
smaltimento definitivo dei rifiuti radioattivi ad alta attività e lunga  
vita

*A. Luce, G. Giorgiantonni, F. Troiani, G. Forasassi, R. Lo Frano*



PARTECIPAZIONE AD INIZIATIVE EUROPEE ED INTERNAZIONALI IN MERITO ALLO  
SMALTIMENTO DEFINITIVO DEI RIFIUTI RADIOATTIVI AD ALTA ATTIVITA' E LUNGA VITA

A. Luce, G. Giorgiantoni, F. Troiani (ENEA)  
G. Forasassi, R. Lo Frano (CIRTEN)

Settembre 2011

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA

Area: Governo, Gestione e sviluppo del sistema elettrico nazionale

Progetto: Nuovo nucleare da fissione: collaborazioni internazionali e sviluppo competenze in  
materia nucleare

Responsabile Progetto: Paride Meloni, ENEA

**Titolo**

**Partecipazione ad iniziative europee ed internazionali in merito allo smaltimento definitivo dei rifiuti radioattivi ad alta attività e lunga vita**

**Descrittori**

**Tipologia del documento:** Rapporto tecnico

**Collocazione contrattuale:** Accordo di programma ENEA-MSE: tema di ricerca “Nuovo nucleare da fissione”

**Argomenti trattati:** Trattamento e stoccaggio dei rifiuti radioattivi

**Sommario**




Sebbene lo smaltimento definitivo dei rifiuti radioattivi ad alta attività e a lunga vita non rientrasse inizialmente nell'oggetto della presente linea progettuale, fin dalla prima annualità si ritenne utile riassumere anche le attività svolte dall'ENEA in tale ambito. Successivamente, anche in base ad un input specifico del Ministero dello Sviluppo Economico è stato ritenuto opportuno che il nostro Paese ritorni ad occuparsi di tale tematica in modo da poter sviluppare le competenze a supporto delle future decisioni in merito alla gestione di tali rifiuti. A tale scopo sia l'ENEA che il CIRTEN partecipano attivamente alle principali iniziative in corso a livello europeo ed internazionale (ARIUS, ERDO, IGD-TP, NEA, IAEA). Nel presente documento vengono illustrati i risultati di tali partecipazioni, rimandando anche a rapporti più specifici per talune di esse.



**Note:** Lavoro svolto in esecuzione della linea progettuale LP4 - Obiettivo D

**Autori:** Alfredo Luce, Giorgio Giorgiantoni, Francesco Troiani (ENEA)

Giuseppe Forasassi, Rosa Lo Frano (CIRTEN)

2			NOME			
			FIRMA			
1			NOME			
			FIRMA			
0	EMISSIONE	9.09.2011	NOME	A. Luce	P. Meloni	P. Meloni
			FIRMA			
REV.	DESCRIZIONE	DATA		REDAZIONE	CONVALIDA	APPROVAZIONE

**Titolo**

**Partecipazione ad iniziative europee ed internazionali in merito allo smaltimento definitivo dei rifiuti radioattivi ad alta attività e lunga vita**

**Descrittori**

**Tipologia del documento:** Rapporto tecnico

**Collocazione contrattuale:** Accordo di programma ENEA-MSE: tema di ricerca “Nuovo nucleare da fissione”

**Argomenti trattati:** Trattamento e stoccaggio dei rifiuti radioattivi

**Sommario**

Sebbene lo smaltimento definitivo dei rifiuti radioattivi ad alta attività e a lunga vita non rientrasse inizialmente nell'oggetto della presente linea progettuale, fin dalla prima annualità si ritenne utile riassumere anche le attività svolte dall'ENEA in tale ambito. Successivamente, anche in base ad un input specifico del Ministero dello Sviluppo Economico è stato ritenuto opportuno che il nostro Paese ritorni ad occuparsi di tale tematica in modo da poter sviluppare le competenze a supporto delle future decisioni in merito alla gestione di tali rifiuti. A tale scopo sia l'ENEA che il CIRTEN partecipano attivamente alle principali iniziative in corso a livello europeo ed internazionale (ARIUS, ERDO, IGD-TP, NEA, IAEA). Nel presente documento vengono illustrati i risultati di tali partecipazioni, rimandando anche a rapporti più specifici per talune di esse.




**Note:** Lavoro svolto in esecuzione della linea progettuale LP4 - Obiettivo D

**Autori:** Alfredo Luce, Giorgio Giorgiantoni, Francesco Troiani (ENEA)

Giuseppe Forasassi, Rosa Lo Frano (CIRTEN)


2			NOME			
			FIRMA			
1			NOME			
			FIRMA			
0	EMISSIONE		NOME	A. Luce	P. Meloni	P. Meloni
			FIRMA			
REV.	DESCRIZIONE	DATA		REDAZIONE	CONVALIDA	APPROVAZIONE

 <b>Ricerca Sistema Elettrico</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	NNFISS – LP4 – 024	0	L	2	20

## INDICE

<b>1. Introduzione .....</b>	<b>3</b>
<b>2. IGD-TP (Implementing Geological Disposal Technology Platform).....</b>	<b>5</b>
<b>3. ARIUS ed ERDO WG .....</b>	<b>10</b>
<b>4. Progetti ed eventi Internazionali.....</b>	<b>11</b>
<b>4.1 GEOSAF .....</b>	<b>11</b>
<b>4.2 Technical Meeting on Very Long Term Storage of Used Nuclear Fuel (26-28     Aprile 2011 , IAEA Headquarters, Vienna, Austria).....</b>	<b>12</b>
<b>4.3 TECHNICAL MEETING O MOX Fuel and MOX Spent Fuel Management (21-24     February, 2011, IAEA Hea Ndquarters, Vienna, Austria).....</b>	<b>12</b>

**Allegato 1** - Presentazione CIRTEN a "IGD-TP Exchange Forum" del 8 Febbraio 2011

 <b>Ricerca Sistema Elettrico</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	NNFISS – LP4 – 024	0	L	3	20

## 1. INTRODUZIONE

L'obiettivo principale della linea progettuale LP4 era inizialmente quello di avviare gli studi e i programmi di R&S ancora necessari per acquisire e mettere a disposizione del Paese le competenze tecniche e scientifiche propedeutiche alla progettazione e realizzazione di un deposito di smaltimento per rifiuti radioattivi a bassa e media attività (II Categoria).

Tuttavia, fin dalla prima annualità, si ritenne utile fare il punto della situazione<sup>1</sup> e riassumere anche le rilevanti attività svolte dall'ENEA tra il 1976 e il 1991 in tema di smaltimento definitivo dei rifiuti radioattivi ad alta attività e a lunga vita (III Categoria)<sup>2</sup>.

Successivamente, anche in base ad un input specifico del Ministero dello Sviluppo Economico ricevuto dall'ENEA nel 2009, è stato ritenuto opportuno che il nostro Paese ritorni ad occuparsi di tale tematica in modo da poter sviluppare le competenze a supporto delle future decisioni in merito alla gestione dei rifiuti ad alta attività e lunga vita già in stoccaggio o di ritorno dall'estero a seguito del riprocessamento del combustibile esaurito. A tale scopo sia l'ENEA che il CIRTEN hanno cominciato a partecipare attivamente alle principali iniziative in corso a livello europeo ed internazionale.

In tale contesto non è da trascurare la recente approvazione della Direttiva EURATOM 2011/70<sup>3</sup> del 19 luglio 2011, che istituisce un quadro comunitario per la gestione responsabile e sicura del combustibile nucleare esaurito e dei rifiuti radioattivi e che pone quindi degli obblighi precisi a carico dei paesi dell'UE.

Nel presente documento vengono illustrati i risultati di tali partecipazioni, rimandando anche a rapporti più specifici per talune di esse.

Nel 2010 l'ENEA ha aderito alla IGD-TP (Implementing Geological Disposal Technology Platform) partecipando ai lavori per la definizione della relativa SRA (Strategic Research Agenda)<sup>4</sup>. La SRA è un documento di grande rilevanza per una piattaforma tecnologica europea in quanto individua e definisce i temi di R&S in cui si devono ancora conseguire importanti progressi scientifici e tecnologici per raggiungere l'obiettivo comune, in questo caso la realizzazione del primo deposito geologico europeo. La versione finale della SRA per IGD-TP è stata finalizzata a


---

<sup>1</sup> A. Luce – Decommissioning e gestione dei rifiuti radioattivi: la situazione internazionale e in Italia; Report RSE/2009/127

<sup>2</sup> F. Zarlenga – Le ricerche condotte dall'ENEA fra il 1976 e il 1991 sul confinamento geologico delle scorie radioattive a lunga vita e ad alta attività; Report RSE/2009/128

<sup>3</sup> DIRETTIVA 2011/70/EURATOM DEL CONSIGLIO del 19 luglio 2011, L 199/48 Gazzetta ufficiale dell'Unione europea 2.8.2011

<sup>4</sup> A. Luce – Relazione di partecipazione a “Implementing Geological Disposal of Radioactive Waste Technology Platform (IGD-TP); Report RdS/2010/129.


 <b>Ricerca Sistema Elettrico</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	NNFISS – LP4 – 024	0	L	4	20

valle di un periodo di consultazione pubblica ed è adesso liberamente scaricabile dal sito web di IGD-TP: <http://www.igdtp.eu/>.

Successivamente, per l'Italia, hanno aderito anche il CIRTEN e l'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS). Nel Febbraio 2011 c'è stato il primo "IGD-TP Exchange Forum", a cui ha partecipato il CIRTEN e di cui si discute specificamente nel presente documento (cap. 2).

Sempre in tema di smaltimento geologico l'ENEA partecipa, fin dalla sua fondazione nel 2002, alla associazione ARIUS (Associazione per lo stoccaggio sotterraneo regionale e internazionale) che ha come obiettivo quello di rendere possibile la realizzazione e l'esercizio di un deposito geologico multinazionale. Nel cap. 3 si forniscono dei brevi cenni su tale partecipazione e sulla correlata partecipazione al gruppo di lavoro ERDO-WG, rimandando gli approfondimenti a un documento specifico.

Infine nel cap. 4 si fa una disamina dei risultati della partecipazione ENEA ad alcuni importanti eventi organizzati dalla IAEA sia sul tema dello smaltimento geologico (GEOSAF) sia sui temi strettamente collegati dello stoccaggio a lungo termine del combustibile esaurito e sullo stato dell'arte del riciclo del Pu in combustibile MOX, primo passo sulla strada che conduce ai cicli del combustibile chiusi, con l'obiettivo di ridurre il carico radiologico dei depositi geologici del futuro.

 <b>Ricerca Sistema Elettrico</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	NNFISS – LP4 – 024	0	L	5	20

## **2. IGD-TP (IMPLEMENTING GEOLOGICAL DISPOSAL TECHNOLOGY PLATFORM)**

Con la decisione 2006/976/EURATOM, la Commissione Europea ha promosso tra le sue attività di ricerca la piattaforma tecnologica IGD-TP, il cui obiettivo è di supportare le scelte degli stati membri in materia di rifiuti radioattivi a vita lunga ed alta attività fornendo loro una solida base scientifica e tecnica per l'attuazione del piano di gestione dei rifiuti radioattivi e la dimostrazione della sicurezza del concetto di deposito geologico profondo per il combustibile esaurito e i rifiuti radioattivi ad alta attività e a vita lunga.

Le attività del IGD-TP sono, quindi, finalizzate a fornire un riferimento tecnico idoneo per l'effettuazione delle valutazioni di sicurezza e per il supporto decisionale degli enti di sicurezza, permettendo parimenti di poter promuovere una gestione dello smaltimento geologico dei rifiuti trasparente e condivisa, con il conseguente vantaggio del superamento del problema dell'accettazione da parte dell'opinione pubblica messo in evidenza anche dall'Eurobarometer 2010 della CE, in modo da poter realizzare in Europa entro il 2025 i primi impianti di smaltimento geologico per il combustibile esaurito e rifiuti ad alta attività: le informazioni scientifiche, fornite da esperti, sugli aspetti peculiari di sicurezza che caratterizzano la realizzazione del deposito geologico possono accrescere il consenso dell'opinione pubblica anche sull'energia nucleare.

Il CIRTEN ha partecipato ai lavori del Programme for the Exchange Forum tenutosi l'8 Febbraio 2011 a Parigi occupandosi in particolar modo del problema del trasporto e stoccaggio dei rifiuti radioattivi (RWs) prodotti dall'esercizio di una centrale elettronucleare durante il suo normale esercizio (contributo in Allegato 1).

L'esercizio di una centrale nucleare genera circa 30 tonnellate all'anno di combustibile irraggiato esaurito e, nel caso di ritrattamento, questo quantitativo corrisponde a circa 4 m<sup>3</sup> di prodotti derivanti dal processo di vetrificazione dei rifiuti liquidi ad alta attività; ciò nonostante il più importante contributo di RW proviene dallo smantellamento degli impianti nucleari dopo la cessazione dell'esercizio: tali rifiuti radioattivi residui devono essere trattati, condizionati e stoccati in un sito temporaneo idoneo o trasportati al sito di smaltimento definitivo.

La corretta gestione dei rifiuti radioattivi, con riferimento anche alla situazione Nazionale (decommissioning delle quattro centrali nucleari presenti sul territorio), prevede inevitabilmente il confinamento/sistemazione dei RW in idonei contenitori ed il loro successivo trasporto agli impianti



di ritrattamento (o riprocessamento) e da questi ultimi al sito di stoccaggio temporaneo o deposito permanente- DG (Fig.1).

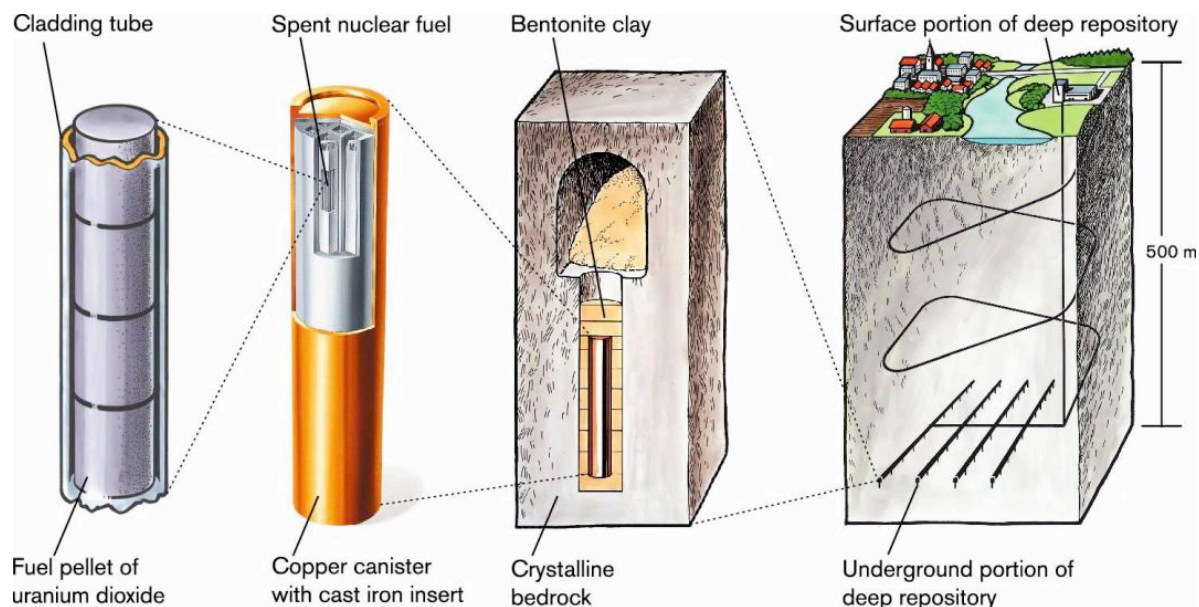



Fig. 1- Schema del Deposito Geologico: concetto delle multibarriere

Inoltre i criteri di corretta e sicura progettazione di un impianto di smaltimento dipendono dalla sicurezza e adeguatezza del sito; in particolare la normativa “SAFETY SERIES N. 111-G-3.1” della IAEA1994, suggerisce di prendere in considerazione i seguenti:

- GEOLOGIA
- IDROGEOLOGIA
- GEOCHIMICA
- TETTONICA E SISMICITÀ
- PROCESSI DI SUPERFICIE
- METEOROLOGIA
- EVENTI INDOTTI DALL’UOMO
- TRASPORTO DEI RIFIUTI
- SFRUTTAMENTO DEL SUOLO
- PROTEZIONE DELL’AMBIENTE
- DISTRIBUZIONE DELLA POPOLAZIONE

 <b>Ricerca Sistema Elettrico</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag. di</b>
	NNFISS – LP4 – 024	0	L	7 20

Dunque per poter adeguatamente trasportare, stoccare e confinare i RWs in un deposito geologico occorre utilizzare adeguati contenitori, noti come “cask” o “packaging system” (Fig. 2).

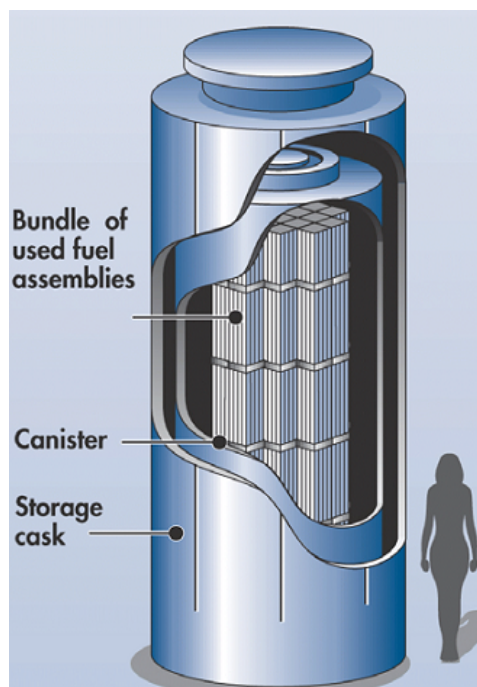


Fig. 2- Esempio di contenitore per il trasporto dei RWs

Questi contenitori devono essere adeguatamente progettati, collaudati, qualificati e certificati sulla base dei requisiti previsti dalla Normativa Internazionale (IAEA) e nazionale (cfr. G.T. n. 26) attualmente in vigore, nonché dalle prescrizioni dell’Autorità competente per la sicurezza a livello nazionale e locale, in considerazione dei rischi legati alla vulnerabilità dei contenitori stessi in tutte le condizioni normali ed accidentali prevedibili, alle caratteristiche chimico-fisiche (e alla forma fisica: solida o liquida o polverulenta) dei rifiuti, a quelle del sito, alla durata prevedibile dello stoccaggio, ecc.

Tutti questi contenitori devono garantire la custodia protettiva passiva dei RW in essi contenuti avvalendosi e prevedendo una serie di “barriere di contenimento” e protezione, realizzate anche in materiali innovativi (nel caso di modifiche ai contenitori esistenti o di un nuovo progetto di contenitore) come calcestruzzi caricati con fibre ad alta resistenza, rivestimenti in materiali speciali adeguatamente passivizzati, dispositivi di tenuta e contenimento, ecc., tali da garantire il

conseguimento dei limiti ammissibili in termini di radioprotezione, resistenza meccanica e chimica e durata nel tempo. L'adeguato stoccaggio dei RW è considerato il primo passo per l'adeguato posizionamento degli stessi all'interno del deposito che dovrà essere progettato secondo il concetto di sicurezza a "strati" o multibarriera (barriera di tipo chimico, ingegneristico e naturale) (Fig.3) ed in accordo con il criterio "retrievability".

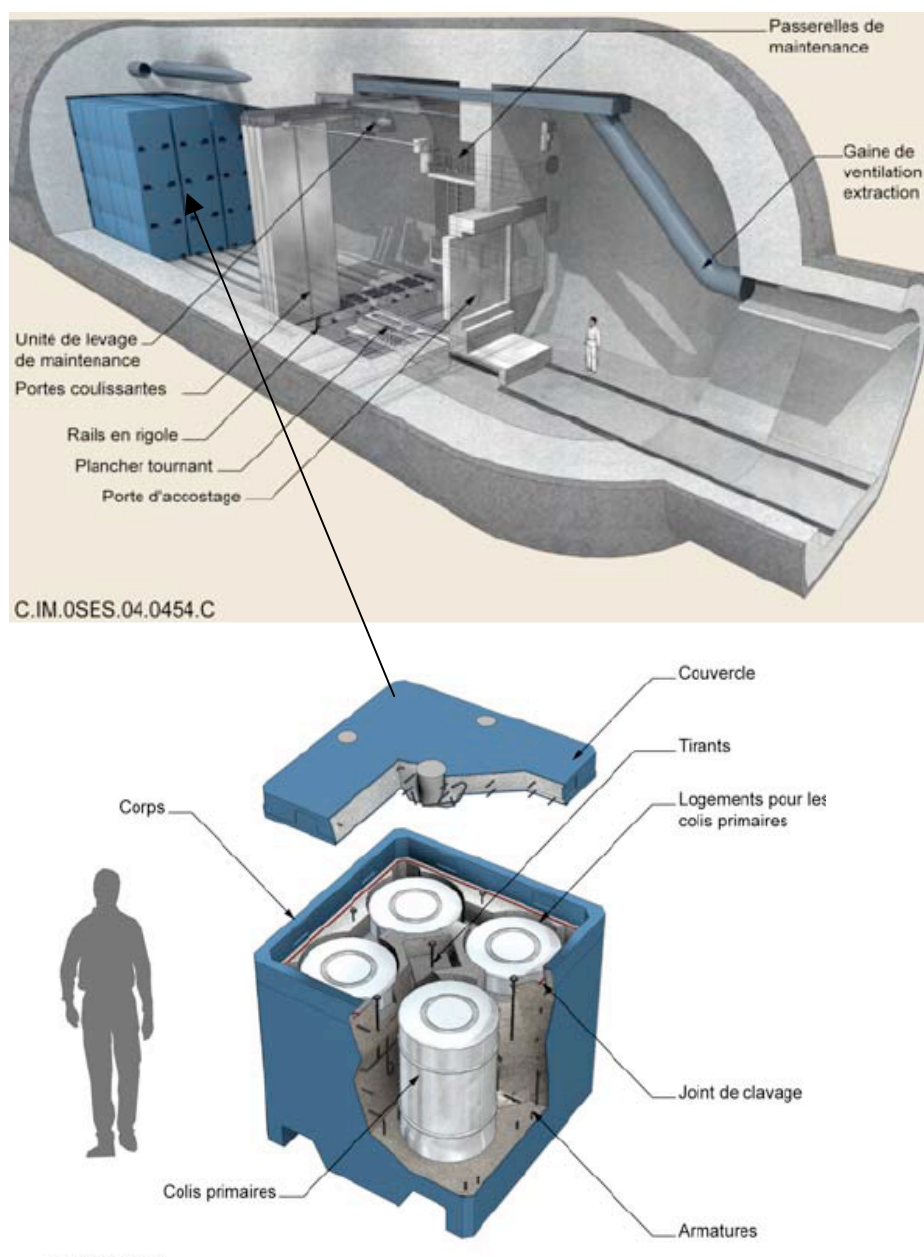
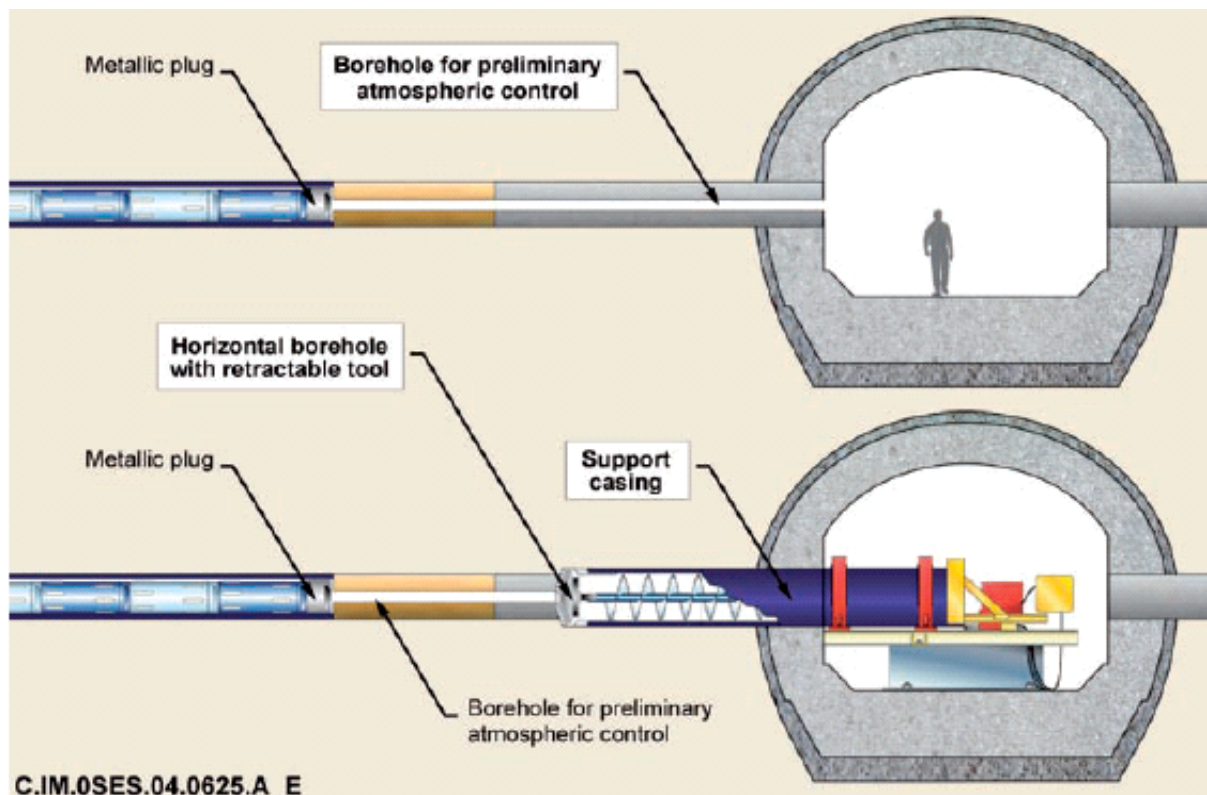


Fig. 3- Concetto della sicurezza a multibarriera


<b>ENEA</b> Ricerca Sistema Elettrico	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	NNFISS – LP4 – 024	0	L	9	20

Infine a titolo di esempio si riporta la proposta francese (i.e. Andra) di deposito geologico in Figura 4, (anch'essa presa in esame dal CIRTEN e discussa durante il meeting suddetto) da cui si evince il concetto di smaltimento per moduli ottenuto disponendo i contenitori per RW in grandi tunnel.



*French concept: Cell seal boring before vitrified HLW retrieval.*

Fig. 4- Proposta francese di deposito geologico

 <b>Ricerca Sistema Elettrico</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	NNFISS – LP4 – 024	0	L	10	20

### 3. ARIUS ED ERDO WG

Realizzare un deposito geologico condiviso, a livello internazionale o regionale, è un’idea su cui si lavora da parecchio tempo in diversi contesti internazionali. Questa opzione è di particolare interesse per quei paesi europei, che possiedono programmi nei quali l’uso di energia nucleare è ridotta, oppure che possiedono solo reattori di ricerca o hanno produzioni provenienti dal comparto industriale e medico. Da questa idea arrivò la spinta che portò alla fondazione nel 2002 dell’Associazione privata “ARIUS” (Associazione per lo stoccaggio sotterraneo regionale e internazionale), con sede in Svizzera, di cui per l’Italia l’ENEA ha fatto parte fin dall’inizio.

L’obiettivo iniziale di ARIUS era di organizzare studi su aspetti tecnici, legali, politici e sociali, associati allo stoccaggio e smaltimento multinazionale, e di garantire che questa opzione restasse un argomento di discussione sulla scena mondiale e fosse riconosciuta come una futura scelta fattibile per i paesi interessati a questa strategia.


La proposta che è scaturita dai lavori di ARIUS è stata l’attuazione di un’Organizzazione per lo Sviluppo di un Deposito Europeo (ERDO). Il primo passo di questa strategia è stata la creazione di un gruppo di lavoro (ERDO-WG), per portare avanti il lavoro preliminare, al fine di elaborare un documento “consensus model”, che consenta di ottenere l’approvazione alla successiva attuazione dell’Organizzazione ERDO vera e propria. Questo modello dovrebbe essere presentato ai paesi potenzialmente interessati, in modo che questi paesi possano poi decidere se e quando dare attuazione ad ERDO.

Le attività di ERDO – WG sono iniziate nel gennaio 2009 ed attualmente è terminata la prima fase di questo lavoro con la produzione di un piano ed un modello di struttura per ERDO compreso la bozza di Statuto, le linee guida operative ed un business plan a 5 anni.

Data la rilevanza dell’argomento, oltre a questi brevi cenni, nell’ambito di questa stessa annualità è stato prodotto un apposito documento con i necessari approfondimenti<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> P. Bartolomei, G. Giorgiantoni – Rapporto sulla partecipazione ad ARIUS ed ERDO-WG 2011 , NNFISS-LP4-029, Settembre 2011.

 <b>Ricerca Sistema Elettrico</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	NNFISS – LP4 – 024	0	L	11	20

## 4. PROGETTI ED EVENTI INTERNAZIONALI

### 4.1 GEOSAF

Il progetto GEOSAF, nato in ambito IAEA nel giugno 2008, ha come obiettivo il confronto tra i partner sulle *performances* di sicurezza di un deposito geologico per lo smaltimento di rifiuti radioattivi ad alta attività e lunga vita, nonché l'armonizzazione degli obiettivi di studio e dei progetti condotti in ambito internazionale.

Lo scopo del progetto, quindi, è quello di elaborare una posizione tecnica comune ed un approccio condiviso nella gestione delle tematiche relative alle valutazioni di sicurezza di un deposito geologico, con particolare enfasi alla fase di esercizio del deposito stesso. Più specificatamente, con il progetto si intende sviluppare un approccio comune sull'analisi di sicurezza e sulle modalità di conduzione della stessa e di presentazione dei risultati alle autorità competenti.

Per quanto riguarda i contenuti, i partners hanno convenuto che il progetto, per la sua completezza, debba riguardare sia la fase di esercizio che quella post-chiusura, tenendo conto oltre al rischio radiologico anche quelli di tipo convenzionali ed includere una valutazione della solidità ingegneristica dell'infrastruttura e delle relative *performances*, una valutazione degli impatti sulla salute umana e sull'ambiente ed una valutazione del sistema di gestione del deposito.


Il progetto coinvolge numerosi paesi, in particolare tutti quelli che occupano un ruolo di primo piano internazionale nello sviluppo e sfruttamento dell'energia nucleare, tra cui Francia, Regno Unito, USA e Canada. L'Italia, tramite l'ENEA, ha seguito ultimamente alcuni sviluppi di queste attività, ma non è partner ufficiale del progetto.

GEOSAF ha avuto una prima fase di durata triennale, anche se il lavoro svolto fino ad ora non può essere considerato conclusivo, ma solo propedeutico ai successivi ed ulteriori sviluppi, che dovrebbero essere indirizzati maggiormente alle implicazioni pratiche nella realizzazione di un'analisi di sicurezza e che costituiranno uno specifico TECDOC dell'Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica (IAEA).

L'ultimo meeting, che ha coinvolto i partecipanti diretti e indiretti, tra cui l'ENEA, si è tenuto a Vienna tra il 16 e il 20 maggio 2011, presso la IAEA. In quest'ultimo incontro sono stati definiti nel dettaglio i documenti in emissione, chiariti i risultati del lavoro svolto e sono state poste le basi per le loro future implementazioni.

Data la rilevanza del progetto, oltre a questi brevi cenni, nell'ambito di questa stessa annualità è stato prodotto un apposito documento con i necessari approfondimenti<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> R. Levizzari, F. Troiani – The International Intercoparison and Harmonisation Project on Demonstrating the Safety of Geological Disposal, NNFISS-LP4-018, Agosto 2011.

 <b>Ricerca Sistema Elettrico</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	NNFISS – LP4 – 024	0	L	12	20

#### **4.2 TECHNICAL MEETING ON VERY LONG TERM STORAGE OF USED NUCLEAR FUEL (26-28 APRILE 2011 , IAEA HEADQUARTERS, VIENNA, AUSTRIA)**

L'inventario dello "spent fuel" (combustibile esaurito) nelle nazioni membri IAEA aventi un programma nucleare in corso o pregresso risulta in costante aumento, richiedendo quindi uno sviluppo delle basi tecniche e degli indirizzi da fornire al pubblico, agli organi istituzionali, regolatori e politici ai fini della gestione a lungo termine del combustibile esausto. In assenza di decisioni strategiche nei vari paesi, risulta necessaria una gestione del combustibile in queste condizioni che è probabile che si debba prolungare da 100 a 300 anni. Lo scambio di informazioni, la discussione e l'approfondimento tecnico rimangono quindi fondamentali per la trattazione di questi aspetti.

Pertanto, lo scopo della riunione era quello di scambiare e confrontare informazioni provenienti dai più svariati paesi membri al fine di ottimizzare la gestione del combustibile esausto a lungo termine e per attivare collaborazioni internazionali. Un altro obiettivo era inoltre quello di identificare problemi o aspetti da approfondire per attivare azioni IAEA in tal senso.

E' stato deciso di lanciare un Progetto Coordinato IAEA (CRP) verso la fine dell'anno, per aumentare gli sforzi, il coordinamento fra gli Stati Membri per lo scambio di dati sul VLTS e la scelta delle tecnologie necessarie alla efficiente gestione dello "spent fuel".

Alcuni partecipanti alla riunione tecnica hanno espresso preoccupazioni riguardo all'ambiguità ed alla potenziale ed erronea percezione originata dall'uso della terminologia "Very Long Term Storage". E' stato messo in evidenza che questa grossolana terminologia può essere malintesa da tecnici, decisori e pubblico.

E' stato stabilito che non ci si dovrebbe limitare ad un limitato periodo di tempo (da 100 a 300 anni) ma piuttosto che si dovrebbero ricavare dati, tecnologie e informazioni addizionali necessarie ad assicurare la comprensione dei meccanismi di invecchiamento per produrre una solida piattaforma per estendere il periodo di stoccaggio per i periodi voluti.

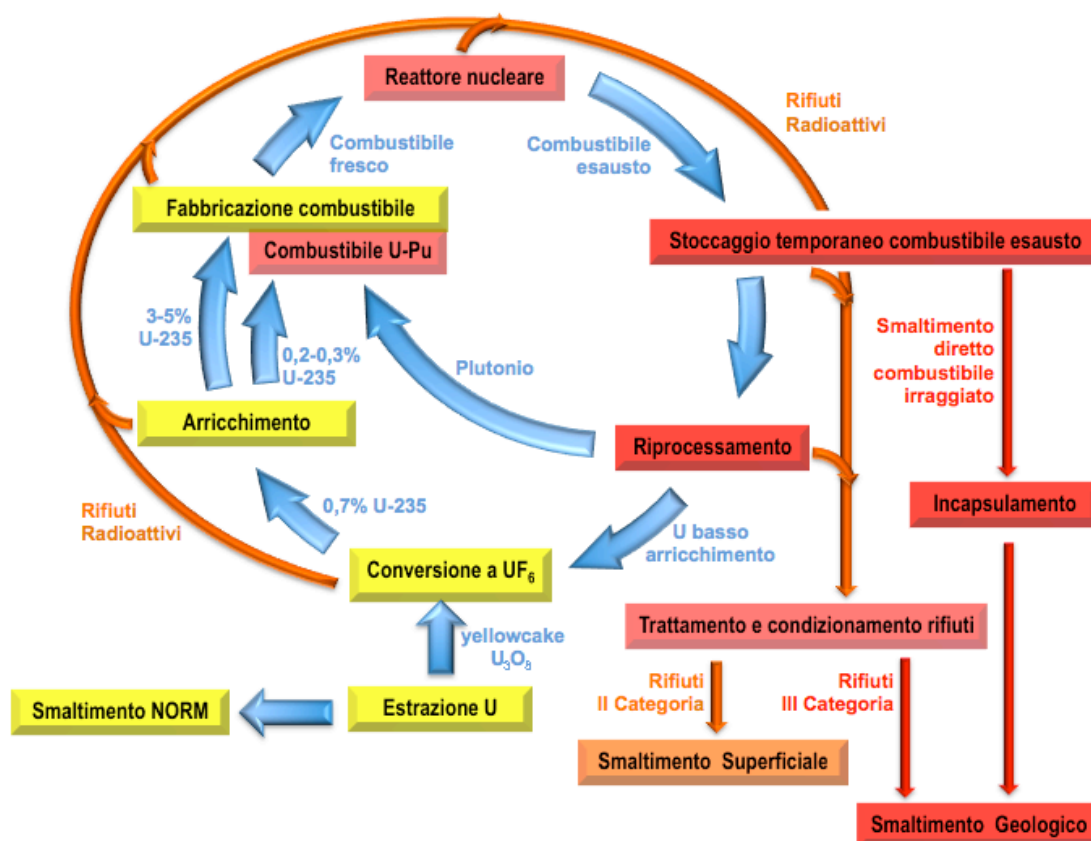
Questo approccio assicurerà che non ci si troverà in situazioni non pianificate o non previste che possano ridurre la sicurezza oppure che si risolvano in lavori di ripristino non necessari con extracosti non valutati o ingiustificati.

Una seconda riunione tecnica si terrà nell'aprile del 2012 con l'obiettivo di ottenere ulteriori informazioni allo scopo di produrre una guida IAEA NES su questo oggetto.

#### **4.3 TECHNICAL MEETING ON MOX FUEL AND MOX SPENT FUEL MANAGEMENT (21-24 FEBRUARY, 2011, IAEA HEADQUARTERS, VIENNA, AUSTRIA)**

Il ciclo del combustibile nucleare, schematicamente rappresentato in Figura 4.3.1, si basa su una lunga serie di processi industriali (meccanici, fisici e chimici) che, da un lato, permette l'estrazione dell'Uranio naturale dai giacimenti minerari e la sua trasformazione

in elementi di combustibile e, dall'altro, porta alla produzione di elementi di combustibile esausto e materiali di scarto, che devono essere smaltiti.




*Figura 4.3.1: Rappresentazione schematica del ciclo del combustibile nucleare*

L'uranio naturale è abbastanza diffuso nelle aree continentali, nelle rocce della crosta terrestre, nei suoli, nei depositi fosfatici, ma la sua concentrazione è molto variabile così pure, di conseguenza, i costi di estrazione. Tutto ciò, combinato con una crescita della domanda ed una previsione di ulteriore crescita, nonché di azioni speculative, ha portato negli ultimi anni ad un considerevole incremento del prezzo di vendita dell'Uranio.

Dall'altra parte il combustibile esausto, prodotto in poco meno di 12.000 t/anno, può essere riprocessato per recuperare i materiali ad alto contenuto energetico (Uranio e Plutonio) ancora presenti, per produrre nuovo combustibile, oppure smaltito direttamente in formazioni geologiche, con non poche problematiche etiche, politiche ed ambientali.

Attualmente, la maggior parte del combustibile esausto, prodotto nei reattori in esercizio, è stoccata nelle centrali nucleari dove è prodotto, o in centri di stoccaggio specializzati, in attesa di decisioni nazionali o internazionali in materia di smaltimento finale. Meno del 30% del combustibile esausto prodotto annualmente dalle centrali nucleari è riprocessato (~ 3000 tHM/a), mentre gli impianti di ritrattamento del combustibile hanno una capacità globale di circa il doppio (~ 6000 tHM/a).



 <b>Ricerca Sistema Elettrico</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	NNFISS – LP4 – 024	0	L	14	20

L'attuazione della strategia di smaltimento diretto del combustibile esausto, inoltre, non è adottata da tutti i paesi produttori e, comunque, molti programmi nazionali per lo smaltimento finale del combustibile esausto sono in ritardo e la strategia del ritrattamento è stata riconsiderata in alcuni paesi grandi produttori.

Tutto ciò, combinato con un crescente interesse nella cooperazione multilaterale per il ciclo del combustibile nucleare, in particolare da piccoli paesi o paesi deficitari di tecnologie nucleari oppure di recente ingresso nel settore nucleare, porta ad un rinnovato e più diffuso interesse nell'impiego del Plutonio come combustibile nucleare, nei cosiddetti combustibili ad ossidi misti Uranio-Plutonio (MOX).

Questo atteggiamento ha portato l'Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica (IAEA), nell'ambito del suo mandato sulla non proliferazione delle armi nucleari e sulla promozione delle tecnologie nucleari per scopi pacifici, a promuovere un incontro tecnico specifico sulla gestione del combustibile MOX e del combustibile MOX esausto, al quale l'ENEA ha partecipato con un tecnico esperto (Dott. Francesco Troiani), nell'ambito delle attività svolte nella Linea Progettuale 4, Obiettivo D - *"Indagini conoscitive relative alle problematiche inerenti lo smaltimento definitivo dei rifiuti radioattivi ad alta attività e lunga vita"* dell'Accordo di Programma ENEA-MSE.


Lo scopo dell'incontro è stato quello di fornire una panoramica dello stato attuale di utilizzo del combustibile MOX e discutere gli sviluppi futuri associati ai reattori avanzati ed ai futuri cicli del combustibile.

Gli argomenti discussi hanno riguardato:

- la progettazione e produzione di combustibile MOX per i reattori termici,
- i processi autorizzativi (Licenze) per l'utilizzo del combustibile MOX,
- le esperienze più recentemente condotte in reattore dai paesi utilizzatori di MOX,
- la gestione del combustibile MOX esausto, compresi lo stoccaggio temporaneo a breve termine, lo smaltimento ed il ritrattamento.
- l'utilizzo di MOX in cicli avanzati del combustibile,
- la tempistica per il potenziale utilizzo del combustibile MOX e la conservazione a lungo termine del combustibile MOX esausto.


Dalla discussione è emerso in sintesi che la cooperazione multilaterale può facilitare l'uso di combustibile MOX e ridurre sensibilmente gli stocks di Plutonio. Negli anni passati, grazie ad i paesi che hanno applicato il ritrattamento del combustibile esausto e la sperimentazione del combustibile MOX nei reattori commerciali, sono state acquisite notevoli conoscenze e maturate molte esperienze nella produzione, uso e gestione del combustibile MOX nei reattori termici.

Gli sviluppi dei reattori di nuova generazione e di nuovi cicli del combustibile può facilitare l'utilizzo del combustibile MOX con reattori veloci, al fine di ridurre ulteriormente il Plutonio accumulato. Dal momento però che tali applicazioni non possono

 <b>Ricerca Sistema Elettrico</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	NNFISS – LP4 – 024	0	L	15	20

essere realizzate nell'immediato prossimo futuro, è importante tenere a mente e sviluppare programmi per lo stoccaggio temporaneo a lungo termine, sicuro ed affidabile, del Plutonio, quale prerequisito essenziale per l'utilizzo del combustibile MOX.

Gli obiettivi principali dell'incontro tecnico sono stati, quindi, quelli di fornire agli Stati membri le più recenti informazioni sullo stato dell'arte nell'uso del combustibile MOX e di sviluppo dei cicli del combustibile, ai fini delle possibili future applicazioni con i sistemi nucleari avanzati, affinché questi possano aggiornare le metodologie di gestione del loro combustibile esausto e le relative strategie.

 <b>Ricerca Sistema Elettrico</b>	<b>Sigla di identificazione</b> NNFISS – LP4 – 024	<b>Rev.</b> 0	<b>Distrib.</b> L	<b>Pag. di</b> 16 20
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------	------------------	----------------------	-------------------------

## ALLEGATO 1



**CIRTEN**

*Interuniversity Consortium for Technological Nuclear Research*

**IGD-TP Exchange Forum meeting**

Added value of the SRA to the IGD-TP members

IGD-TP Exchange Forum meeting February 8, 2011

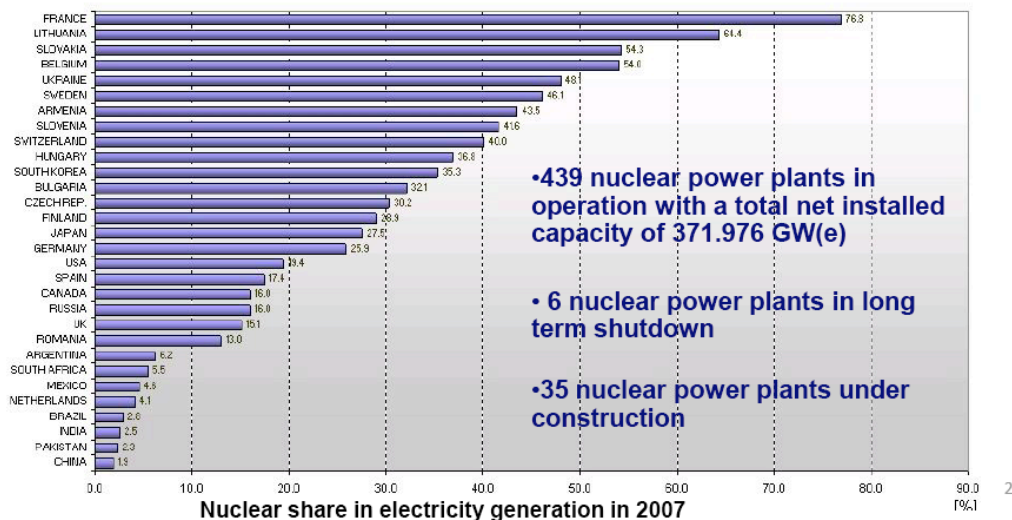


**IGD-TP Exchange Forum meeting**



Scenario of the nuclear engineering

**446 worldwide nuclear reactors supply approximately 17% of the total electricity (24% in the OECD Countries and 35% in Europe).**





## IGD-TP Exchange Forum meeting



### ...How to manage RWs ??

... some wastes can remain radioactive for hundreds or thousands of years, while others may require storage for only a short decay period prior to conventional disposal...



Assuring the protection of the population, workers and environment;

Reducing the impact of RWs disposal on future generations.

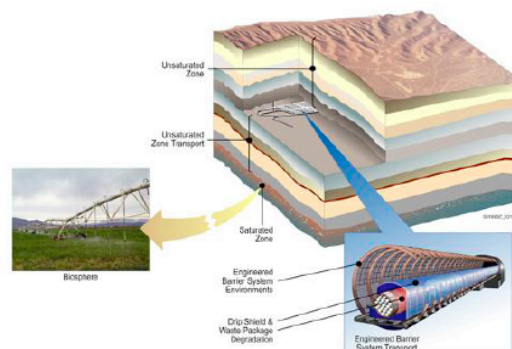
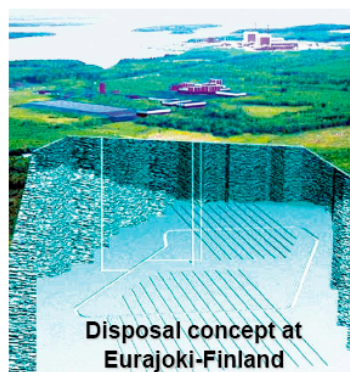


## IGD-TP Exchange Forum meeting



### Members vs. IGD-TP initiatives (1/2)

1. Sharing WM approaches and strategies to be used in the National RD&D geological depository programs.
2. Sharing the scientific and technical knowledge, e.g., through joint projects and specialist meetings (particularly on RW safety issues).



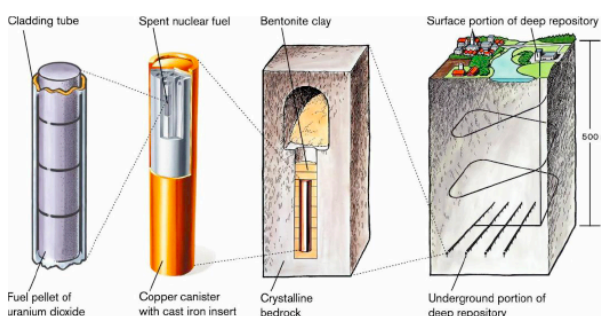


## IGD-TP Exchange Forum meeting



### Members vs. IGD-TP initiatives (2/2)

3. Promote the maintenance of competence by promoting the education and the formation of engineers and technical persons;
4. Making communication on WM at all stages to increase the public acceptability of the geological disposal.



**Scientific information in force to the GD safety aspects may increase public acceptance of nuclear energy**

5



## IGD-TP Exchange Forum meeting




### Added value of the SRA to the IGD-TP members

The European strategic initiatives may facilitate the implementation of safe, deep geological disposal

The IDG-TP offers the possibility to build up of knowledge and experience necessary to support the waste management programmes in the Member States

To promote the Member States cooperation on the scientific, technical and societal issues for the safe and timely implementation of the first geological disposal facilities (i.e. Italy).

6

 <b>Ricerca Sistema Elettrico</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	NNFISS – LP4 – 024	0	L	20	20



## IGD-TP Exchange Forum meeting



### How members can contribute to IGD-TP?

Definition of safety and technical competences particularly in vision of the development of national strategy of GD

Promoting at national and international level scientific and technical research activities,

Maintenance of high level of education to sustain/ support platform activities in the long term

Promote dissemination of research activities results in NE fields in vision of public acceptance.

7

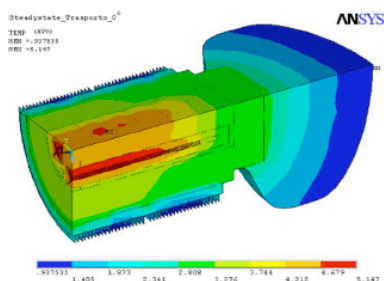


## IGD-TP Exchange Forum meeting



### How members can contribute to IGD-TP? The role of CIRTEN

CIRTEN (Pol. of Milano and Torino, Univ. of Bologna, Padova, Palermo, Pisa and Roma1) has acquired a great experience in the safety issues of component and in the assessment of risk to be spent in supporting SRA and as drawback the Italian MSE in the WM (in collaboration with ENEA and Sogin).



8