



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,  
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

# Sorveglianza e Gestione Rifiuti Radioattivi ENEA - INFN

*Frascati, 01 Luglio 2021*

**Nadia Cherubini – ENEA**  
**Paolo Finocchiaro - INFN**



1101 0110 1100  
0101 0010 1101  
0001 0110 1110  
1101 0010 1101  
1111 1010 0000





Tematica N. 1:

## **Gestione Rifiuti Radioattivi e Monitoraggio Radiologico.**

Collaborazioni Attuali  
Collaborazioni Future



Tematica N. 2:

## **Equipaggiamento per ispezioni nucleari IAEA.**

Collaborazioni Attuali  
Collaborazioni Future

# Gestione Rifiuti Radioattivi e Monitoraggio Radiologico – Collaborazioni Attuali

L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare e il Dipartimento Fusione e Tecnologie per la Sicurezza Nucleare dell'Agenzia, ciascuno con i propri Laboratori, partecipano e collaborano, in qualità di partner, nell'ambito della gestione di rifiuti radioattivi in diversi progetti facenti parte del Programma Europeo H2020.

- ➔ **Progetto MICADO - Measurement and Instrumentation for Cleaning And Decommissioning Operations.**
- ➔ **PREDIS - PRE-DISposal management of radioactive waste.**
- ➔ **CLEANDEM - Cyber physical Equipment for unManned Nuclear DEcommissioning Measurements.**

# Progetto MICADO

## Measurement and Instrumentation for Cleaning And Decommissioning Operations

### Partners



1° giugno 2019 - 31 maggio 2022



# Progetto MICADO

## Obiettivo

Migliorare la gestione dei rifiuti radioattivi e le attività di smantellamento (Decommissioning & Dismantling) proponendo un metodo economicamente efficace per la caratterizzazione non distruttiva dei rifiuti radioattivi, definendo un processo di digitalizzazione associato e creando un “data base” per la gestione dell’inventario dei rifiuti.

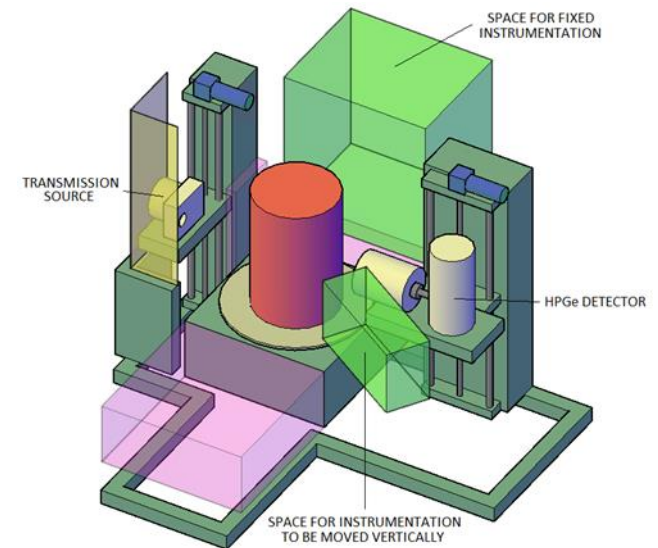
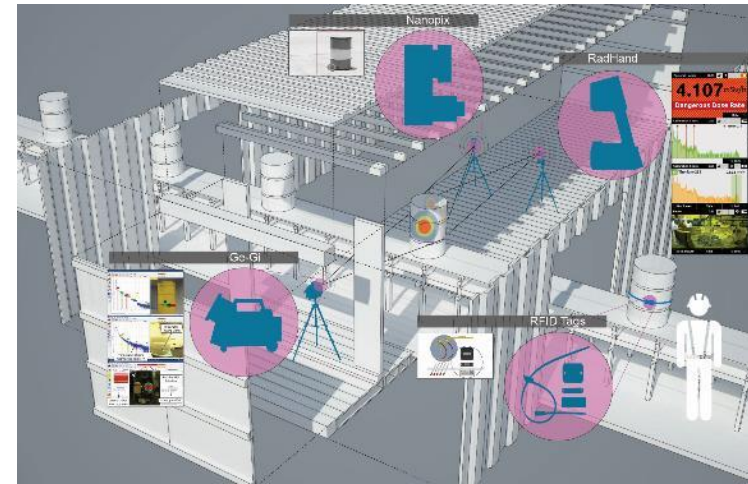
Tale progetto fornirà una soluzione chiavi in mano, denominata *Radiological Characterisation & Monitoring System (RCMS) DigiWaste*, che consentirà:

- una esecuzione più rapida di misure radiologiche;
- una caratterizzazione ottimizzata dei rifiuti radioattivi che combina tecniche di analisi non distruttive e strumenti già utilizzati come riferimento;
- un monitoraggio accurato e a lungo termine dei rifiuti nucleari;
- una digitalizzazione efficiente della completa caratterizzazione radiologica e dei relativi processi.

# Progetto MICADO

## Work Package 4

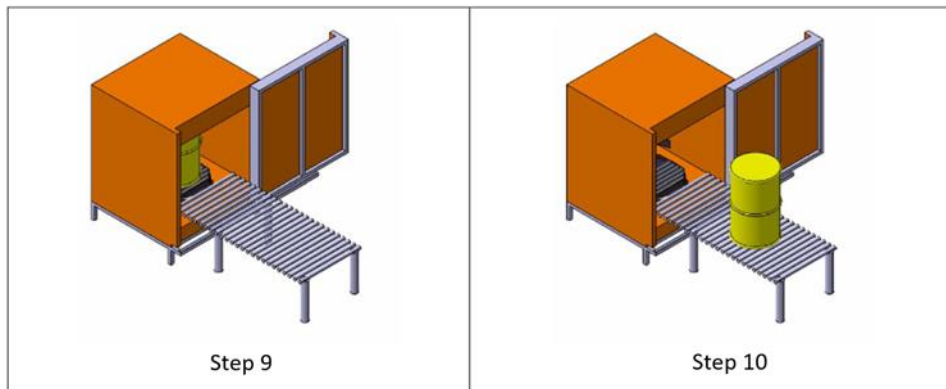
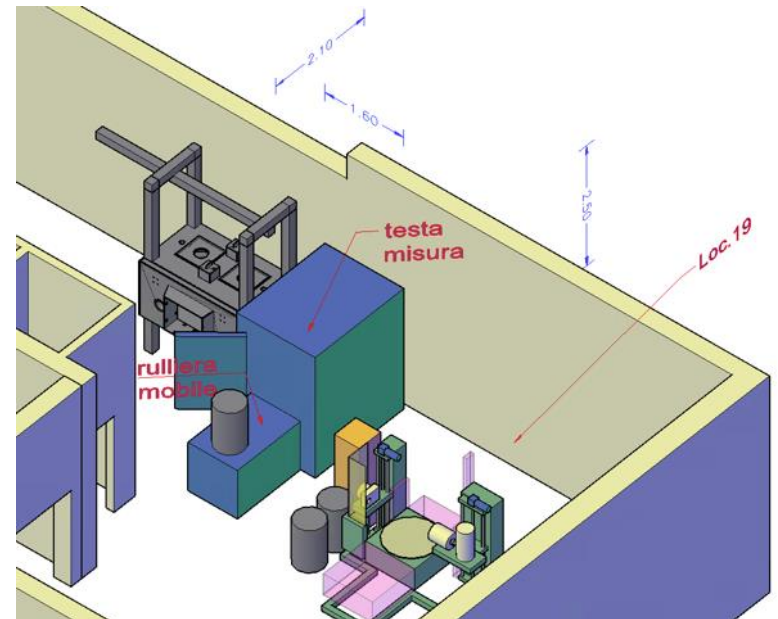
Sviluppo di un sistema automatico per la caratterizzazione completa dei rifiuti radioattivi contenenti radionuclidi gamma emettitori. Il Sistema SRWGA (Sea Radioactive Waste Gamma Analyser) del Laboratorio di Radiochimica C43 verrà impiegato per la realizzazione di un prototipo che combini diverse tecniche non distruttive di spettrometria gamma a scansione (Open Geometry, Segmented Gamma Scanning, Angular Scanning) con un sistema di “Imaging Gamma” per la localizzazione di hot spot e la minimizzazione della durata dell'analisi globale.



# Progetto MICADO

## Work Package 5

Progettazione e realizzazione di un sistema modulare per la caratterizzazione radiologica di rifiuti contenenti alfa emettitori mediante tecniche neutroniche passive e attive e preparazione dei test dimostrativi sul campo



# Progetto MICADO

## Work Package 7

Laboratori Nazionali del Sud (LNS)

Realizzare il sistema di rivelatori per il monitoraggio della radiazione gamma e neutronica.

Il sistema proposto per il monitoraggio in tempo reale consiste in una serie di contatori di radiazioni gamma e neutroniche da disporre intorno a dei fusti di rifiuti radioattivi, al fine di monitorare i tassi di conteggio in tempo reale e renderli disponibili alla piattaforma DigiWaste



n detection

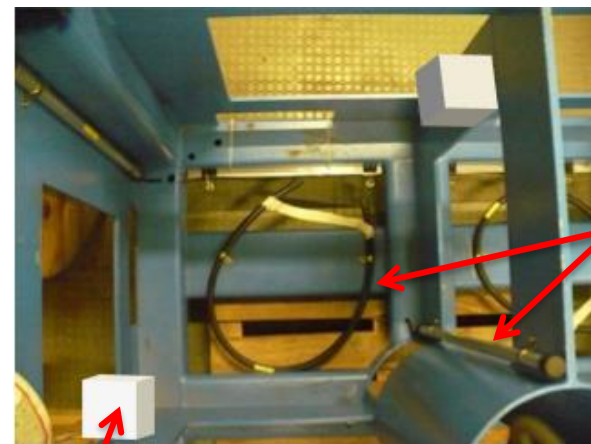


gamma detection



on the drum

on the platform



neutrons

gamma



# Progetto PREDIS - PRE-DISposal management of radioactive waste



TS Enercon Mernokiroda KFT (TS Enercon),  
Hungary  
Ferenc TAKÁTS  
[www.tsenercon.hu](http://www.tsenercon.hu)



Ansaldo Nucleare SPA (ANN), Italy  
Gabriele Firpo  
[www.ansaldoenergia.com](http://www.ansaldoenergia.com)



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,  
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile  
(ENEA), Italy  
Maria Letizia Cozzella  
[www.enea.it](http://www.enea.it)



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN),  
Italy  
Mauro Romoli  
[www.infn.it](http://www.infn.it)



Nucleco Società Per L'Ecoingegneria (Nucleco),  
Italy  
Fabiana Gentile  
[www.nucleco.it](http://www.nucleco.it)



Politecnico di Milano (POLIMI), Italy  
Mario Mariani  
[www.polimi.it](http://www.polimi.it)



EU-project PREDIS

1° settembre 2020 - 1° settembre 2024



# Progetto PREDIS - PRE-DISposal management of radioactive waste

## Obiettivi

- sviluppare soluzioni (metodi, processi, tecnologie) per il trattamento e il condizionamento dei rifiuti degli Stati membri per i quali sono attualmente disponibili solo soluzioni non ottimali, che possano migliorare la sicurezza durante le fasi di gestione dei rifiuti;
- definire i criteri, i parametri e le specifiche di materiali e imballaggi che andranno a formare i criteri di accettazione dei rifiuti (WAC) per le attività di pre-smaltimento e smaltimento, garantendo l'omogeneizzazione dei processi di gestione dei rifiuti radioattivi in tutta Europa.
- applicare un approccio scientifico multidisciplinare e multiscala per dimostrare la fattibilità tecnica, economica e ambientale di soluzioni innovative per la gestione dei rifiuti;
- formare nuovi esperti nel campo delle tecnologie di gestione del pre-smaltimento di rifiuti;
- procedere all'aggiornamento e alla revisione delle norme di buona tecnica per il pre-smaltimento (piani d'azione, gestione e meccanismi di distribuzione), insieme agli organi esecutivi dell'EURAD EJP.

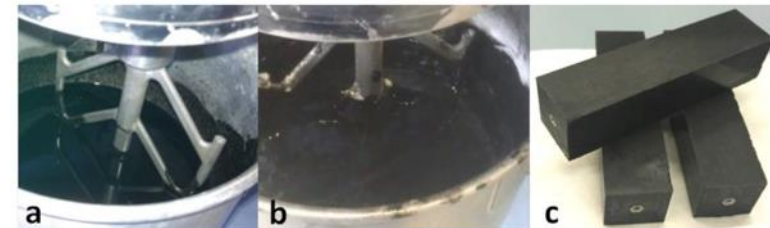
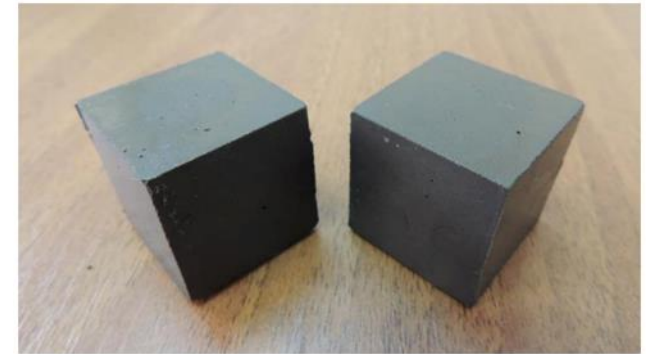
# Progetto PREDIS - PRE-DISposal management of radioactive waste

## Work Package 5

### “Innovations in liquid organic waste treatment and conditioning”

Definire e individuare una possibile applicazione di matrici adsorbenti per il trattamento/condizionamento dei rifiuti radioattivi liquidi organici:

- le matrici polimeriche impiegate in ambito internazionale come matrice adsorbente per il trattamento/condizionamento dei rifiuti radioattivi liquidi organici e le loro caratteristiche;
- la tipologia e la metodologia delle determinazioni analitiche da effettuare sul rifiuto al fine di selezionare la migliore matrice adsorbente o la messa a punto della combinazione ottimale di più matrici.



# Progetto PREDIS - PRE-DISposal management of radioactive waste

## Work Package 7

### “Innovations in cemented waste handling and predisposal storage”

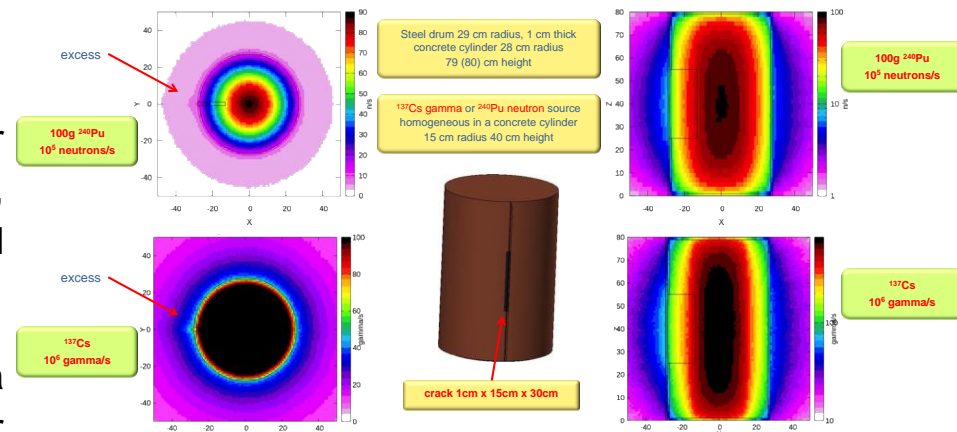
sviluppo di tecniche di monitoraggio remoto dei fusti per l'ottimizzazione della valutazione radiologica dei fusti, tramite rivelatori di radiazione, monitor ambientali ed elettronica di nuova concezione;

ottimizzazione di componenti e configurazione per la tomografia muonica da integrare nei depositi per l'imaging 3D del contenuto dei fusti;

effettuare una serie di test in un ambiente realistico presso operatori del settore della gestione di rifiuti radioattivi.

## SiLiF and SciFi monitoring (INFN-LNS)

...In case of anomaly? Monte Carlo simulations (FLUKA)



## muon tomography (INFN-PD)



### Interconnection



# Progetto CLEANDEM - Cyber physical Equipment for unManned Nuclear DEcommissioning Measurements

1° marzo 2021 – 1° marzo 2024

## Obiettivi

- fornire un “cyber” sistema fisico che supporterà le operazioni degli utenti finali, effettuando inizialmente una valutazione radiologica dell'area e quindi monitorando le operazioni di D&D durante tutta la caratterizzazione dell'impianto
- sistema tridimensionale e completamente dettagliato e digitalizzato dell'area rilevata incrementata dalle informazioni radiologiche fornite dai sensori, consentendo così un'efficiente pianificazione delle azioni di smantellamento e ottimizzazione della gestione dei rifiuti nucleari per il trattamento e/o per lo stoccaggio finale.

# Progetto CLEANDEM - Cyber physical Equipment for unManned Nuclear DEcommissioning Measurements

**ENEA**

## **WP4: Gamma and neutron detection and identification technologies**

collaborare alle prove sperimentali inerenti al sistema di discriminazione Gamma Neutroni. Il Laboratorio di Caratterizzazione Radiologica parteciperà alla taratura del sistema in laboratorio; predisporrà ed eseguirà prove con le sorgenti di taratura gamma e neutroni per la caratterizzazione dei sistemi per testare e verificare le procedure operative.

## **WP6: Contamination monitoring**

progettare e realizzare un sistema di monitoraggio per la rivelazione continua di C-14 utilizzando elaborazioni digitali del segnale. Il sistema sarà installato in un idoneo impianto nucleare o deposito di rifiuti per il monitoraggio dell'aria atmosferica.

## **WP8: Data fusion and DT**

ottimizzare e coordinare i dati acquisiti da diverse fonti (sensori, campioni di materiali, database storico, ecc.).

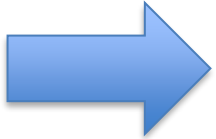
# Progetto CLEANDEM - Cyber physical Equipment for unManned Nuclear DEcommissioning Measurements

INFN

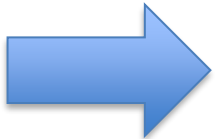
**WP3 “Dose rate” (LNS, GE) e, WP4 “Gamma and neutron detection and identification technologies” (PD)**

- sviluppo di sensori di radiazione gamma e neutronica miniaturizzati a basso costo, incluse l'elettronica di supporto e le interfacce di comunicazione wireless, trasportati o depositati da mini-robot per una mappatura di tassi di dose preliminare alle operazioni di smantellamento;
- simulazioni estensive, per l'ottimizzazione dei sensori summenzionati e di altri sensori e tecniche sviluppati dagli altri partner del progetto;
- effettuare delle campagne di test con sorgenti di laboratorio per la validazione ed ottimizzazione dei rivelatori, sia sviluppati dall'INFN che dagli altri partner, e in particolare per la discriminazione gamma/neutroni;
- partecipare ai test in ambiente realistico presso operatori del settore.

# Collaborazioni Future



Attività di ricerca e sviluppo per il monitoraggio e la rivelazione di radionuclidi in tempo reale e in situ di oggetti e superfici contaminate, in modalità remota



I futuri reattori a fusione genereranno rifiuti durante il funzionamento e la disattivazione. A differenza dei rifiuti di fissione, i rifiuti di fusione non conterranno, o solo in misura minore, elementi transuranici e prodotti di fissione. Tuttavia, i rifiuti conterranno prodotti di attivazione e trizio.

La gestione dei rifiuti di fusione sarà una questione importante al momento di decidere la realizzazione e l'ubicazione degli impianti.

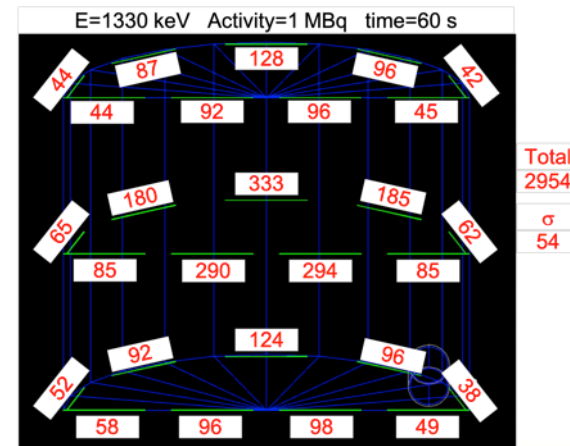
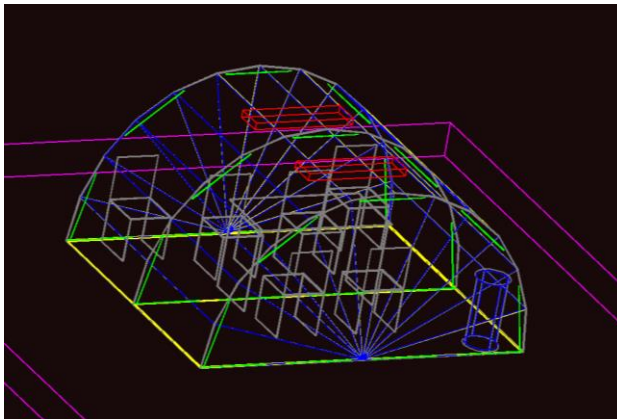


# Equipaggiamento per ispezioni nucleari IAEA

Sviluppo di attrezzature innovative per le procedure ispettive presso installazioni nucleari o presso luoghi in cui ci siano attività nucleari non dichiarate

**INFN** → sviluppare sistemi di sensori, costruire prototipi, effettuare i test, validare le simulazioni.

**ENEA** → simulazioni Monte Carlo allo scopo di ottimizzare i sistemi in funzione delle prestazioni richieste. sperimentazione di prototipi sviluppati congiuntamente in ambiente reale, per applicazioni di security e di forensica nucleare



[nadia.cherubini@enea.it](mailto:nadia.cherubini@enea.it)  
[paolo.finocchiaro@lns.infn.it](mailto:paolo.finocchiaro@lns.infn.it)



Grazie per l'attenzione