

# Manager ambientale per la gestione del *decommissioning* e dei rifiuti radioattivi in ambito sanitario, industriale e di ricerca

Master universitario di I livello, 60  
CFU Gennaio 2024 — Dicembre 2024

Info su [uniupo.it/it/corsi/master](https://uniupo.it/it/corsi/master)

terza edizione



con il patrocinio di:



Azienda Ospedaliero-Universitaria  
Maggiore della Carità  
di Novara



**Manager ambientale  
per la gestione  
del *decommissioning*  
e dei rifiuti radioattivi  
in ambito sanitario,  
industriale e di ricerca**

Master  
I livello  
60CFU



Un percorso di alta formazione di eccellenza che integra l'attività didattica a esercitazioni operative nei siti della Società italiana responsabile del *decommissioning* degli impianti nucleari e della gestione dei rifiuti radioattivi.

A.A. 2023/2024, III edizione

Il Master è patrocinato dall'Azienda Ospedaliero-Universitaria "Maggiore della Carità" di Novara e dall'Azienda Ospedaliera "SS. Antonio e Biagio e Cesare Arrigo" di Alessandria.

Lezioni in *streaming* diretto e differito

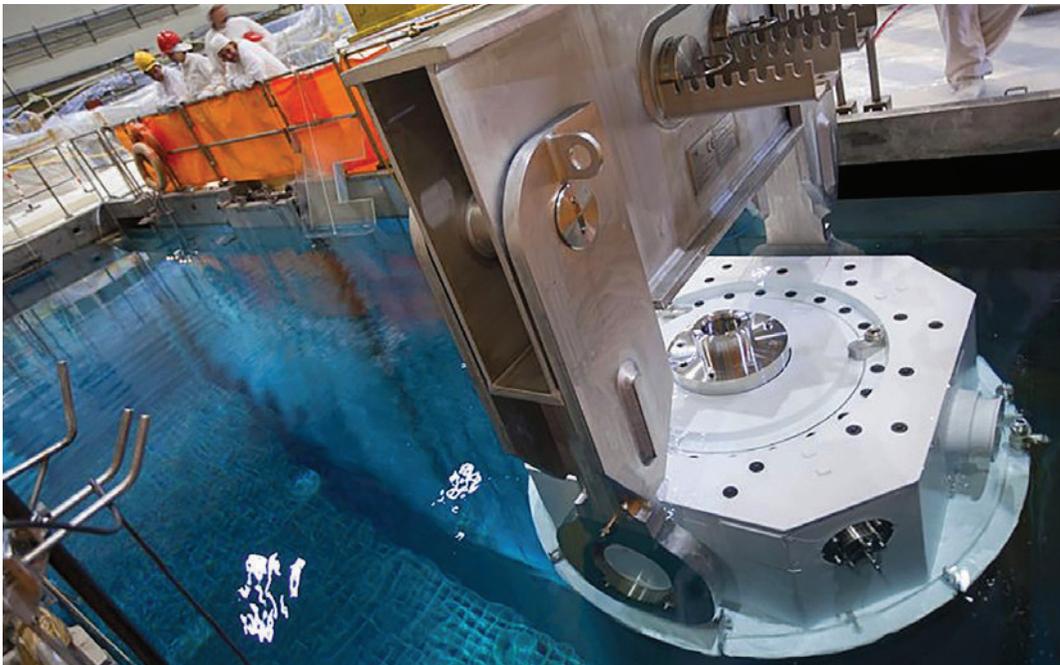
#### **UNIVERSITÀ DEL PIEMONTE ORIENTALE**

STAFF SVILUPPO E QUALITÀ DEI PROGETTI  
DIDATTICI DI ALTA FORMAZIONE E DELLA  
MOBILITÀ INTERNAZIONALE

#### **SOGIN**

SOCIETÀ PER AZIONI A CAPITALE PUBBLICO  
RESPONSABILE DELLO SMANTELLAMENTO  
DEGLI IMPIANTI NUCLEARI ITALIANI

## il Consiglio direttivo



**direttore**

prof. Michele Arneodo

Direttore del Master, Michele Arneodo è docente di Fisica presso la Scuola di Medicina dell'Università del Piemonte Orientale dal 1994.

Il suo lavoro di ricerca, da circa 20 anni, ha come base principale il CERN, il laboratorio europeo di fisica delle particelle situato poco fuori Ginevra, dove partecipa al progetto CMS (Compact Muon Solenoid), uno dei due esperimenti che hanno portato alla scoperta del Bosone di Higgs.



con il patrocinio di:



Azienda Ospedaliero-Universitaria  
Maggiore della Carità  
di Novara



**coordinamento del Master**

dott.ssa Mara Zilio

Responsabile Staff Sviluppo e Qualità dei Progetti didattici di Alta Formazione e della Mobilità internazionali UPO



**vice-direttore**  
ing. Carlo Vicini

Ingegnere nucleare, Carlo Vicini è in Sogin da oltre 20 anni e all'interno della Società ha ricoperto vari ruoli di natura tecnica e manageriale.

Esperto nel campo della gestione dei rifiuti radioattivi e della caratterizzazione radiologica dei materiali, attualmente ricopre in Sogin il ruolo di "senior advisor" nella Direzione "Ingegneria e radioprotezione".

Prima dell'attuale incarico in Sogin è stato il responsabile della "Radwaste Management School" e il *project manager* nell'ambito della bonifica del primo sito nucleare italiano (ex CISE di Segrate) ad aver conseguito il "*green field*". È membro della Commissione UNI/CT 045 "Tecnologie nucleari e radioprotezione".

In precedenza ha lavorato in ENEA e nell'Autorità nazionale di sicurezza nucleare (attuale ISIN) nel campo del *waste management* e delle salvaguardie nucleari.



**vice-direttore**  
dott. Marco Brambilla

Marco Brambilla dirige il Servizio di Fisica Sanitaria ed è esperto di Radioprotezione presso l'Azienda Ospedaliero-Universitaria "Maggiore della Carità" di Novara. Insegna "Metodi fisici per il trattamento di dati biomedici" alla Scuola di specializzazione in Fisica medica dell'Università di Torino e Tecnologie delle apparecchiature di tomografia computerizzata per il corso di laurea per TSRM dell'Università del Piemonte Orientale.

È stato Segretario generale della European Federation of Organisations for Medical Physics (EFOMP) (2012-2017) e Presidente di EFOMP (2018 al 2020). È stato fondatore e Direttore (fino al 2018) della Scuola Europea per Esperti in Fisica medica di EFOMP. Ha partecipato in qualità di esperto a molte missioni di cooperazione tecnica della IAEA ed è autore di 150 pubblicazioni su riviste con elevato *impact factor*.



Manager ambientale  
per la gestione  
del *decommissioning*  
e dei rifiuti radioattivi  
in ambito sanitario,  
industriale e di ricerca

## il Master

Il Master nasce dalla collaborazione tra Università del Piemonte Orientale e Sogin, società per azioni a capitale pubblico, responsabile dello smantellamento degli impianti nucleari italiani e della gestione dei rifiuti radioattivi, compresi quelli prodotti dalle attività industriali, di ricerca e di medicina nucleare, per garantire la sicurezza degli italiani, salvaguardare l'ambiente e tutelare le generazioni future.

Interamente partecipata dal Ministero dell'Economia e delle Finanze, Sogin opera in base agli indirizzi strategici del Governo italiano.

Oltre alle quattro centrali nucleari italiane di Trino (VC), Caorso (PC), Latina e Garigliano (CE) e all'impianto FN di Bosco Marengo (AL), Sogin gestisce lo smantellamento degli ex impianti di ricerca sul ciclo del combustibile EUREX di Saluggia (VC), OPEC e IPU di Casaccia (RM) e ITREC di Rotondella (MT).

Con la Legge di Bilancio 2018, è stato affidato a Sogin anche il *decommissioning* del reattore ISPRA-1, situato nel complesso del Joint Research Center (JRC) di Ispra (VA).

Sogin, pertanto, è impegnata nella chiusura dell'intero ciclo elettronucleare italiano.

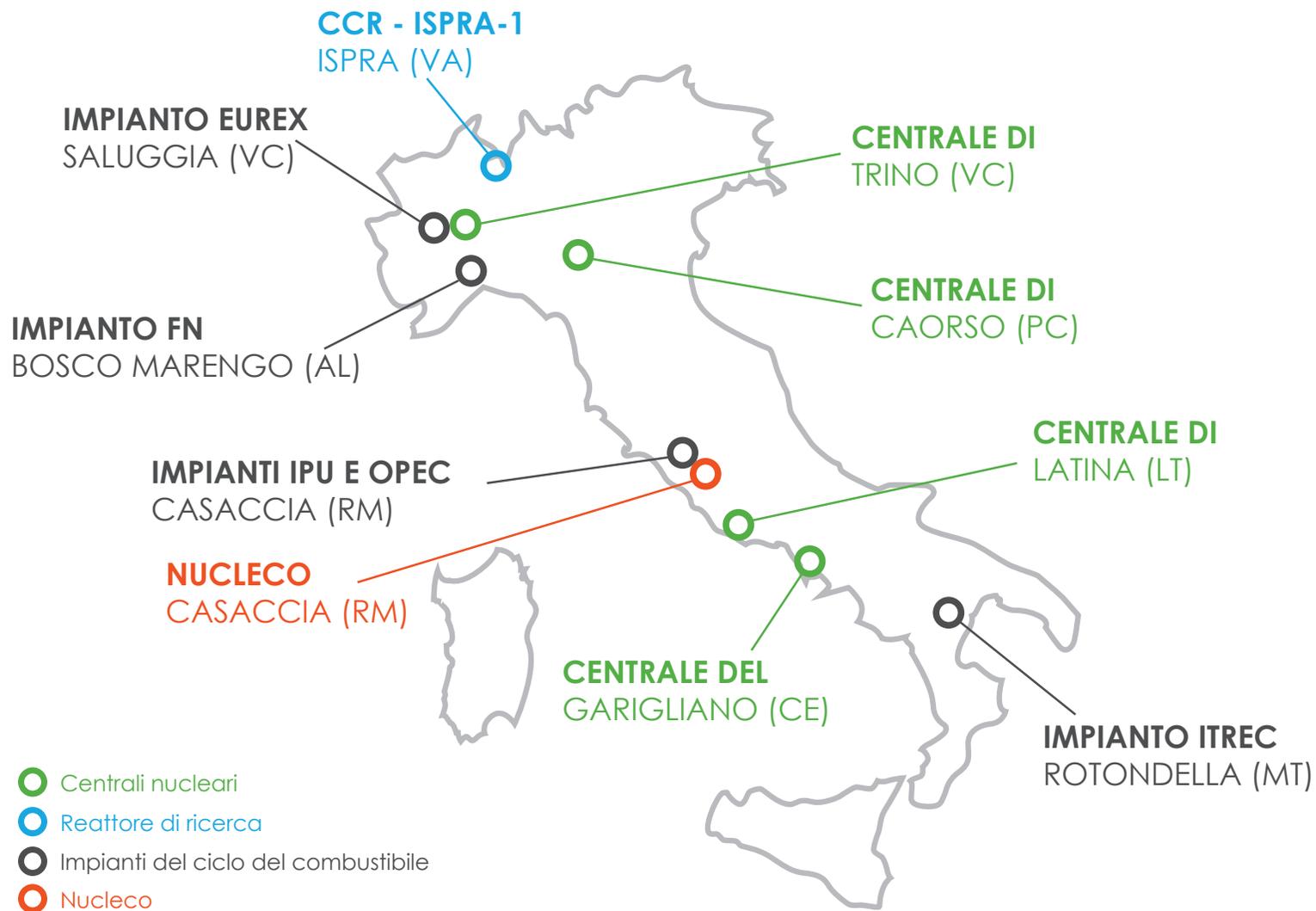
La Sogin ha inoltre il compito di localizzare, progettare, realizzare e gestire il Deposito Nazionale, un'infrastruttura ambientale di superficie, dove mettere in sicurezza tutti i rifiuti radioattivi italiani.

Del Gruppo Sogin fa parte Nucleco, la Società controllata impegnata nella gestione integrata dei rifiuti e delle sorgenti radioattive, nelle attività di *decommissioning* di installazioni nucleari e nella decontaminazione di siti industriali.



# i siti nucleari in *decommissioning*

Manager ambientale  
per la gestione  
del *decommissioning*  
e dei rifiuti radioattivi  
in ambito sanitario,  
industriale e di ricerca



## requisiti di ammissione

Il corso si rivolge sia a giovani laureate/i desiderosi di specializzarsi sulle tematiche del *decommissioning* di installazioni nucleari e della sicurezza nelle attività di gestione dei materiali radioattivi, sia a imprese, istituzioni e professionisti/i, provenienti da ambiti diversi interessati ad approfondire una o più di tali tematiche.

Tra questi, le/i professioniste/i dell'ambito sociale e istituzionale (**amministratrici/amministratori pubblici, giornaliste/i**, ecc.) e le/gli operatrici/operatori (**medici e manager**) della sanità pubblica e privata (**ASL, ospedali, cliniche, centri diagnostici**, ecc.) coinvolti nella protezione del pubblico dall'esposizione a sorgenti di radiazioni (es. rifiuti radioattivi ospedalieri, sorgenti orfane, ecc.).

Possono presentare domanda di ammissione al Master coloro che abbiano conseguito una laurea almeno triennale in: Ingegneria; Fisica; Medicina e Chirurgia; Chimica; Scienze e Tecnologie Farmaceutiche; Tecniche di Radiologia Medica per Immagini e Radioterapia, Tecniche della Prevenzione nell'ambiente e nei luoghi di lavoro, Biotecnologie.

La Commissione selezionatrice si riserva di valutare candidate/i anche in possesso di titoli diversi da quelli indicati.

La fruizione dei **singoli moduli** non richiede il possesso del requisito indicato.

Il corso si rivolge anche a chi, in possesso di una laurea almeno di I livello in fisica, o in chimica, o in chimica industriale o in ingegneria sia interessata/o all'**ammissione per l'esame di abilitazione di primo grado per l'iscrizione nell'elenco nominativo degli esperti di radioprotezione** in accordo con l'articolo 8 del decreto 9 agosto 2022 emesso di concerto tra il Ministro del Lavoro e delle Politiche Sociali e il Ministro della Salute.

In particolare, il tirocinio previsto in accordo con il comma 2 dell'articolo 8 del succitato decreto, potrà svolgersi presso strutture idonee rese disponibili da enti con i quali l'Università ha formalizzato rapporti di collaborazione.

## **durata** e organizzazione



La frequenza di **almeno il 75% delle ore** dedicate alle attività formative è necessaria per il conseguimento del titolo. Analoga frequenza è necessaria per l'ottenimento delle attestazioni relative ai moduli fruiti singolarmente.

Il Master prevede giornate formative (giovedì, venerdì e sabato). Le lezioni avranno **inizio a gennaio 2024** per concludersi ad aprile 2024.

Le lezioni si svolgeranno in modalità **streaming** diretto e **on demand**. Sarà attivata una **piattaforma di didattica in rete (DIR)** che consentirà di seguire i corsi da remoto.

Sarà inoltre organizzata una settimana di **esercitazioni sui siti Sogin** con modalità di svolgimento che saranno concordati fra Sogin e le/i partecipanti.

## docenti, selezione dei partecipanti



Le/I docenti saranno professoressa/professori dell'Università, fisici sanitari del SSN, professionisti Sogin ed esterni affermati nelle tematiche oggetto del Master.

**Le/gli aspiranti partecipanti saranno selezionate/i sulla base del *curriculum vitae*** (attinenza del diploma di laurea alla specificità del corso, voto di laurea, esperienza professionale, titoli ulteriori rispetto a quello necessario per l'accesso al corso, ecc.) e di un eventuale colloquio avente per oggetto le tematiche del corso.

## le esercitazioni



Le attività didattiche, oltre a lezioni teoriche, comprendono testimonianze di professioniste/i operanti nel settore e visite/esercitazioni presso siti d'interesse quali, per esempio, le centrali nucleari in smantellamento di Caorso (PC), Trino (VC), Latina, Garigliano (CE), l'ex impianto di "Fabbricazioni Nucleari" di Bosco Marengo (AL), nonché gli ex-impianti di ricerca ENEA (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile) di Saluggia (VC), Casaccia (RM), Trisaia (MT) e l'ex reattore di ricerca presente nel Joint Research Center (JRC) di Ispra (VA)

# le esercitazioni



## Caorso (PC)



Centrale elettronucleare di potenza da 860 MWe appartenente alla filiera ad acqua bollente di seconda generazione, modello BWR. L'esercizio è avvenuto tra dicembre 1981 e ottobre 1986.

Nell'ambito del decommissioning, è stata completata la decontaminazione del circuito primario, lo smantellamento e la rimozione delle turbine e del turboalternatore all'interno dell'edificio turbina, demolite le torri di raffreddamento ausiliarie, sono stati rimossi i coibenti dall'edificio reattore, dall'edificio turbina e dall'edificio off-gas, quest'ultimo successivamente demolito con il camino. Inoltre, nell'ex edificio turbina della Centrale, è in funzione una delle più grandi stazioni di gestione dei materiali al mondo per le operazioni di smontaggio, taglio e decontaminazione delle apparecchiature metalliche; tali attività permettono di riciclare, per usi non nucleari, la maggior parte del metallo derivante dallo smantellamento.

Attualmente sono in corso le attività di adeguamento ai nuovi standard di sicurezza dei depositi temporanei di sito a bassa e media attività.

Fra il 2026 e il 2030 sono previste le operazioni di smantellamento del vessel e dell'edificio ausiliari.

Le attività di decommissioning dovrebbero terminare nel 2031 e i rifiuti radioattivi, già condizionati e stoccati nei depositi temporanei del sito, saranno pronti per essere trasferiti al Deposito Nazionale

## Trino (VC)



Centrale elettronucleare di potenza da 260 MWe, appartenente alla filiera ad acqua pressurizzata (PWR) che ha operato tra ottobre 1964 e il 1987.

Le principali attività di *decommissioning* hanno riguardato finora la demolizione delle torri di raffreddamento ausiliarie, la decontaminazione dei generatori di vapore, lo smantellamento degli edifici che ospitavano i generatori diesel d'emergenza, la rimozione della traversa sul fiume Po, lo smontaggio dei componenti dell'edificio turbina, gli adeguamenti impiantistici negli edifici reattore e turbina per le operazioni di smantellamento degli impianti presenti al loro interno, la realizzazione della stazione di controllo dei materiali e la rimozione dei componenti e dei sistemi non contaminati della zona controllata. È stato rimosso l'amianto dalla parte superiore del vessel e sono state portate a termine alcune delle attività propedeutiche al suo smantellamento. Altri progetti in corso riguardano l'estrazione e trattamento delle resine a scambio ionico esaurite (filtri) e l'adeguamento dei due depositi temporanei per i rifiuti radioattivi ai migliori standard di sicurezza.

Lo smantellamento dell'edificio ausiliari al reattore è previsto entro il 2025, mentre lo smantellamento dell'edificio reattore entro il 2028-2029.

Le operazioni di *decommissioning* termineranno al termine di queste operazioni e i rifiuti radioattivi, già condizionati e stoccati nei depositi temporanei del sito, saranno pronti per essere trasferiti al Deposito Nazionale

## Latina (LT)



## Garigliano (CE)



La centrale nucleare di Latina da 210 MWe è un impianto realizzato con tecnologia inglese a gas grafite, GCR-Magnox. In esercizio tra maggio 1963 e il 1987.

Le principali attività di smantellamento hanno riguardato finora il decommissioning del sistema di movimentazione e caricamento del combustibile, la rimozione delle condotte inferiori e superiori del circuito primario dell'edificio reattore, la bonifica delle piscine del combustibile esaurito, la demolizione delle sale soffianti, dei diesel d'emergenza, del pontile e dell'edificio turbine.

Più di recente sono stati realizzati il nuovo deposito temporaneo dei rifiuti radioattivi e l'impianto LECO (Latina Estrazione e CONdizionamento) e si è concluso lo svuotamento della "fossa KCFC" in cui erano stoccati in manufatti cementizi i filtri usati per trattare l'acqua della piscina del combustibile. Inoltre sono stati demoliti gli schermi in calcestruzzo esterni all'edificio reattore e avviati i lavori per la realizzazione della Facility di trattamento materiali e del nuovo Impianto Trattamento Effluenti Attivi (ITEA).

La prima fase del decommissioning in corso dovrebbe concludersi nel 2027 con lo smantellamento dei *boilers*. La conclusione della seconda e ultima fase del decommissioning, che riguarderà lo smantellamento del reattore, è prevista per il 2041. Tale previsione dipende dalla disponibilità del Deposito Nazionale che ospiterà le circa 2 mila tonnellate di grafite, materiale ad alta attività, che saranno prodotte dai lavori di smantellamento del reattore dell'impianto.

La centrale nucleare "Garigliano" di Sessa Aurunca (CE) da 160 MWe ha prodotto energia elettrica tra il 1964 e il 1978. La centrale, di modello BWR ("Boiling Water Reactor"), appartiene alla prima generazione di impianti nucleari.

Le principali attività di smantellamento hanno riguardato la rimozione dell'amianto dagli edifici turbina e reattore, l'adeguamento dell'edificio ex diesel a deposito e la bonifica delle tre aree, denominate trincee, con il trasferimento dei rifiuti radioattivi interrati nelle stesse al nuovo deposito temporaneo D1. Inoltre è stato completato lo smantellamento del vecchio edificio e degli impianti di trattamento dei rifiuti semiliquidi radioattivi (GECO) e di parte del vecchio impianto di trattamento degli effluenti liquidi (*radwaste*), per far spazio a un nuovo impianto di trattamento in corso di realizzazione. Inoltre è stato decontaminato e demolito il vecchio camino di circa 95 metri, sostituito da un nuovo camino, e nell'edificio turbina è terminato lo smantellamento dei componenti dell'alternatore del sistema turbina.

Più di recente sono state avviate le attività propedeutiche allo smantellamento degli impianti del ciclo termico dell'edificio turbina e quello per lo smantellamento dell'edificio reattore. Tra le attività in corso, si evidenziano quelle relative alla messa in sicurezza dei rifiuti radioattivi che saranno prodotti dalle operazioni di decommissioning con la trasformazione dell'edificio "ex compattatore" in deposito temporaneo e la realizzazione del nuovo deposito D2.

## Bosco Marengo (AL)



L'impianto Fabbricazioni Nucleari di Bosco Marengo, entrato in funzione nel 1973, ha prodotto gli elementi di combustibile per centrali nucleari in Italia e all'estero. Ha concluso la fase di esercizio nel 1987.

Le principali attività realizzate hanno riguardato la decontaminazione e lo smantellamento del ciclo di produzione degli elementi di combustibile. Sono stati, inoltre, smantellati i sistemi ausiliari ed è stato adeguato il sistema antincendio che ha consentito di incrementare la quantità di acqua disponibile di oltre mille metri cubi.

A seguito dell'adeguamento del locale B106 a deposito temporaneo, alla fine del 2021 sono stati trasferiti in questo tutti i rifiuti radioattivi presenti sul sito. A seguito del completamento di tale operazione, sono terminate tutte le operazioni di decommissioning stabilite nella Fase 1 del Piano Globale di Disattivazione. Il sito pertanto è nella cosiddetta fase di "Brownfield".

Attualmente, nell'ambito delle attività di bonifica, sono in corso le attività di scavo, rimozione e caratterizzazione dei materiali antropici e dei terreni nell'Area di Rispetto del sito.

## Saluggia (VC)



L'impianto EUREX (Enriched URanium EXtraction) entrò in esercizio nel 1970. Al suo interno venivano svolte attività di ricerca sul riprocessamento del combustibile irraggiato del ciclo uranio-plutonio, con lo scopo di recuperare le materie nucleari da poter riutilizzare successivamente nella produzione degli elementi di combustibile per centrali nucleari. Le attività di EUREX sono state interrotte nel 1984.

Tra le attività più significative realizzate vi è lo svuotamento e la bonifica della piscina del combustibile, la demolizione della torre piezometrica, la realizzazione del Nuovo Sistema di Approvvigionamento Idrico (NSAI), la realizzazione del Nuovo Parco Serbatoi (NPS) per lo stoccaggio dei rifiuti liquidi a più alta attività, il trattamento e condizionamento dei rifiuti solidi pregressi provenienti dall'Impianto di Fabbricazione degli Elementi di Combustibile (IFEC) e la realizzazione del nuovo deposito temporaneo, denominato D2, all'interno del quale sono stati trasferiti i manufatti prodotti durante l'esercizio dell'impianto.

Attualmente i progetti in corso più significativi, in termini di attività di pre-decommissioning, riguardano l'adeguamento del deposito temporaneo di rifiuti radioattivi solidi Edificio 2300, la realizzazione dell'impianto CEMEX per il condizionamento dei rifiuti liquidi da riprocessamento e dell'annesso deposito D3 dei manufatti di media attività, la progettazione esecutiva e la realizzazione della "Waste Management Facility".

## Trisaia (MT)



L'impianto ITREC è stato costruito tra il 1960 e il 1970 dal CNEN, Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare (ora ENEA). Nell'impianto furono condotte ricerche sui processi di ritrattamento e rifabbricazione del combustibile per il ciclo uranio-torio, verificando anche l'eventuale convenienza tecnico-economica rispetto al ciclo del combustibile uranio-plutonio normalmente impiegato. Nella piscina dell'impianto si trovano 60 elementi di combustibile irraggiato provenienti dal reattore americano di Elk River (Minnesota, USA), che non furono riprocessati.

Le prime attività di decommissioning dell'impianto hanno riguardato i lavori di decontaminazione della condotta di scarico a mare e la costruzione della nuova cabina di manovra, oltre alla realizzazione di un laboratorio per il monitoraggio ambientale tra i più moderni in Italia.

Più di recente, nell'ambito della bonifica della Fossa 7.1, si è conclusa la rimozione del "monolite" in cemento armato, contenente rifiuti radioattivi a media attività derivanti dall'esercizio dell'impianto. Recentemente sono stati avviati i lavori per la realizzazione dell'impianto ICPF (Impianto Cementazione Prodotto Finito), il progetto SIRIS per il trattamento dei rifiuti radioattivi solidi e la sistemazione a secco del combustibile.

## Casaccia (RM)



All'interno del centro di ricerca ENEA di Casaccia, SOGIN gestisce, dal 2003, gli impianti OPEC ("Operazioni Celle Calde") e IPU ("Impianto Plutonio"). OPEC, entrato in esercizio nel 1962, svolgeva attività di ricerca e analisi di post-irraggiamento sugli elementi di combustibile nucleare, mentre in IPU, entrato in esercizio nel 1968, si svolgevano attività sulle tecnologie di fabbricazione degli elementi di combustibile nucleare a ossidi misti uranio-plutonio.

All'interno di OPEC, sono state effettuate attività di bonifica dei locali dell'impianto, demolito il camino e sono state decontaminate le tre celle calde a media attività. Inoltre è stato smantellato il parco serbatoi interrato dell'impianto di drenaggio dei liquidi radioattivi delle celle calde. Dal 2019 è in esercizio il deposito OPEC-2 per lo stoccaggio dei rifiuti radioattivi solidi derivanti dall'esercizio e dal decommissioning di IPU. In IPU sono state smantellate le 56 scatole a guanti e le relative apparecchiature classificate in quattro livelli di complessità dipendenti alle difficoltà progettuali e operative e alle dimensioni e al contenuto di radioattività. Sono in corso le attività di trattamento e condizionamento dei liquidi radioattivi acquosi e organici da esercizio attualmente stoccati in IPU (media attività) e NUCLECO (bassa attività) e la progettazione per la realizzazione di un impianto denominato Stazione Compattazione Alfa (SCA) per il trattamento dei rifiuti radioattivi solidi contaminati da plutonio con annesso un nuovo deposito per rifiuti radioattivi a bassa e media attività

## Ispra (VA)



ISPRA-1 è un reattore di ricerca di 5 MW di potenza, ultima versione della serie Chicago-Pile sviluppata da Enrico Fermi. Si tratta del primo reattore nucleare di ricerca italiano, in esercizio tra il 1959 e il 1973.

Il Governo italiano, con la legge di bilancio 2018, ha affidato a Sogin il *decommissioning* del reattore. Nel settembre 2019 è stato quindi firmato, tra il CCR - Ispra e Sogin, l'atto di presa in carico che ha formalizzato il trasferimento della gestione del reattore a Sogin.

Le operazioni di *decommissioning* sono programmate in tre fasi: attività preliminari, smantellamento del reattore e bonifica finale del sito. Tali attività saranno avviate solo a valle dell'approvazione, da parte del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) e dell'Ispettorato Nazionale per la Sicurezza Nucleare e la Radioprotezione (ISIN), dell'istanza di smantellamento di Fase I, presentata da Sogin ad aprile 2020.

Nel 2020 e nel 2021 Sogin ha avviato le attività preliminari quali il progetto che porterà allo svuotamento della piscina e la caratterizzazione radiologica dell'impianto al fine di definire in dettaglio la distribuzione della radioattività residua nei sistemi, componenti e strutture dell'impianto. Queste operazioni seguono i lavori di rimozione dei componenti metallici attivati e dei sedimenti metallici e fangosi, portati a termine negli anni scorsi da parte del Centro Comune di Ricerca di Ispra.

Le attività di fase I dovrebbero concludersi entro il 2028, mentre quelle di *decommissioning* di Fase II dovrebbero terminare entro la fine del 2034. I rifiuti radioattivi derivanti dalle operazioni, saranno conferiti al CCR-Ispra che sarà responsabile del successivo trasferimento al Deposito Nazionale.

Manager ambientale  
per la gestione  
del *decommissioning*  
e dei rifiuti radioattivi  
in ambito sanitario,  
industriale e di ricerca





## titolo e attestati rilasciati

Alle/Ai partecipanti che abbiano rispettato l'obbligo di frequenza, superato le verifiche intermedie del profitto, oltreché la prova finale, verrà rilasciato il **titolo di Master Universitario di I livello** "Manager ambientale per la gestione del decommissioning e dei rifiuti radioattivi in ambito sanitario, industriale e di ricerca".

All'iscritta/o a **singoli moduli** che ne abbia frequentato le attività, sarà fornita apposita **attestazione**.

## formazione obbligatoria relativa alla sicurezza nucleare

Essendo erogato in partnership tra l'Università del Piemonte Orientale e Sogin S.p.A., il Master risponde ai requisiti imposti dall'art. 103 del D.Lgs.101/2020 nell'ambito della formazione obbligatoria relativa alla sicurezza nucleare e alla gestione del combustibile esaurito e dei rifiuti radioattivi.

# programma e insegnamenti



# 1-2-3

Modulo	Insegnamenti	CFU
1 Argomenti propedeutici di fisica, fisica atomica, fisica nucleare	Richiami di meccanica e di elettromagnetismo Cenni di meccanica quantistica e di meccanica relativistica	3
	Acceleratori di particelle linac, ciclotrone, sincrotrone	
	Cenni di fisica atomica e nucleare	
Totale 1		<b>3</b>
2 Interazione radiazione-materia. Strumentazione per la rilevazione delle radiazioni	Interazioni radiazione-materia: particelle cariche pesanti, particelle cariche leggere, fotoni X e gamma, neutroni	1
	Strumentazione per la rilevazione di radiazioni alfa, beta, gamma, neutroni	1
Totale 2		<b>2</b>
3 Effetti della radiazione a livello cellulare e loro conseguenze a livello individuale e di popolazione; effetti deterministici e stocastici; aspetti diagnostici ed epidemiologici	Modulo introduttivo di biologia	1
	Radicali liberi e meccanismi di danno ossidativo Meccanismi di danno tessutale da RI (mutagenicità e citotossicità)	2
	Fattori biologici di radio-resistenza e radio-sensibilità	
	Effetti deterministici: organizzazione strutturale dei tessuti	1
	Effetti precoci e tardivi: descrizione e patogenesi Irradiazione corporea totale	
Effetti stocastici: fonti di esposizione Mutazioni ed effetti genetici		
Conseguenze dell'esposizione nella vita fetale e infantile Oncoagenesi da radiazioni		
Introduzione ai metodi di studio epidemiologico, con riferimento all'effetto delle radiazioni ionizzanti Il rischio da esposizione a radiazioni ionizzanti per le popolazioni umane in conseguenza dell'esposizione occupazionale e di quella determinata da incidenti o esposizione ambientale La valutazione individuale del rischio da radiazioni ionizzanti in conseguenza dell'esposizione medica		3
Totale 3		<b>7</b>

# 4-5-6-7

Modulo	Insegnamenti	CFU
4 Concetti di base della radioprotezione e legislazione della radioprotezione	Grandezze di campo, dosimetriche radioprotezionistiche e operative	4
	Principi della radioprotezione	
	Normativa e legislazione internazionale e nazionale (direttiva Euratom 59/13; D.Lgs. 101/20)	
Totale 4		4
5 Aspetti operativi della radioprotezione: irraggiamento esterno; contaminazione interna, schermature, dispositivi di protezione individuale	Irraggiamento esterno	4
	Contaminazione esterna e interna	
	Progettazione del sito Schermature	
	Dispositivi di protezione individuale	
	Strumenti di sorveglianza dosimetrica individuale	
Strumentazione specifica per la radioprotezione		1
Totale 5		5
6 Radioprotezione in condizioni di emergenza (incendio, allagamento, terremoto)	Rilasci in condizioni normali di esercizio	2
	Emergenze radiologiche	
	Modelli di trasporto, calcolo delle concentrazioni nelle matrici e valutazioni dosimetriche	
	Piani di emergenza: impianti nucleari, trasporti, attacchi terroristici, risposta ospedaliera	
	Primi soccorsi e dosimetria nei casi d'irraggiamento e contaminazione	
	Aspetti operativi sui lavoratori coinvolti in situazioni di emergenza	
<i>Case studies:</i> risposta alle emergenze di Chernobyl e Fukushima		2
Totale 6		4
7 Sorgenti radiogene e produzione di rifiuti in ambito sanitario e di ricerca medica	Apparecchiature e tecniche di radioterapia Disattivazione di acceleratori di radioterapia	1
	Sorgenti apparecchiature e tecniche di medicina Nucleare	1
	Produzione di rifiuti radioattivi in Medicina Nucleare Gestione integrata dei rifiuti solidi e liquidi prodotti	
	Sorgenti utilizzate nei laboratori di ricerca medica, biologica e farmacologica Produzione di rifiuti nell'ambito della Ricerca Scientifica Medica	1
Totale 7		3

# 8

Modulo	Insegnamenti	CFU
8 Gestione dei rifiuti radioattivi	La normativa nazionale e internazionale e il quadro legislativo applicato alla gestione dei rifiuti radioattivi	10
	Classificazione dei rifiuti radioattivi	
	Guida tecnica n. 33 Criteri di sicurezza e radioprotezione per la gestione dei rifiuti radioattivi	
	Produzione di rifiuti nell'ambito di attività industriali, in particolare provenienti dall'esercizio e dallo smantellamento delle centrali nucleari e degli impianti del ciclo del combustibile	
	Inventario degli oggetti radioattivi: tracciabilità dei materiali, dei rifiuti radioattivi, delle sorgenti, delle materie nucleari e del combustibile esaurito	
	Gestione dei rifiuti: flusso dei materiali	
	Gestione delle sorgenti dismesse e/od orfane	
	Gestione dei rifiuti NORM e TENORM	
	Gestione delle materie nucleari speciali	
	Caratterizzazione radiologica dei materiali e dei rifiuti radioattivi	
	Analisi delle prestazioni dei sistemi di misura	
	Le tecniche di misura distruttive e non distruttive	
	Analisi radiochimiche di laboratorio	
	Condizioni di allontanamento dei materiali nell'ambiente e criteri di rilascio senza vincoli radiologici di installazioni nucleari (condizioni per il conseguimento del "green field")	
	Processi di trattamento dei rifiuti radioattivi	
Contenitori per rifiuti radioattivi		
Requisiti per il condizionamento dei rifiuti a bassa, media e alta attività		
Problematiche connesse al trasporto di rifiuti radioattivi e del combustibile irraggiato		
Criteri di sicurezza e radioprotezione per depositi di stoccaggio temporaneo di rifiuti radioattivi e di combustibile irraggiato (Guida tecnica ISIN n. 30)		
Totale 8		10

# 9-10

Modulo	Insegnamenti	CFU
9 Il Deposito Nazionale e il Parco Tecnologico (DNPT)	Il DNPT: normativa nazionale e internazionale, obiettivi, dimensioni, problematiche, tempistiche	1
	La localizzazione, la Guida Tecnica n. 29 e il monitoraggio ambientale del Deposito Nazionale	1
	Smaltimento dei rifiuti a bassa/media attività	
	Stoccaggio a lungo termine dei rifiuti ad alta attività e del combustibile irraggiato	
	La Progettazione e fasi realizzative del DNPT.	1
	La Guida Tecnica ISIN n. 32: criteri di sicurezza e di radioprotezione per impianti ingegneristici di smaltimento in superficie di rifiuti radioattivi	
	Performance Assessment e definizione dei criteri di accettazione dei rifiuti radioattivi e del combustibile esaurito al Deposito Nazionale	1
Aspetti geologici relativi allo smaltimento in profondità dei rifiuti radioattivi ad alta attività e del combustibile irraggiato		
<b>Totale 9</b>		<b>4</b>
10 Sicurezza nucleare e Innovazione Tecnologica	Elementi fondamentali della sicurezza e della Cultura della Sicurezza: definizioni, concetti di base, genesi ed evoluzione, metodi e obiettivi Teoria delle organizzazioni e aspetti legati alla sicurezza	1
	Fattori umani e organizzativi nella sicurezza degli impianti industriali (interazioni tra Individuo, tecnologia e organizzazione) Sistemi complessi e loro caratteristiche Euristiche cognitive e influenze di gruppo. Percezione, identificazione e valutazione del rischio. Metodi e tecniche per la valutazione e il miglioramento della cultura della sicurezza	1
	Metodologie e obiettivi del Safety Assessment	1
	La Guida tecnica n. 31-Criteri per la disattivazione delle installazioni nucleari	
	Problematiche relative alla chiusura della fase dell'esercizio e all'inizio della fase di decommissioning delle installazioni nucleari	
	Processi innovativi applicati alle attività di RWM & decommissioning.	1
<b>Totale 10</b>		<b>4</b>

# 11

Modulo	Insegnamenti	CFU
11 Aspetti ambientali	La radioattività ambientale: radionuclidi naturali e artificiali e loro dispersione nell'ambiente	1
	Il D.lgs.152/2006 Norme in materia ambientale	
	La valutazione dell'impatto ambientale derivante da attività di decommissioning degli impianti nucleari	
	Attività tecnico-scientifiche finalizzate alla caratterizzazione e ai monitoraggi ambientali. Restituzione e gestione dati ambientali	
	I rifiuti radioattivi esenti. Modalità di trattamento ai sensi del D.lgs. 152/2006	
	La bonifica dei siti contaminati ai sensi del D.lgs. 152/2006	
	Modellazione degli agenti fisici e diffusione dei contaminanti nelle diverse componenti ambientali	
	Monitoraggio radiologico: obiettivi, indicatori, organizzazione delle reti di monitoraggio radiologico	4
	Casi studio di bonifica ambientale di siti industriali	
	Il sistema di gestione integrato (SGI): Qualità: ISO 9001 e contesto di riferimento Ambiente: ISO 14001 e Regolamento CE 1221/09 EMAS Sicurezza: ISO 45001 e standard BS OHSAS 18001	
Sistemi di Gestione per la Qualità in ambito nucleare, metodi e applicazione al decommissioning. Il ruolo operativo dell'unità QAS		
Emergenze ambientali: la gestione della Comunicazione di crisi. L'esperienza di Sogin nel mantenimento in sicurezza e nel decommissioning degli impianti nucleari		
Totale 11		5

# 12

Modulo	Insegnamenti	CFU
12 Aspetti economici e sociali in ambito nucleare	Aspetti sociali e territoriali: impatto sui sistemi territoriali, informazione e partecipazione degli attori locali	1
	Requisiti, politica e strategia nel processo di decommissioning: elementi influenzanti, vincoli, condizionamenti	
	Enterprise Risk Management: il risk management a tutela del valore d'azienda	
	Project and Program Management nel decommissioning di impianti nucleari: analisi dei rischi di progetto	
	Decommissioning delle parti d'impianto: Progettazione degli interventi (opzioni, tecniche di taglio, automazione dei sistemi, problemi di licensing, analisi costi/benefici, etc.), piani operativi e tempistiche	
	Chiusura della pratica di decommissioning: rilascio del sito nucleare da vincoli radiologici	5
	Caso studio: Bonifica di siti nucleari italiani	
	L'importanza degli stakeholder nell'ambito del decommissioning. Il bilancio di sostenibilità. Il percorso di sostenibilità di SOGIN. Il decommissioning degli impianti nucleari nel contesto dell'economia circolare	
	Analisi dei costi relativi a RWM e decommissioning	
	Aspetti economici connessi alla chiusura del nucleare Il mercato del decommissioning in ambito nazionale e internazionale	
Totale 12		6

<b>TOTALE MODULI</b>	<b>57</b>
<b>Esercitazioni</b>	<b>2</b>
<b>Prova finale</b>	<b>1</b>
<b>TOTALE COMPLESSIVO</b>	<b>60</b>

Manager ambientale  
per la gestione  
del *decommissioning*  
e dei rifiuti radioattivi  
in ambito sanitario,  
industriale e di ricerca



## domanda di ammissione e costi

La **domanda di ammissione** deve essere presentata **entro il 24 novembre 2023** ore 12:00.

La pubblicazione della graduatoria sarà effettuata entro il 4 dicembre 2023 alle ore 12:00.

La domanda di iscrizione deve essere presentata entro il 15 dicembre 2023 alle ore 12:00.

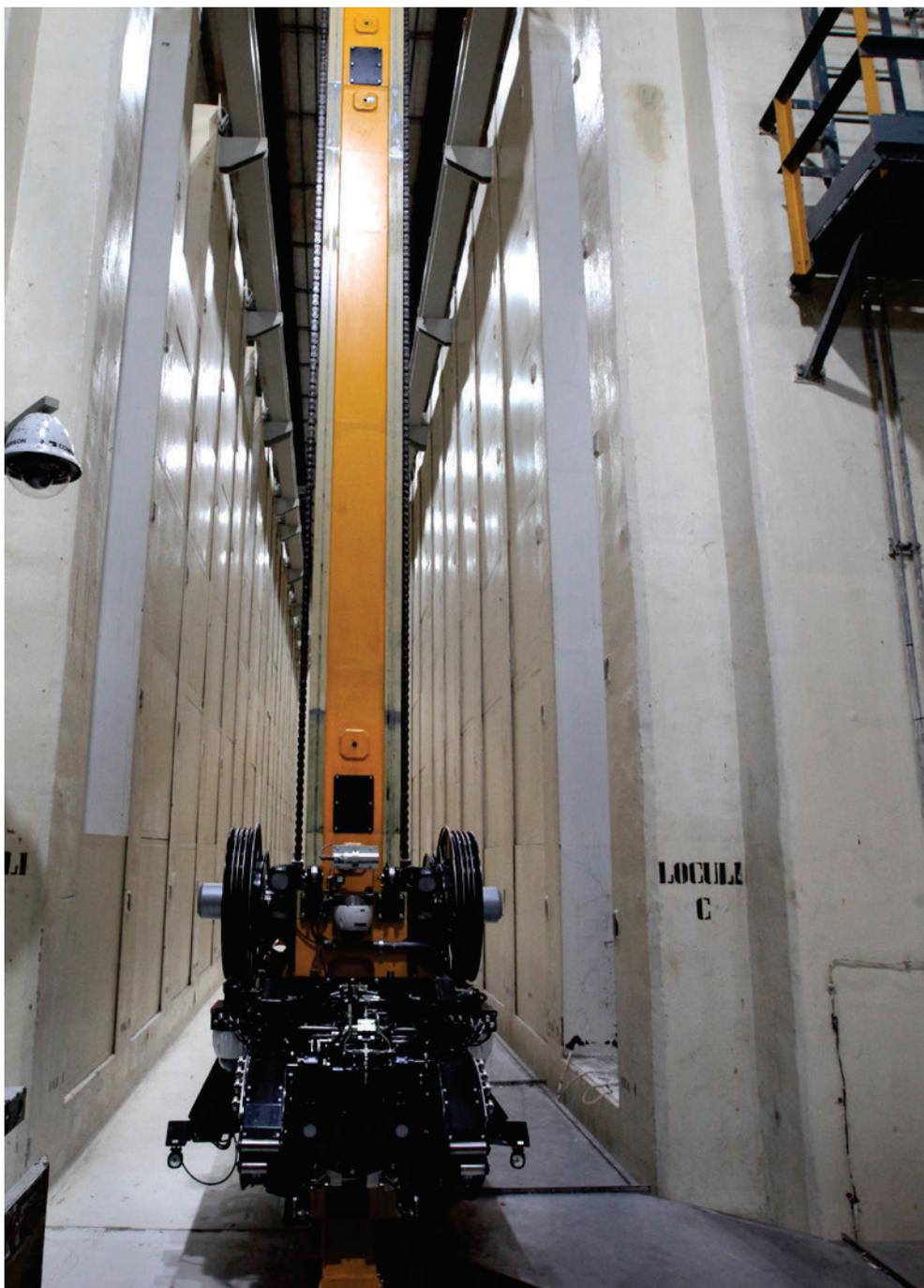
La **quota di partecipazione al Master** è di 3.500 Euro. Il pagamento potrà essere effettuato in due rate; la prima dovrà essere erogata entro e non oltre il 15 dicembre 2023 per un importo pari a 2.000 Euro; la seconda entro e non oltre il 31 maggio 2024 per un importo pari a 1.500 Euro.

Le indicazioni per effettuare il pagamento sono disponibili all'indirizzo Web:

<https://www.studenti.uniupo.it/Home.do>

La **quota di partecipazione a un singolo modulo** è pari a 500 Euro. Il pagamento per l'iscrizione ai singoli moduli deve avvenire entro sette giorni dalla data di inizio del modulo.





## informazioni

STAFF SVILUPPO E QUALITA'  
DEI PROGETTI DIDATTICI DI  
ALTA FORMAZIONE E DELLA  
MOBILITA' INTERNAZIONALE

Via Duomo, 6 13100 Vercelli

e-mail: [progetti.didattica@uniupo.it](mailto:progetti.didattica@uniupo.it)

Tel. 0161 261 529 / 0161 228 431

# Manager ambientale per la gestione del *decommissioning* e dei rifiuti radioattivi in ambito sanitario, industriale e di ricerca

terza edizione



con il patrocinio di:



Azienda Ospedaliero-Universitaria  
Maggiore della Carità  
di Novara



[Clicca qui](#)  
e vai alla [pagina Web del](#)  
[Master](#)

