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

seconda edizione

Master universitario di I livello, 60 CFU
Gennaio 2022 — Dicembre 2022

Info su **uniupo.it/it/corsi/master**

UPO
UNIVERSITÀ DEL PIEMONTE ORIENTALE

SOGIN

con il patrocinio di:

Azienda Ospedaliero-Universitaria
Maggiore della Carità
di Novara

AO AL
Azienda Ospedaliera
di ALESSANDRIA

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 dello smantellamento nucleare (da svolgersi nelle modalità consentite dall'emergenza sanitaria)
A.A. 2021/2022, II 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

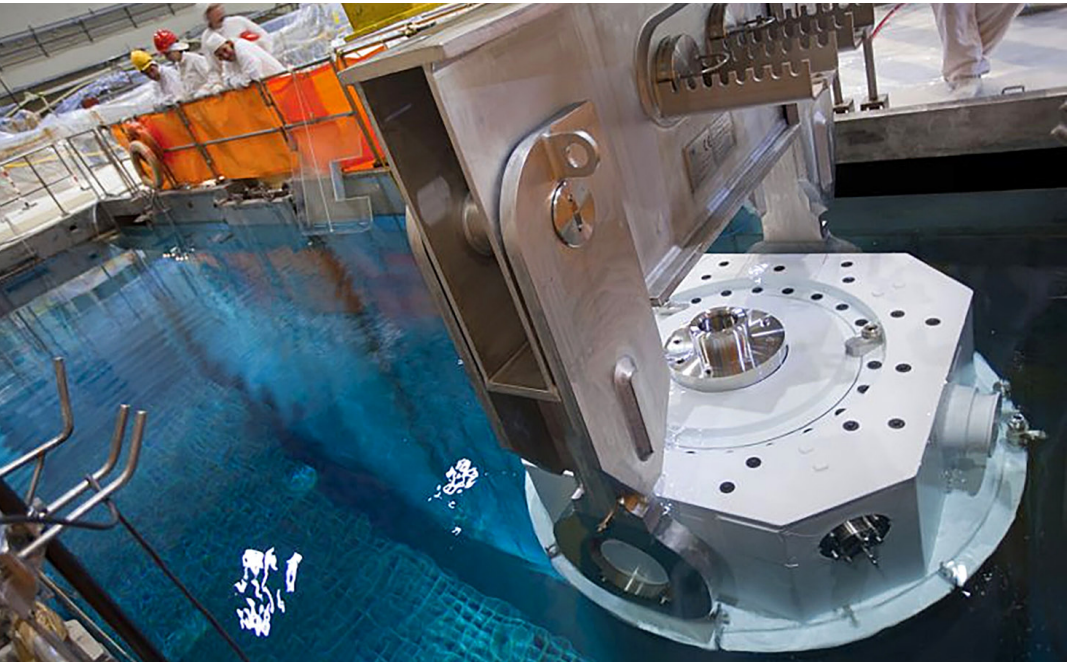
UNIVERSITÀ DEL PIEMONTE ORIENTALE

SETTORE ALTA FORMAZIONE
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA SALUTE

SOGIN

SOCIETÀ PUBBLICA 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 15 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.

UPO
UNIVERSITÀ DEL PIEMONTE ORIENTALE

SOGIN

con il patrocinio di:

Azienda Ospedaliero-Universitaria Maggiore della Carità di Novara

AOAL
Azienda Ospedaliera di ALESSANDRIA

coordinamento del Master
dott.ssa Mara Zilio
Responsabile Alta Formazione UPO

vice-direttore
ing. Carlo Vicini

Ingegnere nucleare, Carlo Vicini è in Sogin da quasi vent'anni e all'interno della Società pubblica 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 e presso l'Azienda Ospedaliera Nazionale "SS. Antonio e Biagio e Cesare Arrigo" di Alessandria. 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). Attualmente è Vice-presidente di EFOMP. 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 pubblica 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).

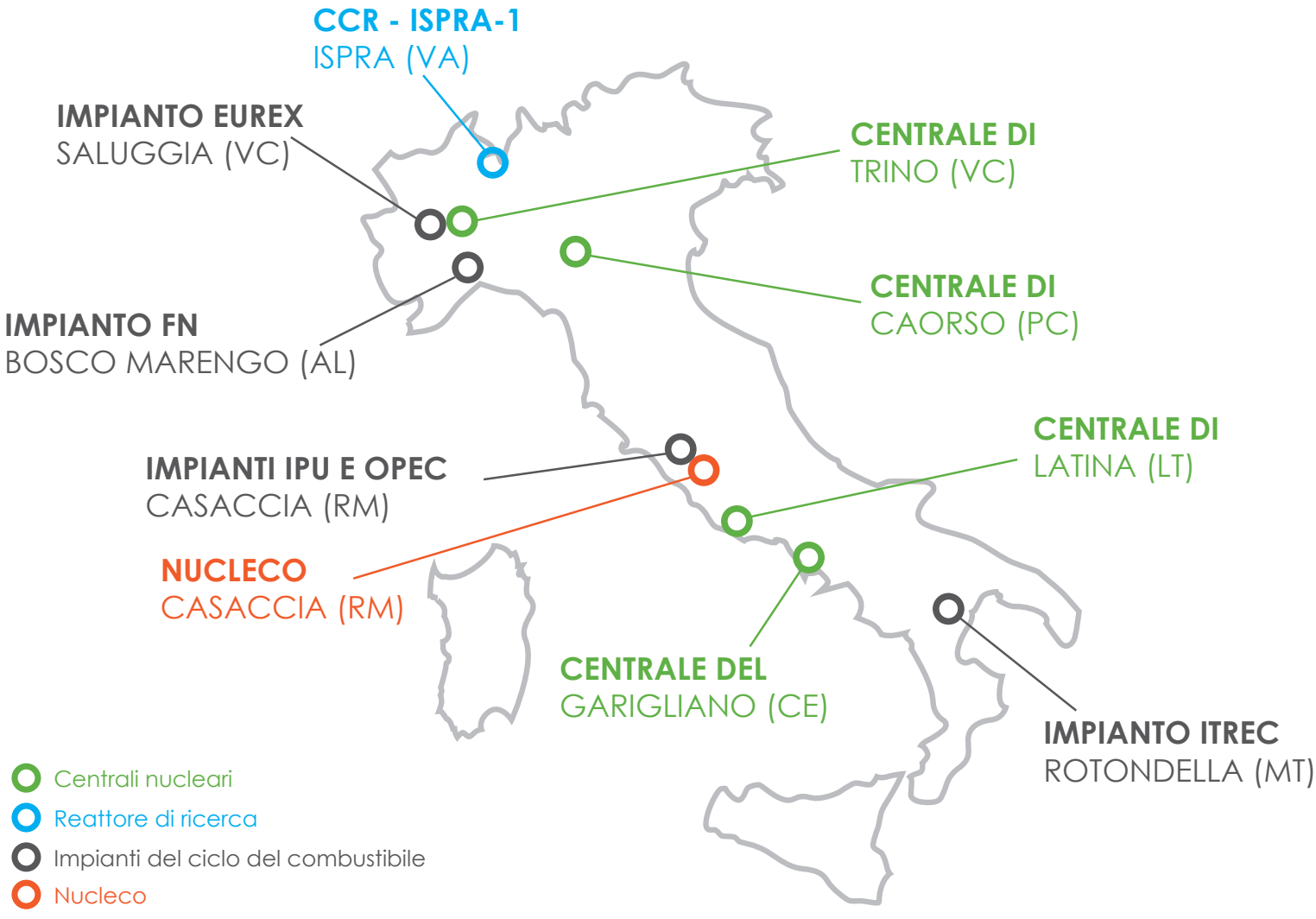
Sogin, pertanto, è impegnata nella chiusura dell'intero ciclo elettronucleare italiano.

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


CCR - ISPRA-1
ISPRA (VA)
IMPIANTO EUREX
SALUGGIA (VC)
CENTRALE DI
TRINO (VC)
CENTRALE DI
CAORSO (PC)
IMPIANTO FN
BOSCO MARENGO (AL)
CENTRALE DI
LATINA (LT)
IMPIANTI IPU E OPEC
CASACCIA (RM)
NUCLECO
CASACCIA (RM)
CENTRALE DEL
GARIGLIANO (CE)
IMPIANTO ITREC
ROTONDELLA (MT)
Centrali nucleari
Reattore di ricerca
Impianti del ciclo del combustibile
Nucleco

requisiti di ammissione

Il corso si rivolge sia a giovani laureati desiderosi di specializzarsi sulle tematiche del "*decommissioning*" e della sicurezza nelle attività di gestione dei materiali radioattivi, sia a imprese, istituzioni e professionisti, provenienti da ambiti diversi, interessati ad approfondire una o più di tali tematiche. Tra questi, i professionisti dell'ambito sociale e istituzionale (**decisori e amministratori pubblici, giornalisti**, ecc.) e gli 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 candidati anche in possesso di titoli diversi da quelli indicati.

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

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 2022** per concludersi ad aprile 2022.

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** secondo modalità consentite dall'emergenza sanitaria in corso (in presenza oppure *on line*). Il sito e le modalità di svolgimento delle esercitazioni saranno concordati fra Sogin e i partecipanti.

docenti, selezione dei partecipanti

I docenti saranno professori dell'Università, professionisti Sogin ed esterni affermati nelle tematiche oggetto del Master.

Gli aspiranti studenti saranno **selezionati 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 professionisti operanti nel settore e visite/esercitazioni presso siti d'interesse (compatibilmente con l'emergenza COVID-19 in corso) quali, per esempio, le centrali nucleari in smantellamento di Caorso (PC) e 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).

In particolare, presso i siti indicati, i partecipanti avranno la possibilità di confrontarsi direttamente con le attività descritte nelle pagine successive.

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.

Le principali attività di smantellamento hanno riguardato, finora, la rimozione delle quattro turbine, del turboalternatore e di tutti i sistemi e componenti del ciclo del vapore dell'edificio turbina.

Nell'area liberata, è stata installata ed è entrata in esercizio una Stazione Gestione Materiali. Sono stati demoliti il camino metallico dell'impianto Off-Gas e le torri di raffreddamento ausiliarie RHR (Residual Heat Removal).

Più di recente sono stati decontaminati i sistemi e i componenti a più alta attività all'interno dell'edificio reattore e sono stati effettuati interventi per adeguare l'edificio turbina ad area *buffer* funzionale alla ristrutturazione dei due depositi temporanei di sito. Sono iniziati i trasporti dei fusti contenenti resine e fanghi radioattivi verso l'impianto di Bohunice, in Slovacchia, per il loro trattamento e condizionamento.

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. Più di recente è stato adeguato il locale "Test Tank" a deposito temporaneo e al suo interno sono stati trasferiti parte dei rifiuti presenti nei due depositi di sito per consentirne l'adeguamento. Inoltre è stata avviata la rimozione dei componenti "attivati" dalla piscina dei purificatori nell'edificio ausiliari.

Latina (LT)

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 quasi completa 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).

Garigliano (CE)

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, la bonifica di due delle tre aree, denominate trincee, la realizzazione del nuovo deposito temporaneo per i rifiuti radioattivi (D1) e l’adeguamento dell’edificio ex diesel a deposito. 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.

Si sono conclusi i lavori di decontaminazione e demolizione del camino di circa 95 metri, sostituito da un nuovo camino, e nell’edificio turbina è terminato lo smantellamento dello statore e del rotore dell’alternatore del sistema turbina, il più grande componente del ciclo termico.

Più di recente sono state avviate la bonifca della terza trincea, le attività propedeutiche allo smantellamento degli impianti del ciclo termico dell’edificio turbina e quello per lo smantellamento dell’edificio reattore. Inoltre sono state avviate le attività per la realizzazione del nuovo sistema di trattamento degli effluenti liquidi radioattivi.

Bosco Marengo (AL)

Le principali attività realizzate hanno riguardato la decontaminazione e lo smantellamento del ciclo di produzione degli elementi di combustibile, il “cuore” dell’impianto durante il suo esercizio. 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.

Più di recente sono stati completati i lavori per l’adeguamento del locale B106, situato all’interno dell’edificio BLD1, a deposito temporaneo. Terminati i collaudi funzionali di tutti gli impianti e sistemi del B106 sarà avviata l’istruttoria per l’ottenimento della Licenza di Esercizio.

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 nucleare irraggiato, per separare le materie fissili che possono essere riutilizzate. Le attività sono state interrotte nel 1984.

Nel 2003 Sogin ha assunto la gestione dell'impianto. Tra le attività più significative realizzate vi è lo svuotamento e la bonifica della piscina che, durante l'esercizio dell'impianto, ospitava gli elementi di combustibile da riprocessare.

È stata inoltre demolita la torre piezometrica ed è entrato in funzione il Nuovo Sistema di Approvvigionamento Idrico (NSAI), con la chiusura e la dismissione dei vecchi pozzi a tutela della falda acquifera profonda. Sono stati realizzati il Nuovo Parco Serbatoi (NPS), per lo stoccaggio dei rifiuti liquidi a più alta attività, e un nuovo deposito temporaneo, denominato D2, all'interno del quale sono stati trasferiti i primi manufatti condizionati.

Una delle principali attività in corso è la realizzazione del Complesso CEMEX (CEMentazione EUREX) che permetterà di solidificare, tramite cementazione, i rifiuti radioattivi liquidi e di stoccare i manufatti prodotti.

Casaccia (RM)

All'interno del Centro di Ricerca ENEA di Casaccia, Sogin gestisce dal 2003 gli impianti OPEC (OPErazioni Calde) e IPU (Impianto Plutonio).

OPEC-1 è entrato in esercizio nel 1962 ed è stato il primo impianto in Italia a eseguire attività di ricerca e analisi di post-irraggiamento sugli elementi di combustibile nucleare. Oggi è un deposito temporaneo dove è conservato l'inventario storico dei materiali irraggiati qui trasferiti dalle diverse filiere di ricerca per le prove distruttive in cella.

OPEC-2, costruito negli anni Settanta per ampliare le attività che venivano svolte nell'OPEC-1, non è mai entrato in esercizio ed è stato ristrutturato per lo stoccaggio temporaneo dei rifiuti radioattivi provenienti dall'impianto Plutonio. IPU, entrato in esercizio nel 1968, ha ospitato attività di ricerca sulle tecnologie di produzione degli elementi di combustibile nucleare.

Le principali attività di *decommissioning* hanno riguardato finora la realizzazione del nuovo deposito OPEC-2, la rimozione e decontaminazione di parte del sistema interrato, denominato "Waste A e B", che, durante l'esercizio dell'OPEC-1 raccoglieva i rifiuti radioattivi liquidi e lo smantellamento delle 56 Scatole a Guanti (SaG), l'attività più complessa per il *decommissioning* dell'impianto, avviata nel 2010 e tutt'ora in corso.

Nel 2017 sono state avviate le attività di trattamento di rifiuti radioattivi liquidi, prodotti dalle attività di ricerca svolte in passato nel sito. Inoltre, nel 2018 è stato avviato il progetto per la realizzazione di un impianto denominato Stazione Compattazione Alfa (SCA) per il trattamento dei rifiuti radioattivi solidi contaminati da plutonio.

Trisaia (MT)

L'impianto ITREC è stato costruito tra il 1960 e il 1970 dal CNEN, Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare. Al suo interno si trovano 84 elementi di combustibile irraggiato uranio-torio provenienti dal reattore sperimentale Elk River (Minnesota, USA), 20 dei quali sono stati ritrattati. Sono poi state condotte ricerche sui processi di ritrattamento e rifabbricazione del ciclo uranio-torio per verificare l'eventuale convenienza tecnico-economica rispetto al ciclo del combustibile uranio-plutonio normalmente impiegato.

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; sono stati avviati i lavori per la realizzazione dell'impianto ICPF (Impianto Cementazione Prodotto Finito) e il progetto SIRIS per il trattamento dei rifiuti radioattivi solidi e la sistemazione a secco del combustibile.

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 della Transizione Ecologica (MiTE) 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.

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

titolo e attestati rilasciati

Allo studente che abbia 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'iscritto 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

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
	Cenni di fisica atomica e nucleare	
Totale 1		**3**
2 **Interazione radiazione-materia. Strumentazione per la rilevazione delle radiazioni**	Interazione 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		**2**

3

Modulo	Insegnamenti	CFU
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). Fattori biologici di radio-resistenza e radio-sensibilità	2
	Effetti deterministici: organizzazione strutturale dei tessuti 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 Oncogenesi da radiazioni	1
	Introduzione ai metodi di studio epidemiologico, con riferimento all'effetto delle radiazioni ionizzanti Il rischio da esposizione a radiazioni ionizzati 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		**7**

4-5

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**

6-7

Modulo	Insegnamenti	CFU
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	2
	Primi soccorsi e dosimetria nei casi d'irraggiamento e contaminazione	
	Aspetti operativi sui lavoratori coinvolti in situazioni di emergenza	
	Case studies: risposta alle emergenze di Chernobyl e Fukushima	
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	
	Produzione di rifiuti nell'ambito di attività industriali, in particolare rifiuti 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 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 trasportodi rifiuti radioattivi e del combustibile irraggiato	
Totale 8		**10**

9-10

Modulo	Insegnamenti	CFU
9 Il Deposito Nazionale e il Parco Tecnologico	Il Deposito Nazionale e il Parco Tecnologico: normativa nazionale e internazionale, la Guida tecnica n. 29, obiettivi, dimensioni, problematiche, tempistiche	1
	Smaltimento dei rifiuti a bassa/media attività e stoccaggio a lungo termine dei rifiuti ad alta attività e del combustibile irraggiato	1
	La localizzazione (definizione della Carta Nazionale delle Aree Idonee) e il monitoraggio ambientale del Deposito Nazionale La Progettazione e fasi realizzative del Deposito Nazionale e del Parco Tecnologico	1
	Performance Assessment e definizione dei criteri di accettazione dei rifiuti radioattivi e del combustibile esaurito al Deposito Nazionale	1
Totale 9		**4**
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 Casi-studio	1
	Metodologie e obiettivi di *Safety Assessment*	1
	Processi innovativi applicati alle attività di RWM & *decommissioning*. Mercato del *decommissioning*	1
Totale 10		**4**

11

Modulo	Insegnamenti	CFU
11 Aspetti ambientali	La radioattività ambientale: radionuclidi naturali e artificiali e loro dispersione nell'ambiente	1
	Il sistema di gestione integrato: qualità, ambiente e sicurezza	3
	Evoluzione della normativa sui sistemi di gestione per la qualità in ambito nucleare	
	La valutazione dell'impatto ambientale derivante da attività di decommissioning degli impianti nucleari	
	I rifiuti radioattivi esenti. Modalità di trattamento ai sensi del D.lgs. 152/2007	
	La gestione delle emergenze ambientali	
	Comunicazione delle emergenze: sviluppo della comunicazione di crisi; cenni storici ed evoluzione; specificità nel settore nucleare; l'esperienza diretta di Sogin	1
	Monitoraggio radiologico: obiettivi, organizzazione delle reti di monitoraggio	
Totale 11		**5**

12

Modulo	Insegnamenti	CFU
12 Aspetti economici e sociali del decommissioning	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	5
	Project and Program Management nel decommissioning di impianti nucleari. Analisi dei rischi di Progetto	
	Decommissioning delle parti di impianto	
	Chiusura della pratica di decommissioning: rilascio del sito nucleare da vincoli radiologici	
	Il decommissioning degli impianti nucleari nel contesto dell'economia circolare. *Best practices* e innovazione nelle diverse modalità di gestione dei materiali riciclabili provenienti dalle attività di disattivazione	
	L'importanza degli stakeholder. Caso studio: il Deposito Nazionale	
	Analisi dei costi di decommissioning	
	Aspetti economici connessi alla chiusura del nucleare	
Totale 12		**6**
TOTALE MODULI		**57**
Esercitazioni		**2**
Prova finale		**1**
TOTALE COMPLESSIVO		**60**

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 22 novembre 2021** ore 12:00.

La pubblicazione della graduatoria sarà effettuata entro il 3 dicembre 2021 alle ore 12:00.

La domanda di iscrizione deve essere presentata entro il 13 dicembre 2021 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 13 dicembre 2021 per un importo pari a 2.000 Euro; la seconda entro e non oltre il 31 maggio 2022 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

Settore Alta Formazione
Via Duomo, 6 13100 Vercelli
Tel. 0161 261 528 / 529
e-mail: progetti.didattica@uniupo.it

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

seconda edizione

UPO
UNIVERSITÀ DEL PIEMONTE ORIENTALE

SOGIN

con il patrocinio di:

Azienda Ospedaliero-Universitaria
Maggiore della Carità
di Novara

AO AL
Azienda Ospedaliera
di ALESSANDRIA

Clicca qui
e vai alla pagina Web del Master