

Gruppo di Lavoro 4

Sicurezza e prevenzione, quadro normativo, certificazione

RAPPORTO FINALE

I N D I C E

| | | |
|-----------------|---|-----------|
| CAP. 1 - | GENERALITÀ | 6 |
| C1-1 | Sommario | 6 |
| C1-2 | Obiettivi e finalità del GdL 4: Sicurezza e prevenzione, quadro normativo, certificazione..... | 8 |
| C1-3 | Componenti del GdL 4 | 9 |
| 1-3.1 | Membri | 9 |
| 1-3.2 | Esperti auditi nell'ambito della piattaforma | 9 |
| CAP. 2 - | RICOGNIZIONE DELLA SITUAZIONE NAZIONALE E DEL CONTESTO INTERNAZIONALE | 10 |
| C2-1 | Applicazioni Mediche | 17 |
| 2-1.1 | Applicazioni sul territorio nazionale | 17 |
| 2-1.2 | Normativa di riferimento | 18 |
| 2-1.3 | Confronto della situazione italiana con il contesto internazionale | 19 |
| C2-2 | Altre applicazioni non energetiche | 20 |
| 2-2.1 | Applicazioni sul territorio nazionale | 20 |
| 2-2.2 | Normativa di riferimento | 25 |
| 2-2.3 | Confronto della situazione italiana con il contesto internazionale | 26 |
| C2-3 | Salvaguardie e prevenzione della proliferazione nucleare..... | 27 |
| 2-3.1 | Regime di salvaguardia..... | 27 |
| 2-3.2 | Aspetti di security e protezione fisica..... | 31 |
| 2-3.3 | Scenari di riferimento relativi all'applicazione di nuove tecnologie nucleari..... | 32 |
| C2-4 | Sperimentazione, test e qualifiche industriali..... | 33 |
| 2-4.1 | Quadro normativo nazionale | 33 |
| 2-4.2 | Quadro normativo in ambito internazionale | 34 |
| 2-4.3 | Attività in ambito nazionale e internazionale su qualifiche e verifiche di sistemi e componenti | 35 |
| 2-4.4 | Attività in ambito internazionale su autorizzazioni di impianti nucleari | 36 |
| C2-5 | Legislazione e normativa nucleare | 36 |
| 2-5.1 | Quadro legislativo nazionale | 36 |
| 2-5.2 | Quadro internazionale..... | 43 |
| 2-5.3 | Iniziative per l'armonizzazione in ambito internazionale | 43 |
| 2-5.4 | Armonizzazione delle attività di regolamentazione e controllo (nucleare, ambientale, sanitaria, del lavoro)..... | 49 |
| CAP. 3 - | PROPOSTE E GAP ANALYSIS..... | 51 |
| C3-1 | Legislazione e processi autorizzativi per impianti a fusione..... | 56 |
| 3-1.1 | Proposte e gap analysis | 56 |
| C3-2 | Normativa tecnica di riferimento per progettazione, sperimentazione e qualifica di sistemi e componenti previsti negli impianti nucleari di nuova generazione | 64 |
| 3-2.1 | Proposta di normativa tecnica per impianti nucleari di nuova generazione | 64 |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| | | |
|--|--|------------|
| 3-2.2 | Sistemi di Strumentazione e Controllo (I&C) e Strumentazione nucleare d’impianto e aree..... | 67 |
| 3-2.3 | Normativa tecnica di riferimento per progettazione, sperimentazione e qualifica di sistemi e componenti previsti negli impianti nucleari di nuova generazione | 73 |
| 3-2.4 | Normativa tecnica di riferimento per progettazione, sperimentazione e qualifica di sistemi e componenti previsti negli impianti nucleari di nuova generazione: Impiego coating per applicazioni nucleari (sia LWR che LFR) | 74 |
| 3-2.5 | Linee Guida per l’Elaborazione di un Quadro Legislativo Italiano sul Nucleare Innovativo per Sistemi Raffreddati al Piombo: Nuovi Materiali e Rivestimenti..... | 77 |
| C3-3 | Legislazione e processi autorizzativi per impianti a fissione | 89 |
| 3-3.1 | Premessa..... | 89 |
| 3-3.2 | Proposta per l’aggiornamento e l’adeguamento del Quadro legislativo | 93 |
| 3-3.3 | Proposta per l’aggiornamento e l’adeguamento del Quadro regolatorio | 99 |
| CAP. 4 - | ROAD MAP | 103 |
| CAP. 5 - | LINEE GUIDA..... | 108 |
| 5-1.1 | Premessa..... | 108 |
| 5-1.2 | Rafforzamento del soggetto incaricato di svolgere i compiti di Autorità di sicurezza nucleare – tempi, risorse e costi..... | 109 |
| 5-1.3 | Modalità di finanziamento per l’Autorità di sicurezza nucleare..... | 110 |
| 5-1.4 | Confronto sul mandato, la struttura, i compiti e le funzioni delle Autorità di sicurezza nucleari europee e internazionali..... | 111 |
| 5-1.5 | Risultati del confronto..... | 112 |
| 5-1.6 | Sintesi dell’analisi condotta per singolo paese | 116 |
| ACRONIMI | | 131 |
| RIFERIMENTI | | 134 |
| ALLEGATO A ELENCHI NORMATIVE REPERITE | | 141 |
| A.1 | Elenco Norme UNI Commissione UNI/CT 045 "Tecnologie nucleari e radioprotezione"..... | 141 |
| A.2 | Norme ISO/TC 85 “Nuclear energy, nuclear technologies, and radiological protection” | 155 |
| A.2.1 | Elenco altre norme non convertite in o non utilizzate come riferimento per normativa UNI..... | 155 |
| A.2.2 | Elenco norme su altri argomenti..... | 166 |
| A.3 | Norme CEN/TC 430 Nuclear energy, nuclear technologies, and radiological protection..... | 173 |
| A.4 | Struttura della Raccolta N..... | 179 |
| ALLEGATO B ATTIVITÀ AUTORIZZATIVA DI USNC | | 183 |

I N D I C E D E L L E F I G U R E

| | |
|--|----|
| Figura 1: Distribuzione regionale dei provvedimenti autorizzativi di Nulla Osta di categoria A rilasciati in Italia..... | 13 |
|--|----|

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| | |
|---|-----|
| Figura 2: Distribuzione degli operatori suddivisi per Regioni e per tipologie di sorgenti generatrici di radiazioni ionizzanti (dati espressi in termini percentuali) | 15 |
| Figura 3: Distribuzione delle sorgenti sigillate detenute ed impiegate a vario titolo a livello provinciale | 16 |
| Figura 4: Distribuzione delle sorgenti sigillate di alta attività detenute ed impiegate a vario titolo a livello provinciale..... | 16 |
| Figura 5: Macchine radiogene per Regione per impieghi sanitari | 18 |
| Figura 6: Macchine radiogene per Regione per applicazioni non energetiche e non sanitarie. | 21 |
| Figura 7: Schema concettuale del sistema regolatorio | 26 |
| Figura 8: Aspetti rilevanti per la sicurezza nucleare oggetto di analisi a livello internazionale per le nuove tecnologie di reattori. | 44 |
| Figura 9: IAEA Safety Standards Series | 61 |
| Figura 10: Proposta di processo di aggiornamento della Raccolta N, con articolazione in quattro fasi principali. | 66 |
| Figura 11: Safety Guide IAEA relativa alla strumentazione e controllo negli impianti nucleari di potenza..... | 68 |
| Figura 12: Struttura delle IAEA Safety Standard Series | 69 |
| Figura 13: Pubblicazioni IAEA sulla safeguards by design. | 73 |
| Figura 14: Articolazione delle prime 3 fasi di sviluppo di un programma nucleare e relativo coinvolgimento dei soggetti attuatori (IAEA)..... | 91 |
| Figura 15: Obiettivi delle prime 3 fasi di sviluppo di un programma nucleare (IAEA)..... | 91 |
| Figura 16: Elementi da considerare nello sviluppo di un programma nucleare..... | 92 |
| Figura 17: Sviluppo temporale del programma nucleare degli Emirati Arabi. | 93 |
| Figura 18: Andamento storico temporale del personale tecnico in forza all'autorità di sicurezza nucleare italiana (ora ISIN)..... | 101 |
| Figura 19: Struttura organizzativa dell'ASN francese. | 118 |
| Figura 20: Struttura organizzativa dell'US-NRC..... | 119 |
| Figura 21: Struttura organizzativa dell'ONR (Regno Unito). | 122 |
| Figura 22: Struttura organizzativa dell'SSM (Svezia)..... | 124 |
| Figura 23: Struttura organizzativa dello STUK e interfaccia con gli altri ministeri e organizzazioni governative (Finlandia)..... | 126 |
| Figura 24: Struttura organizzativa del CSN (Spagna)..... | 127 |
| Figura 25: Struttura organizzativa del CNSC (Canada). | 129 |
| Figura 26: Approccio autorizzativo inaugurato dalla CNSC per il licensing degli Small Modular Reactors (SMRs)..... | 130 |

INDICE DELLE TABELLE

| | |
|--|-----|
| Tabella 1: Provvedimenti autorizzativi per la detenzione ed impiego di sorgenti di radiazioni ionizzanti (numero di operatori e numero di sedi) | 13 |
| Tabella 2: Distribuzioni a livello regionale delle installazioni soggette a regime di salvaguardia..... | 30 |
| Tabella 3: Classificazione delle Materie durante Impiego, Stoccaggio e Trasporto | 31 |
| Tabella 4: Risultati dello studio europeo sulla applicabilità alla fusione nucleare delle vigenti normative europee. | 59 |
| Tabella 5: Direttive, norme e istituzioni coinvolte nel processo di approvazione di materiali strutturali per applicazioni nucleari in Europa, Regno Unito e Francia. | 79 |
| Tabella 6: Elenco delle proprietà dei materiali da dover considerare nell'ambito di un piano sperimentale e relativi standard applicabili..... | 85 |
| Tabella 7: Dati riguardanti il numero di reattori, le unità di personale e il bilancio dell'autorità di sicurezza francese..... | 118 |
| Tabella 8: Dati riguardanti il numero di reattori, le unità di personale e il bilancio dell'autorità di sicurezza americana..... | 121 |
| Tabella 9: Dati riguardanti il numero di reattori, le unità di personale e il bilancio dell'autorità di sicurezza inglese. | 122 |
| Tabella 10: Dati riguardanti il numero di reattori, le unità di personale e il bilancio dell'autorità di sicurezza svedese. | 124 |
| Tabella 11: Dati riguardanti il numero di reattori, le unità di personale e il bilancio dell'autorità di sicurezza finlandese. | 126 |
| Tabella 12: Dati riguardanti il numero di reattori, le unità di personale e il bilancio dell'autorità di sicurezza spagnola..... | 128 |
| Tabella 13: Dati riguardanti il numero di reattori, le unità di personale e il bilancio dell'autorità di sicurezza canadese..... | 130 |

CAP. 1 - GENERALITÀ

C1-1 Sommario

L'attività di ricognizione operata nella prima fase dei lavori del Gruppo di Lavoro n. 4 della Piattaforma per il Nuovo Nucleare Sostenibile (PNNS) ha tracciato il quadro:

- sulle applicazioni delle radiazioni ionizzanti oggi usate in campo non energetico ed in particolare in campo medico,
- sulle applicazioni del nucleare nel campo R&D,
- sugli aspetti legislativi e normativi oggi presenti e su quelli necessari per il rilancio di un programma energetico da fonte nucleare, evidenziando i gap presenti che verranno analizzati nella seconda fase dei lavori del gruppo per l'elaborazione delle proposte e per la definizione della road-map;
- sulle iniziative internazionali per l'armonizzazione sugli aspetti autorizzativi.

Durante la fase ricognitiva sono stati auditi: Ansaldo, SIET (qualifiche e certificazioni); UNI, CEI, INAIL (Normativa tecnica di riferimento), ENI (fusione), Ultra Safe Nuclear (processi del licensing (NRC e CNSC)).

Relativamente alla presenza sul territorio nazionale delle applicazioni delle radiazioni ionizzanti in campo non energetico, i dati ottenuti dalla piattaforma STRIMS - Sistema Tracciabilità Rifiuti Materiali e Sorgenti, testimoniano una presenza diffusa sia a livello di numero di operatori (40000 circa) che si occupano a vario titolo di trasporto, detenzione, commercializzazione di sorgenti radioattive, rifiuti radioattivi, materie e combustibile nucleare, sia di numero di impianti (48000 circa), dislocati prevalentemente in Lombardia, Piemonte, Emilia Romagna e Lazio. L'importanza di questi dati può essere valutata anche per l'informazione al pubblico e per la penetrazione nell'accettabilità sociale delle tecnologie nucleari, tematiche queste trattate rispettivamente nel gruppo di lavoro 6 e nel gruppo di lavoro 7.

Sebbene in Italia non siano presenti centrali nucleari in esercizio, la presenza di 3 reattori di ricerca attualmente in esercizio (TAPIRO e TRIGA-RC1 del Centro Ricerche Casaccia e TRIGA Mark II dei Laboratori LENA di Pavia) ha consentito di mantenere le competenze nel campo del nucleare operativo e costituiranno un importante strumento didattico per la formazione dei futuri tecnici operanti nel settore nucleare. Va sottolineato come nel caso del reattore TAPIRO, esso costituisca un unicum a livello internazionale per le sue caratteristiche tecniche, in quanto è in grado di generare flussi di neutroni che vengono utilizzati, tra l'altro, per analisi non distruttive su materiali impiegati per la realizzazione di installazioni nucleari a fissione e a fusione. Per quanto attiene agli impianti sperimentali a fusione, il progetto per la realizzazione del DTT – Divertor Tokamak Test Facility presso il centro ENEA di Frascati, già licenziato alla costruzione come nulla osta di categoria A ai sensi del D.lgs. 101/2020, oltre agli scopi per cui verrà realizzato, consentirà di accrescere le competenze nazionali nel campo della fusione nucleare.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

Per le attività di certificazione e sperimentazione di sistemi e componenti da utilizzare in campo nucleare l'Italia vanta delle eccellenze riconosciute anche a livello internazionale come SIET, ENEA ed Ansaldo. Ad oggi l'industria nazionale impegnata nel settore riesce a soddisfare le commesse per la maggior parte estere; nel caso di avvio di un programma nucleare nazionale le attuali risorse a disposizione in termini umani e finanziari non sarebbero più sufficienti, come per il resto della supply-chain, per garantire il soddisfacimento della domanda nelle tempistiche richieste. Vanno considerate inoltre le tempistiche necessarie per la realizzazione di un programma di test e qualifica che comprende le fasi di progettazione, approvvigionamento e realizzazione degli impianti di sperimentazione che ad oggi richiedono tempi medi di circa 7 anni, a cui va aggiunta la fase di sperimentazione successiva.

Per quanto attiene il quadro normativo nazionale, nell'ottica di un nuovo programma nucleare che preveda l'installazione di reattori modulari di nuova concezione (SMR, AMR, MMR) e/o di reattori di quarta generazione, la ricognizione ha evidenziato la presenza di un assetto normativo che oggi prevede la possibilità di autorizzare la costruzione e l'esercizio di centrali nucleari e di impianti del ciclo del combustibile (front-end e back-end) sul territorio nazionale (D.lgs. 101/2020, L. 1860/62) e stabilisce per gli stessi l'obbligatorietà di essere sottoposti alla Valutazione di Impatto Ambientale (D.lgs. 152/2006, allegato 2). In particolare, nel Titolo IX del D.lgs. 101/2020 viene descritto il procedimento di autorizzazione alla costruzione e all'esercizio degli impianti, assegnando:

- a ISIN l'esercizio delle funzioni di regolamentazione nell'ambito delle istruttorie tecniche, di controllo e vigilanza sugli impianti nucleari autorizzati e da autorizzare;
- al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica il rilascio del nulla osta alla costruzione e della licenza di esercizio di impianti nucleari;
- alle seguenti amministrazioni la facoltà di esprimere pareri relativi al progetto di massima e alla ubicazione degli impianti:
 - Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica;
 - Ministero dell'Interno;
 - Ministero del Lavoro e delle politiche sociali;
 - Ministero della Salute;
 - eventuali altri Ministeri interessati;

Ciò che l'attuale assetto normativo non prevede sono i criteri e le procedure per la localizzazione degli impianti sul territorio nazionale, per i quali vanno considerate anche le competenze concorrenti locali.

Tra gli aspetti da riconsiderare, nel caso di costruzione di nuovi reattori, ci sono, tra gli altri:

- l'aggiornamento della classificazione degli impianti nucleari e dei trasporti di materie nucleari secondo quanto previsto dal Protocollo di Parigi del 12 febbraio 2004 (ratificato dalla legge 23 luglio 2020, n. 97 di modifica della legge 1860/62) sulla responsabilità civile nel campo dell'energia nucleare; tale classificazione è riportata nel decreto del 15 luglio 2022, il quale stabilisce anche gli importi per i quali gli esercenti o i vettori autorizzati sono tenuti ad assicurarsi;

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

- Legge 1450/70 per il rilascio degli attestati di direzione e delle patenti per supervisori e operatori di impianto;
- Legge 368/2003 sulle compensazioni oggi basata su criteri che rispecchiano la situazione nazionale di impianti in disattivazione e rifiuti e combustibile presente sui vari siti.

La normativa vigente non prevede alcuna differenziazione dei processi autorizzativi in riferimento alla taglia e tipologia di impianto (va ricordato che le centrali attualmente in disattivazione vennero autorizzate con l'attuale normativa ed avevano una potenza confrontabile con gli attuali progetti di SMR).

Per quanto attiene la normativa tecnica di riferimento attualmente vigente in Italia, sebbene in campo nucleare essa sostanzialmente recepisca, come nel caso delle norme UNI e CEI, quanto emanato dagli organismi europei e internazionali, sussistono alcuni ambiti, come nel caso della normativa per i componenti in pressione di pertinenza dell'INAIL, dove è necessario un aggiornamento delle raccolte di norme (mai pubblicate) specifiche per il settore nucleare in vista della progettazione e costruzione dei nuovi impianti a fissione e a fusione.

Analogamente, tutte le guide tecniche dell'autorità di sicurezza nucleare emanate negli anni '70 e che sarebbero state utilizzate per lo sviluppo del PUN- Progetto Unificato Nucleare, necessitano di una profonda revisione per essere adattate agli standards di sicurezza internazionali più recenti.

La normativa per le salvaguardie si riferisce alle disposizioni contenute nel vigente regolamento EURATOM attualmente in fase di revisione, mentre la normativa per la protezione fisica delle materie nucleari è di recente emanazione (2015) e recepisce gli standards di sicurezza della IAEA oggi vigenti.

Per quanto attiene agli aspetti autorizzativi per gli impianti a fusione, la ricognizione effettuata ha evidenziato come a livello internazionale si stia iniziando a sviluppare la normativa di riferimento che in alcuni Paesi (Stati Uniti e Gran Bretagna) prevede una separazione dell'iter autorizzativo dei futuri impianti a fusione da quelli a fissione tradizionali, basando tale decisione sul rischio specifico di impianto e sul conseguente possibile impatto radiologico su lavoratori, popolazione e ambiente.

L'attività di ricognizione ha considerato anche il contesto internazionale in merito alle varie iniziative sviluppate in ambito Commissione Europea, IAEA, NEA, WENRA, etc. il cui obiettivo è quello di creare i presupposti per un'armonizzazione e una condivisione dei processi autorizzativi, degli obiettivi di sicurezza e degli aspetti di innovazione e ricerca che riguardano gli impianti nucleari di nuova generazione: a tali iniziative l'Italia partecipa attualmente solo in qualità di osservatore, in quanto l'attuale mandato dell'ISIN, come previsto dal D.lgs. 45/2014, non chiarisce l'assegnazione di compiti e funzioni inerenti gli impianti di produzione di energia elettrica da fonte nucleare e del ciclo del combustibile.

C1-2 Obiettivi e finalità del GdL 4: Sicurezza e prevenzione, quadro normativo, certificazione.

Gli obiettivi di questo gruppo di lavoro sono:

- a) Effettuare la ricognizione su:

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

- applicazioni delle radiazioni ionizzanti oggi usate in campo non energetico ed in particolare in campo medico,
 - applicazioni del nucleare nel campo R&D,
 - aspetti legislativi e normativi oggi presenti e su quelli necessari per il rilancio di un programma energetico da fonte nucleare, evidenziando i gap presenti che verranno analizzati nella seconda fase dei lavori del gruppo per l'elaborazione delle proposte e per la definizione della road-map;
 - iniziative internazionale per l'armonizzazione dei processi autorizzativi.
- b) Elaborare proposte con relative tempistiche di attuazione per lo sviluppo della normativa nazionale necessaria per l'avvio di un programma nucleare nazionale.

C1-3 Componenti del GdL 4

Il Gruppo di Lavoro ha svolto la sua attività attraverso degli esperti chiamati a farne parte e interfacciandosi con esperti ed enti/organizzazioni/operatori esterni al gruppo.

1-3.1 Membri

Gli enti i cui esperti sono stati chiamati quali membri del gruppo di lavoro sono:

- ISIN (Responsabile del Gruppo)
- Deposito Avogadro spa
- ENEA
- LB Servizi per le Aziende
- Politecnico di Milano
- RSE
- Università degli Studi di Bari
- MASE/Segretariato PNNS

1-3.2 Esperti auditi nell'ambito della piattaforma

Gli esperti interni ed esterni alla piattaforma, già previsti tra quelli interessati dalle attività del gruppo e/o partecipanti alle attività di altri gruppi di lavoro, sono stati auditi in rappresentanza dei seguenti enti e delle seguenti società:

- ENI
- Ultra Safe Nuclear Corporation
- Ansaldo Nucleare
- SIET
- l'Ente di Normazione Nazionale – UNI
- il Comitato Elettrotecnico Italiano – CEI
- l'Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro – INAIL
- CAEN

- CAELUS

CAP. 2 - RICOGNIZIONE DELLA SITUAZIONE NAZIONALE E DEL CONTESTO INTERNAZIONALE

Il presente capitolo riassume i risultati dell'attività di ricognizione svolta dal Gruppo di Lavoro n. 4 della Piattaforma per il Nuovo Nucleare Sostenibile (PNNS). Tale attività ha come oggetto:

- le applicazioni delle radiazioni ionizzanti oggi utilizzate in ambito medico (C2-1), nell'ambito della ricerca e nelle altre applicazioni non energetiche (C2-2);
- il regime delle salvaguardie e della protezione fisica nell'ottica della prevenzione della proliferazione nucleare (C2-3);
- l'analisi delle attività in corso in ambito nazionale e internazionale riguardante l'ambito delle sperimentazioni, qualifiche e verifiche di sistemi e componenti utilizzati negli impianti nucleari, con particolare attenzione allo stato dell'arte definito dalle normative tecnica di riferimento (C2-4);
- l'analisi del quadro legislativo e normativo attualmente vigente nel nostro paese alla luce di un possibile rilancio di un programma energetico da fonte nucleare, insieme alla presentazione delle iniziative internazionali orientate all'armonizzazione degli aspetti autorizzativi riguardanti le nuove tecnologie nucleari (C2-5);

Data l'assenza sul territorio nazionale di impianti nucleari di potenza, lo spettro delle applicazioni dell'energia nucleare nel nostro paese è fortemente orientato verso ambiti che, seppure fondamentali per lo sviluppo di settori produttivi e di servizi quali quello sanitario nazionale, risultano di scarsa rilevanza agli occhi dell'opinione pubblica tanto quanto la presenza di norme e organismi preposti al rispetto di requisiti di sicurezza di popolazione, lavoratori e ambiente.

In questo contesto, le attività che a vario titolo fanno uso di radiazioni ionizzanti o comportano comunque un rischio da esse derivante, sono regolate a livello nazionale tramite le disposizioni dettate dal D.lgs. 101 del 31/07/2020 *“Attuazione della direttiva 2013/59/Euratom stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom e riordina la normativa di settore in attuazione dell'articolo 20, comma 1, lettera a), della legge 4 ottobre 2019, n. 117”*.

Tale Decreto ha abrogato e, allo stesso tempo, sostituito il D.lgs. 230/95 e ss.mm.ii. che è stato per 25 anni la normativa di riferimento nazionale per le attività con rischi da radiazioni ionizzanti.

Ogni attività antropica regolata, prevede l'individuazione di figure con differenti responsabilità: il D.lgs. 101/2020 e il D.lgs. 81/08 identificano alcune figure chiave nell'ambito delle attività con rischi da radiazioni ionizzanti: Esercente, Titolare dell'autorizzazione, Richiedente, Datore di Lavoro, Dirigenti, Preposti ed Esperti di Radioprotezione.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

Il concetto di **Esercente** è ribadito nella sua forma più generale nel D.lgs. 101/2020 all'art. 7, comma 1 numero 38) come “una persona fisica o giuridica che ha la responsabilità giuridica ai sensi della legislazione vigente ai fini dell'espletamento di una pratica o di una sorgente di radiazioni”.

Il **Titolare dell'autorizzazione** è definito sempre nell'ambito del D.lgs. 101/2020 come “la persona fisica o giuridica alla quale è rilasciata l'autorizzazione che ha la rappresentanza legale e la responsabilità generale di un impianto nucleare o di un'attività o di un impianto connessi allo svolgimento di una pratica o alla gestione di combustibile esaurito o di rifiuti radioattivi”;

In accordo con quanto definito nel D.lgs. 81/2008 e ss.mm.ii. all'art. 2 comma 1 lettera b) il **Datore di Lavoro** è “il soggetto titolare del rapporto di lavoro con il lavoratore o, comunque, il soggetto che, secondo il tipo e l'assetto dell'organizzazione nel cui ambito il lavoratore presta la propria attività, ha la responsabilità dell'organizzazione stessa o dell'unità produttiva in quanto esercita i poteri decisionali e di spesa. Nelle pubbliche amministrazioni di cui all'articolo 1, comma 2, del decreto legislativo 30 marzo 2001, n. 165, per datore di lavoro si intende il dirigente al quale spettano i poteri di gestione, ovvero il funzionario non avente qualifica dirigenziale, nei soli casi in cui quest'ultimo sia preposto ad un ufficio avente autonomia gestionale, individuato dall'organo di vertice delle singole amministrazioni tenendo conto dell'ubicazione e dell'ambito funzionale degli uffici nei quali viene svolta l'attività, e dotato di autonomi poteri decisionali e di spesa. In caso di omessa individuazione, o di individuazione non conforme ai criteri sopra indicati, il datore di lavoro coincide con l'organo di vertice medesimo”.

L'art. 109 del D.lgs. 101/2020 stabilisce gli obblighi di Datori di Lavoro, Dirigenti e Preposti.

L'Esercente e il Datore di Lavoro attuano quanto stabilito dall'art. 109 del D.lgs. 101/2020 e si avvalgono in questo dell'Esperto di Radioprotezione.

L'Esperto di Radioprotezione, nominato dall'Esercente o dal Datore di Lavoro, è colui che assicura la sorveglianza fisica di radioprotezione, anche attraverso addetti di radioprotezione (art. 128 del D.lgs. 101/2020), comunicando a chi di competenza i provvedimenti eventualmente necessari per l'esercizio del Laboratorio o Impianto in ottemperanza al D.lgs. 101/2020.

Sempre nel D.lgs. 101/2020 è definita la **pratica** come “un'attività umana che può aumentare l'esposizione di singole persone alle radiazioni provenienti da una sorgente di radiazioni ed è gestita come una situazione di esposizione pianificata”.

Chiunque intenda intraprendere una pratica comportante detenzione di sorgenti di radiazioni ionizzanti deve prevedere specifici provvedimenti autorizzativi in relazione alla quantità totale e alla concentrazione di attività per unità di massa delle materie radioattive in uso, oppure all'energia delle particelle accelerate o infine alla intensità di dose ad una distanza nota o all'intensità di flusso di neutroni prodotti dagli apparecchi contenenti materie radioattive o in grado di accelerare particelle ionizzanti.

Per l'ordinamento legislativo, **l'uso di radiazioni ionizzanti è ammesso solo se giustificato, ovvero se l'impiego delle stesse porta un vantaggio dimostrabile e/o se non sono disponibili alternative che possano portare a risultati equivalenti, in un processo di analisi costi / benefici.**

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

Se si escludono le tipologie di pratiche relative alla gestione di centrali nucleari (anche in smantellamento), e alla gestione del combustibile nucleare, l'esercizio delle pratiche con radiazioni ionizzanti è soggetto a un controllo via via più stringente in funzione dei potenziali impatti, distinguendo tra:

- Pratiche **esenti** (ex art. 47, che non rientrano in un regime regolatorio): si tratta di impieghi considerati non rilevanti, ossia caratterizzati da un impatto radiologico estremamente modesto sui lavoratori e sulla popolazione. A titolo esemplificativo rientrano tra le pratiche esenti gli impieghi di macchine radiogene con tensione di alimentazione inferiore a 5 kV e di modeste quantità di materie radioattive, come nel caso delle sorgenti usate per le verifiche di buon funzionamento di strumentazione da laboratorio (cfr. Allegato I del suddetto decreto).

- Pratiche soggette a **notifica** (ex art. 46): come criterio di massima si tratta di pratiche per le quali adottando gli opportuni accorgimenti e le norme di buona tecnica, anche in condizioni anomale o incidentali, l'impatto radiologico potenziale sulla popolazione risulta trascurabile o al più modesto e sui lavoratori rimane moderato. Gli addetti direttamente coinvolti in tali pratiche devono ricevere adeguata formazione e possono o meno risultare soggetti ad obbligo di sorveglianza dosimetrica e sanitaria.

Per esercire le pratiche ex art. 46 non occorre un'autorizzazione esplicita ma vige l'obbligo di comunicare alle autorità locali competenti, almeno 30 giorni prima, gli elementi atti a giustificarle, con documentazione che valuti gli impatti radiologici su lavoratori e popolazione, comprensiva delle conseguenze dei possibili eventi anomali.

A titolo esemplificativo sono pratiche soggette a notifica l'impiego di macchine radiogene con alta tensione inferiore ai 200 kV e l'uso di materie radioattive in quantità superiori a quelle esenti ma comunque entro valori massimi stabiliti (Allegato I del suddetto decreto).

- Pratiche soggette a **nulla osta** (ex art. 50, 52, 52): si tratta di pratiche con impatto radiologico potenziale più elevato sui lavoratori e/o sulla popolazione. Per poter esercire queste pratiche è necessario ottenere preventivamente uno specifico provvedimento autorizzativo (nulla osta) rilasciato da autorità competenti locali (nulla Osta di Cat B, prefettizio) o centrali (nulla osta di Cat A, ministeriale). Le condizioni discriminanti la tipologia di provvedimento sono indicate nel decreto (cfr. allegato XIV). La istanza per il provvedimento di Nulla Osta è necessariamente corredata da una relazione sulle valutazioni di radioprotezione a cura dell'esperto di radioprotezione.

A titolo esemplificativo sono pratiche soggette a nulla osta l'impiego di macchine radiogene con alta tensione superiore 200 kV (cat B) o acceleratori (cat B o cat A) e l'utilizzo di sorgenti radioattive ad alta attività (cat A).

- La costruzione, l'esercizio e la disattivazione degli **impianti nucleari** finalizzati alla ricerca alla produzione di energia e al ciclo del combustibile, sono regolate dal medesimo quadro normativo che prevede particolari disposizioni molto più restrittive ed articolate rispetto alle altre tipologie di pratiche.

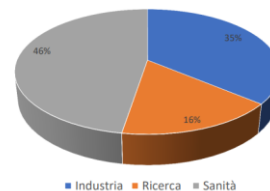
PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE



- I NOA rilasciati in Italia sono in totale 97. In Lombardia ne sono rilasciati 21, in val D'Aosta 0.
- In Sicilia, Piemonte, Lazio, Emilia Romagna ne sono rilasciati un numero compreso tra 7 e 11.
- In tutte le altre regioni ne sono rilasciati un numero compreso tra 1 e 6.

In numeri assoluti:

- 35 nel settore dell'industria
- 16 nel settore della ricerca
- 46 nelle strutture sanitarie



Fonte Inail, banca dati della "Sezione di Supporto Tecnico al Servizio Sanitario Nazionale in materia di radiazioni", ultimo aggiornamento dicembre 2022

Figura 1: Distribuzione regionale dei provvedimenti autorizzativi di Nulla Osta di categoria A rilasciati in Italia

In Italia esistono una moltitudine di esercenti autorizzati alla detenzione ed all'impiego, a vario titolo, di sorgenti di radiazioni ionizzanti per applicazioni non energetiche.

Di seguito viene riportato il riepilogo della situazione aggiornata a gennaio 2024 in merito al numero di esercenti che hanno notificato o hanno ricevuto uno specifico provvedimento autorizzativo per la detenzione ed impiego di sorgenti di radiazioni ionizzanti ed il numero di sedi presso le quali sono impiegate le sorgenti stesse.

Tabella 1: Provvedimenti autorizzativi per la detenzione ed impiego di sorgenti di radiazioni ionizzanti (numero di operatori e numero di sedi)

| Attività | | Numero Operatori registrati | Numero Sedi registrate |
|----------|---|-----------------------------|------------------------|
| A | Commercio o intermediazione di materiali radioattivi o sorgenti di radiazioni ionizzanti (art.42) | 221 | 234 |
| B | Trasporto di materiali radioattivi (art.43) | 162 | 184 |
| C | Detenzione di macchine radiogene e/o sorgenti di radiazioni ionizzanti soggette a notifica o a specifico provvedimento autorizzativo (art.48) | 39204 | 47509 |
| D | Detenzione di sorgenti sigillate ad alta attività (art.67) | 235 | 263 |
| E | Detenzione di materie fissili speciali, materie grezze, minerali e combustibile nucleare (art.44) | 151 | 199 |
| F | Raccolta e trasporto di rifiuti radioattivi (art.56) | 10 | 10 |
| G | Gestione di rifiuti radioattivi (art.59 e 60) | 22 | 178 |

I dati della Tabella 1, sono derivati dal registro unico reso disponibile sul sito istituzionale dell'ISIN, come previsto dal D.lgs.101/2020 e denominato *STRIMS: Sistema Tracciabilità Rifiuti Materiali e Sorgenti*. I dati rappresentano il numero di detentori/esercenti registrati sul sistema STRIMS per:

- attività di commercio o intermediazione di materiali radioattivi o sorgenti di radiazioni ionizzanti (art.42),

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

- trasporto di materiali radioattivi (art.43),
- detenzione di macchine radiogene e/o sorgenti soggette a notifica o a specifico provvedimento autorizzativo (art.48),
- detenzione di sorgenti di alta attività (art.67) soggette ad una normativa di radioprotezione più stringente in termini di tracciabilità,
- detenzione di materie fissili speciali, materie grezze etc. (art.44) soggette a specifici e stringenti adempimenti internazionali di contabilità e tracciabilità,
- raccolta e trasporto di rifiuti radioattivi (art.56),
- realizzazione ed esercizio di depositi temporanei di rifiuti radioattivi prodotti da terzi o di impianti di gestione o di smaltimento di rifiuti radioattivi (art.59 e 60).

Il sistema STRIMS, gestito dall'ISIN, a cui possono accedere anche altre Amministrazioni vigilanti, ha lo scopo di garantire la tracciabilità di tutte le pratiche eseguite sul territorio nazionale. Il sistema è utilizzato anche per la tracciabilità di:

- rifiuti prodotti e conferiti sia da parte dei detentori che dagli operatori che operano nel trasporto e raccolta dei rifiuti;
- sorgenti di radiazione sigillate e non sigillate;
- sorgenti sigillate ad alta attività;
- materie nucleari.

Inizialmente ai sensi della norma transitoria dell'art. 241, i detentori hanno avuto l'obbligo di registrarsi e comunicare l'*inventario iniziale*, costituito da una serie di dettagliate informazioni per ciascuna sorgente di radiazioni ionizzanti detenuta (e.g. dati dichiarante, estremi provvedimento autorizzativo, radionuclide/tipo macchina, forma, stato fisico, attività/corrente e tensione massima etc., vedi Allegato XII D.lgs.101/2020) ed anche ulteriori informazioni sui fornitori e sulle caratteristiche della sorgente per le sorgenti cosiddette di *alta attività* (ex. Art.67 - vedi anche allegato XVIII D.lgs. 101/2020). Oltre che per l'inventario iniziale, costituitosi entro il febbraio 2021 con i dati di tutti gli esercenti/detentori di pratica sul territorio nazionale, il sistema STRIMS è dedicato alla raccolta di tutte le comunicazioni di nuove detenzioni, variazioni e cessazioni di pratica o di detenzione di sorgenti.

La banca dati STRIMS fornisce così il quadro delle attività con impiego di radiazioni ionizzanti su tutto il territorio nazionale.

Nella figura seguente è rappresentata la distribuzione per Regioni e per tipologie suddivise per ambiti di applicazione del D.lgs. 101/2020.

Appare evidente un maggiore impiego di sorgenti generatrici di radiazioni ionizzanti in regioni in cui è maggiormente sviluppato il tessuto industriale del Paese ed in quelle a maggiore densità di popolazione.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

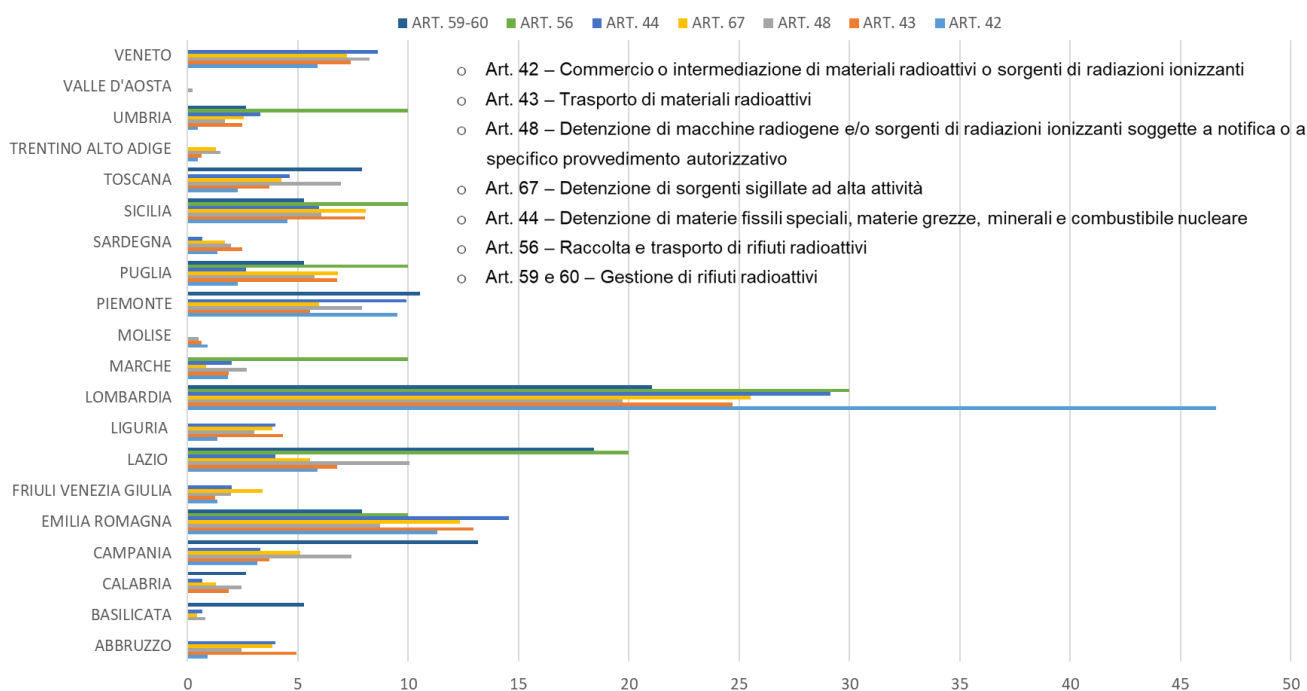


Figura 2: Distribuzione degli operatori suddivisi per Regioni e per tipologie di sorgenti generatrici di radiazioni ionizzanti (dati espressi in termini percentuali)

È possibile rappresentare i dati di ricognizione in relazione alle attività correlate con l'Art. 48 - Registro delle sorgenti di radiazioni ionizzanti, detenute ed impiegate per tutte le possibili finalità (ndr. applicazioni mediche produttive, industriali, energetiche e non energetiche) e con l'art. 67 - Registro nazionale delle sorgenti sigillate ad alta attività e dei detentori.

La figura 3 fornisce la distribuzione a livello provinciale delle sorgenti detenute ed impiegate a diverso titolo, complessivamente 18.517 sul territorio nazionale alla data di gennaio 2024.

La figura 4, invece, fornisce la distribuzione a livello provinciale delle sorgenti di alta attività detenute ed impiegate a diverso titolo, complessivamente 2.990 sul territorio nazionale alla data di gennaio 2024. Le sorgenti radioattive sigillate di alta attività sono largamente utilizzate in ambiti ospedalieri, industriali e nella ricerca. Si tratta di sorgenti sigillate la cui attività al momento della fabbricazione o della prima immissione sul mercato è uguale o superiore ad uno specifico valore definito, per ciascun radionuclide, dal D.lgs. 101/2020.

La distribuzione delle sorgenti non sigillate a livello provinciale non è riportata, in forma grafica, poiché per questo tipo di sorgenti non è stato istituito l'inventario iniziale, ed i dati ad oggi presenti nel sistema STRIMS forniscono un dato parziale relativo alle sole sorgenti la cui detenzione è iniziata dopo febbraio 2021 (circa 7.000 sorgenti).

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

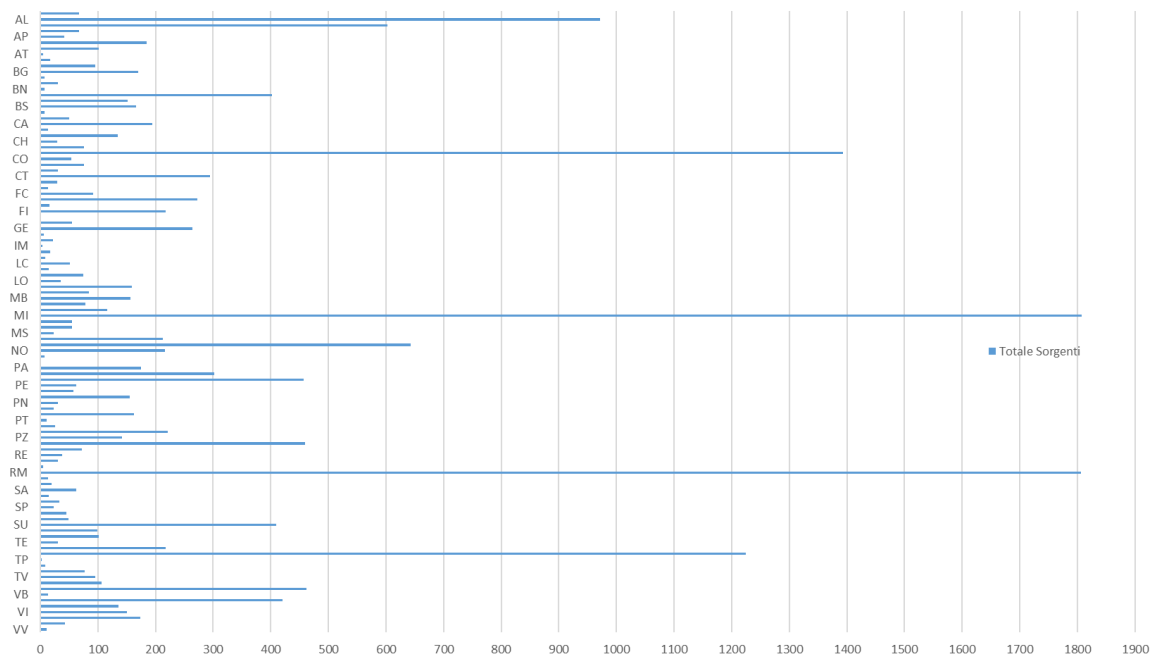


Figura 3: Distribuzione delle sorgenti sigillate detenute ed impiegate a vario titolo a livello provinciale

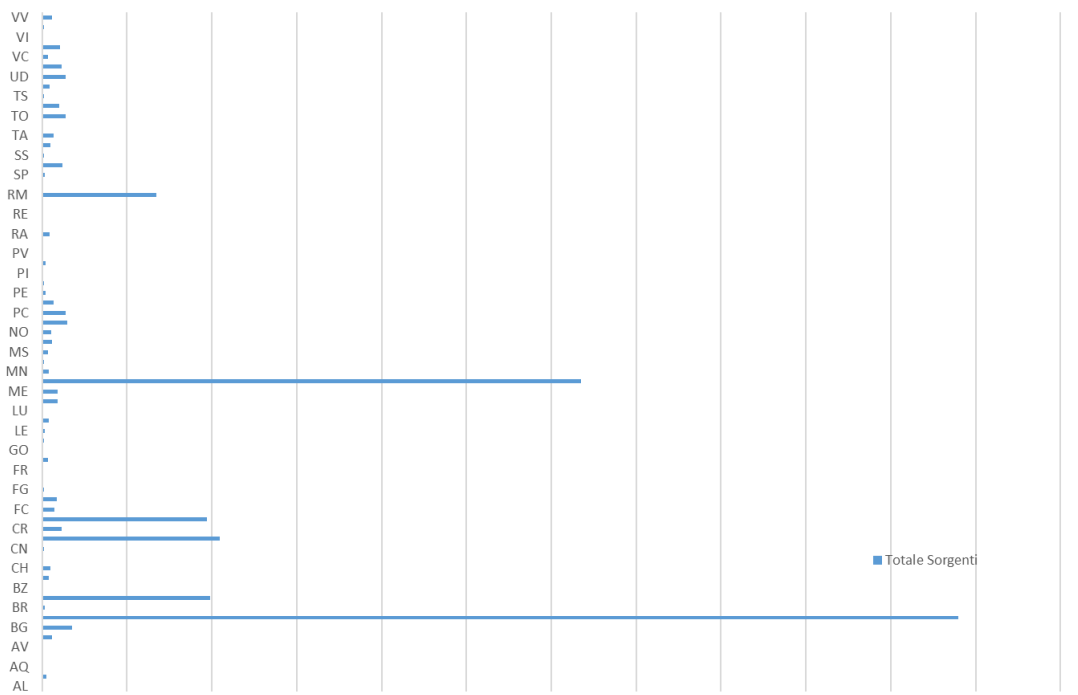


Figura 4: Distribuzione delle sorgenti sigillate di alta attività detenute ed impiegate a vario titolo a livello provinciale

C2-1 Applicazioni Mediche

2-1.1 Applicazioni sul territorio nazionale

Il contesto italiano appare variegato; la molteplicità di esercenti e sedi presso le quali vengono impiegate sorgenti generatrici di radiazioni ionizzanti è certamente rappresentativo di una moltitudine di tipologie di impiego.

La giustificazione nell'utilizzo delle radiazioni in applicazioni sanitarie è data dal fatto che spesso risulta impossibile ottenere con l'utilizzo di tecniche alternative risultati paragonabili in termini di affidabilità diagnostica o risultato terapeutico per i pazienti, a fronte di un impatto radiologico accettabile per la popolazione e relativamente modesto sui lavoratori.

I radionuclidi necessari alla produzione di radiofarmaci possono essere prodotti in reattori nucleari appositamente progettati o mediante acceleratori.

L'uso dei reattori si rivela ottimale nei casi in cui il radionuclide di interesse sia richiesto in quantità elevate e abbia una vita sufficientemente lunga, compatibile con la logistica. Nella produzione di Molibdeno 99, per esempio, i reattori sono la scelta quasi obbligata.

Nell'ambito dei radiofarmaci però, si ha spesso a che fare con radionuclidi caratterizzati da breve tempo di dimezzamento, di conseguenza l'approvvigionamento degli stessi è caratterizzato da problemi produttivi e logistici che si possono risolvere solo producendoli al bisogno il più vicino possibile al luogo di utilizzo. L'esigenza viene soddisfatta mediante l'uso di acceleratori (come i ciclotroni) i quali possono essere installati e utilizzati direttamente in aree opportunamente realizzate anche all'interno degli ospedali.

In elenco non esaustivo dei settori e delle applicazioni mediche delle radiazioni ionizzanti è riportato nel seguito:

Diagnostica per immagini:

- Radiologia tradizionale: telecomandati, pensili, stativi, endorali, ortopantomografi, CBCT
- Apparecchiature complesse: TAC, Angiografi, SPECT-CT
- Applicazioni MN: PET, SPECT

Radiologia interventistica

- Neuroradiologia
- Attività complementari: ortopedia, neurochirurgia, algologia, etc...

Terapia

- Acceleratori lineari a fasci X e elettroni
- Roentgenterapia
- Brachiterapia
- Protonterapia e Adroterapia
- IORT

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

- MN: terapia con radionuclidi (I-131, Lu-177, Y-90, Sr-90)

Produzione radiofarmaci:

- Ciclotroni

Di seguito la distribuzione per Regioni e per tipologie suddivise per ambiti di applicazione del D.lgs. 101/2020 per gli impieghi sanitari:

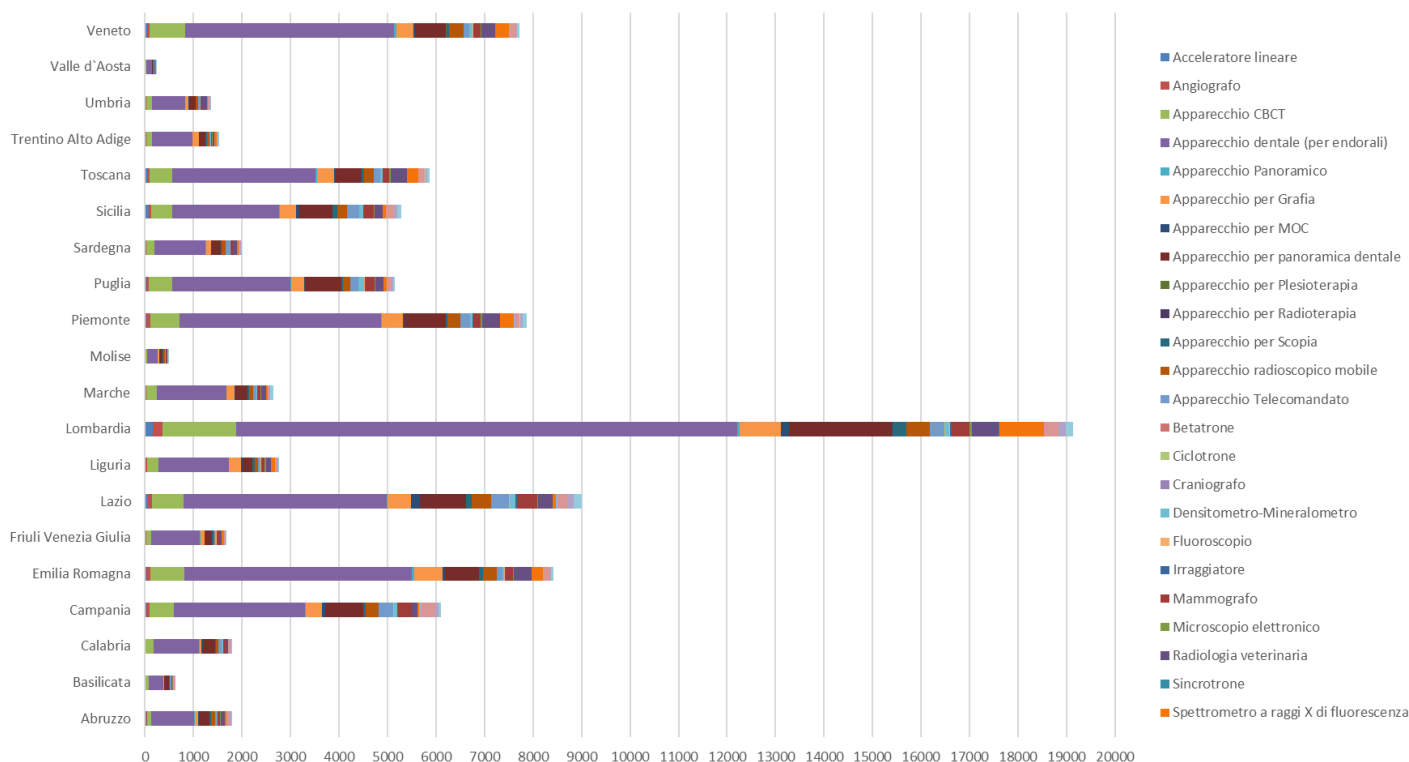


Figura 5: Macchine radiogene per Regione per impieghi sanitari

2-1.2 Normativa di riferimento

Per l'ordinamento legislativo, l'uso di radiazioni ionizzanti in ambito sanitario è ammesso solo se giustificato, ovvero se l'impiego delle stesse porta un vantaggio dimostrabile e/o se non sono disponibili alternative che possano portare a risultati equivalenti, in un processo di analisi costi / benefici.

Il D.lgs. 101/2020 e s.m.i. tratta specificatamente le Esposizioni Mediche al Titolo XIII, richiedendo di giustificare il ricorso alle radiazioni ionizzanti mostrandone l'efficacia complessiva diagnostica o terapeutica, inclusi i benefici diretti per la salute della persona e della collettività.

Il processo di giustificazione preliminare e di revisione delle pratiche deve svolgersi nell'ambito dell'attività professionale medico-specialistica, tenendo conto dei risultati della ricerca scientifica e delle linee guida riconosciute nell'ambito del Sistema nazionale di cui alla legge 8 marzo 2017, n. 24.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

L'ottimizzazione di una pratica giustificata comprende la scelta delle attrezzature medico-radiologiche, la produzione di un'informazione diagnostica appropriata o del risultato terapeutico, gli aspetti pratici delle procedure medico-radiologiche, nonché i programmi per la garanzia della qualità, inclusi il controllo della qualità, l'esame e la valutazione delle dosi o delle attività somministrate al paziente, tenendo conto dei fattori economici e sociali.

Il Ministero della salute, avvalendosi dell'Istituto Superiore di Sanità, e con il concorso delle rilevanti società scientifiche, promuove la definizione e la revisione periodica di livelli diagnostici di riferimento per esami radiodiagnostici, tenendo conto dei livelli eventualmente raccomandati a livello europeo.

I professionisti sanitari che operano in ambiti direttamente connessi con all'esposizione medica e, limitatamente alle tematiche connesse ai criteri di giustificazione e appropriatezza, i medici di medicina generale e i pediatri di famiglia, devono seguire corsi di formazione in materia di radioprotezione del paziente nell'ambito della formazione continua di cui all'articolo 16 -bis del decreto legislativo 30 dicembre 1992, n. 502, e successive modifiche.

Gli organi di vigilanza predispongono programmi di ispezione che tengono conto anche dell'entità e della natura dei potenziali pericoli per il paziente associati alle pratiche mediche condotte presso le strutture sanitarie. Le Regioni e le Province autonome provvedono affinché solo strutture in possesso di autorizzazione sanitaria regionale e dei requisiti stabiliti ai sensi dell'articolo 8, comma 4, del decreto legislativo 30 dicembre 1992, n. 502, intraprendano pratiche mediche comportanti esposizioni a radiazioni ionizzanti.

In generale, le pratiche che impiegano materiali radioattivi (come, ad esempio, in ambito sanitario le Medicine Nucleari) hanno possibilità di produrre rifiuti solidi, liquidi ed aeriformi.

L'attuale assetto normativo prevede la possibilità di rilasciare in ambiente quantità trascurabili di radioattività tramite l'allontanamento incondizionato dal regime regolatorio di materiali solidi, liquidi o aeriformi contenenti sostanze radioattive che provengono da pratiche soggette a notifica o autorizzazione nel rispetto del criterio di non rilevanza radiologica, o la possibilità di conferire i rifiuti radioattivi a società autorizzate alla raccolta, trasporto e gestione di rifiuti radioattivi ai sensi dell'art. 59 del D.lgs. 101/2020 e s.m.i.

Il destino finale dei rifiuti radioattivi di cui non si prevede l'allontanamento in meno di 10 anni è previsto essere l'immagazzinamento in impianti di smaltimento superficiali, o a piccola profondità, con barriere ingegneristiche (Deposito Nazionale D.lgs. n. 31/2010).

2-1.3 **Confronto della situazione italiana con il contesto internazionale**

In generale, il contesto italiano in relazione alle applicazioni mediche e non energetiche risulta essere coerente con il contesto internazionale. Il recente recepimento della Direttiva 2013/59/Euratom, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, ha armonizzato la normativa italiana rispetto a quella europea.

In relazione al recepimento della Direttiva sopra richiamata, il quadro normativo nazionale è ad oggi carente in relazione ad alcuni aspetti per i quali si resta in attesa dell'emanazione dei relativi Decreti applicativi.

Fra tutti, appare utile sottolineare che si resta in attesa dell'emanazione di uno o più Decreti del Ministro del lavoro e delle politiche sociali, di concerto con il Ministro della salute, sentiti i Ministri dell'ambiente e della sicurezza energetica e dell'interno, nonché l'ISIN, l'Istituto di metrologia primaria delle radiazioni ionizzanti e l'INAIL, che disciplinerà, nel rispetto dei requisiti minimi di cui al comma 3-bis e dell'allegato II del D.lgs. 101/2020 e s.m.i., le modalità per il riconoscimento dei soggetti che svolgono attività di servizio di dosimetria e il riconoscimento degli organismi di misura.

Inoltre, rispetto al contesto internazionale, il panorama nazionale risente della carenza di linee guida che definiscano, in modo chiaro e direttamente applicabile da parte degli Esercenti, le modalità di applicazione di alcuni aspetti della normativa in vigore quali, ad esempio, l'allontanamento dei rifiuti solidi, liquidi o aeriformi da pratiche autorizzate da differenti autorità (es. disomogeneità nelle modalità di applicazione della norma e delle strategie di misura fra pratiche autorizzate come nulla osta in Cat. A e pratiche autorizzate come nulla osta in Cat. B da differenti autorità regionali).

C2-2 Altre applicazioni non energetiche

2-2.1 Applicazioni sul territorio nazionale

Anche per applicazioni non energetiche e non sanitarie il contesto italiano appare variegato sia per molteplicità e tipologie di esercenti che di sedi presso le quali vengono impiegate sorgenti di radiazioni ionizzanti.

Le applicazioni con impiego di radiazioni ionizzanti per scopi non energetici e non sanitarie sono svolte con finalità dalla fornitura di servizi alla ricerca o ad altre attività produttive con una moltitudine di tipologie di sorgenti e macchine radiogene.

La giustificazione dell'utilizzo delle radiazioni in applicazioni non sanitarie risiede nel fatto che spesso risulta impossibile ottenere con tecniche alternative risultati paragonabili in termini di affidabilità e rapidità (sia per risultati analitici sia di controllo di processi), a fronte di un impatto radiologico che si può rendere facilmente assente o al più trascurabile sulla popolazione ed estremamente modesto sui lavoratori.

I dati disponibili presso ISIN nel sistema STRIMS presentati nelle tabelle e figure riportate si riferiscono alla detenzione ed impiego a diverso titolo sul territorio nazionale (figura 2, 3, 4) e la figura 5 fornisce un dettaglio per le macchine radiogene impiegate e detenute per impieghi sanitari a livello regionale.

Analogamente, la figura 6 sottostante fornisce un dettaglio per le macchine radiogene, sempre a livello regionale, per altre applicazioni produttive o di ricerca, non energetiche e non sanitarie.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

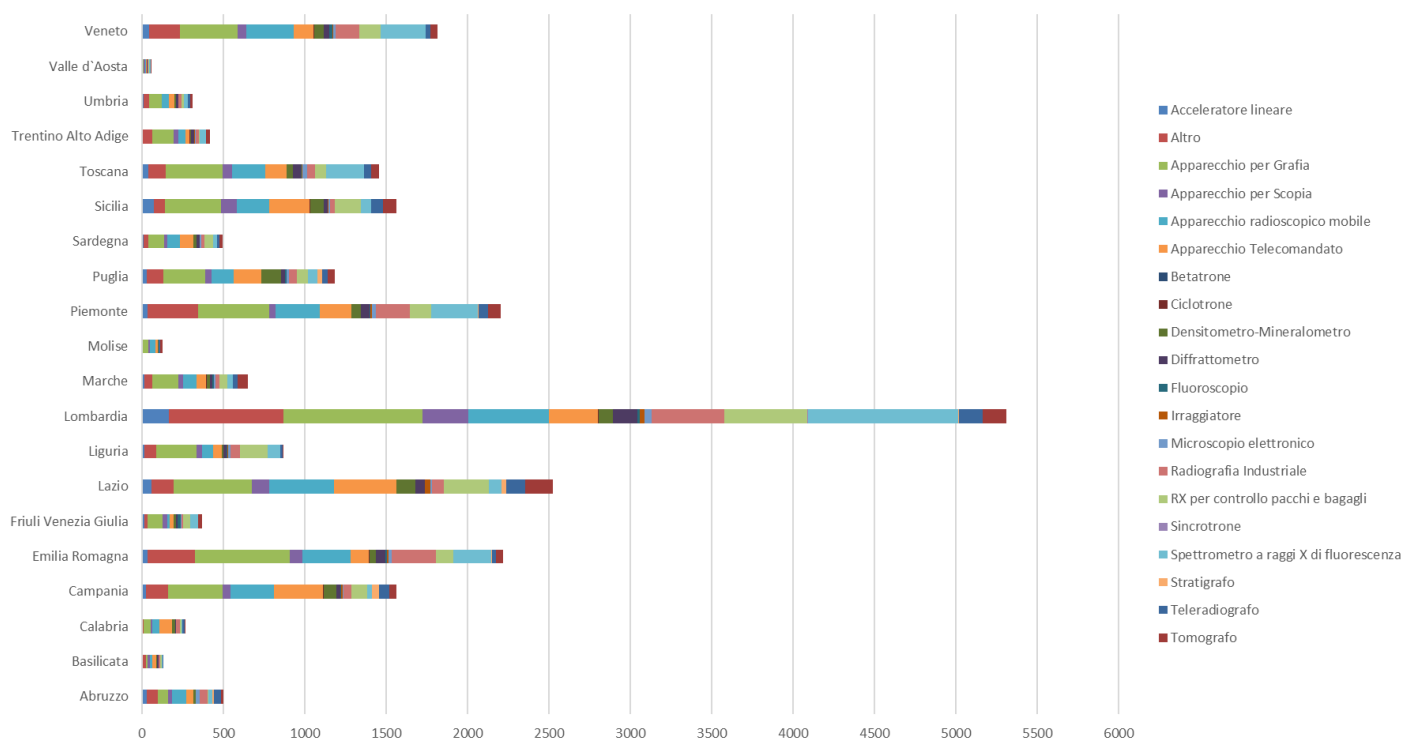


Figura 6: Macchine radiogene per Regione per applicazioni non energetiche e non sanitarie.

Tipologia delle applicazioni non energetiche

Le applicazioni con impiego di radiazioni ionizzanti a scopi non medici e non energetici possono avere varia finalità produttiva o tecnico-scientifica. Si riporta di seguito un elenco esemplificativo, non esaustivo delle tipologie di applicazioni.

Apparecchi per analisi non distruttive di routine (CND)

Le analisi non distruttive hanno lo scopo di caratterizzare un materiale/oggetto secondo particolari parametri richiesti da norme o specifiche di produzione, senza la necessità di alterare l'oggetto stesso e, nel migliore dei casi, senza necessitare di apposite preparazioni dello stesso (es. controlli RX in linea su confezioni alimentari).

Un elenco esemplificativo e non esaustivo è riportato in seguito:

- Radiografie industriali con generatori RX e acceleratori lineari
- TAC
- Spettrometri fissi e portatili
- Verifiche RX su circuiti elettronici
- Diffrattometri
- Misuratori di spessore e di livello (a RX o con sorgenti)
- CQ per verifica corpi estranei in prodotti / confezioni alimentari
- Misuratori del punto di rugiada
- Misuratori di viscosità
- Gammagrafie

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

Applicazioni produttive o funzionali

Molti processi, legati ad esempio al settore aerospaziale, coinvolgono l'uso di superleghe o altri materiali che per le loro caratteristiche di durezza si prestano male ad essere lavorate con le tradizionali macchine utensili.

L'elevata precisione e omogeneità strutturale richiesta è raggiungibile, ad esempio, con tecniche additive che impiegano fasci elettronici per fondere metallo e realizzare manufatti, con processi simili a quelli utilizzati nelle stampanti 3D.

Il processo con fasci elettronici si presta anche a operazioni di saldatura.

Altre applicazioni richiedenti l'uso di radiazioni, sono quelle relative all'analisi elementare di composti mediante l'uso di neutroni, che permettono, studiando come il materiale in analisi reagisce ai neutroni, di risalire alla sua composizione elementare; un esempio dell'applicazione di questa tecnica è la verifica in linea della composizione dei cementi durante la fase di preparazione delle mescole.

Un elenco esemplificativo e non esaustivo è riportato in seguito:

- Saldatrici a fascio elettronico
- EBM (manifattura additiva)
- Apparecchiature per polimerizzazione a RX
- Analisi elementare per attivazione neutronica con sorgenti o generatori D-T
- Scaricatori di tensione con sorgenti radioattive (per motori aeronautici)

Applicazioni varie

L'impiego delle radiazioni o della radioattività spazia in svariati settori. Un uso molto diffuso è la verifica di bagagli, pacchi, ecc. con RX mediante transito su nastro in tunnel dedicati. Tale impiego trova ampia giustificazione nella sicurezza della collettività, come ad esempio nel traffico aereo.

Alte dosi di radiazioni sono impiegate nella sterilizzazione (ottenuta in modo sicuro e non invasivo) di alimenti, strumenti, oggetti che non possono essere sottoposti a metodi termici.

Altri impieghi meno noti riguardano ad esempio impiego di sorgenti di neutroni per analisi su terreni per ricerca di umidità, uso di sorgenti beta per analisi di laboratorio e anche funzionamento di apparati aeronautici come radar e motori.

Un elenco esemplificativo e non esaustivo è riportato in seguito:

- Impiego di radioisotopi per taratura strumentazione
- Scanner e TAC pacchi / bagagli
- Macchine radiogene per analisi e verifiche su beni culturali
- Sterilizzazione ad alte dosi
- Sistemi aeronautici con sorgenti (radar, APU, EOTS)
- Verifiche umidità suoli
- Ricerca esplosivi
- Misure di laboratorio (ECD per gascromatografi, polverimetri, ecc.)

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

Applicazioni di radioprotezione

La radioprotezione, naturalmente con differenti approcci e approfondimenti, si rivela necessaria in tutte le applicazioni sopra citate al fine di valutare e minimizzare l'impatto dell'uso delle radiazioni nelle attività umane.

A tale scopo vengono utilizzati strumenti di misura che necessitano di sorgenti di taratura con caratteristiche note, o traccianti radioattivi per misure radiochimiche su campioni ambientali o di varia natura.

Applicazioni di ricerca

Le attività di ricerca attraverso l'impiego delle radiazioni ionizzanti sono finalizzate ad applicazioni in varie discipline come la scienza dei materiali, applicazioni sanitarie, beni culturali, biologia, etc. e non solo al settore nucleare, inclusa la qualifica sperimentale sulle sfide scientifiche e tecnologiche relative ai reattori di generazione avanzata e ai cicli del combustibile.

Le attività sono svolte presso i principali enti di ricerca nazionali in impianti sperimentali anche complessi, oltre che in reattori di ricerca, e presso i laboratori di ricerca delle Università o di aziende private.

a) Laboratori di ricerca:

Nei laboratori di ricerca, prevalentemente presso i principali Enti di ricerca nazionale (*ndr.* CNR, ENEA, INFN) sono spesso presenti impianti e facility di irraggiamento complesse, oltre che sorgenti sigillate, come, ad esempio:

- Acceleratori di particelle
- generatori di neutroni (D-T)
- Facility di irraggiamento con impiego di macchine radiogene o sorgenti di radionuclidi, incluse sorgenti di Alta Attività
- Impiego strumentazione radiogena e sorgenti di radionuclidi
- Ricerca in fisica nucleare e delle particelle
- Realizzazione di campioni di metrologia delle radiazioni ionizzanti

Vi sono poi una serie di attività di ricerca condotte in ambito universitario con strumentazione radiogena o con sorgenti, sigillate e non, che ricadono nel regime della semplice notifica di pratica ex art. 46; tali attività vengono svolte prevalentemente presso dipartimenti a indirizzo biologico, chimico, farmacologico, geologico e fisico.

Le finalità di impiego e studio sono rivolte a:

- Realizzazione facility irraggiamento sperimentali per applicazioni sanitarie, inclusa la produzione di radiofarmaci
- Radiobiologia
- Aerospazio (es. test di componenti elettronici per applicazioni spaziali)
- Fissione e Fusione Nucleare
- Scienza dei Materiali
- Salute
- Beni Culturali

b) Reattori di ricerca

I reattori nucleari di ricerca in Italia sono 4: 2 in Lazio presso il Centro Ricerche ENEA Casaccia, 1 in Lombardia presso l'Università di Pavia e 1 in Sicilia presso l'Università di Palermo.

TRIGA presso il Centro Ricerche ENEA di Casaccia

Il reattore si trova presso il Centro Ricerche ENEA di Casaccia. Il reattore nucleare di ricerca TRIGA RC-1 è una sorgente di neutroni termici. È stato costruito nel 1960 nella sua prima versione a 100 kW di potenza nell'ambito dell'iniziativa USA Atoms for Peace e successivamente, nel 1967, è stato portato alla potenza di 1 MW su progetto ENEA. Il nocciolo del reattore consiste in una struttura anulare immersa in acqua, la quale ha la funzione di moderatore e refrigerante primario. Gli elementi di combustibile del nocciolo sono geometricamente disposti su sette cilindri coassiali. Le principali applicazioni interessano i settori della medicina, industria, ricerca e *education and training*. Nello specifico, sono svolte attività che riguardano:

- analisi sperimentale delle caratteristiche isotopiche ed elementari di isotopi radioattivi irraggiati nei reattori mediante spettrometria gamma.
- analisi sperimentale delle caratteristiche isotopiche ed elementari di isotopi radioattivi irraggiati nei reattori mediante tecniche NAA (Neutron Activation Analysis).
- analisi sperimentale delle caratteristiche isotopiche ed elementari di isotopi radioattivi irraggiati nei reattori mediante neutronigrafia. Per mezzo di flussi neutronici forniti dalla colonna termica e dal canale tangenziale penetrante vengono ottenute immagini radiografiche degli oggetti e, con un'acquisizione dell'immagine dipendente dal tempo, una ricostruzione tomografica di tali oggetti.
- indagini su componenti elettronici per il settore aerospaziale sottoposti ad alta fluenza neutronica (INFN/ASI/ESA).
- produzione di isotopi radioattivi mediante irraggiamenti in flussi neutronici e loro utilizzo in ambito industriale, metallurgico, manifatturiero, ambientale e medicale. In ambito industriale, può fornire un importante supporto nello studio e ottimizzazione di processi industriali preparativi, in particolare metallurgici e dell'industria nucleare, nella caratterizzazione dei materiali soggetti ad usura; in ambito medico viene utilizzata nella ricerca di modelli di diagnostica e terapia in medicina nucleare, per la definizione di nuovi composti radio marcati con azione efficace nei confronti di varie patologie.

TAPIRO presso il Centro Ricerche ENEA di Casaccia

Il reattore nucleare TAPIRO è una sorgente di neutroni veloci. Costruito per dare supporto al programma sperimentale sui reattori veloci è entrato in operazione nel 1971.

Il reattore è progettato per operare ad un livello massimo di 5 kW, corrispondente ad un livello di flusso neutronico pari a circa $4 \cdot 10^{12}$ n·cm⁻²·s⁻¹ al centro del nocciolo.

Il TAPIRO è in grado di fornire flussi neutronici con spettri energetici estremamente variabili a partire da quello prossimo allo spettro di fissione che si ha al centro del

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

nocciolo. Tale caratteristica, unitamente alla buona simmetria sferica della distribuzione spaziale del flusso, rende il TAPIRO adatto a notevoli applicazioni metrologiche. Esso ha caratteristiche uniche a livello anche internazionale.

Il reattore può essere utilizzato in numerosi settori della ricerca:

- nello studio del danneggiamento dovuto a neutroni veloci;
- nella sperimentazione per la produzione di dati nucleari;
- nella validazione di codici di calcolo per reattori di IV generazione;
- nella qualificazione di catene di rivelazione innovative;
- come supporto didattico nei corsi Universitari e post-Universitari.

TRIGA presso il Laboratorio Energia Nucleare applicata (LENA) dell'Università di Pavia

Il reattore nucleare di ricerca TRIGA Mark II, in esercizio presso il LENA, il quale ha una potenza nominale in regime stazionario di 250 kW e un flusso di neutroni totale massimo di circa 2×10^{13} cm⁻²sec⁻¹. La presenza di diversi canali di irraggiamento in-core e out-core garantisce un'ampia flessibilità di utilizzo del reattore in diversi campi di ricerca.

Attualmente:

- Beni culturali
- Settore dell'energia nucleare
- studi specifici sulle caratteristiche neutroniche, termoidrauliche e sul burn up, che possa ricondurre alle condizioni operative previste nei nuovi reattori nucleari di quarta generazione (GEN IV nuclear reactors).
- Studio reazioni nucleari
- Produzione ed utilizzo di radiofarmaci
- Studio di materiali

Reattore AGN-201 "Costanza" presso Università di Palermo

È un reattore da ricerca a "potenza zero" e risale al 1960. È stato quindi uno dei primi reattori nucleari italiani realizzato per scopi didattici, per esperimenti di misure neutroniche e per prove di irraggiamento su materiali. Intorno al 1975 è stato collocato nella attuale sede dell'ex Dipartimento di Ingegneria Nucleare, in una hall dedicata, ed è stato dotato di schermature, sistemi di sicurezza e dispositivi di controllo. È attualmente in stato di arresto a freddo di lunga durata.

2-2.2 Normativa di riferimento

Come già descritto nella parte generale di introduzione al capitolo 2, il riferimento normativo nazionale è il D.lgs. 101 del 31/07/2020 *"Attuazione della direttiva 2013/59/Euratom stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom e riordino della normativa di settore in attuazione dell'articolo 20, comma 1, lettera a), della legge 4 ottobre 2019, n. 117"*.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

Tale normativa, coerentemente alle indicazioni internazionali, attua un approccio regolatorio graduato, che può variare dall'esenzione alla richiesta agli esercenti di dotarsi di autorizzazione a livello locale o centrale.

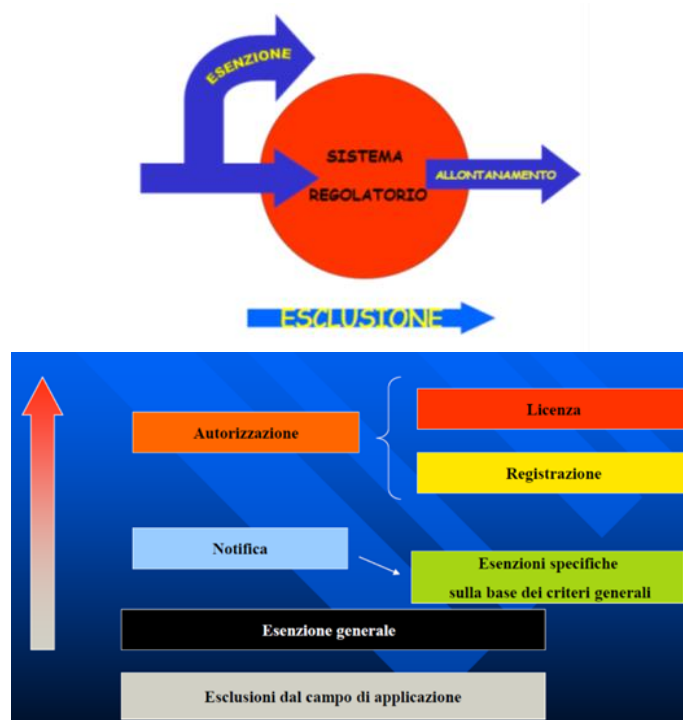


Figura 7: Schema concettuale del sistema regolatorio

Oltre alla legislazione, l'impiego delle radiazioni ionizzanti è realizzato nel rispetto della normativa tecnica di riferimento, sia a carattere nazionale che internazionale.

Le norme tecniche sono documenti che definiscono le caratteristiche (dimensionali, prestazionali, ambientali, di qualità, di sicurezza, di organizzazione ecc.) di un prodotto, processo o servizio, secondo lo stato dell'arte. Esse possono appartenere ad una delle seguenti categorie:

- norma internazionale (ISO, IEC)
- norma europea (EN)
- norma nazionale (UNI, CEI).

Nel campo delle applicazioni nucleari e di radioprotezione, in ambito nazionale, vi sono Commissioni Tecniche sia in ambito UNI (Ente Nazionale Italiano di Unificazione) e CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), corrispondenti nazionali rispettivamente dell'ISO (International Organization for Standardization) e IEC (International Electrotechnical Commission), che sviluppano e recepiscono la normativa tecnica di riferimento applicabile alle radiazioni ionizzanti.

L'appendice A fornisce le numerose norme tecniche, nazionali e internazionali, applicabili nel campo.

2-2.3 Confronto della situazione italiana con il contesto internazionale

Il quadro normativo nazionale come detto deriva dalla implementazione nella legislazione nazionale di Direttive europee sui *Basic Safety Standards* che hanno

corrispondenti a livello internazionale, emesse dalla IAEA. Pertanto, il quadro legislativo implementa gli stessi principi del contesto europeo oltre che internazionale.

Vi possono essere specificità nazionali di implementazione ma non di criteri e principi.

Per esempio, una specificità a livello nazionale riguarda la figura dell'esperto di radioprotezione, con specifici compiti e responsabilità di cui deve avvalersi l'esercente/datore di lavoro in tutti i Paesi europei, con diversi requisiti di titolo di studio, formazione (in alcuni paesi per specifiche ridotte applicazioni può essere anche non universitaria). In Italia, invece, tale figura è da molti decenni ben definita per 3 diversi gradi di abilitazione, acquisita con esame presso il Ministero del Lavoro attraverso una Commissione esaminatrice composta da membri di varie organizzazioni istituzionali e ministeriali. Tale figura deve avere specifici e stringenti requisiti di titolo di studio, tirocini formativi e in forza di un recente specifico decreto ministeriale, è necessaria, ai sensi di una recente normativa, non solo una laurea ma anche una formazione post Universitaria (i.e. Master).

Si può quindi affermare in Italia, pur in assenza di impianti nucleari di potenza in esercizio, sono presenti figure professionali adeguate a supportare gli esercenti nelle problematiche radioprotezionistiche.

Mancano invece alcune implementazioni e recepimenti, già strutturate invece da decenni anni nei Paesi Europei, come il già citato riconoscimento da parte della Autorità nazionale dei servizi di dosimetria e degli organismi di misura, così come l'istituzione dell'archivio nazionale dei lavoratori esposti alle radiazioni ionizzanti (ndr. *National Dose Register*), per i quali sono attesi Decreti applicativi del D.lgs.101/2020.

C2-3 Salvaguardie e prevenzione della proliferazione nucleare

2-3.1 Regime di salvaguardia

I materiali e le tecnologie nucleari possono essere utilizzati in ambito civile a fini medici, industriali, di ricerca e di produzione di energia. Essi possono però essere anche indebitamente utilizzati per lo sviluppo di armamenti nucleari. Al fine di assicurare che materie e tecnologie nucleari vengano destinate a fini pacifici, esistono vari livelli di controllo e verifica, esercitati in ambito internazionale, comunitario e nazionale.

Il più importante accordo internazionale che regola il possesso di armi nucleari è il Trattato di non-proliferazione nucleare (TNP). In vigore dal 1970, proibisce agli "stati militarmente nucleari" il trasferimento a chicchessia di armi o altri congegni esplosivi nucleari, e agli "stati militarmente non-nucleari" (cioè tutti gli altri) di produrne per proprio conto o di entrarne in possesso in qualsiasi altro modo. L'Agenzia internazionale per l'energia atomica (IAEA) è deputata alla verifica della natura esclusivamente pacifica dei programmi nucleari degli Stati.

L'IAEA è infatti l'elemento chiave del regime internazionale di non proliferazione nucleare. Ai sensi del Trattato, gli Stati Non Nucleari continuano ad avere il legittimo diritto di sviluppare programmi esclusivamente ai fini di un utilizzo civile dell'energia nucleare, e il TNP attribuisce proprio all'IAEA il compito di assicurarsi che tali Stati non dirottino l'utilizzo di materiali e tecnologie nucleari verso fini non pacifici. L'IAEA verifica

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

pertanto, attraverso il proprio sistema di verifiche e ispezioni, che i Paesi membri ottemperino ai propri obblighi derivanti dal TNP e da altri accordi di non proliferazione sull'uso dei materiali e tecnologie nucleari per scopi esclusivamente pacifici. A tale fine, l'IAEA conclude con gli Stati Membri accordi di salvaguardia, con cui gli stati accettano di sottoporsi ai poteri ispettivi dell'Agenzia stessa.

L'insieme delle misure di natura tecnica e delle verifiche che la IAEA applica sulle materie e tecnologie nucleari, al fine di verificare che esse siano esclusivamente destinate ad usi pacifici, prende il nome di "salvaguardie".

Per gli Stati Membri dell'Unione Europea occorre inoltre considerare che il Trattato di Roma¹ (Capo VII, Controlli di Sicurezza in campo nucleare) prevede che la Commissione, prescindendo dalle modalità di impiego, verifichi che i minerali, le materie grezze e materie fissili speciali non siano distolti dagli usi ai quali i loro utilizzatori hanno dichiarato di destinarli e che siano osservate le disposizioni concernenti l'approvvigionamento e qualsiasi impegno particolare di controllo assunto dalla Comunità nei successivi accordi conclusi con uno Stato terzo o con un'organizzazione internazionale. Ai sensi del Trattato Euratom, la Commissione provvede a controllare l'uso appropriato (in particolare, non militare) e pacifico dei materiali nucleari: i controlli di sicurezza Euratom vengono svolti da ispettori specializzati, che effettuano controlli fisici e contabili in tutti gli impianti nucleari nella Comunità secondo un Regolamento emesso dalla Commissione Europea. Quello attualmente vigente è il n. 302/2005², valido per tutti gli Stati membri della Comunità.

Per gli Stati membri della Comunità che non dispongono di armamenti nucleari, i due regimi di controllo e verifica, quello della IAEA e quello della Commissione, vengono a raccordarsi con l'Accordo di salvaguardia, denominato Accordo di Verifica Euratom-IAEA (INFCIRC 193), il quale prevede che la Comunità esegua negli Stati membri anche i controlli previsti dal TNP, mentre l'IAEA provvede alla verifica delle risultanze del controllo comunitario.

In particolare, i controlli Euratom si attuano tramite uno specifico Regolamento, valido per tutti gli Stati membri della Comunità e completato da successive raccomandazioni³. Esso recepisce i progressi tecnici registrati nel settore e consente agli Stati firmatari del Trattato di non proliferazione (TNP) di far fronte agli obblighi assunti con l'Accordo di Verifica.

Il Regolamento stabilisce, tra l'altro, i requisiti che regolano la trasmissione alla Commissione, da parte degli operatori, delle informazioni e dei dati concernenti le materie e le installazioni ove esse sono detenute, con indicazione anche della periodicità con cui tali dati devono essere trasmessi. Con tale Regolamento il sistema di contabilità e controllo ha assunto la connotazione di struttura gestionale su base informatica. In particolare è stata delineata per il sistema di contabilità una vera e propria architettura dei compiti di controllo e di sintesi, prevedendo tutte le procedure necessarie a fornire, in ogni istante, una completa ed affidabile descrizione delle materie nucleari detenute, oltre che una precisa informazione sulla loro localizzazione.

¹ Trattato EURATOM che istituisce la Comunità europea per l'energia atomica, 1957

² Regolamento EURATOM 302/2005 della Commissione europea concernente l'applicazione del controllo di sicurezza dell'EURATOM.

³ Raccomandazione 1 della Commissione del 15 dicembre 2005 relativa alle linee direttrici per l'attuazione del Regolamento EURATOM 302/2005

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

Sulla base delle informazioni trasmesse dalla Commissione, l'IAEA svolge specifiche analisi dei dati e delle informazioni e conduce delle ispezioni sui vari impianti.

A livello Nazionale, il passaggio al regime informativo basato sul Regolamento EURATOM è avvenuto con l'emanazione del Decreto Legislativo 101/2020 che abroga il DM 28/09/2011, in materia di detenzione e contabilità di materie fissili speciali, grezze e minerali.

Il succitato Decreto Legislativo 101/2020 fissa, nell'articolo 44 e nell'allegato XI, le modalità di tenuta della contabilità, di denuncia e di comunicazione e trasmissione periodica all'ISIN a carico dei soggetti detentori di materie fissili speciali, di materie grezze, di minerali e di combustibili nucleari. L'articolo 44 prevede l'invio delle denunce di detenzione sia al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica che all'ISIN mentre, per i relativi aggiornamenti, è previsto l'invio solo all'ISIN.

A partire dal 2022, con l'entrata in funzione del Sistema Tracciabilità Rifiuti Materiali e Sorgenti (STRIMS)⁴, gli utenti registrati hanno la possibilità di effettuare sia le denunce di detenzione che le variazioni di inventario, nonché di generare sia gli inventari fisici che gli inventari contabili secondo quanto previsto dall'art. 44 del Decreto Legislativo 101/2020.

L'applicativo svolge quindi la funzione di banca dati dei soggetti detentori, consentendo ad ISIN azioni dirette di vigilanza sia sugli inventari contabili che su quelli fisici.

Siccome il sistema delle salvaguardie tradizionali (basate sul controllo delle materie nucleari) non ha impedito ad alcuni Stati non aderenti al TNP di dotarsi di armamenti nucleari, negli anni '90 è iniziato il processo di revisione del sistema stesso che ha portato, agli inizi degli anni 2000, alla stesura del Protocollo Aggiuntivo all'Accordo di Salvaguardia.

Il Protocollo ha esteso le attività di controllo della IAEA agli studi, anche teorici, alle attrezzature ed alle attività che in qualche modo afferiscono al ciclo del combustibile nucleare.

L'attuazione del Protocollo nella normativa nazionale in ragione della presenza di EURATOM ha richiesto una estensione del mandato già assegnato ad EURATOM mediante il Trattato di Roma.

Con la Legge n. 332/2003 è stato recepito il modello di Protocollo Aggiuntivo valido per gli Stati dell'Unione Europea non dotati di armamento nucleare, e con un successivo decreto sono state fissate le modalità applicative della stessa legge agli operatori nazionali.

La portata di questa nuova normativa è decisamente vasta e la sua applicazione è ancora incompleta; in particolare, il nuovo modello applicativo, definito "salvaguardie integrate", estende il controllo dello Stato anche alle Università che effettuano studi con ricadute sul ciclo del combustibile e, più in generale, sui beni a duplice uso di possibile impiego nell'industria nucleare; anche le industrie che costruiscono o che forniscono supporto all'uso dei citati beni a duplice uso sono soggetti ai nuovi adempimenti fissati dal Protocollo Aggiuntivo.

⁴ www.strims.isinucleare.it

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

La legge individua come Amministrazione competente per le attività sul territorio il Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE). Il MASE ha delegato, mediante convenzione onerosa, la quasi totalità della attività di reportistica e la totalità delle azioni di verifica sul campo all’ISIN. L’effetto della delega comporta, per l’ISIN, la gestione di un centro documentale informatizzato e la necessità di procedere alla verifica delle dichiarazioni prodotte dagli operatori che costituiscono la base per la dichiarazione nazionale, di cui lo Stato è responsabile, che mediante l’EURATOM viene veicolata alla IAEA. La IAEA, sulla base delle dichiarazioni rese, insieme alle informazioni disponibili, anche sulle cosiddette “open sources”, verifica la correttezza delle informazioni e, se necessario, procede alla richiesta di approfondimenti o a specifici accessi ispettivi.

In relazione al quadro sopra delineato, l’ISIN, al fine di assicurare il soddisfacimento degli obblighi dello Stato Italiano in tema di salvaguardie, verifica le dichiarazioni degli operatori alla Commissione e rappresenta lo Stato nei confronti della Commissione Europea e della IAEA durante le ispezioni. ISIN partecipa infatti alle ispezioni dell’EURATOM e della IAEA, contribuendo ad assicurare il soddisfacimento degli obblighi derivanti per lo Stato dall’Accordo di Salvaguardia e verificando che le ispezioni si svolgano con le modalità previste dall’Accordo stesso.

Nella tabella che segue viene fornito un quadro riassuntivo della dislocazione a livello regionale delle singole installazioni soggette a regime di salvaguardia, classificate per tipologia di attività.

Tabella 2: Distribuzioni a livello regionale delle installazioni soggette a regime di salvaguardia

| Tipologia installazioni attività | Piemonte | Basilicata | Lombardia | Lazio | Emilia Romagna | Toscana | Sicilia | Veneto | Campania | Altre Regioni | Tot |
|--|----------|------------|-----------|-------|----------------|---------|---------|--------|----------|---------------|-----|
| Complesso sottocritico | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| Deposito | 3 | - | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | 7 |
| Deposito e Laboratorio | - | - | 6 | - | - | - | - | - | - | - | 6 |
| Deposito e Trattamento Rifiuti | - | - | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | 2 |
| Impianto di Fabbricazione (deco) | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| Impianto di Riprocessamento (istanza deco) | 1 | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - | - | 3 |
| Laboratorio | 1 | - | - | 1 | - | - | - | 1 | - | - | 3 |
| Reattore di Ricerca | - | - | 1 | 2 | - | - | 1 | - | - | - | 4 |
| Reattore di Ricerca (istanza deco) | - | - | 2 | - | - | 1 | - | - | - | - | 3 |
| Reattori di Potenza (deco) | 1 | - | - | 1 | 1 | - | - | - | 1 | - | 4 |
| Gammagrafie e laboratori | 15 | 1 | 45 | 9 | 24 | 8 | 10 | 20 | 7 | 30 | 169 |

2-3.2 Aspetti di security e protezione fisica

È compito fondamentale dello Stato l'individuazione e la conseguente definizione delle misure da porre in essere per la protezione delle informazioni relative alla contabilità nucleare, protezione che assume quindi un ruolo chiave nel regime complessivo di "security". In particolare, nel momento in cui viene riconosciuto il ruolo chiave dei dati contabili nell'ambito del rischio di sottrazione di informazioni sensibili, discende automaticamente la necessità della loro protezione dal punto di vista generale dell'accesso indebito e della loro utilizzazione non autorizzata. Lo stesso Regolamento EURATOM all'art. 35 dispone che il flusso informativo relativo ai rapporti di attività e ai rapporti contabili è soggetto alle procedure di tutela delle informazioni di cui alla Decisione 2001/844/CE/CECA/Euratom⁵. Inoltre, la previsione dello stesso articolo 35 del regolamento precisa che "La sicurezza della trasmissione delle informazioni è concordata dalla Commissione con la persona, l'impresa o l'entità interessata ed è conforme alle prescrizioni degli Stati membri in materia di trasmissione di siffatte informazioni".

Per quanto riguarda la protezione delle materie nucleari, il decreto del ministero dello sviluppo economico (ora Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica - MASE) dell'8 settembre 2017, in funzione dell'attuazione della legge n. 58 del 28 aprile 2015 di ratifica ed esecuzione degli emendamenti alla convenzione sulla protezione fisica dei materiali nucleari del 3 marzo 1980, riporta in allegato la classificazione delle materie nucleari ai fini della protezione fisica passiva durante il loro impiego, stoccaggio e trasporto (vedi tabella di seguito riportata).

Tabella 3: Classificazione delle Materie durante Impiego, Stoccaggio e Trasporto

| Materie | Forma | Categoria I | Categoria II | Categoria III ^c |
|--------------------------------|--|-----------------|--|------------------------------|
| Plutonio ^a | Non irraggiato ^b | 2 kg o più | Meno di 2 kg ma più di 500 g | 500 g o meno ma più di 15 g |
| Uranio - 235 | Non irraggiato ^b (Uranio arricchito in ²³⁵ U ≥ 20%) | 5 kg o più | Meno di 5 kg ma più di 1 kg | 1 kg o meno ma più di 15 g |
| | Non irraggiato ^b Uranio arricchito in ²³⁵ U compreso tra il 10% e il 20% | Non applicabile | 10 kg o più | Meno di 10 kg ma più di 1 kg |
| | Non irraggiato ^b Uranio arricchito in ²³⁵ U tra il valore naturale e il 10% | Non applicabile | Non applicabile | 10 kg o più |
| Uranio - 233 | Non irraggiato ^b | 2 kg o più | Meno di 2 kg ma più di 500 g | 500 g o meno ma più di 15 g |
| Combustibile irraggiato | Non applicabile | Non applicabile | Combustibile a basso arricchimento (< 10%), con uranio depleto o naturale, oppure Torio ^{d e} | Non applicabile |

⁵ Decisione 2001/844/CE/CECA/Euratom, modificata successivamente dalle decisioni della Commissione 2005/94/CE, Euratom del 3 febbraio 2005 e 2006/70/CE, Euratom del 31 gennaio 2006. Attuata in Italia con il D.P.C.M. 11 aprile 2003 - Norme di sicurezza per la tutela delle informazioni UE classificate, di attuazione della Dec. 29 novembre 2001 della Commissione delle Comunità europee (Gazzetta Ufficiale 21 luglio 2003, n. 167, S.O.).

La classificazione nelle categorie I, II e III prevede l'attuazione di misure che sono più stringenti passando dalla terza alla prima categoria, in ragione dei quantitativi di Uranio e/o Plutonio presenti nell'impianto.

Ai fini del rilascio del nulla osta per la protezione fisica passiva di cui all'art. 6 della legge n. 58/2015, l'esercente di un'installazione nucleare deve presentare apposita istanza al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica. All'istanza deve essere allegato il piano di protezione fisica o l'aggiornamento di quello vigente.

Ai fini della predisposizione o dell'aggiornamento del piano di protezione fisica, gli esercenti di installazioni nucleari devono svolgere un'analisi delle potenziali conseguenze radiologiche associate agli scenari di riferimento definiti dal Ministero dell'Interno ai sensi dell'art. 5, comma 1, della legge n. 58/2015, in assenza di misure di protezione fisica o di mitigazione.

2-3.3 **Scenari di riferimento relativi all'applicazione di nuove tecnologie nucleari**

Armonizzare gli aspetti legati alla sicurezza (safety), alla security e alle salvaguardie durante le fasi di progettazione, costruzione esercizio e disattivazione di impianti nucleari è da sempre uno dei temi di interesse che coinvolge le attività dei vendor/designer, degli esercenti e delle autorità di sicurezza. Tale processo non è scontato né banale, a maggior ragione per le nuove tecnologie di reattori, per i quali aspetti di progettazione, costruzione, localizzazione, gestione e configurazione impiantistica presentano caratteristiche innovative ancora in corso di valutazione in ambito comunitario e internazionale. In quest'ottica gli impianti di nuova generazione (AMR, SMR, reattori di quarta generazione) prevedono in larga parte l'implementazione degli aspetti tecnici riguardanti questi tre concetti (spesso definite le "3S") già in fase di progettazione per cui attualmente si parla di safety / security/safeguards by design in una prospettiva sinergica.

A tal riguardo aspetti particolarmente sensibili sono:

- La gestione del ciclo del combustibile, con particolare attenzione alla fabbricazione e al riprocessamento e alla gestione dei rifiuti radioattivi, visto che alcune filiere di reattori di nuova concezione prevedono l'utilizzo di nuove tipologie di combustibile (ad esempio il combustibile TRISO utilizzabile in reattori a gas ad alta temperatura - HTGR).
- La classificazione delle aree all'interno degli impianti e la gestione controllata degli accessi, che per alcune tipologie di SMRs e MMRs può risultare critica vista la possibile vicinanza di tali impianti a centri abitati, l'estrema compattezza che li caratterizzano dal punto di vista della costruzione (con componenti fabbricabili in sito) e la disposizione di strutture, sistemi e componenti.
- La definizione dei possibili scenari emergenziali ed in particolare la caratterizzazione della cosiddetta Emergency Planning Zone (EPZ), che per alcune tipologie di SMRs e MMRs non è nemmeno contemplata dai progettisti (impianti No EPZ), dato il rischio molto basso di incidente severo e conseguente rilascio all'esterno dell'impianto di radioattività.

- La gestione dell'affidabilità e della sicurezza (cyber-security) dei sistemi informatici e delle infrastrutture deputate alla gestione dati (che per gli aspetti di salvaguardie e protezione fisica risultano, a vario titolo, classificati), visto che gli SMRs sono concepiti come reattori modulari aventi una singola sala di controllo che gestisce diverse unità.

C2-4 Sperimentazione, test e qualifiche industriali

2-4.1 Quadro normativo nazionale

2-4.1.1 Analisi della Normativa UNI

In relazione alla normativa UNI si evidenzia che tale normativa è riferita a processi e procedure per l'esecuzione di attività oppure ai requisiti realizzativi di componenti meccanici.

Nel corso dell'audizione con il presidente della sottocommissione 3 della commissione tecnica 45 si è analizzato lo sviluppo della normativa in relazione ad attività di qualifica e test negli ultimi 20 anni. In tale periodo lo sviluppo della normativa si è concentrata su argomenti relativi alla radioprotezione, alle misure radiologiche e alla gestione dei rifiuti radioattivi, come si può notare nell'allegato A.1 in ambito internazionale sono state invece predisposte, dalla ISO e dal CEN, molte normative anche in altri ambiti di interesse quali:

- Nuclear criticality safety
- Nuclear fuel technology
- Reactor Technology

Si vedano gli allegati A.2 e A.3 rispettivamente per le norme pubblicate da ISO e per gli standard europei CEN.

2-4.1.2 Analisi della Normativa CEI

In relazione alla normativa CEI si evidenzia che tale normativa è riferita ai requisiti realizzativi dei componenti elettrici/elettronici.

Nel corso dell'Audizione con l'ex-presidente della CT-45 si è evidenziato come tale comitato ha sempre aggiornato la normativa tecnica di sistema/componente per aggiornare agli ultimi standard presenti i requisiti e le caratteristiche da implementare nella componentistica utilizzata in ambito nucleare.

Malgrado l'attività di aggiornamento continuo vi sono una serie di norme tecniche derivate dall'IEC che non sono state recepite in ambito nazionale (*la normativa europea EN deve essere sempre recepita dal CEI – n.d.r.*).

2-4.1.3 Analisi della Normativa INAIL

In relazione all'audizione con INAIL, la stessa ha specificato come sia stata da sempre (anche se in altre vesti) coinvolta nell'ambito delle certificazioni di componentistica

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

nucleare. Nello specifico vi sono delle raccolte normative in vigore dagli anni '70 (come ANCC-ISPEL) e successivamente rinnovate che permettono di certificare componenti rilevanti per l'uso nel nucleare. Oltre a componenti non nucleari da utilizzarsi in ambito nucleare l'INAIL negli anni '80 stava sviluppando una specifica raccolta per l'uso in ambito nucleare.

Le raccolte su indicate sono:

- Raccolta VSR: specificazioni tecniche applicative del decreto ministeriale 21 novembre 1972 per la verifica della stabilità dei recipienti in pressione
- Raccolta VSG: specificazioni tecniche applicative del decreto ministeriale 21 novembre 1972 per la verifica della stabilità dei generatori di vapore d'acqua
- Raccolta M: specificazioni tecniche applicative del decreto ministeriale 21 novembre 1972 riguardanti l'impiego dei materiali nella costruzione degli apparecchi e sistemi in pressione
- Raccolta S: specificazioni tecniche applicative del decreto ministeriale 21 novembre 1972 per l'impiego della saldatura nella costruzione e riparazione degli apparecchi e sistemi in pressione
- Raccolta N: proposta di normativa per gli impianti nucleari

La raccolta N trasponeva per uso nucleare parti delle raccolte precedenti su sistemi in pressione, integrando con la normativa ASME e introducendo degli aspetti di miglioramento. Tale normativa potrebbe essere aggiornata e integrata introducendo anche i componenti per gli impianti di nuova concezione con particolare riferimento ai reattori ad esempio a metalli liquidi.

2-4.2 **Quadro normativo in ambito internazionale**

Il quadro della normativa tecnica nazionale in ambito nucleare deriva essenzialmente da quello internazionale con una trasposizione diretta o a volte personalizzata delle norme internazionali di riferimento.

Il corpo normativo internazionale si riferisce a tutti gli ambiti delle attività in campo nucleare, mentre quello nazionale si riferisce ai soli ambiti attivi sul territorio nazionale. In tale contesto la normativa nazionale è ben costruita per la parte protezione radiologica e gestione rifiuti e materiali radioattivi, mentre risulta limitata o inadeguata per i nuovi impianti. Dal corpo normativo internazionale è possibile derivare la quasi totalità delle norme tecniche di settore per permettere di ricostruire un quadro di norme tecniche nazionali completo e pronto allo sviluppo di una filiera per l'utilizzo della fonte nucleare.

L'elenco della normativa internazionale da poter convertire in normativa nazionale è riportata negli allegati A.2 e A.3.

2-4.3 Attività in ambito nazionale e internazionale su qualifiche e verifiche di sistemi e componenti

2-4.3.1 Risultati dell'audizione con SIET

La SIET è una società storica in ambito delle qualifiche di componentistica nucleare che opera nelle zone del Piacentino, attualmente svolge attività in collaborazione con aziende internazionali in relazione a prove e qualifiche su componenti di reattori SMR e anche AMR. In particolare sono degne di nota le attività svolte con NuScale per la qualifica del generatore di vapore del loro SMR da 50 MWe e con Ansaldo Nucleare alla qualifica di un generatore per reattore AMR a metallo liquido in fase di sviluppo.

Tale società ritiene di essere un unicum a livello nazionale ed internazionale in quanto qualificata ASME e sottoposta a verifiche per il mantenimento delle qualifiche da parte della NRC americana. Tra le criticità evidenziate da parte di questa società vi è la complessità del reperimento di risorse qualificate e di formazione di professionalità in questo settore. Anche per la qualifica di componenti e sistemi risulta necessario avere figure professionali qualificate e pertanto processi formativi dedicati. Questa informazione è riportata al GdL 6 per le azioni di competenza.

La SIET ci ha evidenziato come a fronte di una possibile ripartenza dell'attività nucleare, occorrerebbe una certezza del prosieguo di tale volontà in quanto gli investimenti per predisporre l'azienda alle attività che le potrebbero venire richieste, principalmente in termini di volumi, richiede ingenti investimenti che, nel caso di nuovo fermo dell'attività di sviluppo della fonte nucleare le creerebbero notevoli perdite. Va inoltre tenuto conto, da quanto indicato, che i tempi per l'esecuzione di attività sperimentali in questo campo possono richiedere anche anni, tra la fase di predisposizione, realizzazione mock-up ed esecuzione test. Questo aspetto è un ulteriore elemento a rafforzare la necessità di stabilità della scelta di adozione di una fonte nucleare. Il tutto inoltre si incrocia con la necessità di formazione di competenze che, visto l'attuale livello di volume delle attività nel settore ed il tempo trascorso dall'uscita dal settore, sono ormai residuali sul panorama nazionale. La formazione di una risorsa con competenza tale da essere considerabile autonoma nel settore implica un periodo di tempo di circa 5 anni post formazione (sia tecnica che universitaria).

2-4.3.2 Risultati dell'audizione con Ansaldo Nucleare

Ansaldo Nucleare ci ha spiegato come vengono svolte le attività in relazione alle qualifiche dei componenti lato installatore, evidenziandoci pertanto che è sia possibile avere delle specifiche qualifiche per componenti che sono non di serie, e sia adottare anche, per certi usi specifici, componentistica di serie con elevata qualità produttiva. Questo approccio viene accettato da alcune autorità di controllo tipo quella Finlandese, ma non, per esempio, da quella Francese che invece vuole una specifica qualifica nucleare su tutti i componenti di una centrale nucleare. Nel caso di necessità di qualifica ci si riferisce alla normativa esistente per i prodotti della tecnologia attuale delle centrali nucleari per la definizione del modello di componente. Lo svolgimento del processo di qualifica comporta il coinvolgimento di strutture come la SIET per l'esecuzione dei test.

Cosa diversa è invece la qualifica di componenti di impianti innovativi come per gli AMR, dove non esiste normativa che copra quel tipo di componente. In tal caso si prende a riferimento la norma più prossima e per l'esecuzione del test si adotta un metodo di rilevazione dei dati del test con strumentazione certificata nel range di utilizzo. Tutti i parametri vengono raccolti e conservati in modo da consentire la ripetibilità del test e la verifica del corretto funzionamento del componente.

2-4.4 Attività in ambito internazionale su autorizzazioni di impianti nucleari

2-4.4.1 Risultati dell'audizione con USNC

Nel Corso dell'audizione USNC ci ha spiegato quali sono le attività di licensing che hanno in corso, sia in relazione al loro MMR che in relazione all'impianto di fabbricazione del combustibile TRISO-FMC.

Per quanto relativo ai reattori, USNC ha in corso delle applicazioni sia in US, che in Canada e anche in UK.

Per quanto relativo all'impianto di fabbricazione del combustibile, USNC ha in corso una richiesta di modifica dell'impianto di Richland WA, operato da Framatome.

In Allegato B si riporta la comunicazione di USNC con lo stato di aggiornamento delle attività autorizzative indicate sopra.

2-4.4.2 Risultati dell'audizione con ENI

Eni ha spiegato il proprio impegno nella fusione e, in particolare, nella startup CFS (Commonwealth Fusion System), le evoluzioni normative e regolatorie in relazione alla definizione dei procedimenti autorizzativi degli impianti in USA e UK per le macchine a fusione. Il processo autorizzativo per queste macchine non rientra nel quadro normativo degli impianti nucleari tradizionali da fissione: in particolare in UK la fusione è regolamentata dalle agenzie preposte alla tutela ambientale (Environmental Authority) e della salute e sicurezza sul luogo di lavoro (Health and Safety Executive).

C2-5 Legislazione e normativa nucleare

2-5.1 Quadro legislativo nazionale

L'attuale quadro legislativo e regolatorio italiano relativo alla sicurezza nucleare e alla radioprotezione è il risultato di un'evoluzione di norme e disposizioni iniziata agli inizi degli anni '60 e che ha tenuto conto dell'esperienza nella concessione di licenze e nel funzionamento di centrali e impianti nucleari di diverso tipo.

Il sistema normativo italiano in campo nucleare è composto da tre livelli con forza giuridica differente:

- norme primarie (leggi e decreti);
- guide tecniche;
- norme tecniche.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

Di seguito vengono elencati i principali provvedimenti legislativi che interessano la costruzione, l'esercizio, la gestione in sicurezza e la disattivazione degli impianti nucleari in Italia:

- **Legge 31 dicembre 1962, n.1860:** Impiego pacifico dell'energia nucleare. Emendato dal DPR No. 1704 del 30 dicembre 1965 e dal DPR No. 519 del 10 maggio 1975;
- **DPR. 30 dicembre 1970 n. 1450:** Regolamento per il riconoscimento dell'idoneità all'esercizio tecnico degli impianti nucleari;
- **Decreto Legislativo 20 febbraio 2009, n. 23:** Attuazione della direttiva 2006/117/ EURATOM, relativa alla sorveglianza e al controllo delle spedizioni di rifiuti radioattivi e di combustibile nucleare esaurito;
- **Decreto Legislativo 15 febbraio 2010, n.31:** Disciplina dei sistemi di stoccaggio del combustibile irraggiato e dei rifiuti radioattivi, nonché benefici economici, a norma dell'articolo 25 della legge 23 luglio 2009, n. 99.
- **Decreto Legislativo No. 185/2011:** Attuazione della direttiva 2009/71/EURATOM che istituisce un quadro comunitario per la sicurezza degli impianti nucleari.
- **Legge No. 27/2012, art. 24:** Nuova procedura per ridurre i tempi delle fasi autorizzative per le attività di decommissioning, con coinvolgimento rafforzato delle amministrazioni locali.
- **Decreto Legislativo 4 marzo 2014, n. 45:** Attuazione della direttiva 2011/70/EURATOM, che istituisce un quadro comunitario per la gestione responsabile e sicura del combustibile nucleare esaurito e dei rifiuti radioattivi.
- **Decreto Ministeriale 7/8/2015:** Classificazione dei rifiuti radioattivi, ai sensi dell'articolo 5 del decreto legislativo 4 marzo 2014, n. 45.
- **Legge 28 aprile 2015, n. 58:** Ratifica ed esecuzione degli Emendamenti alla Convenzione sulla protezione fisica dei materiali nucleari del 3 marzo 1980, adottati a Vienna l'8 luglio 2005, e norme di adeguamento dell'ordinamento interno.
- **Decreto Ministeriale 8 settembre 2017:** Requisiti di protezione fisica passiva e modalità di redazione dei piani di protezione fisica.
- **Legge 31 ottobre 2003, n. 332:** Ratifica ed esecuzione del Protocollo aggiuntivo dell'Accordo tra la Repubblica d'Austria, il Regno del Belgio, il Regno di Danimarca, la Repubblica di Finlandia, la Repubblica Federale di Germania, la Repubblica ellenica, l'Irlanda, la Repubblica italiana, il Granducato di Lussemburgo, il Regno dei Paesi Bassi, la Repubblica portoghese, il Regno di Spagna, il Regno di Svezia, la Comunità europea dell'energia atomica (EURATOM) e l'Agenzia internazionale per l'energia atomica (IAEA) in esecuzione dell'articolo III, paragrafi 1 e 4, del Trattato di non proliferazione delle armi nucleari, con allegati, fatto a Vienna il 22 settembre 1998.
- **Legge 24 dicembre 2003, n. 368:** Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 14 novembre 2003, n. 314, recante disposizioni urgenti per la raccolta, lo smaltimento e lo stoccaggio, in condizioni di massima sicurezza, dei rifiuti radioattivi (legge sulle compensazioni oggi basata su criteri che

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

- rispecchiano la situazione nazionale di impianti in disattivazione e rifiuti e combustibile presente sui vari siti).
- **Decreto Legislativo No 137/2017:** Attuazione della direttiva 2014/87/Euratom che modifica la direttiva 2009/71/Euratom che istituisce un quadro comunitario per la sicurezza nucleare degli impianti nucleari.
 - **Decreto Legislativo n. 101 del 31 luglio 2020:** Attuazione della direttiva 2013/59/Euratom, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom e riordino della normativa di settore in attuazione dell'articolo 20, comma 1, lettera a), della legge 4 ottobre 2019, n. 117.
 - **Decreto Legislativo 15 febbraio 2010, n.31:** Disciplina dei sistemi di stoccaggio del combustibile irraggiato e dei rifiuti radioattivi, nonché benefici economici, a norma dell'articolo 25 della legge 23 luglio 2009, n. 99.
 - **Decreto legge 9 dicembre 2023 No. 181:** Disposizioni urgenti per la sicurezza energetica del Paese, la promozione del ricorso alle fonti rinnovabili di energia, il sostegno alle imprese a forte consumo di energia e in materia di ricostruzione nei territori colpiti dagli eccezionali eventi alluvionali verificatisi a partire dal 1° maggio 2023.
 - **Legge 23 luglio 2020 No. 97:** Ratifica ed esecuzione dei seguenti Protocolli: a) Protocollo emendativo della Convenzione del 29 luglio 1960 sulla responsabilità civile nel campo dell'energia nucleare, emendata dal Protocollo addizionale del 28 gennaio 1964 e dal Protocollo del 16 novembre 1982, fatto a Parigi il 12 febbraio 2004; b) Protocollo emendativo della Convenzione del 31 gennaio 1963 complementare alla Convenzione di Parigi del 29 luglio 1960 sulla responsabilità civile nel campo dell'energia nucleare, emendata dal Protocollo addizionale del 28 gennaio 1964 e dal Protocollo del 16 novembre 1982, fatto a Parigi il 12 febbraio 2004.
 - **Decreto 15 luglio 2022:** Limiti delle indennità dovute dagli esercenti di impianti nucleari o di trasporti di materie nucleari.
 - **Decreto Legge 14 giugno 2021 No. 82:** Disposizioni urgenti in materia di cybersicurezza, definizione dell'architettura nazionale di cybersicurezza e istituzione dell'Agenzia per la cybersicurezza nazionale.
 - **Legge 16 dicembre 2005 n. 282:** Ratifica ed esecuzione della Convenzione congiunta in materia di sicurezza della gestione del combustibile esaurito e dei rifiuti radioattivi, fatta a Vienna il 5 settembre 1997.
 - **Legge 19 gennaio 1998 n. 10:** Ratifica ed esecuzione della Convenzione sulla sicurezza nucleare, fatta a Vienna il 20 settembre 1994.
 - **Decreto Legislativo 3 aprile 2006 No. 152:** Norme in materia ambientale (Testo Unico ambientale)

Dall'analisi dell'attuale quadro normativo si osserva come sia ancora presente, anche se parziale, un impianto legislativo che disciplini l'autorizzazione alla costruzione e all'esercizio di impianti nucleari, anche di produzione di energia elettrica, così come

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

previsto, ad esempio, nel Titolo IX del D.lgs. 101/2020, negli artt. 6, 7, 8 e 33 della legge 1860 del 1962, mentre non è più presente un assetto legislativo che consenta la localizzazione di nuovi impianti nucleari.

Andando a definire nello specifico il quadro legislativo che disciplina l'autorizzazione e la costruzione di impianti nucleari, il già citato **Titolo IX (Impianti)** del D.lgs. 101/2020 riproduce, con alcuni aggiornamenti derivanti dall'implementazione nella normativa nazionale di disposizioni derivanti dalle Direttive sulla sicurezza nucleare 2009/71/Euratom e 2014/87/Euratom, il Titolo VII del D.lgs. 230/1995 (che a sua volta riprendeva le disposizioni in materia del DPR n. 185 del 1964). Si riportano nel dettaglio, gli articoli del D.lgs. 101/2020 di interesse nell'ambito della definizione della governance e del processo autorizzativo per la costruzione e l'esercizio degli impianti nucleari:

L'articolo 76 ha per oggetto la documentazione di sicurezza nucleare e di protezione sanitaria che, ai fini dell'accertamento delle condizioni di sicurezza nucleare e di protezione sanitaria, il soggetto richiedente l'autorizzazione deve presentare ai sensi dell'articolo 6 della legge 1860 del 1962 avente ad oggetto l'esercizio e la modifica degli impianti individuati all'articolo 7, comma 1, numeri 66, 67, 68, 69 e 116 del di D.lgs. 101/2020, ovvero:

- impianti nucleare di potenza (numero 66),
- impianti nucleari di ricerca (numero 67),
- impianti nucleari per il trattamento di combustibili irradiati (numero 68),
- impianti per la preparazione e per la fabbricazione delle materie fissili speciali e dei combustibili nucleari (numero 69),
- reattori nucleari (numero 116).

Per quanto riguarda la documentazione prevista, il soggetto richiedente l'autorizzazione all'esercizio o alla modifica di un impianto nucleare deve trasmettere al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica e all'ISIN i seguenti documenti:

- a) progetto di massima dell'impianto corredato dalla pianta topografica, dalla descrizione dello stato del sito di ubicazione dell'impianto stesso, dai piani esplicativi, dai disegni e descrizioni dell'impianto e da uno studio preliminare di smaltimento dei rifiuti radioattivi;
- b) rapporto di sicurezza, con l'indicazione delle previste misure di sicurezza e protezione;
- c) elaborati tecnici idonei a fornire dimostrazione della sicurezza nucleare, con un livello di dettaglio proporzionato all'entità e alla natura dei pericoli inerenti all'impianto nucleare e al suo sito

L'articolo 77 (Nulla osta alla costruzione di impianti) disciplina il procedimento di rilascio del nulla osta alla costruzione di impianti nucleari, che viene autorizzato dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, sentito l'ISIN.

Gli articoli 78 e 79 disciplinano gli obiettivi di sicurezza nucleare per gli impianti nucleari e le misure per conseguire tali obiettivi.

L'articolo 80 disciplina l'obbligo del titolare dell'autorizzazione di rivalutare sistematicamente e periodicamente, almeno ogni dieci anni, la sicurezza dell'impianto nucleare, ai fini di rispettare la base di progetto e individuare ulteriori miglioramenti in

materia di sicurezza tenendo conto delle conseguenze derivati dall'invecchiamento dell'impianto.

Gli articoli 81, 82 e 83 disciplinano il **procedimento di autorizzazione alla costruzione o modifica o esercizio degli impianti**, con specifico riferimento all'istruttoria tecnica del progetto di massima oggetto dell'istanza di autorizzazione (istruttoria effettuata da ISIN nell'esercizio delle funzioni proprie di regolamentazione, art. 81), alla consultazione e partecipazione delle altre amministrazioni interessate (art. 82), alla trasmissione del parere conclusivo dell'ISIN al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica e al rilascio dell'autorizzazione dal suddetto Dicastero (art. 83). In particolare, l'art. 81 comma 5 dispone che la relazione tecnica, redatta da ISIN all'esito della propria istruttoria tecnica, venga trasmessa:

- al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica;
- al Ministero dell'Interno;
- al Ministero del Lavoro e delle politiche sociali;
- al Ministero della Salute;
- agli altri eventuali Ministeri interessati.

L'art. 82 comma 1 dispone che le suddette amministrazioni *"... possono richiedere all'ISIN ulteriori informazioni e i dati necessari per una completa valutazione della ubicazione dell'impianto e del progetto di massima, e trasmettono all'ISIN non oltre sessanta giorni dalla data di ricevimento della relazione tecnica, i rispettivi pareri relativi al progetto di massima e alla ubicazione dell'impianto."*

L'articolo 86 (prove non nucleari) prevede l'obbligo del titolare dell'autorizzazione o del nulla osta di effettuare, sotto il controllo dell'ISIN, le prove non nucleari di verifica ai fini dell'avvio all'esercizio dell'impianto una volta ultimata la costruzione e l'esecuzione delle prove combinate dell'impianto antecedenti al caricamento del combustibile, previa approvazione dell'ISIN, del programma delle prove stesse.

L'articolo 87 (prove nucleari) disciplina l'esecuzione di prove e di operazioni con combustibile nucleare o con combustibile irradiato, da parte del titolare dell'autorizzazione o del nulla osta, in conformità ad un programma generale di prove approvato dall'ISIN, ed individua la documentazione da presentare ai predetti fini all'ISIN.

L'articolo 88 (Verbali, relazioni e certificazioni delle prove nucleari) prevede e disciplina l'obbligo del titolare dell'autorizzazione o del nulla osta di misurare e registrare i dati di ogni prova nucleare, e di predisporre una relazione con modalità ed esito di dette prove. Copia dei predetti dati, verbali di prova e relazione, sono trasmessi all'ISIN che all'esito dei singoli gruppi di prove rilascia apposite certificazioni al titolare dell'autorizzazione o del nulla osta, e, nei casi in cui le modalità di esecuzione di una prova nucleare non sono conformi a quelle previste dalle specifiche tecniche e alle prescrizioni aggiuntive ha facoltà di sospendere lo svolgimento della prova stessa, previa contestazione e invito al titolare ad adeguare le modalità di esecuzione a quelle previste dalle specifiche approvate.

L'articolo 93 (licenza d'esercizio) disciplina il procedimento di determinazione e di approvazione dei limiti e delle condizioni che l'esercente è tenuto a osservare nell'esercizio dell'impianto, sotto la vigilanza dell'ISIN. La licenza di esercizio è accordata

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

per fasi successive di esercizio ed è rilasciata dal MASE su parere dell'ISIN, all'esito positivo di successivi gruppi di prove nucleari (art. 87) che seguono l'esecuzione di prove non nucleari (art. 86). La norma prevede che all'istanza per ottenere la licenza di esercizio devono essere allegati i certificati di esito positivo del gruppo di prove nucleari relative e la documentazione necessaria per dimostrare che le caratteristiche dell'impianto consentono di prevedere una fase di esercizio in sicurezza entro determinati limiti e condizioni, nonché un piano preliminare delle operazioni di disattivazione che deve essere aggiornato almeno ogni cinque anni e quando lo richiedano circostanze specifiche, quali ad esempio significative modifiche dei processi operativi.

L'articolo 94 (reattori di ricerca) sottopone a un regime semplificato per gli impianti con reattore di ricerca di potenza non superiore a 100 chilowatt termici, esentandoli dal campo di applicazione del procedimento di autorizzazione alla costruzione o modifica o esercizio degli impianti, con specifico riferimento all'istruttoria tecnica del progetto di massima oggetto dell'istanza di autorizzazione, di cui all'art. 81, e alla consultazione e partecipazione delle altre amministrazioni interessate (art. 82). Per reattori di ricerca con potenza superiore ai 100 chilowatt termici, deve essere seguito lo stesso procedimento istruttorio stabilito agli artt. 81 e 82.

A completamento del quadro normativo e legislativo nazionale, vengono riportate le guide tecniche emanate nel tempo dall'autorità di sicurezza italiana (CNEN, ENEA-DISP, ANPA, APAT, ISPRA ed ora ISIN):

- **G.T. No. 1** "Contenuto della documentazione per Centrali Elettronucleari di tipo provato ai sensi degli artt. 37 e 38 del DPR 185-1964"- 1975
- **G.T. No. 2** "Procedura Autorizzativa per le modifiche di Impianti Nucleari"- 1975
- **G.T. No. 3** "Certificazione della rispondenza di component per Impianti Nucleari alle specifiche di ordine ai sensi della legge n. 1240/71, art. 20"- 1975
- **G.T. No. 4** "Applicazione dell'art. 42 DPR 185/1964. Progetti particolareggiati di costruzione"- 1975
- **G.T. No. 5** "Procedure per l'approvazione dei modelli di imballaggio di tipo B e di classe fissile"- 1977
- **G.T. No. 6** "Procedure per il rilascio delle certificazioni di sicurezza nucleare per le spedizioni di materie radioattive e/o fissili"- 1976
- **G.T. No. 7** "Contenuto della documentazione tecnica da allegare all'istanza di autorizzazione alla costruzione di impianti di irraggiamento ai sensi dell'art. 55 del DPR 185/64"- 1978
- **G.T. No. 8** "Requisiti generali di Garanzia della Qualità per impianti di cui all'art. 8 – lettere a), c), d), e), f), del DPR 185 del 13 febbraio 1964"- 1976
- **G.T. No. 9** "Garanzia della Qualità - Documentazione Quadro richiesta per le fasi di realizzazione dell'impianto antecedenti l'esecuzione delle prove nucleari"- 1978
- **G.T. No. 10** "Vigilanza tecnica del CNEN sulle opera preliminari di preparazione sul sito di centrali elettronucleari" - 1978
- **G.T. No. 11** "Criteri per la compilazione dei rapporti informativi sull'esercizio delle centrali elettronucleari da trasmettere al CNEN"- 1978

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

- **G.T. No. 12** “Contenuto della documentazione tecnica da allegare alla istanza di autorizzazione alla costruzione di impianti destinati alla manipolazione del materiale radioattivo in forma sigillata e/o non sigillata, ai sensi dell’Articolo 55 del DPR 185/64”- 1978
- **G.T. No. 13** “Contenuto della documentazione tecnica da allegare alla istanza di autorizzazione all’impiego a scopi medici di apparecchi contenenti radioisotopi radioattivi (teleterapia) ai sensi dell’Art. 13 della legge 1860 del 31-12-62, modificato dall’Art. 3 del DPR 1704 del 30-12-65”
- **G.T. No. 14** “Contenuto della documentazione tecnica da allegare alla istanza di autorizzazione all’impiego a scopi medici di isotopi radioattivi, ai sensi dell’Art. 13 della legge 1860 del 31-12-62, modificato dall’Art. 3 del DPR 1704 del 30-12-65”- 1978
- **G.T. No. 15** “Contenuto della documentazione tecnica da allegare alla istanza per il rilascio del nulla osta prescritto dall’Art. 34 del decreto del Presidente della Repubblica, 13 febbraio 1964, n. 185, per gli esercizi di categoria B autorizzati al commercio dei minerali, delle materie grezze e delle materie radioattive ai sensi dell’Art. 4 della Legge 31 dicembre 1962, n. 1860”- 1978
- **G.T. No. 16** “Criteri informative per la compilazione della documentazione relative alla sorveglianza fisica della protezione (Art. 74 del DPR 185/64) “ - 1980
- **G.T. No. 17** “Criteri per l’impiego ed il controllo dell’efficacia degli indumenti protettivi contro l’inalazione di materiale radioattivo”- 1980
- **G.T. No. 18** “Controllo periodico delle buone condizioni di funzionamento degli strumenti protezionistici di misura”- 1980
- **G.T. No. 19** “Contenuto indicative della documentazione tecnica da allegare all’istanza di autorizzazione alla costruzione di impianti contenenti macchine radiogene di notevole Potenza (Art. 55 del DPR 185/64) “ - 1980
- **G.T. No. 20** “Garanzia della Qualità – Documento Quadro richiesta per la fase di esercizio di centrali elettronucleari”- 1981
- **G.T. No. 21** “Contenuto del regolamento di esercizio di cui all’art. 45 del DPR 185/64”- 1981
- **G.T. No. 22** “Garanzia della Qualità – Guida per la raccolta, l’archiviazione e la conservazione della documentazione di garanzia della qualità per centrali elettronucleari”- 1981
- **G.T. No. 23** “Garanzia della Qualità – Guida per l’approvvigionamento di parti di impianto e servizi per centrali elettronucleari”- 1981
- **G.T. No. 24** “Garanzia della Qualità – Guida per le verifiche ispettive sui programmi di garanzia della qualità per centrali elettronucleari” - 1981
- **G.T. No. 25** “Garanzia della Qualità – Guida per l’applicazione della garanzia della qualità nelle attività di progettazione delle centrali elettronucleari”- 1983
- **G.T. No. 26** “Gestione dei rifiuti radioattivi”- 1987
- **G.T. No. 27** “Requisiti di progettazione, fabbricazione e installazione ai fini dell’ispezionabilità e delle prove in esercizio di strutture e component meccanici facenti parte di impianti nucleari di potenza” - 1985

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

- **G.T. No. 28** “Criteri per la sorveglianza della contaminazione interna” – 1986
- **G.T. No. 29** “Criteri per la localizzazione di un impianto di smaltimento superficiale di rifiuti radioattivi a bassa e media attività” - 2014
- **G.T. No. 30** “Criteri di sicurezza e radioprotezione per depositi di stoccaggio temporaneo di rifiuti radioattivi e di combustibile irraggiato” - 2020
- **G.T. No. 31** “Criteri di sicurezza e radioprotezione per la disattivazione delle installazioni nucleari” - 2022
- **G.T. No. 32** “Criteri di sicurezza e di radioprotezione per impianti ingegneristici di smaltimento in superficie di rifiuti radioattivi” - 2022
- **G.T. No. 33** “Criteri di sicurezza nucleare e radioprotezione per la gestione dei rifiuti radioattivi” - 2023

Va considerato che le guide tecniche di interesse per la progettazione, la costruzione, l’esercizio e la vigilanza delle centrali nucleari risalgono al periodo di funzionamento dei vecchi impianti costruiti tra gli anni ’60 e ’70, per cui la loro applicabilità non può essere trasferita tout court agli impianti di ultima generazione.

2-5.2 **Quadro internazionale.**

In ambito internazionale coesistono differenti organizzazioni che a vario titolo intervengono nello sviluppo di normative sovranazionali, come ad esempio nel caso della IAEA e della NEA, o di Direttive comunitarie, come nel caso dell’ENSREG e del WENRA. Tutte queste organizzazioni concorrono ad armonizzare i regimi regolatori nazionali e ad accrescere i livelli di sicurezza delle installazioni nucleari.

In tale ambito la IAEA sviluppa i requisiti di sicurezza per la progettazione, costruzione, esercizio e disattivazione delle installazioni nucleari, nonché per la gestione in sicurezza del combustibile nucleare e dei rifiuti radioattivi, requisiti che vengono ripresi e rielaborati dal WENRA al fine di creare una armonizzazione degli standard di sicurezza a livello Europeo.

La NEA da parte sua, oltre a favorire lo scambio di informazioni in campo nucleare tra i Paesi dell’OCSE, favorisce anche lo sviluppo di nuove tecnologie mediante studi, valutazioni, progetti cofinanziati e supporta la diffusione di buone pratiche e lo sviluppo di progetti per affrontare e risolvere problematiche comuni a più Paesi.

Anche l’ENSREG, quale organo consultivo della Commissione Europea, favorisce, a livello comunitario, iniziative per il miglioramento dei livelli di sicurezza delle installazioni nucleari dell’UE (vedi gli Stress Tests) e il soddisfacimento degli obblighi derivanti dalle Direttive (vedi le Topical Peer Review da svolgere ogni 6 anni su tematiche di sicurezza nucleare).

2-5.3 **Iniziative per l’armonizzazione in ambito internazionale**

Le novità introdotte dalle nuove tecnologie di reattori (SMR, AMR e quarta generazione) dal punto di vista progettuale e soprattutto le ripercussioni che tali novità hanno e/o possono avere in termini di sicurezza nucleare, hanno spinto le varie istituzioni europee e internazionali a stabilire criteri e principi che puntassero ad un’armonizzazione degli standard e degli approcci normativi in ambito regolatorio. In funzione di ciò, sono sorti

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

negli ultimi anni diversi fora dove autorità di sicurezza e/o esercenti potessero confrontarsi nell'ottica di stabilire un'armonizzazione in ambito internazionale dei criteri di sicurezza che sono alla base delle procedure autorizzative, al fine di agevolare la futura diffusione di questi nuovi reattori e garantendo allo stesso tempo i più elevati standard di sicurezza già in essere per i reattori della seconda e terza generazione.

Le attività dei suddetti fora, alcuni dei quali verranno presentati nei paragrafi seguenti, presentano similitudini tali da indurre ad una certa sovrapponibilità delle tematiche che vengono analizzate. Ciononostante, i punti essenziali delle analisi in corso riguardano principalmente i seguenti tre aspetti, le cui interconnessioni sono schematicamente rappresentate nella figura di seguito riportata:

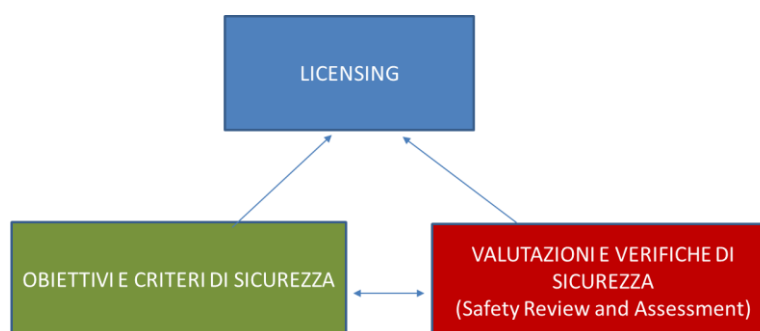


Figura 8: Aspetti rilevanti per la sicurezza nucleare oggetto di analisi a livello internazionale per le nuove tecnologie di reattori.

Con specifico riferimento all'ambito europeo, si riportano i punti fondamentali che caratterizzano le analisi in svolgimento sui suddetti aspetti:

- **LICENSING**: Sebbene le procedure autorizzative siano molto simili negli Stati Membri UE, non è previsto l'istituto della «certificazione» del singolo progetto (come avviene ad esempio negli Stati Uniti). L'autorizzazione resta perciò una responsabilità nazionale, in linea con la Direttiva 2014/87/EURATOM. Non è pertanto possibile puntare su di una certificazione internazionale o sul reciproco riconoscimento delle autorizzazioni rilasciate da singole autorità nazionali.
- **OBIETTIVI E CRITERI DI SICUREZZA**: Sono definiti in altri contesti (ad esempio il WENRA sta lavorando su questo aspetto per le nuove tecnologie di reattori) e si basano sull'esperienza fino ad oggi accumulata con le precedenti filiere di impianti nucleari (seconda e terza generazione). Si riconosce la necessità di lavorare sull'armonizzazione delle modalità con le quali dimostrare la conformità dei futuri progetti agli standard di sicurezza.
- **VALUTAZIONI E VERIFICHE DI SICUREZZA**: La possibilità che le Autorità di sicurezza possano collaborare nello svolgimento di una revisione anticipata e congiunta di una o più tecnologie dà un contributo importante allo svolgimento delle analisi di sicurezza sulle nuove tipologie di reattori.

Le varie iniziative in essere in ambito europeo ed internazionale puntano a definire criteri e obiettivi di sicurezza condivisi, secondo un processo articolato, che si sviluppa nelle seguenti fasi principali:

- Promuovere la cooperazione tra le autorità di regolamentazione degli Stati membri interessati per una futura realizzazione di SMRs, con l'obiettivo di

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

effettuare una valutazione preliminare congiunta della sicurezza dei progetti “maturi”.

- Concordare cosa s'intende per «sufficiente livello di maturità» di una tecnologia quale condizione per avviare un pre-assessment.
- Approfondire le diverse soluzioni progettuali e la loro rispondenza a standard di sicurezza, avviando contatti tra progettisti/esercenti e Autorità di regolamentazione.
- Identificare in anticipo potenziali aspetti critici nei requisiti di sicurezza e nei processi di autorizzazione, e favorire la convergenza su tali temi delle diverse Autorità di regolamentazione.

Si riportano di seguito alcuni esempi di aspetti tecnici e gestionali che vengono approfonditi nei vari gruppi di lavoro a livello internazionale:

- Affidabilità sistemi di sicurezza passivi
- Security, salvaguardie e protezione fisica
- Produzione di rifiuti
- Fattori umani
- Analisi incidenti severi
- Integrazione tra analisi di tipo probabilistico e deterministico
- Valutazione e gestione scenari emergenziali

Al di là delle attività in essere a livello istituzionale sia in ambito europeo che internazionale, sono in corso diverse iniziative di collaborazione tra autorità di sicurezza sul licensing degli SMR. Riportiamo alcune di esse:

- *Joint Early Review per il reattore francese Nuward (EDF) tra le autorità di sicurezza francese (ASN), finlandese (STUK) e della Repubblica Ceca (SUJB), che nella fase II verrà estesa anche alle autorità di sicurezza di Svezia, Polonia e Olanda.*
- *Collaborazioni bilaterali tra autorità di sicurezza statunitense (US NRC) ed autorità europee (es. Romania) sul licensing del reattore Nuscale.*
- *Generic Design Assessment dell'ente regolatorio inglese (ONR) per il reattore SMR della Rolls Royce.*
- *Valutazione congiunta delle autorità di sicurezza statunitense (US NRC), canadese (CNSC) e polacca (PAA) del reattore BWRX-300 di GE-Hitachi.*

Si forniscono di seguito le iniziative attualmente in corso presso le varie organizzazioni internazionali (UE, IAEA, OECD/NEA, WENRA).

2-5.3.1 Commissione Europea

Nel giugno del 2021, sulla spinta dell'industria e delle istituzioni di ricerca, la Commissione Europea organizzò un primo workshop a livello Europeo sugli Small Modular Reactors.

Dal workshop nacque la proposta di una European SMR Partnership come schema di collaborazione, nel rispetto dei distinti ruoli, tra l'Industria, le Organizzazioni di ricerca e sviluppo tecnologico, la Commissione Europea e le Autorità di regolamentazione

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

competenti, con lo scopo di favorire le condizioni per un impiego della nuova tecnologia degli SMR a partire dal 2030.

La prima fase, chiamata Pre-Partnership⁶, conclusa di recente, è stata coordinata da un Comitato d'Indirizzo (Steering Committee) ed ha operato secondo cinque linee di attività (Work Streams).

- WS 1 market integration and deployment;
- WS 2 licensing;
- WS 3 financing and partnership;
- WS 4 supply chain adaptation and innovation,
- WS 5 research and development.

L'attività dei cinque gruppi si è conclusa la scorsa estate con la pubblicazione di rapporti sottoposti a consultazione pubblica e le risultanze sono state presentate in uno Stakeholder Forum tenutosi lo scorso 26 ottobre 2023, dove i vari soggetti portatori di interesse (decisori politici, le ONG, altri rappresentanti dell'industria dell'UE, ecc.) sono stati informati dei progressi compiuti in relazione alla pre-Partnership e hanno al contempo fornito un ulteriore feedback sui risultati ottenuti.

Le principali sfide individuate durante la pre-partnership dai diversi gruppi di lavoro sono:

- Definizione di criteri e linee guida per la condivisione dei costi e dei rischi, fino alla diffusione delle prime unità di SMR.
- Collaborazione tra le autorità di regolamentazione dei Paesi che ospiteranno SMR appartenenti alla stessa filiera e modalità di esecuzione delle valutazioni di sicurezza attraverso scambi tra regolatori rafforzati, pur mantenendo le responsabilità regolatorie di ogni Paese nel processo di licensing.
- Capacità della supply chain di far fronte all'aumento del carico di lavoro per la costruzione di sistemi e componenti innovativi che necessitano di standards industriali riconosciuti tra i diversi vendors.
- Capacità di impostare programmi di ricerca e sviluppo in grado di colmare le lacune conoscitive (a seconda della tecnologia) e di fornire elementi per la dimostrazione della sicurezza e dell'operabilità degli SMR.

Nell'ambito del WS 2, composto da membri delle autorità di sicurezza europee e dedicato alle attività di licensing, sono state effettuate valutazioni su come le differenze nel quadro normativo nucleare o nelle pratiche normative dei Paesi europei potrebbero influenzare il licensing degli SMR.

Per la prosecuzione della Partnership è stata avviata un'Alleanza Industriale a livello Europeo per supportare lo sviluppo e la realizzazione di SMRs negli stati Membri interessati. Tale alleanza si concentrerebbe su temi chiave rilevanti per la diffusione degli SMR, tra cui lo sviluppo del mercato, le modalità di finanziamento, i processi industriali interessati e le attività di ricerca necessari per lo sviluppo di questa tecnologia.

In ragione della loro indipendenza e terzietà, le Autorità di Regolamentazione nazionali debbono avere un atteggiamento neutrale e pertanto non possono essere coinvolte nella promozione e nello sviluppo degli SMR. Per tale motivo le autorità di sicurezza

⁶ [European SMR pre-Partnership - nucleareurope](#)

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

europee non prenderanno parte all'Alleanza Industriale, ma si interfaceranno con essa in virtù della nuova collocazione che il WS 2 avrà in ambito ENSREG, che è deputato a svolgere attività propedeutiche correlate alla regolamentazione degli SMR con le finalità di:

- Migliorare le verifiche di sicurezza adottando uno schema di collaborazione nella fase di pre-licensing.
- Assicurare in prospettiva che anche per gli SMR l'Europa resti un riferimento in tema di sicurezza delle installazioni nucleari e gestione sicura dei rifiuti radioattivi.
- Verificare il rispetto dei più elevate standard di sicurezza, qualora uno stato membro decida di ricorrere all'impiego di tale tecnologia.

2-5.3.2 IAEA (International Atomic Energy Agency)

Nell'aprile del 2022 il Direttore Generale Grossi ha lanciato la nuova iniziativa dell'IAEA denominata "Nuclear Harmonization and Standardization Initiative (NHSI)". Tale iniziativa mira a facilitare la diffusione degli SMR per massimizzare il loro contributo al raggiungimento di zero emissioni nette di anidride carbonica entro il 2050. Questa iniziativa ha avuto il suo Kick Off Meeting il 23-24 giugno 2022. In questa iniziativa è previsto un percorso industriale ed uno regolatorio.

Il percorso industriale comprende quattro tematiche principali (Topic) aventi i seguenti obiettivi:

- Topic 1 - Armonizzazione dei requisiti di alto livello
- Topic 2 - Approcci comuni sugli standard e sulle normative tecniche di riferimento
- Topic 3 - Campagne sperimentali e validazione di codici di calcolo per la progettazione e l'analisi di sicurezza
- Topic 4 - Accelerazione nello sviluppo di infrastrutture per SMR e microreattori.

Il percorso regolatorio prevede 3 Gruppi di Lavoro (Working Group - WG) con i seguenti obiettivi:

- WG1: Definizione del quadro e del contesto di riferimento per lo scambio di informazioni tra le autorità di regolamentazione, con valutazioni su potenziali aspetti critici e relative soluzioni;
- WG2: Svolgimento di attività preliminari autorizzative (pre-licensing) a livello internazionale incentrate sullo sviluppo di procedure e criteri per la revisione di progetti di nuovi reattori;
- WG3: Sfruttamento delle attività di revisione svolte da altri regolatori, nell'ottica di incoraggiare possibili collaborazioni tra le autorità di sicurezza nella definizione del quadro autorizzativo.

2-5.3.3 NEA (Nuclear Energy Agency)

Nel 2021 il Comitato per la sicurezza degli impianti nucleari (Committee of Safety of Nuclear Installations - CNSI) ha istituito un gruppo di esperti sugli SMR (Expert Group on Small and Modular Reactors - EGSMR) con l'obiettivo di sostenere le iniziative atte a dimostrare la sicurezza di queste nuove tecnologie.

Gli obiettivi principali di questo gruppo sono:

- Valutare le attività passate del CSNI sulla sicurezza dei reattori nucleari appartenenti alla filiera dei reattori refrigerati ad acqua (Light Water Reactors - LWR) a supporto delle analisi di sicurezza degli SMR;
- Identificare le lacune conoscitive in materia di sicurezza per questi nuovi reattori al fine di fornire raccomandazioni per l'analisi di progetti maturi;
- Identificare nuovi ambiti tecnici da sviluppare per queste nuove tecnologie;
- Identificare le campagne sperimentali e le tipologie di facilities adatte allo studio degli SMRs.

Per gli aspetti autorizzativi e di licensing, esiste in ambito NEA un gruppo di lavoro sulle nuove tecnologie (Working Group on New Technologies - WGNT) avente il compito di supportare il Comitato per le attività di regolamentazione nucleare della NEA (Committee on Nuclear Regulatory Activities - CNRA) nello svolgimento del suo programma di lavoro relativo alle attività di regolamentazione nel settore delle nuove tecnologie (SMR, reattori di quarta generazione e nuovi reattori di grande taglia).

Incentrando la propria attività sugli approcci normativi per garantire la sicurezza delle nuove tecnologie già implementate o solo allo studio nei paesi membri e partner della NEA, il WGNT ha come obiettivo:

- fornire un forum per i regolatori e i loro TSO (Technical Support Organizations) per scambiare informazioni ed esperienze derivanti dalla concessione di licenze e dalla supervisione degli impianti nucleari di vecchia e nuova concezione;
- sostenere lo sviluppo di una visione complessiva comune sulle nuove tecnologie di reattori;
- esplorare le opportunità per l'armonizzazione dei processi regolatori con riferimento alle nuove tecnologie.

2-5.3.4 WENRA (Western European Nuclear Regulators Association)

Il gruppo di lavoro del WENRA sull'armonizzazione degli standard di sicurezza e di licensing per gli impianti nucleari (RHWG - Reactor Harmonization Working Group) ha istituito nel maggio 2019 un sottogruppo dedicato agli SMRs. Il compito affidato al gruppo è quello di valutare l'applicabilità degli obiettivi di sicurezza adottati dal WENRA per le nuove centrali nucleari alle caratteristiche di sicurezza degli SMR.

Il 6 aprile 2023, a seguito della riunione plenaria del WENRA, l'organizzazione ha pubblicato una dichiarazione sullo sviluppo degli SMR e degli AMR, nel quale il WENRA stesso, a fronte del riconoscimento del ruolo dell'industria nucleare nel garantire il grado di maturità dei progetti di nuovi reattori da proporre alle autorità di sicurezza e in accordo con i quadri giuridici e normativi dei vari Stati Membri, ritiene che le aspettative di armonizzazione e condivisione dei processi regolatori per gli SMR possano essere

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

soddisfatte, preservando il principio della responsabilità nazionale per la sicurezza nucleare attraverso:

- Un coinvolgimento tempestivo e più ampio tra autorità di sicurezza, fornitori e le parti interessate per fornire chiarimenti sui requisiti normativi e facilitare processi autorizzativi più efficienti;
- Una collaborazione, ove opportuno, per valutazioni congiunte dei progetti di SMR e AMR;
- Lo sviluppo di processi che consentano alle autorità di sicurezza di beneficiare delle valutazioni normative precedentemente completate da altri organismi di regolamentazione nazionali.

2-5.4 **Armonizzazione delle attività di regolamentazione e controllo (nucleare, ambientale, sanitaria, del lavoro)**

L'articolo 8, al comma 1, del D.lgs. 101/2020 effettua la ricognizione delle Amministrazioni titolari delle competenze istituzionali nella materia disciplinata dal decreto legislativo stesso. Esse sono:

- Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica
- Ministero della salute
- Ministero della difesa
- Ministero del lavoro e delle politiche sociali
- Ministero dell'Interno
- Presidenza del Consiglio dei ministri
- Dipartimento per la Protezione civile
- Regioni e le Province autonome di Trento e Bolzano

Ferme restando le funzioni regolatorie e di vigilanza attribuite ad ISIN dal Decreto stesso, esistono casi in cui per la costruzione di future installazioni nucleari potrebbe essere richiesto il parere ad altri enti; tra questi c'è il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, la cui attività consultiva si esplica attraverso la redazione di pareri obbligatori sui progetti definitivi di lavori pubblici di competenza statale, o comunque finanziati per almeno il 50% dallo Stato, di importo superiore ai 25 milioni di euro, ai sensi dell'art.127 del Decreto legislativo 12 aprile 2006, n°163.

Per i progetti delle opere strategiche e di preminente interesse nazionale, ai sensi della legge 21.12.2001, n.443, il Consiglio Superiore, ove obbligato ai sensi di legge o richiesto dal Ministro vigilante, esprime parere sui progetti preliminari.

Tali aspetti dovranno essere presi in considerazione nel caso di avvio di un programma nucleare che preveda la costruzione di installazioni nucleari per le quali, oltre alla costruzione delle installazioni stesse, andranno analizzate le realizzazioni delle infrastrutture necessarie a garantire il trasporto in sicurezza di grandi componenti nonché del combustibile nucleare.

Oltre agli aspetti costruttivi va considerato come le attività industriali, ivi incluse quelle che appartengono al settore nucleare, per propria natura e configurazione, determinano

potenziali impatti sulle diverse componenti ambientali. Stimare questi impatti e definire condizioni di esercizio che permettano di contemperare le esigenze produttive e quelle ambientali/sanitarie è l'obiettivo dei procedimenti di valutazione di impatto ambientale e di rilascio delle autorizzazioni ambientali. Si tratta di percorsi articolati, svolti attraverso il contraddittorio tra proponente e autorità, il coinvolgimento dei privati interessati e la verifica tecnica sulle condizioni di esercizio mediante strutturati processi istruttori. **Valutazione di impatto ambientale (VIA)**, **Valutazione ambientale strategica (VAS)** e **Autorizzazione integrata ambientale (AIA)** sono istituti di derivazione europea, tradotti da diversi anni nell'ordinamento nazionale e oggi riassunti nel testo unico ambientale (D.lgs. n. 152/2006).

La VAS serve a valutare gli effetti di piani e programmi – sia pubblici che privati – sull'ambiente ed ha la finalità di garantire che detti piani e programmi possano essere sviluppati in modo sostenibile garantendo un elevato livello di protezione dell'ambiente.

La VIA garantisce che l'autorizzazione di progetti – sia pubblici che privati – aventi un potenziale rilevante impatto sull'ambiente, sia rilasciata solo previa determinazione e valutazione specifica di questi impatti con l'identificazione delle modalità di contenimento degli stessi.

Scopo delle autorizzazioni ambientali (tra cui l'**Autorizzazione Integrata Ambientale - AIA**) è, invece, definire le condizioni di esercizio degli impianti, anche a esito degli approfondimenti svolti in seno alla valutazione degli impatti ambientali. In tema di autorizzazioni ambientali, la disciplina principale e più strutturata è quella riguardante il controllo e la prevenzione dell'inquinamento derivante dagli stabilimenti industriali (**integrated pollution prevention and control - IPPC**), oggi trasfusa nella direttiva IED (Industrial Emissions Directive) Direttiva 2010/75/UE relativa alle emissioni industriali, recepita in Italia mediante il D.lgs. n. 46/2014 (che ha significativamente integrato il testo del D.lgs. n. 152/2006).

Se l'AIA è la disciplina per gli impianti cosiddetti "IPPC", altri titoli autorizzativi disciplinano diverse tipologie di impianti, anche in questo caso con un approccio sempre più integrato e unificato. Da qui, le molteplici discipline delle autorizzazioni settoriali (ad esempio emissioni in atmosfera e scarichi), che hanno ormai trovato negli anni recenti un coordinamento attraverso l'**Autorizzazione Unica Ambientale (AUA)**, la quale è stata introdotta dal D.P.R. 29 maggio 2013, n. 59 con l'obiettivo di semplificare gli adempimenti autorizzativi per le imprese e che costituisce un provvedimento "contenitore" all'interno del quale confluiscono più provvedimenti autorizzativi che in precedenza dovevano essere richiesti singolarmente.

L'analisi sopra riportata risulta pertinente per le valutazioni svolte in questa sede, visto che tra gli impianti per cui è prevista la VIA sono presenti, tra gli altri, secondo quanto riportato nell'allegato II (Progetti di Competenza Statale) del D.lgs. 152/2006:

- 1)
- 2) ... **centrali nucleari e altri reattori nucleari, compreso lo smantellamento e lo smontaggio di tali centrali e reattori (esclusi gli impianti di ricerca per la produzione e la lavorazione delle materie fissili e fertili, la cui potenza massima non supera 1 kW di durata permanente termica).** ...
- 3) **Impianti destinati:**
 - a. *al ritrattamento di combustibili nucleari irradiati;*

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

- b. alla produzione o all'arricchimento di combustibili nucleari;*
- c. al trattamento di combustibile nucleare irradiato o di residui altamente radioattivi;*
- d. allo smaltimento definitivo dei combustibili nucleari irradiati;*
- e. esclusivamente allo smaltimento definitivo di residui radioattivi;*
- f. esclusivamente allo stoccaggio (previsto per più di dieci anni) di combustibile nucleare irradiato o di residui radioattivi in un sito diverso da quello di produzione;*
- g. al trattamento e allo stoccaggio di residui radioattivi (impianti non compresi tra quelli già individuati nel presente punto), qualora disposto all'esito della verifica di assoggettabilità di cui all'articolo 20.*

Per quanto detto finora risulta inevitabile, laddove si intenda avviare un piano/programma per l'utilizzo della fonte nucleare, una futura valutazione circa la necessità di sottoporre a VAS un futuro programma di costruzione di impianti nucleari di nuova generazione, in vista di una futura localizzazione degli stessi sul territorio nazionale, in merito alla quale va sottolineato che l'attuale assetto normativo non prevede criteri e procedure, mentre non sono da escludere possibili competenze concorrenti locali (competenze regionali sulla materia energia).

Laddove si intenda invece procedere per singoli progetti realizzativi di impianti nucleari, al di fuori di un piano/programma nazionale, sembrerebbe possibile procedere solo attraverso una procedura VIA che incorpora già la valutazione degli impianti durante il futuro esercizio e pertanto escluderebbe la sottomissione alla procedura AIA.

Sotto questo aspetto va ricordato che, in generale, a VIA, VAS e AIA vanno aggiunti altri procedimenti a carattere locale (PAUR, PAUAR, VInCA, etc.) che concorrono a definire un quadro estremamente articolato, in continua evoluzione tanto sotto il profilo legislativo quanto sotto quello giurisprudenziale.

CAP. 3 - PROPOSTE E GAP ANALYSIS

Nell'ambito della seconda fase delle attività della Piattaforma per il Nuovo Nucleare Sostenibile (PNNS), il Gruppo di Lavoro n. 4 ha analizzato gaps e definito proposte nei seguenti ambiti:

- legislazione e processi autorizzativi per impianti a fissione;
- normativa tecnica di riferimento per progettazione, sperimentazione e qualifica di sistemi e componenti previsti negli impianti nucleari di nuova generazione;
- legislazione e processi autorizzativi per impianti a fusione.

FISSIONE

Per quanto riguarda gli aspetti legislativi e autorizzativi di nuovi impianti nucleari a fissione, gli standard internazionali di sicurezza nucleare della IAEA identificano in almeno 10-15 anni il periodo di tempo che intercorre tra quando un Paese decide di avviare un programma nucleare e l'avvio all'esercizio della prima centrale nucleare. Tale stima ovviamente è applicabile a casi in cui l'avvio del programma avvenga in assenza di

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

un quadro regolatorio e di un'autorità di regolamentazione in campo nucleare, cosa non applicabile in senso stretto alla situazione italiana. In tale contesto infatti l'Italia si colloca come un Paese che, pur avendo abbandonato il programma nucleare negli anni '80, ha mantenuto viva la cultura della sicurezza nucleare attraverso il programma di disattivazione delle installazioni nucleari nazionali, la conduzione dei reattori nucleari da ricerca tutt'oggi in esercizio, la formazione negli atenei e la partecipazione di numerose realtà industriali e enti di ricerca a progetti per lo sviluppo, la realizzazione e l'esercizio di impianti nucleari all'estero. Quanto fatto per mantenere e sviluppare la cultura della sicurezza, permetterà di diminuire le tempistiche individuate negli standards internazionali necessarie per l'avvio del futuro programma nucleare nazionale, tempistiche che saranno comunque inevitabilmente collegate alle risorse messe a disposizione nel Paese: esistono infatti casi, quale quello degli Emirati Arabi, in cui nell'arco di un decennio si è passati dall'avvio di un programma nucleare alla costruzione della prima centrale.

Per l'Italia si ritiene imprescindibile, ai fini dell'avvio di un nuovo programma nucleare, introdurre una nuova regolamentazione normativa, volta a disciplinare in forma organica ed esaustiva sia la definizione degli obiettivi strategici e programmatici, sia le procedure autorizzative, nel rispetto dei più aggiornati standard internazionali ed in linea con quelle che saranno le indicazioni che usciranno dai lavori dell'Alleanza Industriale e dai lavori dei gruppi di regolatori per la sicurezza nucleare europei (ENSREG e WENRA).

Ad una prima fase decisionale che dovrà concludersi con l'impegno politico di avviare un nuovo programma nucleare, dovrà seguire la creazione e il rafforzamento delle infrastrutture necessarie per il lancio del programma che dovranno garantire il mantenimento della sicurezza a lungo termine, senza escludere a priori alcun processo autorizzativo in grado di velocizzare le fasi di localizzazione dei siti, costruzione ed esercizio, tenendo conto delle risorse messe a disposizione dal Paese, con particolare riferimento agli aspetti regolatori e di controllo.

Sarà necessario stabilire le tecnologie sulle quali il Paese intende veramente investire al fine di valutare le necessarie risorse in termini di capitale umano ed economico. La necessità di avviare una fase ricognitiva/conoscitiva delle nuove tecnologie SMR, AMR, MR, permetterà di valutare il reale stato di maturità dei progetti ed acquisire informazioni sulle tempistiche necessarie per finalizzare i test su nuovi combustibili, materiali e sistemi di sicurezza.

La possibilità di sfruttare una autorizzazione unica per le fasi di costruzione ed esercizio è consigliata a livello internazionale solo per quei Paesi che hanno un'esperienza operativa con impianti in esercizio, considerato anche l'impegno in termini di risorse e di competenze necessarie da parte del regolatore, mentre la possibilità di installare sul territorio nazionale impianti che siano stati certificati da autorità di sicurezza estere resta un aspetto da valutare, anche sulla base dei lavori e delle decisioni che verranno prese in sede Comunitaria e in relazione agli sviluppi dell'Alleanza Industriale.

Dovrà inoltre essere valutata la possibilità di introdurre processi autorizzativi che possano prevedere una graduazione delle informazioni e delle analisi richieste all'operatore, sulla base della tecnologia proposta e della relativa esperienza operativa ed in relazione all'applicabilità o meno di specifici requisiti di sicurezza stabiliti dall'autorità di sicurezza.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

Per gli aspetti di localizzazione dei siti, andranno armonizzati i processi tra VAS, VIA e AIA, anche con il processo di licensing condotto dall'autorità di sicurezza sugli aspetti di sito, al fine di evitare sovrapposizioni e ridurre le tempistiche istruttorie. Difatti il vigente quadro legislativo non appare più compatibile con l'attuale assetto di competenze a livello statale e regionale, come si evince anche dagli artt. 4 e 13 del soppresso D.lgs. n. 31/2010, il quale, non a caso, avevano introdotto un procedimento autorizzativo, di competenza *“del Ministro dello sviluppo economico di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare e con il Ministro delle infrastrutture e dei trasporti, previa intesa con la Conferenza unificata”*.

Ad oggi nell'elenco delle installazioni sottoposte a processo VIA compaiono le centrali nucleari, senza distinzione di potenza installata, mentre tali impianti non risultano tra quelli assoggettati al processo AIA, motivo per cui venne inserita l'AIA direttamente nel D.lgs. 31/2010.

Quanto stabilito in passato nel D.lgs. 31/2010, potrà essere ripreso sia per gli aspetti di localizzazione che per gli aspetti autorizzativi, andando però a ridefinire tempi e modi di attuazione dei vari processi autorizzativi, anche sulla base delle risorse a disposizione delle amministrazioni procedenti e concorrenti.

Per la stesura e l'armonizzazione del futuro quadro legislativo e regolatorio, si presentano alcune proposte che potranno rendere più veloce l'iter autorizzativo rendendolo coerente con quanto si sta sviluppando a livello europeo:

- prevedere una fase informale di pre-pre-licensing tra l'autorità di sicurezza ed i vendors/designers con l'obiettivo di familiarizzare con le caratteristiche dei nuovi impianti “first of a kind” e permettere all'autorità di sicurezza di acquisire informazioni sul livello di maturità del progetto e sulle tempistiche dei test/sperimentazioni necessari;
- prevedere una fase formale di pre-licensing con gli operatori durante la quale l'autorità di sicurezza potrà esprimersi sugli aspetti più critici che riguardano il progetto;
- prevedere fasi ben distinte per le fasi di costruzione ed esercizio, assegnando tempi istruttori compatibili con le risorse assegnate e le effettive esigenze istruttorie;
- valutare la possibilità di introdurre processi autorizzativi distinti introducendo una graduazione delle informazioni e delle analisi richieste dall'autorità di sicurezza, sulla base dell'esperienza operativa della tecnologia proposta dall'operatore e sulla base della tecnologia stessa (SMR, MR, AMR);
- considerare la possibilità di certificare progetti di impianti solo se ciò è coerente con quanto si sta sviluppando a livello europeo, con particolare riferimento agli sviluppi dell'Alleanza Industriale sugli SMR ed alle iniziative di armonizzazione dei processi di licensing tra i regolatori europei.

Al fine di poter garantire lo sviluppo di un programma nucleare in sicurezza ed a lungo termine è necessario, fin da subito, estendere i compiti, le funzioni e le risorse assegnate all'ISIN dai D.lgs. 45/2014 e D.lgs. 137/2017. La configurazione organizzativa dell'autorità di sicurezza potrà prevedere che gli aspetti tecnico-scientifici possano essere trattati e sviluppati internamente all'autorità o espletati, su richiesta dell'autorità stessa, da organizzazioni di supporto tecnico-scientifico esterne che garantiscano la più assoluta indipendenza e, quindi, l'assenza di situazioni di conflitto di interesse con i

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

soggetti preposti alla realizzazione e alla gestione degli impianti, nonché con le organizzazioni che forniscono consulenza o servizi agli operatori stessi.

Nel caso di TSO interno, adottato storicamente da Stati Uniti (US NRC), Canada (CNSC) e Giappone (NRA), e recentemente dalla Francia (con la fusione tra ASN e IRSN), l'ente regolatore ingloba al proprio interno il TSO al quale affidare il supporto tecnico scientifico negli ambiti fondamentali che riguardano la sicurezza nucleare. Un approccio di questo tipo permette semplificazioni dal punto di vista della gestione dei processi autorizzativi e del flusso delle comunicazioni, senza precludere la possibilità comunque di delegare alcune pertinenze in ambito tecnico – scientifico ad organizzazioni esterne che possano supportare l'attività dell'autorità di controllo.

Il caso di TSO esterno, adottato da Paesi quali Belgio, Finlandia e Germania, permette all'autorità di sicurezza di interfacciarsi con entità che, per costituzione e per mandato, sono naturalmente deputate a partecipare attivamente all'interno della comunità scientifica. Entrambe le configurazioni organizzative presentano vantaggi e svantaggi che andranno opportunamente valutati nel momento in cui il decisore politico intenderà riconfigurare l'ISIN con nuovi compiti e funzioni.

Per comprendere l'entità delle risorse necessarie da assegnare all'autorità di sicurezza, a titolo di esempio, è possibile citare il caso della Polonia che prevede, per il programma nucleare che sta avviando, 6 unità di grande potenza da 1.6 GWe, 6 siti per la costruzione di complessivi 24 moduli da 300 MWe (BWRX-300), oltre a un impianto di 6 moduli da 77 MWe (Nuscale). Per la realizzazione di tale programma, l'autorità di sicurezza polacca prevede che l'attuale staff di 140 dipendenti dovrà essere incrementato di 110 unità fino al 2033, con la maggior parte delle assunzioni previste entro il 2025. Inoltre, per il licensing dei soli SMR sono previste ulteriori 59 assunzioni.

Per quanto riguarda gli aspetti legati alla normativa tecnica di riferimento, lo sviluppo di nuove Guide Tecniche da parte dell'autorità di sicurezza rappresenta uno step fondamentale per garantire all'operatore informazioni chiare sulla documentazione, le analisi e le verifiche che dovranno essere fornite ai fini del rilascio di autorizzazioni e della gestione in sicurezza del programma nucleare. A titolo di esempio, l'ONR, l'autorità di sicurezza del Regno Unito, ha sviluppato oltre 70 guide tecniche, solo per gli aspetti di sicurezza nucleare.

Per quanto riguarda gli aspetti legati alla normativa tecnica di riferimento, le iniziative da mettere in campo abbracciano ambiti tecnici tra loro diversi. In particolare, va considerato come in Italia manca una base normativa specifica (normativa primaria) per attrezzature ed impianti a pressione nucleari, ovvero attrezzature a pressione che in caso di cedimento possono provocare un rilascio di fluidi radioattivi. Da rilevare anche che non esiste un limite preciso fra attrezzature a pressione e attrezzature a pressione nucleari, neanche a livello di direttive europee: la direttiva PED esclude le attrezzature a pressione nucleari, ma non indica alcun limite nel possibile rilascio di sostanze radioattive ai fini dell'applicazione della clausola d'esclusione.

Allo stato attuale, la Raccolta N sviluppata negli anni '80 per il PUN (Progetto Unificato Nucleare) presenta una discreta completezza per tutti i componenti in classe di sicurezza più elevata (componenti del circuito primario). Per renderla applicabile, è necessario un lavoro di aggiornamento e riadattamento che tenga conto delle evoluzioni tecnologiche e normative avvenute negli ultimi decenni ad esempio prendendo a riferimento la Normativa ASME sezione III (USA), operando un confronto con quelle previste dalla

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

Raccolta VSR (Verifiche di stabilità degli apparecchi a pressione) e con i codici francesi AFCEN (RCC-M, RCC-MRx). Ciò garantirà un allineamento rispetto agli standard internazionali più recenti e avanzati, favorendo scelte tecniche basate su prescrizioni conservative. Per quanto riguarda il quadro legislativo e tecnico-normativo per gli aspetti di progettazione, sperimentazione, qualifica di sistemi e componenti e l'introduzione di materiali innovativi nel settore nucleare (con particolare riferimento agli impianti raffreddati a piombo e reattori di nuova generazione SMR/AMR), al fine di garantire i massimi standard di sicurezza, affidabilità, sostenibilità e qualità dei processi industriali dovrà essere:

- aggiornato il quadro legislativo esistente per includere regolamentazioni specifiche riguardanti i materiali innovativi e i reattori di ultima generazione,
- sviluppato un corpo di linee guida tecniche che coprano la qualificazione, il testing e la certificazione dei nuovi materiali, seguendo le migliori pratiche internazionali,
- promosso un sistema per finanziamenti ed incentivi da convogliare sulla ricerca e lo sviluppo di tecnologie nucleari avanzate, favorendo la collaborazione tra industria e istituzioni accademiche e del settore della ricerca,
- organizzato un sistema di formazione avanzata e aggiornamento continuo per ispettori e tecnici operanti nel settore,
- istituito un meccanismo di monitoraggio che consenta di valutare l'efficacia delle normative in relazione ai progressi tecnologici e alle nuove scoperte scientifiche.

Per quanto riguarda la necessità di sviluppare la normativa tecnica per i sistemi di strumentazione e controllo, i migliori riferimenti sono le Safety Guides della IAEA (tra queste di particolare importanza è la SSG-39 "*Design of Instrumentation and Control Systems for Nuclear Power Plants*"), le quali riassumono i risultati dei processi di revisione ed armonizzazione di tutte le principali norme e best practices, svolti da gruppi di esperti internazionali e che racchiudono i riferimenti, sia in ambito IEC che IEEE, per la progettazione dei sistemi di strumentazione e controllo per gli impianti nucleari di potenza.

Per gli impianti di nuova generazione va inoltre considerata l'esigenza di poter realizzare il monitoraggio dell'impianto ai fini della verifica sulla non-proliferazione e nel rispetto dei criteri delle salvaguardie prescritte nelle normative attualmente vigenti (Safeguards by Design).

FUSIONE

Per quanto riguarda gli aspetti legislativi e autorizzativi di impianti nucleari a fusione, va ricordato come l'energia da fusione è ancora allo stadio di prototipo, pertanto, attualmente non dispone di un vero e proprio quadro normativo. Data la specificità della tecnologia degli impianti a fusione, si evidenzia la necessità di sviluppare un inquadramento normativo commisurato agli specifici livelli di rischio.

Ad oggi solo gli Stati Uniti e il Regno Unito hanno già stabilito la propria politica sulla energia da fusione nucleare e relativa commercializzazione ed hanno definito, nel 2023 il proprio quadro normativo, a seguito di un processo durato qualche anno per le analisi e la consultazione pubblica e degli stakeholders. In entrambi i casi il quadro normativo per la fusione è chiaramente separato da quello per la fissione nucleare.

In ambito nazionale, si propone in primo luogo un'integrazione della normativa attuale (D.lgs. 101/2020 e s.m.i.) che tenga conto delle definizioni applicabili agli impianti a fusione:

- Impianto di ricerca a fusione.
- Impianto di potenza a fusione.
- Componenti e terminologia tipici di un impianto a fusione (es. plasma, sistema di confinamento magnetico, vacuum vessel, breeding blanket, divertore, criostato, etc..).

Inoltre, sarà necessario prevedere nel decreto un Titolo aggiuntivo dedicato agli Impianti a fusione, (analogamente al Titolo IX per impianti a fissione), che definisca il quadro autorizzativo per gli impianti a fusione e che si collochi in una posizione intermedia fra la licenza per gli impianti a fissione e i Nulla Osta per l'impiego delle radiazioni ionizzanti. Come per gli impianti a fissione deve essere prevista una regolamentazione per la gestione delle emergenze, le modalità di supervisione e controllo, la pianificazione e la garanzia finanziaria per le operazioni di decommissioning e di gestione dei rifiuti radioattivi e dei materiali attivati.

L'attuale quadro normativo dovrà essere adattato così che possa prevedere per un impianto di potenza a fusione con un approccio graduato che tenga in considerazione l'inventario radioattivo e gli eventi base di progetto, il massimo incidente credibile, la sitologia, anche sulla base di altre esperienze internazionali in corso (STEP in UK, SPARC in USA).

C3-1 Legislazione e processi autorizzativi per impianti a fusione

3-1.1 Proposte e gap analysis

3-1.1.1 Legislazione e processi autorizzativi per impianti a fusione.

L'energia da fusione è ancora allo stadio di prototipo, pertanto, attualmente non dispone di un vero e proprio quadro normativo, a differenza di altre fonti di energia, incluse le energie rinnovabili e la fissione nucleare.

I recenti sviluppi nella tecnologia hanno evidenziato la necessità di un processo autorizzativo ed un quadro normativo adeguati alla protezione dei lavoratori, della popolazione e dell'ambiente, auspicabilmente armonizzati a livello internazionale per una diffusione rapida e sostenibile dei futuri impianti a fusione. D'altra parte, se è certamente necessario definire l'impostazione del quadro normativo, o meglio inquadrare il livello di rischio e conseguentemente di sicurezza richiesto per gli impianti a fusione, lo sviluppo completo del quadro normativo dipende ancora necessariamente dai risultati della ricerca scientifica e tecnologica ancora in corso.

Le principali differenze fra impianti a fissione e impianti a fusione sono:

- Diversi inventari radioattivi.
- Distribuzione del materiale radioattivi all'interno della struttura.
- Conseguenze radiologiche di potenziali rilasci.
- Esperienza operativa.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

- I presupposti incidentali e l'analisi degli infortuni.
- Strategie di confinamento.
- Gestione dei rifiuti radioattivi.

Gli operatori del settore della fusione nucleare, tuttavia, hanno da tempo chiesto un quadro normativo chiaro per dare certezza agli investitori su questi progetti. Data la specificità della tecnologia degli impianti a fusione, molto differente anche per gli aspetti di sicurezza nucleare e radiologica, è stata evidenziata da più parti la necessità di un inquadramento normativo commisurato agli specifici livelli di rischio.

In altre parole, l'approccio del quadro normativo deve essere di tipo **graduale** (ndr. *graded approach*) con l'obiettivo di bilanciare la "severità" della regolamentazione con il potenziale di rischio radiologico della struttura. Esso si deve basare su regolamenti e normativa, licenze di esercizio e attività di controllo e supervisione.

3-1.1.2 Gap Analysis

A livello internazionale, un numero crescente di Paesi a livello globale ha individuato la necessità di legiferare sull'energia a fusione. L'approccio può essere di tipo *prescrittivo* dove, analogamente al quadro normativo degli impianti a fissione, il quadro regolatorio contiene requisiti espliciti, basati sulla tecnologia utilizzata per gli impianti. Il livello di dettaglio può scendere fino a specifici sistemi di sicurezza e in questo caso la regolamentazione richiede una approfondita conoscenza della tecnologia e ne deve seguire lo sviluppo. L'approccio può essere, invece, *goal oriented*, in cui la regolamentazione stabilisce obiettivi di sicurezza (ad es. il contenimento dell'inventario radioattivo) e il richiedente della licenza deve dimostrare alle autorità che il progetto scelto e il modo di operare soddisfano gli obiettivi prefissati. In questo caso l'approccio è neutrale dal punto di vista tecnologico ma la revisione delle istanze richiedono intense e profonde revisioni da parte dell'Autorità. In questo caso il licenziatario deve assumersi il rischio che l'autorità possa non accettare i requisiti di sicurezza presentati.

In pratica si può giungere ad un approccio *ibrido* che includa alcuni elementi prescrittivi per enfatizzare alcuni aspetti di sicurezza.

Ad oggi solo gli Stati Uniti e il Regno Unito hanno già stabilito la propria politica sulla energia da fusione nucleare e relativa commercializzazione ed hanno definito, nel 2023 il proprio quadro normativo, a seguito di un processo di qualche anno di analisi e consultazione pubblica e degli *stakeholders*. In entrambi i casi il quadro normativo per la fusione è chiaramente separato da quello per la fissione nucleare.

Nel caso degli Stati Uniti nel 2018 il Congresso ha incaricato l'NRC (Nuclear Regulation Commission – autorità di sicurezza statunitense) di sviluppare entro il 2027 l'infrastruttura normativa per sostenere lo sviluppo e la commercializzazione di impianti nucleari avanzati e di impianti di fusione. Nel 2020 l'NRC ha dichiarato che valuterà i potenziali rischi associati alle tecnologie di fusione e i possibili approcci normativi in modo separato rispetto a quelli relativi agli impianti nucleari a fissione, anche di generazione avanzata. Successivamente l'NRC ha condotto analisi per redigere il quadro normativo, coinvolgendo e impegnando *stakeholders* di interesse. Nell'aprile del 2023 la Commissione ha approvato l'opzione di stabilire un quadro normativo per i sistemi di

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

energia da fusione che integra il quadro normativo vigente dei “*byproduct materials*”⁷. La Commissione NRC ha avviato i lavori ed ha formulato proposte di revisione del framework regolatorio vigente in materia, come l’introduzione di una definizione specifica per la fusione, e proposte di limitata integrazione per tener conto della specificità della tecnologia della fusione. In particolare, si applicano anche alle istanze per impianti a fusione i requisiti sui costi e sulle tariffe, sui requisiti ambientali, la garanzia finanziaria e il piano di finanziamento del decommissioning, la pianificazione per l’emergenza, la security, il trasporto e i controlli per l’esportazione. Sono proposte inoltre integrazioni riguardo: la descrizione generale dell’impianto a fusione, le procedure operative di emergenza, la struttura organizzativa relativa alla sicurezza radiologica, la formazione, il controllo e la manutenzione e l’inventario dei materiali. È stata, inoltre, esplicitamente esclusa dalle istanze relative ai “reattori nucleari avanzati”, il caso di istanza per reattori a fusione.

Nel Regno Unito, invece, dal 2020 lo sviluppo di impianti commerciali a fusione è parte del piano a lungo termine per la strategia di azzeramento delle emissioni (*ndr.* Energy White Paper). Nel 2021 il governo propone il proprio approccio di regolamentazione dell’energia da fusione e apre una consultazione pubblica dell’industria, del mondo scientifico e tutte le parti interessate, che nel 2022 porta alla conclusione di adeguatezza del quadro normativo e che “*date le fondamentali differenze tra gli impianti di energia da fissione e da fusione, sarebbe sproporzionato e non necessario applicare la regolamentazione per la fissione a impianti per l’energia da fusione*”. Nel 2023, è stato confermato che il Nuclear Installation Act del 1965 non si applica agli impianti a fusione si è stabilito che le autorità di regolamentazione saranno le Agenzie preposte alla tutela dell’Ambiente (environmental Authority) e quella per la salute e la sicurezza sul luogo di lavoro (Health and Safety Executive).

Sono inoltre in corso una serie di iniziative ed azioni di armonizzazione a livello internazionale.

La IAEA, infatti, nell’ambito del progetto *INPRO - International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles*, ha dedicato uno studio interdisciplinare relativamente agli aspetti legali ed istituzionali degli impianti innovativi, inclusi quelli a fusione, con l’obiettivo di supportare la comunità scientifica e istituzionale della fusione nell’accelerare lo sviluppo e l’implementazione degli impianti nei prossimi decenni. Il primo technical meeting a ottobre 2023 è stato dedicato a “*Fusion design safety and regulation*” a cui hanno partecipato 23 Paesi.

Nell’ambito del programma *EURATOM* è stato avviato il progetto HARMONISE che ha tra i suoi obiettivi quelli di analizzare gli studi di sicurezza eseguiti per i sistemi innovativi, sia a fissione che a fusione, identificando gli elementi da considerare nel processo autorizzativo per le installazioni nucleari innovative e proponendo un approccio basato sull’armonizzazione e standardizzazione di metodologie, codici e standard, attività di verifica e validazione, processi di licensing di installazioni a fissione e fusione.

⁷ E in particolare alla parte della definizione dei Byproduct materials (from Atomic Energy Act): “*any radioactive material (except special nuclear material) yielded in or made radioactive by exposure to the radiation incident to the process of producing any material that: (i) has been made radioactive by use of particle accelerator.*”

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

La *Commissione Europea* ha effettuato uno studio dedicato proprio a questo aspetto e di cui nel 2002 è stato pubblicato il rapporto finale: “*Study on the applicability of the regulatory framework for nuclear facilities to fusion facilities - Towards a specific regulatory framework for fusion facilities*”.⁸

La motivazione del progetto derivava proprio dall’esistenza di diversi progetti sulla fusione Deuterio – Trizio, (D-T) che utilizzano il trizio (in vari quantitativi) con impianti in fase di progettazione, pianificazione o costruzione, e di cui vi è la necessità di valutare gli aspetti di sicurezza.

Lo studio ha avuto lo scopo di produrre raccomandazioni per l'attuazione di un quadro giuridico e regolamentare sulla fusione attraverso:

- la valutazione degli approcci internazionali esistenti per la regolamentazione della fusione;
- l’analisi della normativa nucleare internazionale (Direttive e regolamenti Europei e la normativa tecnica di sicurezza IAEA) esistente che possa o debba essere utilizzata per la fusione;
- la definizione dei requisiti per un quadro normativo specifico per la fusione.

Tenuto conto che nessuna direttiva o regolamento europei indica specifici requisiti e aspetti normativi per la fusione nucleare, lo studio ne ha analizzato l’applicabilità agli impianti di fusione nucleare. In tabella 4 si riporta una sintesi dei *gaps* emersi.

Tabella 4: Risultati dello studio europeo sulla applicabilità alla fusione nucleare delle vigenti normative europee.

| Direttiva | Applicabilità |
|--|---|
| European Basic Safety Standards Directive 2013/59/Euratom of 5 December 2012 | <ul style="list-style-type: none"> • stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall’esposizione alle radiazioni ionizzanti, con riferimento a qualsiasi situazione di esposizione pianificata, esistente o di emergenza • Include la definizione dei requisiti per il sistema normativo, la giustificazione dell’impiego delle radiazioni ionizzanti e il sistema di controllo. |
| Council Directive 2009/71/Euratom amended by Directive 2014/87/Euratom of July 2014 | <ul style="list-style-type: none"> • istituisce un quadro comunitario per la sicurezza nucleare degli impianti nucleari. • Formalmente non applicabile agli impianti a fusione (ma i principi generali sarebbero applicabili) |

⁸ European Commission, Directorate-General for Energy, *Study on the applicability of the regulatory framework for nuclear facilities to fusion facilities – Towards a specific regulatory framework for fusion facilities – Final report*, Publications Office of the European Union, 2021, <https://data.europa.eu/doi/10.2833/787609>

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| | |
|---|--|
| <p align="center">Council Directive 2011/70/EURATOM of 19 July 2011</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Quadro per la gestione responsabile e sicura del combustibile esaurito e dei rifiuti radioattivi. • Direttamente applicabile agli impianti di fusione che producono rifiuti radioattivi attraverso processi di attivazione. |
| <p align="center">Commission Regulation (Euratom) No 302/2005 of 8 February 2005</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Applicazione delle salvaguardie Euratom ai materiali fissili (quindi non agli impianti di fusione) • Potrebbe essere necessario estenderlo agli impianti di fusione poiché si prevede che dispongano di grandi scorte di trizio |
| <p align="center">Non-nuclear Council Directives related to non- radioactive hazards</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Indicazione di regole e requisiti generali non specifici per determinate infrastrutture • es. G. Esposizione dei lavoratori ad agenti chimici (98/24/CE), Esposizione dei lavoratori ad agenti cancerogeni o mutageni (2004/37/CE), Esposizione dei lavoratori a campi elettromagnetici (2013/35/UE), Sostanze presenti in apparecchiature elettriche ed elettroniche (2011/65 /UE) |

Anche la normativa tecnica di riferimento non è stata sviluppata. La stessa IAEA non ha ancora avviato le azioni per lo sviluppo di standard di sicurezza condivisi a livello internazionale, per mancanza di sufficiente esperienza degli Stati Membri e perché l'azione appare prematura rispetto allo stato della tecnologia.

Tuttavia, sempre nell'ambito dello studio della CE, sono stati analizzati i documenti della serie Safety Standards IAEA e altra documentazione tecnica (ndr. IAEA TECDOCs).

Si ricorda che la normativa IAEA fornisce un set gerarchico di normativa tecnica (ndr. Piramidale (Safety Fundamentals, General Safety Requirements, on Specific Safety Requirements)).

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

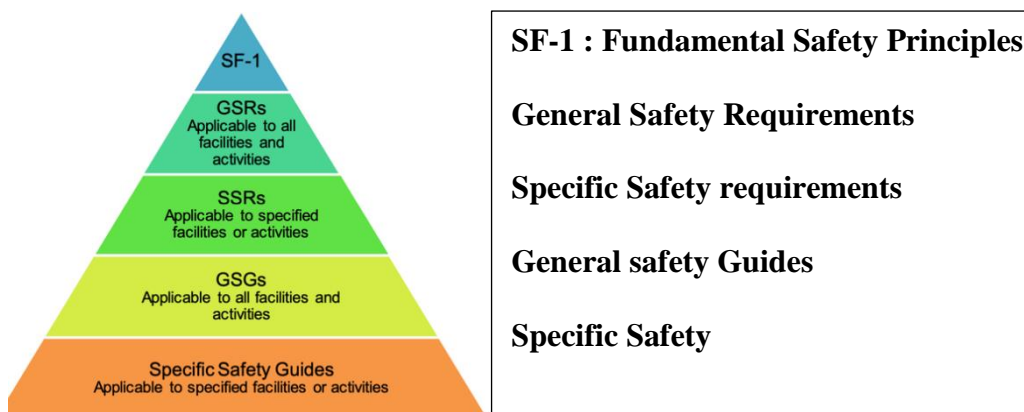


Figura 9: IAEA Safety Standards Series

Il suddetto studio europeo ha evidenziato l'applicabilità dei "Fundamental Safety Principles" IAEA, data la natura molto generale degli stessi, così come dei documenti della Serie *General Safety Requirements* ed anche, in linea di principio della serie *Specific Safety Requirements*.

Inoltre, più di 70 guide generali e specifiche sono risultate in linea di principio applicabili, fermo restando la necessità di focalizzare l'attenzione su aspetti parziali e/o specifici.

Il *TECDOC 1851- Integrated Approach to Safety Classification of Mechanical Components for Fusion Applications*⁹ è la prima pubblicazione della IAEA sulla classificazione della sicurezza dei componenti per applicazioni di fusione. Evidenzia le differenze esistenti tra i reattori a fissione e quelli a fusione nell'identificazione e classificazione di strutture, sistemi e componenti importanti per la sicurezza e offre informazioni pratiche sulle applicazioni relative agli impianti a fusione.

Dall'analisi di quanto riportato nel suddetto documento e data la specificità degli impianti a fusione, è stato concluso che per lo sviluppo di un quadro normativo per gli impianti a fusione è necessario che:

- si considerino le diverse tipologie di sorgenti e aree con rischi radiologici previste per un impianto a fusione;
- si sviluppi un approccio "graduato" (ndr. *Graded approach*);
- si stabiliscano i criteri di *safety* applicabili per gli impianti a fusione;
- si considerino i rischi interni ed esterni all'impianto, oltre a quelli convenzionali;
- Si consideri le modalità di applicazione dei principi di "difesa in profondità" in sede di progettazione degli impianti;
- Si considerino le possibili procedure e approcci da seguire per ottenere l'autorizzazione all'esercizio e per svolgere attività di vigilanza "impianto-specifico" relativamente al primo impianto "di questo genere" (ndr. *first-of-a-kind*);
- Si consideri la necessità di provvedere allo stoccaggio temporaneo dei materiali attivati e/o contaminati e, potenzialmente, anche di valutare la necessità di un deposito definitivo;

⁹ INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Integrated Approach to Safety Classification of Mechanical Components for Fusion Applications*, IAEA-TECDOC-1851, IAEA, Vienna (2018)

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

- Si tenga conto dei feedback derivanti da esperienze operative su scala nazionale ed internazionale;
- Si sviluppino e potenzino le capacità e le competenze delle autorità di regolamentazione e delle autorità competenti.

Inoltre, l'implementazione di un quadro normativo necessita che siano definiti e auspicabilmente condivisi a livello internazionale i concetti e i requisiti di sicurezza per impianti a fusione, analogamente a quanto esistente per gli impianti a fissione.

Nell'ottobre 2023, *l'Agile Nations*, una rete intergovernativa, il Regno Unito, il Giappone e il Canada hanno pubblicato i primi suggerimenti per un quadro normativo internazionale sulla fusione. La rete composta da rappresentanti governativi ed esperti tecnici ha suggerito 5 raccomandazioni su come sviluppare un quadro normativo adeguato agli impianti per la fusione:

- i. Riconoscere il contributo significativo che l'energia da fusione potrebbe portare alle sfide globali legate al cambiamento climatico e alla sicurezza energetica;
- ii. Operare affinché tutte le nazioni inizino a sviluppare un quadro normativo chiaro e applicabile agli impianti di energia da fusione indipendentemente dalla tecnologia;
- iii. Giungere al riconoscimento, da parte di tutte le nazioni, dei benefici di un approccio armonizzato alla regolamentazione adottato da diversi paesi;
- iv. Sviluppare un quadro normativo che mantenga adeguati livelli di protezione per le persone e l'ambiente, proporzionati ai rischi dell'energia da fusione, adottando nel contempo un approccio trasparente e favorevole all'innovazione;
- v. Fare in modo che tutte le nazioni riconoscano l'importanza di garantire al pubblico adeguati livelli di protezione, perseguendone la realizzazione.

3-1.1.3 Proposte

Poiché i rischi radiologici degli impianti in corso di progettazione sono potenzialmente superiori agli impianti sperimentali di ricerca, ma comunque inferiori a quelli di un impianto di potenza a fissione nucleare, lo sviluppo di un quadro normativo specifico per la fusione nucleare deve collocare l'approccio autorizzativo, di esercizio e di controllo "in una via di mezzo" fra il quadro normativo degli impianti con sorgenti di radiazione e quello degli impianti di fissione nucleare.

Se l'orizzonte temporale per un impianto a fusione di potenza è oltre il 2050, la necessità del quadro normativo è già una necessità attuale al fine di garantire e ottimizzare gli investimenti e le risorse dedicate alla realizzazione e futuro esercizio degli impianti prototipo e sperimentali. L'obiettivo temporale del processo normativo ha dunque un orizzonte molto più prossimo e l'azione di sviluppo dovrebbe giungere ad una definizione completa del processo nel 2030.

In ambito nazionale, in primo luogo la normativa attuale (D.lgs. 101/2020 e s.m.i.) deve essere integrata con le definizioni applicabili agli impianti a fusione:

- Impianto di ricerca a fusione.
- Impianto di potenza a fusione.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

- Componenti e terminologia tipici di un impianto a fusione (es. plasma, sistema di confinamento magnetico, vacuum vessel, breeding blanket, divertore, criostato, etc..)

Inoltre, sarà necessario prevedere un *Titolo* aggiuntivo del decreto dedicato agli Impianti a fusione, analogamente al Titolo IX per impianti a fissione, che definisca il quadro autorizzativo per gli impianti a fusione che si collochi in una posizione intermedia fra la licenza per gli impianti a fissione e i Nulla Osta per l'impiego delle radiazioni ionizzanti. Come per gli impianti a fissione deve essere prevista una regolamentazione per la gestione delle emergenze, le modalità di supervisione e controllo, la pianificazione e la garanzia finanziaria per le operazioni di decommissioning e di gestione dei rifiuti radioattivi e dei materiali attivati.

L'attuale quadro normativo dovrà essere adattato così che possa prevedere per un impianto di potenza a fusione un approccio graduale (*graded approach*) che tenga in considerazione l'inventario radioattivo e gli scenari di sicurezza, il massimo incidente credibile, la sitologia, anche sulla base di altre esperienze internazionali in corso (STEP in UK, SPARC in USA).

L'impostazione del quadro normativo continuerà ad essere "piramidale" come raccomandato a livello internazionale (e.g. IAEA e CE) e analogamente a quello per la fissione nucleare, ma basato sulle specifiche caratteristiche degli impianti a fusione e ai requisiti di sicurezza ben distinti da quelli di un impianto a fissione.

L'impostazione piramidale prevede alla sommità il massimo livello di legislazione (Costituzione, Leggi, Statuti), seguito da decreti ed ordinanze applicativi, ed infine guide tecniche nazionali e internazionali, normativa tecnica e standards applicativi, che costituiscono la base della piramide e che hanno il massimo grado di dettaglio tecnico della normativa.

Sarà opportuno riferirsi ai risultati dello studio europeo ed ai feedback delle discussioni in ambito internazionale in corso, sia in ambito IAEA ed EURATOM, ma anche nella rete *Agile Nations*, in cui si auspica la massima collaborazione da parte delle autorità istituzionali, degli enti di ricerca e degli stakeholders pubblici e privati italiani.

Ad oggi, in sintesi, sulla base delle raccomandazioni dello studio europeo e delle iniziative e orientamenti internazionali, si deve avere presente quanto segue per lo sviluppo del quadro giuridico e normativo per la fusione nucleare:

- I requisiti di sicurezza possono essere ricavati direttamente dai principi del documento IAEA SF-1- *Fundamentals Safety Principles* e dai Requisiti generali di sicurezza -Parte 1 (IAEA GSR part 1)
- Può essere utilizzata la direttiva 2009/71/Euratom come base per il quadro giuridico, nonostante attualmente la fusione non rientri esplicitamente nel campo di applicazione di questa direttiva, al fine di:
 - ✓ Definire l'autorità di regolamentazione competente.
 - ✓ Stabilire una procedura di concessione delle licenze e un sistema per il feedback sull'esperienza operativa.
 - ✓ Richiedere una valutazione iniziale della sicurezza degli impianti a fusione, con le successive revisioni periodiche.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

- ✓ Definire un obiettivo di sicurezza e requisiti per la loro implementazione di alto livello.
- ✓ Stabilire un'adeguata organizzazione per le procedure e i piani di emergenza in loco.

Inoltre, si possono seguire i *Requisiti generali di sicurezza* della IAEA per i seguenti aspetti:

- ✓ Ubicazione
- ✓ Responsabilità (leadership) e gestione
- ✓ Validazione degli aspetti di sicurezza (*Safety assessment*)
- ✓ Dismissione (*decommissioning*) con criteri specifici relativamente ai presupposti tecnici per gli incidenti di riferimento che possono interessare gli impianti a fusione.

C3-2 Normativa tecnica di riferimento per progettazione, sperimentazione e qualifica di sistemi e componenti previsti negli impianti nucleari di nuova generazione

3-2.1 Proposta di normativa tecnica per impianti nucleari di nuova generazione

3-2.1.1 Gap Analysis

In Italia manca una base normativa specifica (normativa primaria) per attrezzature ed impianti a pressione nucleari, ovvero attrezzature a pressione che in caso di cedimento possono provocare un rilascio di fluidi radioattivi. Da rilevare anche che non esiste un limite preciso fra attrezzature a pressione e attrezzature a pressione nucleari, neanche a livello di direttive europee: la direttiva PED esclude le attrezzature a pressione nucleari, ma non indica alcun limite nel possibile rilascio di sostanze radioattive ai fini dell'applicazione della clausola d'esclusione.

Negli anni '70, l'Italia iniziò a sviluppare una normativa tecnica specifica per gli impianti a pressione nucleari, denominata Raccolta N. Questa iniziativa aveva l'obiettivo di fornire un quadro normativo robusto e dettagliato per la progettazione, costruzione e gestione degli impianti nel paese. Nonostante gli sforzi iniziali, la Raccolta N non fu mai completata e pubblicata, e l'ultima versione risale al 1975. Pertanto la normativa secondaria, ovvero l'insieme delle regole tecniche che definiscono i requisiti essenziali di sicurezza per attrezzature ed impianti a pressione nucleari esiste in bozza e non è completa.

Allo stato attuale, la Raccolta N presenta una discreta completezza per tutti i componenti in classe di sicurezza più elevata (componenti del circuito primario). Per renderla applicabile, è necessario un lavoro di aggiornamento e riadattamento che tenga conto delle evoluzioni tecnologiche e normative avvenute negli ultimi decenni.

Di base, la Raccolta N avrebbe dovuto rispettare i principi stabiliti dall'ANCC (Associazione Nazionale per il Controllo della Combustione), e quindi oggi dovrebbe

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

essere aggiornata tenendo conto del codice statunitense ASME (ASME BPVC Sezione III) e dei codici francesi AFCEN (RCC-M, RCC-Mx, ecc.).

3-2.1.2 Proposte

Come normativa primaria occorre predisporre una proposta di decreto che definisca il contesto delle attrezzature a pressione ed impianti nucleari e che includa almeno i seguenti punti:

- Campo di applicazione.
- Requisiti essenziali di sicurezza.
- Regole per l'approvazione del progetto.
- Procedure di valutazione della conformità del fabbricante.
- Procedure di verifica dell'autorità competente.
- Messa in servizio e verifiche periodiche.

A questo farà seguito la normativa secondaria ovvero le regole tecniche, riprendendo i contenuti della bozza prima citata, ovvero la Raccolta N.

Questo approccio può consentire la creazione di una normativa tecnica che non solo rispetti gli standard internazionali di sicurezza e qualità, ma che sia anche adeguata alle specificità e alle esigenze degli impianti nucleari di nuova generazione, in particolare impianti a fissione di tipo SMR (considerando sia gli impianti ad acqua che a piombo liquido) ed impianti di tipo tokamak per la fusione nucleare a confinamento magnetico.

FASI DI RIALLINEAMENTO

La proposta di processo di aggiornamento della Raccolta N si articola in quattro fasi principali:

- **Fase 1 - Confronto tra Raccolta N ed ASME BPVC Sez. III, I periodo 1970-1980**

In questa fase verrà effettuato un confronto dettagliato tra la Raccolta N e l'ASME BPVC (Boiler and Pressure Vessel Code) Sezione III, così come era strutturato e implementato all'epoca della redazione originale della Raccolta N. Questo confronto avrà l'obiettivo di identificare le differenze e le similitudini tra i due codici, evidenziando anche eventuali punti di forza e di debolezza della normativa italiana rispetto a quella americana.

- **Fase 2 - Valutazione della struttura, elementi mancanti e correzione dei punti**

Dopo aver confrontato la Raccolta N con l'ASME BPVC Sezione III del primo periodo, si procederà con una valutazione approfondita della struttura della Raccolta N per identificare gli elementi mancanti o obsoleti e correggere i punti critici.

- **Fase 3 - Integrazione ASME BPVC Sez III vigente e codici AFCEN (RCC-M, RCC-MRx, RSE-M)**

In questa fase, la Raccolta N sarà integrata con i requisiti e le linee guida della Sezione III del codice ASME vigente. La Raccolta comprenderà i requisiti per la progettazione, e le formule di calcolo dell'ASME Sez. III saranno oggetto di confronto con quelle previste

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

dalla Raccolta VSR (Verifiche di stabilità degli apparecchi a pressione), nonché con i codici AFCEN (RCC-M, RCC-MRx). Questo garantirà che la normativa tecnica sia allineata rispetto agli standard internazionali più recenti e avanzati e che le future scelte tecniche siano basate sulle prescrizioni più conservative. Verrà dunque fatta una revisione e successiva integrazione delle sezioni pertinenti del codice ASME Sez.III vigente ed un adattamento e incorporazione dei codici AFCEN RCC-M (Regles de Conception et de Construction des Matériels Mécaniques), RCC-MRx (per materiali e componenti dei reattori sperimentali). Per quanto riguarda la normativa sull'esercizio, si farà un confronto con le prescrizioni NRC e RSE-M (per la manutenzione in sicurezza dei reattori nucleari).

- **Fase 4 – Valutazione finale della struttura, elementi mancanti e correzione dei punti**

La fase finale prevede una nuova valutazione complessiva della struttura aggiornata della Raccolta N, al fine di identificare eventuali ulteriori elementi mancanti e apportare le correzioni necessarie. Questo passaggio assicurerà che la normativa tecnica risultante sia completa, coerente e pronta per essere pubblicata.

Le competenze previste in ASME per le agenzie dovrebbero essere ricondotte all'autorità competente. Tra le suddette competenze dovrebbero essere incluse:

- Verifica del campo di applicazione del progetto nucleare.
- Monitoraggio del sistema di qualità del fabbricante.
- Verifica dei materiali e delle giunzioni permanenti.
- Verifiche di costruzione.
- Prova di pressione finale.
- Review del dossier completo di costruzione.
- Altri adempimenti stabiliti nel decreto per l'autorità competente.

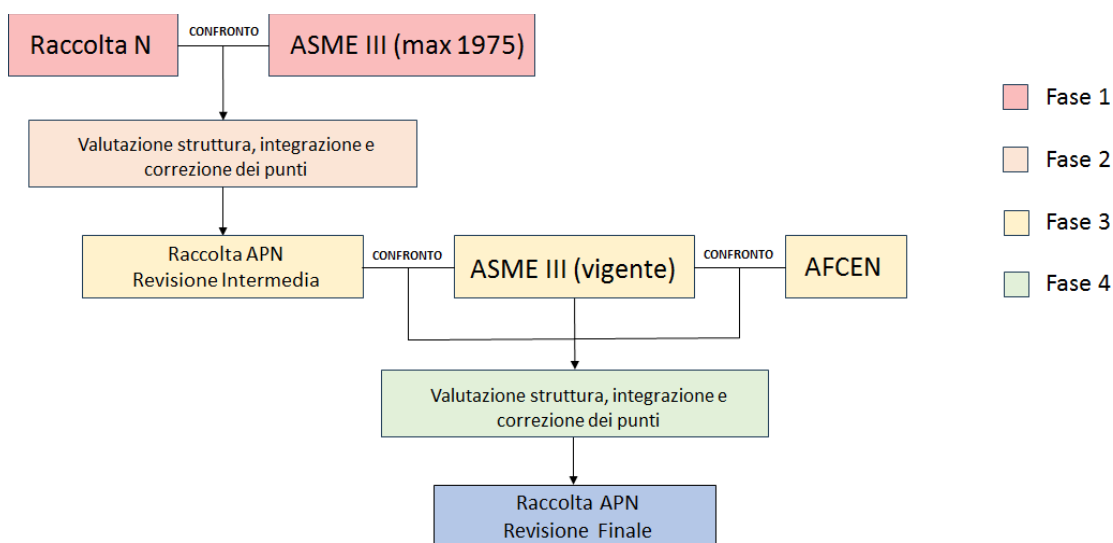


Figura 10: Proposta di processo di aggiornamento della Raccolta N, con articolazione in quattro fasi principali.

AGGIORNAMENTO DELLA RACCOLTA M

La Raccolta M è già utilizzata in Italia per verificare l'impiego di materiali idonei nell'industria nucleare. Questa raccolta include materiali comunemente utilizzati, come l'acciaio inossidabile 304 e/o il 316L. Per l'applicazione nell'industria nucleare però, è necessario integrare la Raccolta M con i limiti d'impiego specifici per i materiali, considerando le condizioni operative e ambientali degli impianti nucleari. In alternativa, questi limiti possono essere stabiliti nella normativa primaria.

3-2.2 Sistemi di Strumentazione e Controllo (I&C) e Strumentazione nucleare d'impianto e aree

3-2.2.1 Premessa

I sistemi di strumentazione e controllo sono costituiti da componenti software, hardware e firmware eterogenei.

La sfida principale per lo sviluppo di tali sistemi è soddisfare i requisiti di elevata affidabilità e conformarsi agli standard internazionali necessari ai fini del licenziamento d'impianto.

Gli sviluppatori e gli operatori sono tenuti a ottenere una licenza prima di poter lavorare su SCS (Strumentazione di Controllo e Sicurezza) che offre servizi direttamente o indirettamente al pubblico o al governo. Le organizzazioni che sviluppano SCS devono rispettare gli standard internazionali di affidabilità.

I sistemi I&C fungono da "sistema nervoso centrale" della centrale nucleare.

Tali sistemi contengono vari elementi come apparecchiature, moduli, sottosistemi, ridondanze, sistemi, ecc., attraverso i quali l'applicazione rileva i parametri di base, monitora le prestazioni, integra le informazioni e apporta le modifiche automatiche alle operazioni della centrale nucleare, se necessario. Risponde inoltre a guasti ed eventi anormali per garantire gli obiettivi di tali applicazioni. Tutte le NPPs (Nuclear Power Plants – Impianti nucleari di potenza) contengono diversi componenti dinamici elettromeccanici come motori, pompe, valvole che devono essere azionati in modo sincronizzato per controllare migliaia di parametri dell'impianto, come densità di neutroni, densità di potenza, temperature, pressioni, e portate entro i limiti di progettazione per ottenere l'obiettivo ultimo di produrre energia. Questa sincronizzazione viene eseguita da sistemi I&C.

Per raggiungere questo obiettivo, i sistemi I&C recuperano i parametri di processo da diversi sensori di campo, confrontano questi parametri con i rispettivi setpoints, calcolano la deviazione di questi parametri e inviano comandi per attivare i dispositivi di campo per riportare i parametri entro i setpoints. Questi sistemi visualizzano anche i parametri rilevanti attraverso l'interfaccia del sistema umano basata su computer (HSI) per informare l'operatore sullo stato dell'impianto.

L'architettura del sistema I&C ha le seguenti tre funzioni principali:

- **1. Funzionalità di misurazione e sorveglianza** per supportare le funzioni di monitoraggio o controllo. In questo caso i sistemi I&C come sensori o rilevatori si interfacciano direttamente con il processo fisico nella centrale nucleare e il

loro stato viene comunicato a HSI attraverso sistemi di comunicazione. Tali sistemi si interfacciano anche con le applicazioni decisionali. Questi sistemi di misurazione e visualizzazione intraprendono azioni giudiziose durante tutte le fasi operative della centrale nucleare.

- **2. Controllo automatico:** i sistemi I&C della centrale nucleare forniscono il controllo automatico dell'impianto principale e di diversi sistemi ausiliari o di supporto. Riducono il carico di lavoro degli operatori e degli ingegneri di controllo e quindi offrono loro più tempo per monitorare il comportamento dell'impianto.
- **3. Funzioni di sicurezza** – I sistemi I&C proteggono la centrale nucleare da qualsiasi malfunzionamento, intraprendendo azioni sicure. Tali sistemi rispondono anche ad azioni manuali errate. Queste funzioni di sicurezza forniscono azioni automatiche istantanee per proteggere sia l'impianto che l'ambiente.

3-2.2.2 Proposte

Per definire il quadro normativo ai fini del licensing dei futuri nuovi impianti, relativamente ai sistemi di strumentazione e controllo si suggerisce di prendere come riferimento le principali Safety Guide messe a disposizione da IAEA, le quali rappresentano già il risultato di un'armonizzazione di tutte le principali norme e best practices, già oggetto di valutazione in gruppi di esperti e di innumerevoli paesi.

In particolar modo, si propone come riferimento di quadro generale la Safety Guide IAEA di seguito riportata in figura e che racchiude anche i riferimenti principali sia IEC che IEEE in merito e per tutti i principali elementi di sistema riferiti alla Progettazione di Strumentazione e Controllo di Impianti Nucleari di potenza¹⁰.

IAEA Safety Standards

for protecting people and the environment

Design of Instrumentation and Control Systems for Nuclear Power Plants

Specific Safety Guide

No. SSG-39

Figura 11: Safety Guide IAEA relativa alla strumentazione e controllo negli impianti nucleari di potenza.

¹⁰ https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1694_web.pdf

Riferimenti “Standard” e normative inerenti la strumentazione di misura nucleare per impianti nucleari

Di seguito viene riportato in figura lo schema riassuntivo (inserito nel documento IAEA di riferimento citato precedentemente) che sintetizza i vari ambiti di Safety che devono essere considerati per la gestione in sicurezza degli impianti nucleari.

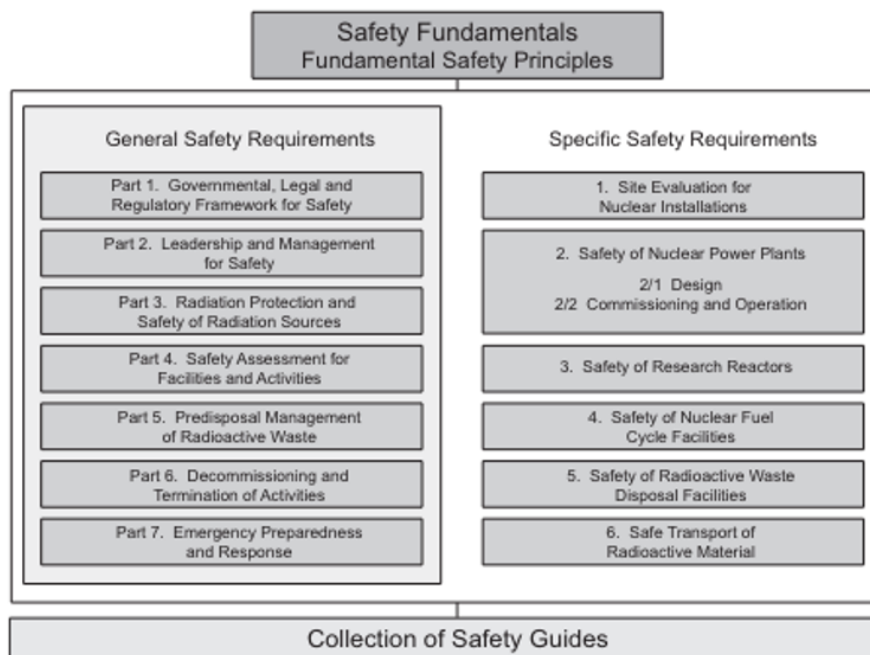


Figura 12: Struttura delle IAEA Safety Standard Series

Gli standard IEC prendono i requisiti di sicurezza e le relative guide IAEA come input fondamentali per lo sviluppo dei propri standard. Di conseguenza, gli standard IEC trattano elementi importanti per la sicurezza e si configurano come guida e riferimento per i sistemi I&C.

Gli standard IEEE si concentrano principalmente sugli elementi di sicurezza e, quindi, la guida si applica direttamente a un insieme più piccolo di funzioni, sistemi e apparecchiature. Gli standard IEEE possono essere applicati a sistemi relativi alla sicurezza (sistemi importanti, ma non essenziali per la sicurezza) utilizzando un approccio graduale.

Principali STANDARDS IEC e IEEE applicabili e inerenti la strumentazione nucleare:

- IEC 61501 **Nuclear reactor instrumentation** — Wide range neutron fluence rate meter — Mean square voltage method
- IEC 61513 **Nuclear power plants — Instrumentation and control important to safety** — General requirements for systems
- IEC 61772 **Nuclear power plants — Control rooms** — Application of visual display units (VDUs)

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

- IEC 61839 **Nuclear power plants — Design of control rooms** — Functional analysis and assignment
- IEC 61888 **Nuclear power plants — Instrumentation important to safety** — Determination and maintenance of trip setpoints
- IEC 62003 **Nuclear power plants — Instrumentation and control important to safety** — Requirements for electromagnetic compatibility testing
- IEC 62138 **Nuclear power plants — Instrumentation and control important for safety** — Software aspects for computer-based systems performing categories B or C functions
- IEC 62241 **Nuclear power plants — Main control room** — Alarm functions and presentation
- IEC 62340 **Nuclear power plants — Instrumentation and control systems important to safety** — Requirements for coping with common cause failure (CCF)
- IEC 62397 **Nuclear power plants — Instrumentation and control important to safety** — Resistance temperature detectors
- IEC 62566 **Nuclear power plants — Instrumentation and control important to safety** — Development of HDL-programmed integrated circuits for systems performing category A functions
- IEC 62671 **Nuclear power plants — Instrumentation and control important to safety** — Selection and use of industrial digital devices of limited functionality
- IEEE Std. 1023 IEEE Recommended Practice for the Application of **Human Factors Engineering** to Systems, Equipment, and Facilities of Nuclear Power Generating Stations and Other Nuclear Facilities
- IEEE Std. 308 IEEE **Standard Criteria for Class 1E Power Systems** for Nuclear Power Generating Stations
- IEC/IEEE 60780-323 - Nuclear facilities - Electrical equipment important to safety - Qualification
- IEEE Std. 338 IEEE Standard for Criteria for the **Periodic Surveillance Testing** of Nuclear Power Generating Station Safety Systems
- IEC/IEEE 60980-344 Nuclear facilities – Equipment important to safety – Seismic qualification
- IEEE Std. 379 IEEE Standard for Application of the **Single-Failure Criterion** to Nuclear Power Generating Station Safety Systems
- IEEE Std. 384 IEEE Standard Criteria for **Independence of Class 1E Equipment and Circuits**
- IEEE Std. 497 IEEE Standard Criteria for **Accident Monitoring Instrumentation** for Nuclear Power Generating Stations
- IEEE Std. 603 IEEE Standard Criteria for **Safety Systems for Nuclear Power Generating Stations**
- IEEE Std. 7-4.3.2 IEEE Standard Criteria for **Digital Computers in Safety Systems** of Nuclear Power Generating Stations

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

- IEEE Std. 1012 IEEE Standard for **Software Verification and Validation** IEEE Std. 1074
- IEEE Standard for Developing Software **Life Cycle Processes** ISO/IEC 15288 Systems and software engineering — System life cycle processes ISO

SAFETY GUIDE AND INTERNATIONAL STANDARDS di riferimento per strumentazione e controllo:

- 1) The management system for I&C design: IEC 61513, IEEE 7-4.3.2
 - Use of life cycle models IEC 61513, IEEE 7-4.3.2, ISO/IEC 15288 3.
- 2) Design basis for I&C systems: IEC 61513, IEEE 603
 - Identification of I&C functions IEC 61226
 - Content of design basis for I&C systems IEC 61513 4.
- 3) I&C architecture IEC 61513, IEC 62340 5.
- 4) Safety classification of I&C functions, systems and equipment IEC 61226 6.
- 5) General recommendations for all I&C systems important to safety:
 - General IEC 61513, IEC 60709, IEEE 379, IEEE 384
 - Design for reliability
 - Equipment qualification IEC/IEEE 60780-323, IEC/IEEE 60980-344, IEC 62342, IEC 2003
 - Design to cope with ageing and obsolescence
 - Control of access to systems important to safety IEC 61513
 - Testing and testability during operation IEC 60671, IEEE 338
 - Maintainability IEC 61513
 - Provisions for removal from service for testing or maintenance IEC 61513
 - Set points IEC 61888
 - Marking and identification of items important to safety/IEC 12207 Systems and software engineering
 - Software life cycle processes
- 6) Design guidelines for specific I&C systems, and equipment:
 - Sensing devices IEC 60515, IEC 61501, IEC 60568, IEC 61468, IEC 60737
 - Control systems
 - Protection system IEEE 603
 - Power supplies IEC 61225, IEEE 308
 - Digital systems IEC 61513, IEEE 7-4.3.2, IEC 61500, IEC 62671
 - Devices configured with hardware description languages IEC 62566
 - Software tools IEC 60880, IEC 62138 8.
- 7) Human-machine interface considerations:
 - Control rooms IEC 60964, IEC 61772, IEC 62241, IEEE 576
 - Supplementary control rooms IEC 60965
 - Accident monitoring IEEE 497

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

- Operator communications systems
 - General principles relating to human factors engineering for I&C systems
IEC 61839, IEC 61772, IEEE 1023, IEEE 1082
- 8) Software IEC 60880, IEC 62138, IEEE 7-4.3.2, IEEE 1012, IEEE Std. 1074, ISO/IEC 12207

SALVAGUARDIE Nucleari

Un altro aspetto da considerare nell'ambito della sicurezza degli impianti nucleari è il rispetto dei criteri di monitoraggio relativamente alle salvaguardie nucleari. Il riferimento internazionale in merito (non normativo, ma di orientamento), seguito negli impianti di nuova progettazione, è il modello di "*Safeguards by Design*" e cioè l'implementazione in fase di progettazione dell'impianto di sistemi configurati in maniera tale da permettere le normali verifiche ispettive IAEA.

In particolare, il concetto di Safeguards by Design esprime l'esigenza di poter realizzare monitoraggio dell'impianto ai fini della verifica sulla non-proliferazione e nel rispetto dei criteri delle salvaguardie prescritte nelle fasi di:

- **Verifica della materia nucleare** (contabilità materia nucleare).
- **Verifica delle attività programmate**, come ad esempio re-fueling del combustibile
- **Sorveglianza fisica della materia fissili** (Piscine, stoccaggio a secco etc..).
- **Sorveglianza aree carico e scarico.**
- **Misure effettuato sul combustibile irraggiato** (Burn-up).
- **Misure relative all'effetto Cherenkov** (Spent fuel assessment).

Le misure di salvaguardia dovrebbero essere prese in considerazione nelle prime fasi della progettazione dei nuovi impianti, in modo che le possibili soluzioni possano essere meglio integrate con altri aspetti rilevanti per l'esercizio dell'impianto, quali l'operabilità, la sicurezza e la protezione fisica, da considerarsi anche in fase di decommissioning.

Il riferimento (non normativo), ma di fondamentale orientamento è costituito da una serie di pubblicazioni sulla *Safety and Safeguards by design* IAEA qui riportate in figura¹¹:

¹¹ https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1669_web.pdf
<https://www.iaea.org/publications/10361/international-safeguards-in-nuclear-facility-design-and-construction>
<https://www.iaea.org/publications/10746/international-safeguards-in-the-design-of-fuel-fabrication-plants>

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE



Figura 13: Pubblicazioni IAEA sulla safeguards by design.

3-2.3 Normativa tecnica di riferimento per progettazione, sperimentazione e qualifica di sistemi e componenti previsti negli impianti nucleari di nuova generazione

3-2.3.1 Gap analysis

Nel caso di impianti sperimentali di tipo termoidraulico (che non contemplano la presenza di materiali radioattivi) da costruire ed esercire in Italia, le normative di riferimento applicabili sono prevalentemente quelle elencate di seguito:

- D.lgs. 93/2000 che attua la direttiva 97/23/CE in materia di attrezzature a pressione (PED Pressure Equipment Directive).
- Decreto Legislativo 26/2016 che attua la direttiva 2014/68/UE concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relativa alla messa a disposizione sul mercato di attrezzature a pressione (rifusione).
- La EN 13480 Metallic industrial piping.
- La EN 13445 Unfired Pressure Vessels.
- La EN 12952 Water-tube boilers.
- DM 329/2004 Norme per la messa in servizio ed utilizzazione delle attrezzature a pressione e degli insiemi.
- DM 37/2008 Disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- D.lgs. 81/08 Testo unico in materia della tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- DM 11/04/2011 Disciplina delle modalità di effettuazione delle verifiche periodiche di cui all'All. VII del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

- CEI EN 61936 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. e 1.5 kV in c.c.
- CEI EN 50522 Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI EN 61439 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)
- CEI EN 62271 Apparecchiature ad alta tensione
- CEI 78-17 Cabine elettriche MT/BT

La norma ISO 19443 Nuclear Energy Quality Management è applicabile solo per le parti relative alla sperimentazione.

3-2.3.2 Proposte

Nessuna proposta specifica è al momento ipotizzabile in tale ambito.

3-2.4 **Normativa tecnica di riferimento per progettazione, sperimentazione e qualifica di sistemi e componenti previsti negli impianti nucleari di nuova generazione: Impiego coating per applicazioni nucleari (sia LWR che LFR)**

3-2.4.1 Impiego rivestimenti protettivi per reattori G-IV LFR e Light Water Reactor

I materiali dei reattori nucleari di quarta generazione che impiegano il piombo come fluido di processo ed i reattori refrigerati ad acqua devono operare in un ambiente potenzialmente corrosivo con la presenza di elevati flussi neutronici e termici. Le guaine di contenimento degli elementi di combustibile (fuel cladding) del nocciolo del reattore costituiscono in particolare uno degli elementi più critici dei reattori in quanto si trovano ad operare soggette ad elevati flussi neutronici, flussi termici ed elevati gradienti di temperatura. Nei reattori che impiegano il piombo come fluido per l'asportazione del calore generato nel nocciolo, i Lead Fast Reactor (LFR), il materiale delle guaine di combustibile deve inoltre lavorare in un ambiente potenzialmente corrosivo ad elevate temperature che potrebbe generare fenomeni di degradazione del materiale. Ad oggi, il Paese con il più avanzato programma di qualifica di rivestimenti protettivi per l'utilizzo "in core" sono gli USA. Infatti, da diversi anni, il Department of Energy, DOE, ha finanziato programmi per lo sviluppo di un insieme di soluzioni tecnologiche volte allo sviluppo di tecnologie Accident Tolerant Fuels (ATF) caratterizzate da migliori performances economiche e di sicurezza. A questo fine, si è dimostrato essenziale aumentare i margini di sicurezza della guaina del combustibile in zirconio attraverso un rivestimento in cromo o altri materiali capaci di ridurre l'interazione con l'acqua in condizioni di esercizio e con il vapore in condizioni incidentali. La U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC) ha affrontato la questione della qualifica dei rivestimenti già dal 2019, emanando le prime linee guida per l'utilizzo di rivestimenti protettivi (coating) per gli elementi combustibili dei reattori pressurizzati ad acqua che impiegano delle guaine di contenimento del combustibile (cladding) in leghe di Zirconio nel 2020. Come già sta avvenendo per i reattori LWR in America, l'uso di rivestimenti protettivi delle guaine di combustibile potrebbe avere un grande impatto su future tecnologie di reattori come il Lead Fast Reactor, incrementandone sicurezza, efficienza ed utilizzo del combustibile

(incrementandone il burn up), la vita utile degli elementi di combustibile e contemporaneamente di operare ad elevate temperature per migliorarne ulteriormente il rendimento. I coating potrebbero inoltre essere applicati ad altri elementi del reattore, quali scambiatore di calore, componenti in-core e vessel consentendo di incrementare la temperatura di funzionamento di tutto il sistema. In questo ambito, nell'ambito delle attività di R&D in corso nel contesto nazionale, sono stati sviluppati dei rivestimenti a base di vari ossidi metallici sia per reattori PWR (formulazioni a base yttria Y_2O_3 e cromia, Cr_2O_3) sia per reattori LFR (a base allumina Al_2O_3). Questi rivestimenti possono essere utilizzati da soli o assieme ad un ulteriore strato metallico. Visto lo stadio avanzato di sviluppo si rende necessaria la definizione delle linee guida per la stesura della normativa di riferimento nel contesto nazionale.

3-2.4.2 Stato della normativa

L'attuale normativa per l'impiego di coating per le guaine dei reattori nucleari refrigerati ad acqua di tipo PWRs e BWRs è stata sviluppata unicamente dall' American Society for Testing and Materials (ASTM) relativamente alla realizzazione dei rivestimenti dedicati per specifici componenti del reattore, ovvero l'ASTM D 5144, ASTM D 3843, ASTM D 4537, ASTM D 7108, inoltre la U.S. NRC ha redatto le linee guida ATF-ISG-2020-01 per l'utilizzo di rivestimenti protettivi per i cladding dei PWR.

Per la definizione delle linee guida attuative per l'impiego dei coating, una possibile soluzione segue la strategia impiegata da U.S. Department of Energy National Labs, che prevede la redazione dei seguenti documenti:

- Phenomena Identification and Ranking Table (PIRT).
- License Amendment Request.
- Guidance Regarding the coated fuel cladding accident Tolerant Fuel concept.

il PIRT è un modo sistematico di raccogliere informazioni da esperti su un concetto specifico e di classificare l'importanza delle informazioni al fine di raggiungere alcuni obiettivi decisionali. L'implementazione del sistema PIRT su un concetto specifico è chiamato *PIRT exercise*. Questi varieranno notevolmente in base all'impatto sul funzionamento del reattore, andando a definire diversi scenari operativi definiti con "*Accident tolerant fuel*" (ATF) in funzione dei quali si definisce le modalità di esercizio del reattore.

3-2.4.3 Gap Tecnologico

Per l'implementazione dei rivestimenti nei G-IV LFR e LWR nel contesto normativo Europeo risulterà innanzitutto necessario realizzare un PIRT, definendo la tipologia di rivestimento da applicare per lo specifico componente, le condizioni operative, i requisiti funzionali. Dovranno essere identificate le modalità di perdita della capacità protettiva del rivestimento (*failure analysis*) nei confronti degli elementi di combustibile e le relative conseguenze sul funzionamento del reattore a breve, medio e lungo termine.

Un primo step ai fini di coprire l'attuale gap per la standardizzazione dei rivestimenti è dimostrare l'applicabilità delle tecnologie sviluppate su scala di laboratorio, ad un'applicazione su scala industriale. Un comitato di esperti internazionali dovrà

effettuare una prima revisione di letteratura ai fini di identificare l'attuale stato della tecnologia sull'applicativo specifico. Una volta stabilita la base di conoscenze saranno investigate le possibili conseguenze che potrebbero derivare dall'utilizzo dei coating e dalla loro failure, identificando e analizzando le modalità di rottura dei rivestimenti (failure mode) con test di qualifica dedicati per definirne i limiti operative e le relative conseguenze caso per caso. La caratterizzazione dei coating dovrà inoltre essere effettuata anche sotto irraggiamento prima su scala di laboratorio e successivamente in reattori di ricerca con la qualifica di singoli elementi di combustibile rivestiti e successivamente dell'intero componente.

Una volta definiti e qualificati i *failure mode* sarà possibile procedere con un'analisi di sistema ai fini di identificarne le conseguenze per il reattore. Tale analisi dovrà essere eseguita con opportuni codici di calcolo.

Il gruppo di esperti procederà di conseguenza alla classificazione di tali fenomeni in base della loro importanza per la sicurezza, agli *Accident Tolerant Fuels* (ATF) ed alla redazione di un rapporto per aiutare l'ente regolatore a sviluppare o perfezionare le proprie normative e linee guida. Le informazioni raccolte dai *PIRT exercises* contribuiranno inoltre allo sviluppo di strumenti di analisi utilizzati come parte della revisione delle azioni di concessione delle licenze relative all'ATF.

I risultati di questa valutazione sono contenuti in un rapporto denominato *Regulatory Framework Applicability Assessment and Licensing Pathway*. Sulla base dei risultati di questa valutazione, sarà possibile determinare se non sono necessarie modifiche al quadro normativo per supportare la concessione di licenze di concetti ATF. Eventuali modifiche apportate al quadro normativo includeranno significative interazioni con le parti interessate dall'ente regolatore, in modo che la trasparenza sia mantenuta e le aspettative normative siano chiaramente comunicate.

Per controllare e monitorare con continuità lo stato dei rivestimenti sarà inoltre necessario sviluppare delle metodologie di controllo qualità e monitoraggio ai fini di verificare l'integrità dei rivestimenti di spessore da 100 nm a 20 μm . Si ritiene necessario sviluppare le seguenti classi di tecnologie:

- 1) **Controlli qualità non distruttivi:** controllo spessore mediante metodo delle correnti parassite, ultrasuoni, metodologie elettrochimiche per la verifica di difetti passanti nel rivestimento, nanotomografia a raggi X e altre metodologie basate su raggi X ad alta risoluzione e velocità. Metodologie ottiche quali interferenza, ellissometria, analisi di immagine.
- 2) **metodi per il monitoraggio continuo in esercizio dei rivestimenti:** ultrasuoni, metodologie elettrochimiche, impedenza.

Tali metodi di controllo qualità necessiteranno di un'attività di Ricerca e Sviluppo (R&D) e validazione sperimentale.

3-2.5 Linee Guida per l'Elaborazione di un Quadro Legislativo Italiano sul Nucleare Innovativo per Sistemi Raffreddati al Piombo: Nuovi Materiali e Rivestimenti.

3-2.5.1 Introduzione

L'energia nucleare riveste un ruolo fondamentale nella produzione globale di energia, offrendo una fonte di elettricità affidabile, a basso impatto ambientale e capace di ridurre le emissioni di carbonio¹². In Italia, la storia del nucleare ha conosciuto fasi alterne, con un iniziale sviluppo negli anni '60 e '70, seguito da un progressivo abbandono dopo il referendum del 1987. Tuttavia, la crescente urgenza di affrontare il cambiamento climatico e la necessità di diversificare le fonti energetiche stanno riaccendendo l'interesse per l'energia nucleare¹³.

Negli ultimi anni, il settore dell'energia nucleare ha compiuto significativi progressi tecnologici, culminati nell'introduzione della quarta generazione di reattori nucleari (GEN-IV)¹⁴. In particolare, un notevole interesse è stato rivolto ai Lead Cooled Fast Reactor (LFR), che utilizzano piombo liquido come refrigerante, offre vantaggi come una maggiore sicurezza passiva e un'efficienza energetica superiore. Questi avanzamenti richiedono un imponente sforzo di ricerca e sviluppo, che va oltre il semplice avanzamento delle fasi progettuali. È infatti necessario individuare nuovi materiali capaci di resistere a condizioni ambientali estremamente severe, essenziali per conseguire le efficienze desiderate.

Un quadro legislativo adeguato è essenziale per supportare e regolamentare l'uso di questi nuovi materiali nel settore nucleare. La regolamentazione deve garantire che tutte le innovazioni rispettino gli standard di sicurezza e affidabilità, proteggendo sia l'ambiente che la salute pubblica. Inoltre, un quadro normativo ben definito favorisce l'adozione e la diffusione delle tecnologie innovative, creando un ambiente favorevole alla ricerca e allo sviluppo, incentivando investimenti e collaborazioni internazionali nel settore nucleare.

In questa sede l'obiettivo è quello di delineare le principali considerazioni che un potenziale quadro legislativo italiano deve affrontare per facilitare l'adozione di materiali e rivestimenti innovativi nel settore nucleare. Attraverso un'analisi dettagliata delle normative esistenti e delle necessità emergenti, si forniranno raccomandazioni specifiche per aggiornare e integrare le leggi attuali.

3-2.5.2 Quadro Normativo Attuale

La crescente attenzione verso l'energia nucleare richiede un quadro normativo solido, essenziale per sostenere lo sviluppo di tecnologie nucleari avanzate e garantire operazioni sicure ed efficienti. Questo rinnovato interesse è evidenziato dalle politiche internazionali mirate allo sviluppo di nuove tecnologie per la produzione di energia nucleare.

¹² Dones, Roberto, Thomas Heck, and Stefan Hirschberg. *Greenhouse gas emissions from energy systems: comparison and overview*. No. CH-0401. 2004.

¹³ Siqueira, Diana Silva, et al. "Current perspectives on nuclear energy as a global climate change mitigation option." *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 24 (2019): 749-777

¹⁴ Pioro, Igor. "Handbook of generation-IV nuclear reactors." (2017): 026501.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

Negli Stati Uniti, ad esempio, l'Energy Policy Act del 2005, la Generation IV Nuclear Systems Initiative e il Light Water Reactor Sustainability Program offrono incentivi per lo sviluppo di reattori avanzati. Inoltre, il Nuclear Energy Innovation Capabilities Act del 2017 e il Nuclear Energy Innovation and Modernization Act del 2018 mirano a migliorare il processo di licenza, promuovere la cooperazione internazionale e incentivare la ricerca nelle tecnologie nucleari avanzate.

In Italia, per garantire un efficace e sicuro ritorno alla produzione nucleare, promuovendo l'innovazione e la competitività del settore a livello internazionale, è fondamentale un aggiornamento del quadro normativo. Tale aggiornamento deve includere regolamentazioni specifiche per i nuovi materiali e tecnologie, assicurando che l'Italia possa competere nel panorama globale dell'energia nucleare con elevati standard di sicurezza e qualità.

Attualmente, la normativa nucleare in Italia è regolata dal D.lgs. 101/2020 e dal Trattato Euratom dell'UE, che stabiliscono il quadro generale per la sicurezza nucleare, la gestione dei rifiuti radioattivi e la protezione del pubblico e dell'ambiente. Il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) supervisiona la politica energetica, inclusa l'energia nucleare, mentre l'Ispettorato Nazionale per la Sicurezza Nucleare e la Radioprotezione (ISIN) è responsabile della regolamentazione e della sicurezza delle attività nucleari. La normativa APN (Autorizzazione Preliminare Nazionale) disciplina l'acquisizione e la gestione dei materiali nucleari, assicurando tracciabilità, sicurezza e rispetto delle normative vigenti. La raccolta M si concentra sui dati relativi ai materiali nucleari, mentre la raccolta N riguarda attrezzature e dispositivi (vedi paragrafo 3-2.1).

Tuttavia, il quadro normativo attuale non include specifiche per gli impianti di nuova generazione refrigerati a piombo, evidenziando la necessità urgente di sviluppare regolamentazioni in questo ambito. Inoltre, la legge non affronta la regolamentazione dei materiali innovativi nelle applicazioni nucleari, indicando un'area che richiede ulteriori sviluppi legislativi e normativi.

3-2.5.3 Quadri Normativi Internazionali per la Qualifica di Nuovi Materiali Strutturali

Norme Extra Europee

Per introdurre un nuovo materiale strutturale per applicazioni nucleari negli Stati Uniti, è necessario seguire un processo rigoroso che prevede diversi passaggi e aderisce a norme e regolamenti specifici; il processo è regolato dal U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC). Di seguito se ne riportano i passaggi cruciali:

Valutazione e Test: Condurre test rigorosi per garantire che il materiale soddisfi tutti gli standard di sicurezza e prestazioni. Ciò include test sulle proprietà meccaniche, come resistenza alla trazione, resistenza allo snervamento e duttilità, nonché test di resistenza alle radiazioni. Le procedure per l'esecuzione dei test fanno riferimento agli standard ASTM e linee guida internazionali dell'Agenzia per l'energia atomica (IAEA) per i test di resistenza alle radiazioni.

Documentazione: Preparare documenti dettagliati sulle proprietà e i risultati dei test del materiale.

Emendamento della Licenza: Presentare una domanda di emendamento della licenza all'NRC, giustificando la sicurezza del nuovo materiale.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

Aggiornamento del SAR: Aggiornare il Rapporto di Analisi di Sicurezza (SAR) con le informazioni sul nuovo materiale. Ciò comporta la presentazione di documentazione dettagliata, comprese le specifiche del materiale, i risultati dei test e le analisi di sicurezza.

Revisione e Approvazione: L'NRC esaminerà le informazioni presentate e fornirà l'approvazione se il materiale soddisfa tutti i requisiti normativi.

Consultazione Pubblica e Statale: Seguire le procedure per la notifica pubblica e la consultazione statale.

Inoltre, per i materiali strutturali è necessario rispettare i requisiti riportati dall'ASME BPVC (Boiler and Pressure Vessel Code), che fornisce la base tecnica per la progettazione, fabbricazione, ispezione e test dei componenti delle centrali nucleari.

Norme Europee

Di seguito si riportano le principali direttive, norme e istituzioni coinvolte nel processo di approvazione di materiali strutturali per applicazioni nucleari in Europa, Regno Unito e Francia.

Tabella 5: Direttive, norme e istituzioni coinvolte nel processo di approvazione di materiali strutturali per applicazioni nucleari in Europa, Regno Unito e Francia.

| Area | Autorità coinvolte e principali normative |
|----------------|--|
| UE | <p>Direttiva Europea sulla Sicurezza Nucleare (2013/59/EURATOM): Requisiti di sicurezza per le installazioni nucleari.</p> <p>Agenzia Europea per l'Energia Nucleare (NEA): Promuove la cooperazione e lo sviluppo dei nuovi materiali.</p> |
| UK | <p>Office for Nuclear Regulation (ONR): Regolazione dell'industria nucleare, requisiti di sicurezza per i materiali.</p> <p>Le linee guida dell'ONR incorporano codici e standard internazionali, garantendo che materiali e componenti soddisfino rigorosi criteri di sicurezza e prestazioni. L'ONR supervisiona il processo di Generic Design Assessment (GDA), che valuta i nuovi progetti di reattori, compresi i materiali utilizzati per i componenti critici.</p> <p>I materiali strutturali approvati rientrano nelle normative ASTM.</p> |
| Francia | <p>Autorità per la Sicurezza Nucleare (ASN): Sicurezza delle installazioni nucleari, requisiti di sicurezza per i materiali.</p> <p>Istituto di Radioprotezione e Sicurezza Nucleare (IRSN): Consulenza sulla selezione dei materiali per applicazioni nucleari.</p> <p>RCC-MRx (Règles de Conception et de Construction des Matériels Mécaniques des Îlots Nucléaires REP) è il codice francese per la progettazione e costruzione delle apparecchiature meccaniche nei reattori ad acqua pressurizzata (PWR). Simile al codice americano ASME, è adattato ai requisiti e alle pratiche normative francesi. L'RCC-MRx copre la selezione dei materiali, le regole di progettazione, i processi di fabbricazione e</p> |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| | |
|--|---|
| | l'assicurazione della qualità per componenti come recipienti a pressione, tubazioni, pompe e valvole. |
|--|---|

I passaggi per l'introduzione di un materiale strutturale innovativo nel settore nucleare in Europa seguono le fasi principali descritte di seguito e devono conformarsi alle normative dei singoli paesi in cui verrà installato l'impianto nucleare.

- **Selezione e Caratterizzazione dei Materiali:** Il primo passo è identificare e selezionare i materiali che soddisfano i requisiti specifici per le applicazioni nelle centrali nucleari. Questo include la valutazione delle proprietà meccaniche, termiche e di resistenza alle radiazioni dei materiali.
- **Test e Qualificazione:** I materiali selezionati devono sottoporsi a rigorosi processi di test e qualificazione per garantire la loro idoneità alle applicazioni nelle centrali nucleari. Questo include testare le proprietà meccaniche, la resistenza alla corrosione e la resistenza alle radiazioni.
- **Sviluppo e Produzione dei Materiali:** I materiali devono essere sviluppati e prodotti secondo le specifiche richieste. Questo include garantire la coerenza del materiale e il controllo di qualità durante tutto il processo di produzione.
- **Approvazione Regolamentare:** I materiali devono ricevere l'approvazione regolamentare dalle autorità competenti prima di poter essere utilizzati nelle centrali nucleari. Questo comporta la presentazione di documentazione dettagliata e dati sulle prestazioni e la sicurezza dei materiali.
- **Implementazione e Integrazione:** I nuovi materiali devono essere integrati nell'infrastruttura e nelle operazioni esistenti della centrale nucleare. Questo include garantire la compatibilità dei materiali con altri componenti e sistemi.
- **Monitoraggio e Sorveglianza:** Le prestazioni dei nuovi materiali devono essere continuamente monitorate e sorvegliate per garantirne la sicurezza e l'affidabilità durante l'operazione a lungo termine della centrale nucleare.

3-2.5.4 Quadri Normativi Internazionali per la Qualifica di Nuovi Rivestimenti Superficiali

Oltre alle procedure previste per i materiali strutturali, un approccio simile viene adottato per la qualificazione dei rivestimenti superficiali (coatings).

Norme Extra Europee

In Canada, il quadro giuridico e le procedure tecniche per la qualificazione dei rivestimenti per applicazioni nucleari sono delineati dalla Commissione Canadese per la Sicurezza Nucleare (CNSC). Il documento chiave, RD-337, stabilisce i requisiti per la progettazione delle centrali nucleari raffreddate ad acqua. La selezione e l'applicazione dei rivestimenti devono assicurare prestazioni sicure e integrazione con i sistemi di mitigazione degli incidenti, considerando fattori quali il comportamento dei prodotti di fissione e la resistenza a incendi e condizioni acide. I rivestimenti devono mantenere la loro integrità anche in condizioni di incidenti gravi, supportati da rigidi programmi di qualifica che includono test documentati delle caratteristiche fisiche e chimiche del rivestimento.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

Negli Stati Uniti, la U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC) regola i rivestimenti per applicazioni nucleari attraverso la Guida Regolatoria (RG) 1.54, applicabile ai licenziatari regolati dalle Parti 50, 52 e 54 del 10 CFR. I rivestimenti devono soddisfare standard elevati di qualità e sicurezza, suddivisi in tre Livelli di Servizio:

- **Service Level I:** Applicato all'interno del contenimento del reattore, dove il fallimento del rivestimento potrebbe compromettere i sistemi di fluido post-incidente, influenzando la capacità di arresto sicuro. Gli standard includono ASTM D5144-08 per la qualificazione, ASTM D3843-16 per la QA, e ASTM D3911-16 per i test in condizioni di DBA.
- **Service Level II:** Utilizzato in aree dove il fallimento potrebbe compromettere le prestazioni operative senza impedirle del tutto. Serve per la protezione dalla corrosione e facilita la decontaminazione delle superfici esposte a radiazioni e contaminazione. Gli standard includono ASTM D4082-10 per la resistenza alle radiazioni gamma e ASTM D4537-12 per la qualificazione degli ispettori.
- **Service Level III:** Utilizzato in aree esterne al contenimento del reattore, dove il fallimento potrebbe influire negativamente sulla funzione di sicurezza di un SSC correlato alla sicurezza. Gli standard includono ASTM D7167-12 per il monitoraggio delle prestazioni e ASTM D7230-06 per la valutazione dei sistemi di rivestimento polimerici.

La RG 1.54 integra vari standard ASTM, che definiscono test, procedure di qualifica e criteri di accettazione. Il NUREG-1801 Rev. 2 (GALL Report) supporta la gestione dell'invecchiamento dei rivestimenti, richiedendo programmi di monitoraggio regolari per rilevare e correggere tempestivamente eventuali degradi. Questi standard ASTM assicurano che i rivestimenti mantengano aderenza e funzionalità in tutte le condizioni operative previste.

Norme Europee

Il quadro normativo francese per la qualificazione dei rivestimenti per applicazioni nucleari è regolato dal codice RCC-MRx. Questo codice specifica le regole di progettazione e costruzione per i materiali meccanici nelle installazioni nucleari, richiedendo la preparazione di un dossier dettagliato. Tale dossier deve includere la definizione del rivestimento, le condizioni di servizio previste e le specifiche tecniche. I risultati sperimentali, conformi agli standard ISO, come ISO 1514 per la preparazione dei campioni, ISO 1513 per i metodi di prova, ISO 2811 per la densità garantiscono che i rivestimenti siano adeguati alle specifiche condizioni operative delle installazioni nucleari.

3-2.5.5 Considerazioni Chiave per il Nuovo Quadro Legislativo

In riferimento al framework normativo delineato, è evidente la necessità di stabilire nuove procedure e linee guida per l'implementazione di materiali e coating innovativi nel settore nucleare raffreddato a piombo. Queste procedure devono garantire la sicurezza e la protezione a tutti i livelli, assicurare la qualità e la durabilità dei materiali, e supportare la ricerca e sviluppo. Inoltre, sarà cruciale proteggere la proprietà intellettuale e promuovere la trasparenza e l'accettabilità sociale delle nuove

tecnologie. Un framework normativo efficace è essenziale per la standardizzazione e la conformità internazionale, migliorando la gestione globale delle tecnologie nucleari.

In particolare, l'introduzione di nuovi materiali richiederà attenzione ai seguenti aspetti:

- **Sicurezza e Affidabilità:** La sicurezza dei nuovi materiali e coating è fondamentale. È necessario definire protocolli di test rigorosi per valutare la resistenza alla corrosione, all'irraggiamento e alle alte temperature. Le analisi di rischio e le valutazioni di impatto devono garantire l'affidabilità nel lungo termine. Stabilire parametri minimi di prestazione e introdurre piani di manutenzione preventiva e sistemi di monitoraggio continuo è essenziale per mantenere le proprietà desiderate dei materiali.

- **Innovazione Tecnologica:** Il supporto alla ricerca e sviluppo è cruciale. È fondamentale fornire finanziamenti e incentivi per progetti di ricerca sui nuovi materiali e tecnologie di coating avanzate. La collaborazione con istituti di ricerca e università accelererà l'innovazione. Sono necessarie oltre alle linee guida specifiche per la qualificazione e certificazione dei nuovi materiali, anche la creazione di database che raccolgano informazioni sui materiali certificati e le loro proprietà.

- **Normative e Standard:** L'adattamento degli standard esistenti è essenziale. Le normative attuali devono essere riviste per includere le specificità dei reattori raffreddati a piombo, assicurando che gli standard internazionali siano armonizzati. Sarà inoltre necessario implementare nuovi regolamenti specifici per i materiali innovativi, stabilendo requisiti di compliance chiari e aggiornandoli in base ai progressi scientifici e tecnologici.

Queste considerazioni delineano un approccio strutturato per l'introduzione di nuovi materiali nel settore nucleare, promuovendo sicurezza, innovazione e conformità normativa.

Passaggi Principali per l'Introduzione di Nuovi Materiali

L'introduzione di nuovi materiali strutturali nel settore nucleare richiede un processo rigoroso e dettagliato per garantire che i materiali soddisfino i rigorosi standard di sicurezza e prestazioni richiesti. Questo processo coinvolge diverse fasi, dalla ricerca e sviluppo iniziali alla verifica delle proprietà meccaniche e microstrutturali, fino alla validazione e approvazione normativa. Di seguito si delineano gli step fondamentali per l'introduzione di un materiale strutturale innovativo in ambito nucleare.

1. Ricerca e Sviluppo (R&D)

Condurre studi approfonditi per testare le proprietà fisiche e meccaniche del nuovo materiale, inclusa la resistenza alla corrosione, comportamento sotto irraggiamento e prestazioni meccaniche in diverse condizioni operative.

2. Preparazione della Documentazione

Compilare un Dossier dei Materiali con tutti i dati di qualifica tecnica, nuove specifiche di approvvigionamento e set di caratteristiche richieste.

3. Verifica e Validazione

Eseguire una rigorosa verifica e validazione attraverso test in ambienti simulati e reali per garantire che il materiale soddisfi tutte le norme di sicurezza e prestazioni richieste.

4. Aggiornamento dei Protocolli di Sicurezza

Aggiornare i protocolli di sicurezza per includere il nuovo materiale, assicurandosi che non comprometta l'integrità strutturale e operativa del reattore.

5. Consultazione Regolatoria

Presentare la documentazione alle autorità di regolamentazione per l'approvazione. Questo include la presentazione di rapporti dettagliati e l'analisi dei rischi associati all'uso del nuovo materiale.

6. Implementazione e Monitoraggio

Una volta ottenuta l'approvazione, implementare il materiale nel design del reattore e stabilire un sistema di monitoraggio continuo per valutare le prestazioni del materiale durante l'operazione.

Questi passaggi assicurano che qualsiasi nuovo materiale introdotto nel settore nucleare sia testato, documentato e validato rigorosamente, garantendo la sicurezza e l'efficacia delle operazioni nucleari.

Definizione del materiale innovativo

La definizione del materiale raggruppa tutte le informazioni necessarie per caratterizzare precisamente il materiale, nonché gli elementi necessari per collegare le proprietà meccaniche alle caratteristiche microstrutturali e al metodo di produzione.

Denominazione della classe e composizione chimica

- Qualsiasi restrizione in relazione a una composizione chimica di riferimento (standard, altri codici) deve essere specificata.
- La scelta della composizione e i limiti sui contenuti devono essere giustificati e correlati alla microstruttura, ai trattamenti termici e alle proprietà meccaniche.
- Gli elementi chimici con un'influenza significativa sulla resistenza meccanica, la duttilità, la tenacità o la saldabilità devono essere identificati.

Tipo di Prodotto e Processo di Produzione

- Esempi: lamiera laminata, tubo estruso, piastra forgiata, ecc.
- Il range dimensionale deve essere specificato (ad esempio: spessore, massa).
- Le principali fasi del processo di produzione devono essere indicate, così come le caratteristiche del prodotto in relazione al suo metodo di produzione.

Stato Microstrutturale di Riferimento e Trattamenti Termici Associati

- Le caratteristiche microstrutturali, che permettono di raggiungere le proprietà meccaniche desiderate, devono essere specificate (esempi: dimensione dei grani, natura e dimensione dei precipitati).
- I metodi di trattamento termico devono essere indicati (ad esempio: temperatura e tempo di permanenza, metodo e velocità di raffreddamento).
- La scelta dei parametri del trattamento termico deve essere motivata, ad esempio, sulla base delle curve di trasformazione metallurgica disponibili e le condizioni per l'aspetto delle fasi principali o precipitati.

Definizione delle condizioni di servizio

Per ogni materiale innovativo proposto, devono essere specificate le condizioni di servizio previste.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

- Temperature di utilizzo: temperature e qualsiasi fenomeno dipendente dal tempo atteso (come creep, invecchiamento termico, rilassamento). Sarà necessario specificare:
 - La temperatura operativa nominale T_{nom}
 - La temperatura operativa massima T_{max}
 - La temperatura operativa minima T_{min}
- Tipo di carico meccanico.
- Condizioni di esposizione all'irraggiamento.
- Caratteristiche principali dell'ambiente in cui il materiale è immerso.

La preparazione della documentazione relativa ai rivestimenti superficiali è meno rigorosa rispetto a quella necessaria per i materiali strutturali. Questo perché i rivestimenti rappresentano modifiche superficiali di materiali già qualificati che non devono soddisfare tutte le specifiche richieste per un materiale strutturale. Tuttavia, per qualificare un rivestimento, è necessario che esso soddisfi due requisiti fondamentali: non deve influire negativamente sulle prestazioni del materiale di base definite nel relativo dossier e deve garantire la funzione per cui è stato progettato, con un tasso di fallibilità proporzionale al livello di servizio specificato per la sua applicazione, rispettando sempre gli standard.

È imprescindibile che i vincoli indicati siano rispettati durante tutte le condizioni operative del reattore. Questo implica che i rivestimenti debbano mantenere la loro funzione sotto condizioni specifiche di temperatura, sforzo meccanico e ambiente e in possibili condizioni accidentali. La capacità di un rivestimento di mantenere le proprie caratteristiche in questi scenari è cruciale per garantire la continuità operativa e la sicurezza dell'impianto nucleare.

Riguardo alle proprietà termomeccaniche dei rivestimenti superficiali, sebbene non strettamente vincolanti per il raggiungimento della qualifica, è di particolare interesse considerare tutte quelle proprietà che, per loro natura, risultano differenti rispetto a quelle del materiale di base su cui i rivestimenti sono applicati. Differenze significative, come un coefficiente di espansione termica (CTE) divergente rispetto a quello del materiale base, possono causare un fallimento prematuro del rivestimento, soprattutto in applicazioni sottoposte a cicli termici.

Piano sperimentale

Per un materiale innovativo che non è standardizzato o codificato altrove, le caratteristiche del materiale devono essere determinate utilizzando un programma sperimentale dedicato su un set di campioni rappresentativo del materiale candidato. Questo programma deve rispettare tutti i requisiti stabiliti dalle normative internazionali di riferimento.

Questo programma può essere integrato o sostituito da una ricerca bibliografica, fornendo dati codificati o dati ricavati dalla letteratura:

- In aggiunta al programma sperimentale, lo studio può essere utilizzato per migliorare l'analisi del comportamento meccanico o per posizionare il materiale rispetto a una famiglia di materiali (ad esempio, una classe più ristretta rispetto alla classe standard).

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

- In caso di sostituzione (ad esempio, database di risultati già disponibili), l'applicabilità dei dati bibliografici al materiale candidato deve essere accuratamente giustificata.

Di seguito si riporta un esempio di piano sperimentale con le proprietà da rilevare. Quanto sotto riportato fa riferimento alle linee guida dello standard francese RCC-MRx.

Tabella 6: Elenco delle proprietà dei materiali da dover considerare nell'ambito di un piano sperimentale e relativi standard applicabili.

| Proprietà | Standard rilevanti |
|--|--|
| Coefficients of thermal expansion | ASTM E228 |
| Young's modulus, Poisson ratio | ASTM E111 ASTM E1875 ASTM E1876 |
| Thermal conductivity | ISO 8894 |
| Thermal diffusivity | ASTM E1461 ASTM E2585 |
| Tensile curves at different temperatures | EN ISO 6892-1 EN ISO 6892-2 |
| Fatigue curves | ISO 1099 ISO 12106 ISO 12107 ASTM E606M |
| Creep rupture stress | EN ISO 204 |
| Creep – fatigue curves | ASTM E2714 ASTM E606M ISO 12106 |
| Fracture mechanics J-R | ASTM E1820 ISO 12135 |

In base all'applicazione del materiale, le proprietà devono anche essere valutate dopo l'invecchiamento termico e dopo l'esposizione a irraggiamento. Le condizioni di test del piano sperimentale dovranno essere rappresentative delle condizioni operative di utilizzo del materiale innovativo.

La qualificazione dei rivestimenti superficiali in ambito nucleare deve tenere conto non solo della capacità del rivestimento di non alterare le prestazioni di base del materiale, ma anche della sua abilità di mantenere la funzione progettata sotto condizioni operative specifiche. Le proprietà termomeccaniche devono essere attentamente valutate per garantire che non si verifichino incompatibilità che possano portare a un

degrado prematuro del rivestimento. Questo approccio metodico e dettagliato è essenziale per assicurare la durata e l'efficacia dei rivestimenti in contesti nucleari, contribuendo così alla sicurezza complessiva dell'impianto.

Dossier per introduzione materiale innovativo

L'introduzione di nuovi materiali e prodotti nel settore nucleare dovrebbe essere preceduta dalla preparazione di un Dossier dei Materiali. Questo dossier dovrà includere i seguenti documenti:

- **Rapporto di Qualifica Tecnica:** che copre la qualifica della parte o del prodotto e la qualifica del laboratorio.
- **Nuove Specifiche di Approvvigionamento di Riferimento:** dovranno essere definite le nuove specifiche di approvvigionamento del materiale con il dettaglio dei controlli da effettuare sul prodotto finale in termini di manufacturing, proprietà meccaniche, analisi chimica, e controlli non distruttivi per rilevazioni di difetti.
- **Nuovo Set di Caratteristiche:** dovranno essere raccolte tutte le caratteristiche chimico-fisiche e di performance strutturale del nuovo materiale, necessarie per la progettazione meccanica di futuri componenti del reattore.

Il dossier dovrebbe essere strutturato come segue.

1. **Introduzione al materiale innovativo:** descrizione delle specifiche di approvvigionamento e dettaglio delle applicazioni industriali per il nuovo materiale
2. **Report sulle proprietà chimico fisiche del nuovo materiale**
3. **Caratteristiche meccaniche del metallo base e delle giunzioni saldate:** queste comprendono le caratteristiche meccaniche di base, curve di creep, caratteristiche meccaniche dopo irraggiamento quando significativo. Dovrà inoltre essere garantita la coerenza tra le caratteristiche rilevate durante la fase di sviluppo del materiale innovativo e quelle del prodotto finale.
4. **Fasi di sviluppo:** riportare le fasi di sviluppo seguite per lo studio del materiale innovativo
5. **Manufacturing:** riportare le principali tecnologie per la produzione e la trasformazione del nuovo materiale, con dettaglio dei parametri operativi.
6. **Saldabilità:** riportare le principali tecnologie secondo le quali il materiale risulta saldabile. Ogni tecnologia dovrà essere validata tramite opportuni test che garantiranno le performance meccaniche della saldatura, quali proprietà meccaniche (resistenza, tenacità), resistenza alla formazione di cricche (a caldo, a freddo e da riscaldamento); dovranno inoltre essere valutate le caratteristiche della saldatura dopo corrosione e dopo esposizione a irraggiamento.
7. **Comportamento in servizio:** dovranno essere riportate tutte le caratteristiche del materiale in condizioni operative di servizio, quali invecchiamento termico, corrosione, erosione, irraggiamento.

Dossier per i Rivestimenti Superficiali Innovativi

L'introduzione di rivestimenti superficiali innovativi nel settore industriale richiede la preparazione di un Dossier dei Materiali. Questo documento dovrà includere una serie

di relazioni e specifiche dettagliate per garantire la qualità, l'efficacia e la sicurezza dei nuovi materiali proposti. Di seguito è presentata la struttura consigliata del dossier.

1. Introduzione ai Rivestimenti Superficiali Innovativi

- **Descrizione dei Rivestimenti:** Fornire una panoramica dei rivestimenti superficiali innovativi, compresi i materiali utilizzati, le tecnologie di applicazione e le potenziali applicazioni industriali.
- **Specifiche di Approvvigionamento:** Dettagliare le specifiche di approvvigionamento del materiale, comprese le proprietà meccaniche, chimiche e le caratteristiche di performance attese.

2. Rapporto sulle Proprietà Chimico-Fisiche

- **Analisi Chimica:** Fornire un'analisi completa della composizione chimica dei rivestimenti.
- **Proprietà Fisiche:** Descrivere le proprietà fisiche rilevanti, come la densità, la capacità di adesione ed altre proprietà che potrebbero essere funzionali.

3. Tecnologie di Produzione

- **Tecnologie di Applicazione:** Descrivere le tecnologie utilizzate per l'applicazione dei rivestimenti, come la deposizione fisica da vapore (PVD), la deposizione chimica da vapore (CVD), o altre tecniche innovative.
- **Parametri Operativi:** Fornire i parametri operativi chiave per ogni tecnologia di produzione.

4. Fasi di Sviluppo

- **Processo di Sviluppo:** Dettagliare le fasi di sviluppo seguite per lo studio e l'implementazione dei rivestimenti superficiali, inclusi i test preliminari e le valutazioni di laboratorio.
- **Convalida dei Materiali:** Documentare le procedure e i risultati dei test di convalida.

5. Adesione e Saldabilità

- **Adesione del Rivestimento:** Valutare l'adesione del rivestimento alla superficie del substrato attraverso test specifici.
- **Tecniche di Saldatura:** Documentare le tecniche di saldatura compatibili con i rivestimenti, inclusi i test di validazione delle performance meccaniche delle saldature.

7. Comportamento in Servizio

- **Durabilità Operativa:** Analizzare il comportamento del materiale in condizioni operative, inclusi invecchiamento termico, resistenza alla corrosione e all'erosione.
- **Resistenza in Ambienti Estremi:** Valutare la resistenza del rivestimento in ambienti estremi, come esposizione a irraggiamento, temperature elevate e condizioni corrosive.

3-2.5.6 Implementazione e Sviluppo

L'implementazione del nuovo quadro legislativo per l'introduzione di materiali e coating innovativi nel settore nucleare raffreddato a piombo richiede un approccio strutturato

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

e coordinato, che possa garantire efficacia e sicurezza. Di seguito sono delineate le fasi principali e il coinvolgimento delle parti interessate.

Fasi di Implementazione del Nuovo Quadro Legislativo

- **Pianificazione e Preparazione:** La fase iniziale prevede una dettagliata pianificazione, comprendente la revisione delle normative esistenti e l'identificazione delle necessità per nuovi regolamenti. In questa fase, è fondamentale definire chiaramente gli obiettivi e le tempistiche per assicurare una transizione agevole.
- **Consultazione Pubblica e Raccolta Feedback:** Una fase di consultazione pubblica sarà avviata per raccogliere feedback dalle parti interessate, incluse industrie, enti di ricerca, università e il pubblico generale. Questo processo assicurerà che le nuove normative siano ben comprese e accettate.
- **Sviluppo delle Linee Guida:** Successivamente, saranno elaborate linee guida dettagliate che descrivano i requisiti tecnici, le procedure di test e i criteri di certificazione per i nuovi materiali. Queste linee guida saranno formulate sulla base dei feedback ricevuti e delle migliori pratiche internazionali.
- **Implementazione e Monitoraggio:** Una volta approvate, le nuove normative saranno implementate attraverso un processo graduale che includa la formazione degli ispettori, la distribuzione delle linee guida agli stakeholder e l'avvio dei programmi di test e certificazione. Saranno istituiti meccanismi di monitoraggio per valutare l'efficacia delle nuove normative e apportare eventuali aggiustamenti necessari.

Coinvolgimento delle Parti Interessate:

- **Industria:** Le aziende del settore nucleare saranno coinvolte fin dalle prime fasi di consultazione per assicurare che le loro esigenze e preoccupazioni siano considerate. Esse saranno parte attiva nei programmi di test e certificazione, nonché nella fase di implementazione delle nuove normative.
- **Università ed Enti di Ricerca:** Le istituzioni accademiche e gli enti di ricerca giocheranno un ruolo cruciale nella ricerca e sviluppo di nuovi materiali. La collaborazione tra industria e università sarà incentivata attraverso programmi di finanziamento congiunti e progetti di ricerca collaborativi.
- **Agenzie di Regolamentazione e Governo:** Gli enti regolatori e le agenzie governative saranno responsabili della supervisione dell'implementazione del nuovo quadro legislativo. Essi saranno anche coinvolti nella revisione e aggiornamento continuo delle normative per rispondere ai progressi tecnologici e alle nuove scoperte scientifiche.
- **Società Civile e Pubblico:** La trasparenza e la comunicazione con il pubblico sono fondamentali per l'accettazione sociale delle nuove tecnologie. Saranno organizzate campagne informative e consultazioni pubbliche per educare e coinvolgere la società civile nel processo decisionale.

3-2.5.7 Conclusioni e Raccomandazioni

nell'analisi condotta si sottolinea l'urgenza di un quadro legislativo aggiornato per facilitare l'introduzione di materiali e rivestimenti innovativi nei sistemi nucleari raffreddati al piombo in Italia. Tali tecnologie richiedono norme che assicurino i massimi standard di sicurezza, affidabilità e qualifica a livello internazionale.

Raccomandazioni

1. Revisione Normativa: È imperativo aggiornare il corpus legislativo esistente per includere regolamentazioni specifiche riguardanti i materiali innovativi e i reattori raffreddati al piombo.

2. Linee Guida Tecniche: Sviluppare e implementare linee guida dettagliate che coprano la qualificazione, il testing e la certificazione dei nuovi materiali, seguendo le migliori pratiche internazionali.

3. Incentivi alla Ricerca e Sviluppo: Promuovere attivamente finanziamenti e incentivi per la ricerca e lo sviluppo di tecnologie nucleari avanzate, favorendo la collaborazione tra industria e istituzioni accademiche.

4. Formazione e Sensibilizzazione: Organizzare programmi di formazione avanzata per ispettori e tecnici, unitamente a campagne informative per sensibilizzare e ottenere il consenso del pubblico.

5. Monitoraggio e Aggiornamento Continuo: Istituire meccanismi di monitoraggio rigorosi per valutare l'efficacia delle normative, apportando aggiornamenti in risposta ai progressi tecnologici e alle nuove scoperte scientifiche.

L'attuazione di queste raccomandazioni è essenziale per creare un ambiente normativo propizio all'innovazione nel settore nucleare italiano, garantendo al contempo i più alti livelli di sicurezza e sostenibilità.

C3-3 Legislazione e processi autorizzativi per impianti a fissione

3-3.1 **Premessa**

Un Paese che intende avviare un programma per la produzione di energia da fonte nucleare deve essere in grado di creare le infrastrutture necessarie e sufficienti per gestire il programma in sicurezza e a lungo termine.

Gli standard internazionali [IAEA SSG-16] identificano in almeno 10-15 anni il periodo di tempo che intercorre tra quando un Paese decide di avviare un programma nucleare e l'avvio all'esercizio della prima centrale nucleare.

In tale contesto l'Italia si colloca come un Paese che, pur avendo abbandonato il programma nucleare negli anni '80, ha mantenuto viva la cultura della sicurezza nucleare attraverso il programma di disattivazione delle installazioni nucleari nazionali, la conduzione dei reattori nucleari da ricerca tutt'oggi in esercizio, la formazione negli atenei e la partecipazione di numerose realtà industriali e enti di ricerca a progetti per lo sviluppo, la realizzazione e l'esercizio di impianti nucleari all'estero. Quanto fatto per mantenere e sviluppare la cultura della sicurezza, permetterà di diminuire le tempistiche

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

individuata dalla IAEA necessarie per l'avvio del futuro programma nucleare nazionale, tempistiche che saranno comunque inevitabilmente collegate alle risorse messe a disposizione nel Paese.

Ad ogni modo, è possibile dividere in 5 fasi lo sviluppo dell'infrastruttura necessaria per la gestione in sicurezza di un programma nucleare, individuando per ciascuna fase un arco temporale per l'implementazione di ciascuna fase che dipende dalle risorse messe a disposizione dal Paese:

Fase 1: il Paese effettua le dovute considerazioni sulle infrastrutture di sicurezza necessarie prima di arrivare alla decisione di lanciare il programma nucleare. **(1–3 anni)**.

Fase 2: sviluppo di tutte le infrastrutture di sicurezza necessarie (legislazione, regolatore, operatore, normativa di regolamentazione e tecnica) per la realizzazione del programma nucleare. **(3–7 anni)**.

Fase 3: realizzazione della prima centrale nucleare **(7–10 anni)**.

Fase 4: esercizio della centrale nucleare **(40–60 anni e oltre)**.

Fase 5: smantellamento della centrale nucleare **(20 anni + gestione rifiuti radioattivi e combustibile esaurito)**.

La stessa Direttiva sicurezza 71/2009/EURATOM richiede che gli Stati membri debbano istituire e mantenere un quadro legislativo, normativo e organizzativo nazionale per la sicurezza delle installazioni nucleari. Il quadro nazionale deve prevedere in particolare:

- a) una chiara allocazione delle responsabilità ed il coordinamento tra gli organismi statali competenti nel campo della sicurezza nucleare;
- b) la definizione dei requisiti nazionali di sicurezza nucleare, riguardanti tutte le fasi del ciclo di vita delle installazioni nucleari;
- c) un sistema per la concessione delle licenze che preveda il divieto di esercizio degli impianti nucleari senza licenza;
- d) un sistema di controllo della sicurezza nucleare in carico all'autorità di regolamentazione competente;
- e) un sistema di "enforcement" efficace e proporzionato, che consenta di apportare azioni correttive, fino alla sospensione dell'esercizio e alla modifica o revoca di una licenza.

Per l'implementazione delle azioni previste nelle fasi 1-3 sono necessari tre soggetti attuatori (governo, regolatore e operatore) con un livello di coinvolgimento differente con l'avanzare del programma.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

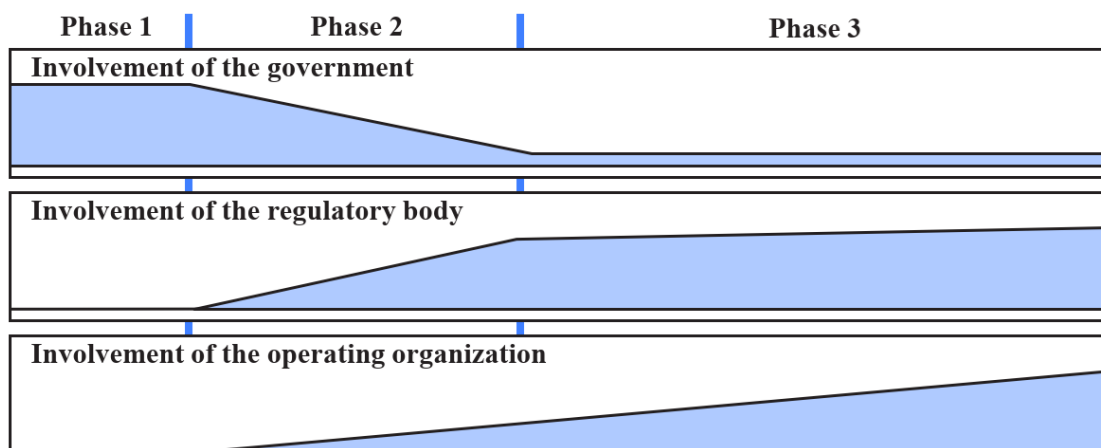


Figura 14: Articolazione delle prime 3 fasi di sviluppo di un programma nucleare e relativo coinvolgimento dei soggetti attuatori (IAEA).

L'operatore può essere di proprietà dello Stato o privato, nazionale o internazionale.

Il sistema legislativo deve garantire che l'organismo di regolamentazione abbia caratteristiche di indipendenza tali da assicurare una assoluta terzietà nei processi autorizzativi e di controllo.

L'organismo di controllo deve avere autorità e risorse di personale e finanziarie sufficienti per poter garantire la necessaria terzietà.

A ciascuna delle tre fasi è associato un obiettivo, raggiunto il quale è possibile passare alla fase successiva (Milestone Approach):

Obiettivo fase 1: Il Paese è pronto per affrontare l'impegno per lo sviluppo di un programma nucleare;

Obiettivo fase 2: Il Paese è pronto per intraprendere i negoziati per il primo impianto nucleare;

Obiettivo fase 3: Effettuazione delle prove nucleari ed avvio all'esercizio del primo impianto nucleare.

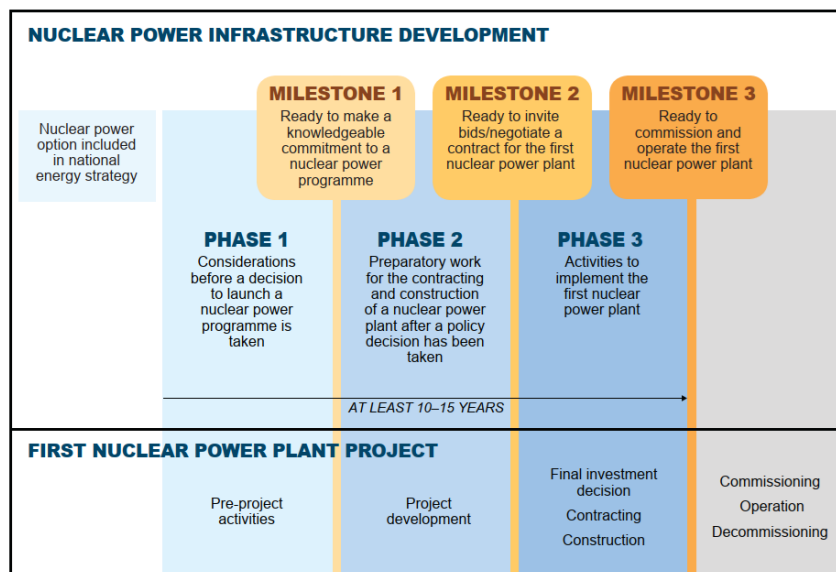


Figura 15: Obiettivi delle prime 3 fasi di sviluppo di un programma nucleare (IAEA).

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

Per ciascuno degli obiettivi, vanno considerati 19 aspetti che servono a sviluppare le infrastrutture necessarie per lo sviluppo del programma (a tal proposito è da menzionare il documento IAEA NG-G-3.1 (Rev. 2) *“Milestones in the Development of a National Infrastructure for Nuclear Power”*, contenente in particolare la lesson learned dall’applicazione del Milestone approach a casi concreti e possibili adattamenti di tale approccio agli SMR):



Figura 16: Elementi da considerare nello sviluppo di un programma nucleare

Come già detto, la situazione standard tracciata dalla IAEA e appena riportata può essere solo parzialmente applicabile al caso italiano, ove una legislazione nell’ambito della sicurezza nucleare e della radioprotezione ed un’autorità di sicurezza già esistono.

Esistono esempi di Paesi che nell’arco di un decennio sono riusciti dal nulla ad avere il primo impianto costruito e in esercizio, adottando un forte piano di investimenti e di reclutamento tanto per l’autorità di regolamentazione, quanto per gli operatori, con un contributo iniziale significativo derivante da personale tecnico di alto profilo ed esperienza proveniente da paesi con una forte storia nucleare alle spalle.

È il caso questo degli Emirati Arabi, che, come riportato in figura, hanno avviato il loro programma nucleare nel 2008 e nel 2018 hanno completato la costruzione della prima delle 4 unità PWR da 1400 MWe previste nel loro programma (la licenza alla costruzione era stata rilasciata nel 2012, mentre la licenza di esercizio per tale impianto è stata rilasciata nel 2020). Va ricordato ad ogni modo che la scelta di un’unica filiera e tipologia di impianto ha favorito in maniera non trascurabile il raggiungimento di questi obiettivi in tempi così ristretti.

Per quanto attiene alle attività oggetto del Gruppo di lavoro n.4 della Piattaforma, si presentano di seguito alcune proposte per l’aggiornamento e l’adeguamento del quadro legislativo e regolatorio per lo sviluppo di un nuovo programma nucleare nazionale.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

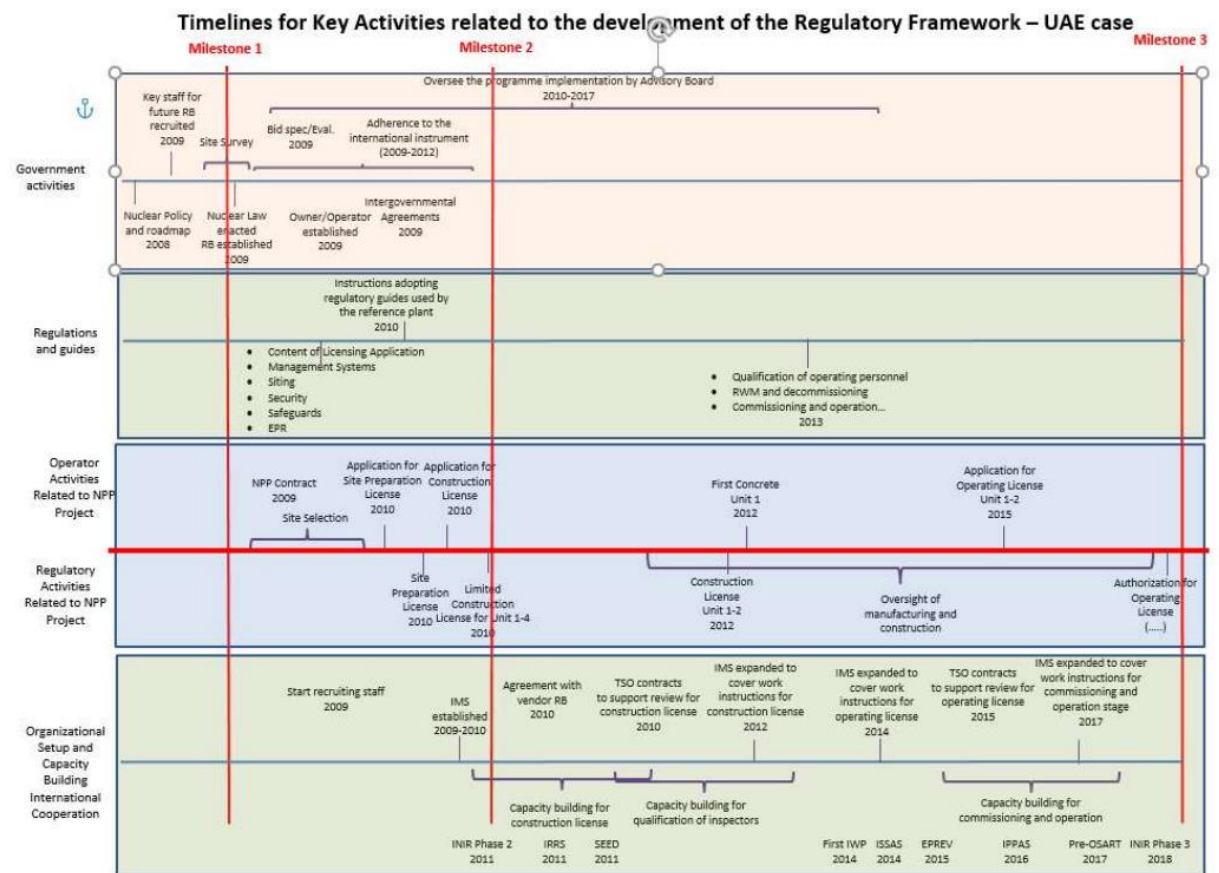


Figura 17: Sviluppo temporale del programma nucleare degli Emirati Arabi.

3-3.2 Proposta per l'aggiornamento e l'adeguamento del Quadro legislativo

Il quadro legislativo per l'energia nucleare deve stabilire le responsabilità di tutte le organizzazioni coinvolte nel programma nucleare coprendo in modo esaustivo gli aspetti di *safety, security*, salvaguardie e responsabilità civile, recependo gli strumenti giuridici internazionali di cui il Paese è parte contraente (Trattati, Convenzioni).

L'Italia è già dotata di un quadro legislativo nel campo della sicurezza nucleare che necessita però di essere aggiornato ed adeguato agli standard internazionali più recenti per ciascuno dei quattro aspetti sopra menzionati.

SICUREZZA (SAFETY) NUCLEARE

Autorizzazione a costruzione ed esercizio

Il combinato dei vigenti dispositivi normativi dettati dalla Legge 1860/62 e dal D.lgs. 101/2020 consente oggi la costruzione, l'esercizio e la disattivazione di installazioni nucleari sul territorio nazionale, siano esse destinate alla ricerca, alla produzione energetica, al ciclo del combustibile o alla gestione dei rifiuti radioattivi.

Tuttavia, l'originaria previsione normativa, nella parte in cui attribuiva la competenza autorizzativa in capo al soppresso Ministero per l'industria e per il commercio, non appare più compatibile con l'attuale assetto di competenze a livello statale e regionale,

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

come si evince anche dagli artt. 4 e 13 del soppresso D.lgs. n. 31/2010, il quale, non a caso, avevano introdotto un procedimento autorizzativo unico, di competenza “*del Ministro dello sviluppo economico di concerto con il Ministro dell’ambiente e della tutela del territorio e del mare e con il Ministro delle infrastrutture e dei trasporti, previa intesa con la Conferenza unificata*” (v. art. 4 del Decreto). **Pertanto anche la norma superstite, dunque, a seguito dell’evoluzione dell’ordinamento, sembra essere divenuta, di fatto, inapplicabile, o per lo meno necessaria di aggiornamenti.**

In merito alla possibilità di delineare i processi autorizzativi sulla base della potenza installata, tale approccio al momento non trova riscontro a livello internazionale, ma possibili sviluppi potrebbero essere intrapresi a seguito delle discussioni in atto sui tavoli internazionali.

In tal senso sarà importante valutare attentamente gli sviluppi dell’**Alleanza Industriale sugli SMR** che sarà pienamente operativa da **settembre 2024** e che fornirà **indicazioni sulle tipologie di progetti di SMR/AMR che verranno con ogni probabilità costruiti per primi sul territorio europeo.**

Contemporaneamente sarà essenziale capire come i lavori della suddetta Alleanza si interfaceranno con i lavori di sviluppo e standardizzazione dei requisiti di sicurezza e dei processi di licensing condotti dalle autorità di sicurezza in ambito ENSREG e WENRA, dai quali sono già emersi alcuni importanti aspetti di licensing:

- **In alcuni paesi gli operatori possono accedere in maniera facoltativa ad una fase di pre-licensing** che dà la possibilità alle autorità di sicurezza di chiarire a monte della fase autorizzativa alcune questioni maggiormente critiche che riguardano il design e le caratteristiche di sicurezza dei singoli impianti. Tale approccio è diffuso anche in paesi extraeuropei (si veda a riguardo **la vendor design review dell’autorità Canadese**).
- La possibilità di **cooperazione tra autorità di sicurezza** circa l’analisi di aspetti di sicurezza di singoli progetti (si veda a riguardo **la Joint Early Review sul progetto Nuward** di Francia, Finlandia e Repubblica Ceca e altri paesi) che **non può sostituire la “sovranità” delle varie autorità di sicurezza nucleari**, ma può comunque rappresentare un importante supporto decisionale per condividere e armonizzare approcci e vincoli in ambito autorizzativo.
- Tranne alcune eccezioni (ad esempio la Romania), in **Europa non è diffuso il ricorso alla certificazione dei progetti in sede di licensing**, come invece è prevista, ad esempio, negli Stati Uniti da parte dell’NRC (design certification).

Con particolare riferimento a quest’ultimo aspetto, va ricordato come **gli standards IAEA (SSG 12 e SRS 119) consigliano il ricorso al design certification soltanto a quei Paesi con una maturata esperienza in ambito di esercizio e vigilanza di impianti nucleari di potenza**, cosa difficilmente ottenibile per Paesi che intendono avviare un nuovo programma nucleare con impianti di nuova generazione, per i quali non si dispone ancora di un’esperienza operativa.

La possibilità di ricorrere alla certificazione di progetti, insieme ad una preliminare validazione/certificazione dei siti, trova la sua utilità e convenienza nell’adozione di processi di **licensing “alternativi”**, come ad esempio la licenza combinata (costruzione ed esercizio) rilasciata dall’NRC (**Combined License**). Tale soluzione si prefigura come un processo autorizzativo **molto impegnativo e dispendioso in termini di risorse per**

l'autorità di sicurezza, in quanto necessità di intense attività di sorveglianza e vigilanza in fase di costruzione e di esercizio, con l'aggiornamento continuo e regolare delle prescrizioni di impianto, rendendo difficoltoso apportare modifiche a progetti di impianto già certificati da parte di un altro ente regolatore estero.

In Italia un processo simile a quello descritto era previsto nel **D.lgs. 31/2010**, dove **l'autorità di sicurezza nucleare** (l'allora costituenda Agenzia per la Sicurezza Nucleare) doveva, nel termine di **90 giorni, accertare la rispondenza degli impianti** (allora si parlava di impianti di grande taglia e non di SMR/AMR/MR) ai migliori standard di sicurezza internazionali e verificare l'eventuale già avvenuta approvazione del progetto di impianto da parte di altre autorità di sicurezza indicate come referenziabili a tale scopo.

Dopo questa fase preliminare di qualifica dell'operatore e di verifica dei requisiti dell'impianto, era prevista la fase istruttoria ai fini del rilascio **dell'Autorizzazione Unica**. Tale istruttoria veniva temporalmente **limitata ad un periodo di soli 12 mesi**, in cui doveva essere valutato il Rapporto Finale di Sicurezza dell'impianto in relazione allo specifico sito e definite le prescrizioni applicative per la fase di realizzazione dell'impianto. Con le attuali risorse a disposizione dell'ISIN, **attuare una simile procedura con tempi così ristretti anche per progetti certificati (con certificazione sito indipendente) sarebbe di difficile implementazione**, soprattutto per impianti innovativi e con un'autorità di sicurezza ancora in fase formativa sugli aspetti di licensing di impianti nucleari di potenza.

A titolo di esempio, in Francia, nel caso di un impianto di potenza di grande taglia, per la fase istruttoria sono concessi all'ASN 3 anni.

Considerando che per i futuri progetti di SMR, in quanto progetti "first of a kind", è prevista una fase di pre-pre-licensing con i vendors/designers e di pre-licensing con gli operatori, i tempi complessivi per le istruttorie di impianto potrebbero non discostarsi molto da quelli necessari per gli impianti di grossa taglia.

Localizzazione

Con l'abrogazione degli artt. da 8 a 12 del D.lgs. n. 31/2010, non esiste più una specifica normativa diretta a disciplinare la localizzazione degli impianti nucleari, sia in termini di programmazione preliminare strategica del fabbisogno energetico, sia in termini di definizione delle modalità per l'individuazione delle aree potenzialmente idonee a ospitare impianti nucleari. Analogamente a quanto già affermato nel caso del processo di Autorizzazione Unica prevista nel D.lgs. 31/2010, uno degli aspetti critici della procedura di localizzazione allora proposta riguardava i tempi stringenti per l'espletamento dell'istruttoria da parte l'allora costituenda ASN e per l'emissione dei pareri delle altre Amministrazioni coinvolte.

Altro aspetto importante da considerare riguarda la necessità di armonizzare in una sintesi efficace i possibili processi autorizzativi dei nuovi impianti con le **autorizzazioni ambientali previste dal D.lgs. 152/2006 (in particolare VAS, VIA e AIA)**. La costituzione di un **programma nucleare nazionale dovrà essere necessariamente sottoposto a VAS**, ma sicuramente andranno considerati tempi e modalità di **interfacciamento e armonizzazione tra il processo autorizzativo per la costruzione e l'esercizio degli**

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

impianti, la localizzazione dei siti e i procedimenti di VIA e AIA che parallelamente andrebbero a svilupparsi, come veniva anche riportato nel D.lgs. 31/2010.

Disattivazione

Il D.lgs. 101/2020 prevede già le procedure per il rilascio dell'autorizzazione per la disattivazione di una installazione nucleare, per la conduzione delle relative attività e per i controlli effettuati dall'autorità di sicurezza nucleare.

Riassumendo quanto detto per le autorizzazioni delle fasi di localizzazione, costruzione ed esercizio, è possibile avanzare le seguenti proposte in merito al procedimento autorizzativo da adottare:

- Dovrà essere prevista una fase informale di pre-pre-licensing tra l'autorità di sicurezza ed i vendors/designers con l'obiettivo di familiarizzare con le caratteristiche dei nuovi impianti "first of a kind" e permettere all'autorità di sicurezza di acquisire informazioni sul livello di maturità del progetto e sulle tempistiche dei test/sperimentazioni necessari;
- Dovrà essere prevista una fase formale di pre-licensing con gli operatori durante la quale l'autorità di sicurezza potrà esprimersi sugli aspetti più critici che riguardano il progetto;
- L'impostazione del procedimento autorizzativo dovrà prevedere **fasi ben distinte per le fasi di costruzione ed esercizio, assegnando tempi istruttori compatibili con le risorse assegnate e le effettive esigenze istruttorie;**
- Considerare la possibilità di **certificare progetti di impianti solo se ciò è coerente con quanto si sta sviluppando a livello europeo, con particolare riferimento agli sviluppi dell'Alleanza Industriale sugli SMR ed alle iniziative di armonizzazione dei processi di licensing tra i regolatori europei.** Va ricordato che all'art. 7 del D.lgs. 31/2010 era previsto che *"le approvazioni relative ai requisiti e alle specifiche tecniche di impianti nucleari, già concesse negli ultimi dieci anni dalle Autorità competenti di Paesi membri dell'Agenzia per l'energia nucleare dell'Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico (NEA-OECD) o dalle autorità competenti di Paesi con i quali siano definiti accordi bilaterali di cooperazione tecnologica e industriale nel settore nucleare, previa approvazione dell'Agenzia, sono considerate valide in Italia"*. Ad oggi una tale disposizione per impianti di nuova generazione, senza dati disponibili da una pregressa esperienza operativa, risulta impraticabile;
- Si potrà valutare la possibilità di introdurre processi autorizzativi distinti introducendo una graduazione delle informazioni ed analisi richieste dall'autorità di sicurezza, sulla base dell'esperienza operativa della tecnologia proposta dall'operatore e sulla base della tecnologia stessa (SMR, MR);
- Chiarire le modalità di **armonizzazione dei processi di VIA e AIA** rispetto al procedimento autorizzativo da normare, ricordando ad esempio che **l'AIA era prevista per gli impianti nucleari nel D.lgs. 31/2010 ma non è prevista nel D.lgs. 152/2006.** Va inoltre ricordato come nel D.lgs. 31/2010, secondo l'art. 13 l'autorità di sicurezza *"... ai fini della conclusione dell'istruttoria, acquisisce la Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) e la Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA), ai sensi*

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e successive modificazioni, con parere motivato delle rispettive commissioni e si adegua ai loro esiti ” e che “La commissione VIA non duplica le valutazioni da essa già effettuate in sede di VAS ed anche ai fini dell'AIA, effettua le valutazioni di cui al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni, con le modalità ed entro e non oltre i termini ivi previsti. Resta ferma la valutazione dell'Agenzia con riguardo alla localizzazione del sito.”

- Per la **localizzazione dei siti** è necessario, analogamente a quanto fatto per il deposito nazionale, l’emanazione di una **guida tecnica che fissi i criteri per la localizzazione degli stessi, secondo quelli che sono i requisiti e gli standard internazionali (IAEA, WENRA, ...)**. Si ricorda inoltre che nel D.lgs. 31/2010 prevedeva che l’autorità di sicurezza “*può richiedere agli operatori una sola volta informazioni ed integrazioni in relazione ad ogni aspetto di carattere tecnico, indicando le modalità ed i termini per adeguarsi a quanto richiesto*”, previsione che risulta di difficile applicabilità e che comunque deve essere commisurata alle reali risorse messe a disposizione dell’autorità di sicurezza nucleare.

Conduzione impianti

Per quanto riguarda la conduzione delle installazioni nucleari e più in particolare le verifiche di idoneità tecnica e medica, come previste dalla Legge 1450/70, si rende necessario apportare alcuni interventi di modifica in merito ai seguenti aspetti:

- inserimento al CAPO I (*Disposizioni di carattere generale*) della nuova classe di impianti (strutture per lo stoccaggio del combustibile esaurito);
- accorpamento del CAPO II (*Attestato di idoneità per la direzione tecnica degli impianti nucleari*) e del CAPO III (*Patenti di abilitazione per la conduzione di impianti nucleari*), uniformando, pertanto, le procedure per il rilascio di attestati di direzione a quelle vigenti per le patenti di conduzione;
- modifica del CAPO IV (*Commissioni esaminatrici*) in merito alle Amministrazioni designanti i componenti delle commissioni ed alla durata delle stesse;
- aggiornamento delle norme transitorie di cui al CAPO V (*Disposizioni finali e transitorie*);
- aggiornamento sui requisiti dei titoli di studio;
- aggiornamento dei requisiti per il rilascio degli attestati di direzione prevedendo l’estensione del periodo di tirocinio e/o di affiancamento alla direzione;
- eventuale elaborazione di un nuovo D.P.R., abrogativo del D.P.R. n. 1450/1970.

Preparazione e risposta alle emergenze

Le attuali disposizioni contenute nel D.lgs. 101/2020 sarebbero applicabili anche gli eventuali nuovi impianti.

Sarà necessario rivedere il Piano nazionale per le emergenze nucleari e radiologiche nelle parti relative ai presupposti tecnici, alle analisi incidentali ed alle contromisure da adottare in caso di evento incidentale a carico di una installazione nazionale.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

Sicurezza (Security) nucleare

La Legge 58/2015 ed il Decreto attuativo del'8 settembre 2017, coprono le previsioni dettate dalla Convenzione sulla protezione fisica delle materie nucleari, come emendata nel 2005.

Salvaguardie

Il sistema di controllo delle salvaguardie previsto ed attuato a livello internazionale non necessita di revisioni, ma di azioni per aggiornare il quadro Italiano nell'accordo Euratom-IAEA.

Responsabilità civile per danno da incidente nucleare

La Legge 1860/62 ha recepito la Convenzione di Parigi sulla responsabilità civile in caso di incidente nucleare. Con l'avvio di un nuovo programma nucleare andrà deciso come modificare i massimali stabiliti nella Legge e nel relativo Decreto attuativo.

Conclusioni

Per quanto esposto, si ritiene imprescindibile, ai fini dell'avvio di un nuovo programma nucleare, introdurre una nuova regolamentazione normativa, volta a disciplinare in forma organica ed esaustiva sia la definizione degli obiettivi strategici e programmatici, sia le procedure autorizzative, nel rispetto dei più aggiornati standard internazionali ed in linea con quelle che saranno le indicazioni che usciranno dai lavori dell'Alleanza Industriale e dai lavori dei gruppi di regolatori per la sicurezza nucleare europei (ENSREG e WENRA).

Ad una prima fase decisionale che dovrà concludersi con l'impegno politico di avviare un nuovo programma nucleare, dovrà seguire la creazione e il rafforzamento delle infrastrutture necessarie per il lancio del programma che dovranno garantire il mantenimento della sicurezza a lungo termine, senza escludere a priori alcun processo autorizzativo in grado di velocizzare le fasi di localizzazione dei siti, costruzione ed esercizio, ma tenendo in dovuta considerazione le risorse messe a disposizione dal Paese, con particolare riferimento agli aspetti regolatori e di controllo.

Quale proposta per i processi autorizzativi, anche sulla base delle raccomandazioni dettate dagli standard internazionali, sarà necessario stabilire le tecnologie sulle quali il Paese intende veramente investire al fine di valutare le necessarie risorse in termini di capitale umano ed economico. La necessità di avviare una fase ricognitiva/conoscitiva delle nuove tecnologie SMR, AMR, MR, permetterà di valutare il reale stato di maturità dei progetti ed acquisire informazioni sulle tempistiche necessarie per finalizzare i test su nuovi combustibili, materiali e sistemi.

La possibilità di sfruttare una autorizzazione unica per le fasi di costruzione ed esercizio è consigliata solo per quei Paesi che hanno un'esperienza operativa con impianti in esercizio, visto il carico di lavoro e le conoscenze necessarie da parte del regolatore, mentre la possibilità di installare sul territorio nazionale impianti che siano stati certificati da autorità di sicurezza estere resta un aspetto da valutare, anche sulla base dei lavori e delle decisioni che verranno prese in sede Comunitaria in relazione agli sviluppi dell'Alleanza Industriale.

Ciò non escluderà la possibilità di introdurre processi autorizzativi distinti introducendo una graduazione delle informazioni e delle analisi richieste, sulla base della tecnologia proposta dall'operatore, dell'esperienza operativa della tecnologia stessa ed in relazione all'applicabilità o meno di specifici requisiti di sicurezza stabiliti dall'autorità di sicurezza.

Per gli aspetti di localizzazione dei siti, andranno armonizzati i processi tra VAS, VIA e AIA, anche con il processo di licensing condotto dall'autorità di sicurezza sugli aspetti di sito, al fine di limitare sovrapposizioni e ridurre le tempistiche istruttorie.

Ad oggi nell'elenco delle installazioni sottoposte a processo di VIA compaiono le centrali nucleari, senza distinzione di potenza installata, mentre tali impianti non risultano tra quelli assoggettati al processo AIA, motivo per cui venne inserita l'AIA direttamente nel D.lgs. 31/2010.

Quanto stabilito in passato nel D.lgs. 31/2010, potrà essere ripreso sia per gli aspetti di localizzazione che per gli aspetti autorizzativi, andando però a ridefinire tempi e modi di attuazione dei veri processi autorizzativi, anche sulla base delle risorse a disposizione delle amministrazioni procedenti e concorrenti.

3-3.3 **Proposta per l'aggiornamento e l'adeguamento del Quadro regolatorio**

Potenziamento dell'autorità di sicurezza nucleare

Il D.lgs. 45/2014 che istituisce l'Ispettorato per la Sicurezza Nucleare e la Radioprotezione (ISIN), attribuisce a tale ente compiti e funzioni di autorità di regolamentazione nel campo della sicurezza nucleare e della radioprotezione, sebbene tale prerogativa non sia esplicitamente dichiarata per gli impianti nucleari in esercizio, a meno dei reattori di ricerca. A tale riguardo, si segnala che, in conformità con gli standard IAEA (si veda a riguardo il documento tecnico "IAEA-TECDOC-1835"), sarà necessario tenere conto della necessità di individuare un "Organismo di regolazione" che autorizzi la localizzazione, l'esercizio e la costruzione di impianti nucleari di potenza. Le disposizioni legislative vigenti (vedi D.lgs. 101/2020) sanciscono attualmente che tale **prerogativa, a meno della localizzazione, spetta al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, sentito l'ISIN.**

La configurazione di un'autorità di regolamentazione competente per gli impianti nucleari potrebbe prevedere che, come già accade in altri Paesi, le prerogative per la conduzione dei processi autorizzativi ed i rilasci delle relative autorizzazioni vengano attribuite all'autorità di sicurezza nucleare.

Un'autorità di regolamentazione competente, forte, dotata delle necessarie risorse e di un'effettiva indipendenza nei processi decisionali regolatori, costituisce un requisito fondamentale del quadro normativo comunitario in materia di sicurezza nucleare. È della massima importanza che l'autorità di regolamentazione competente possa esercitare i propri poteri in modo imparziale, trasparente e libero da qualsiasi influenza indebita sul suo processo decisionale regolatorio, al fine di garantire un livello elevato di sicurezza nucleare.

Va ricordato, infatti, come le Direttive comunitarie in materia di sicurezza nucleare e gestione del combustibile nucleare e dei rifiuti radioattivi (71/2009/Euratom, 87/2014/Euratom e 70/2011/Euratom), prevedono che gli stati membri dell'Unione Europea si dotino di **un'autorità di regolamentazione competente con poteri,**

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

competenze giuridiche e risorse umane e finanziarie necessarie e sufficienti per adempiere ai propri obblighi. Le stesse Direttive prevedono che **l'autorità di regolamentazione riceva stanziamenti di bilancio adeguati che consentano l'espletamento delle proprie funzioni di regolamentazione definite dal quadro normativo nazionale**. Inoltre l'autorità deve **possedere un numero adeguato di personale in possesso delle qualifiche, dell'esperienza e della competenza necessarie per adempiere ai propri obblighi e può impiegare risorse e competenze, scientifiche e tecniche, esterne a supporto delle funzioni di regolamentazione**.

In merito a quest'ultimo aspetto, la possibilità di individuare le necessità in termini di risorse finanziarie e umane di un ente regolatore non può prescindere dallo stabilire quali sono il numero di impianti e la tipologia prevista in un programma nucleare. A riguardo è possibile prendere a termine di paragone un paese europeo che negli ultimi anni ha sviluppato un programma nucleare con centrali di piccola e grande taglia e che dal 2026 si appresta ad iniziare la fase di costruzione di tali impianti: la Polonia. Il programma nucleare della **Polonia prevede 6 unità di grande potenza da 1.6 GWe e 6 siti per la costruzione di complessivi 24 moduli da 300 MWe (BWRX-300)**, oltre a un impianto di **6 moduli da 77 MWe (Nuscale)**. Per la realizzazione di tale programma, l'autorità di sicurezza polacca prevede (dati da missione IRRS IAEA del 2023) che l'attuale staff di 140 dipendenti verrà incrementato di 110 unità fino al 2033, con la maggior parte delle assunzioni previste entro il 2025. Inoltre, per il licensing degli SMR sono previste ulteriori 59 assunzioni.

Nel caso Italiano (dove a differenza della Polonia, sta affrontando il decommissioning delle installazioni del passato programma nucleare), **l'ISIN al 31/12/2023 aveva una dotazione organica di 83 dipendenti**, con un **limite di legge** attualmente fissato in **90 unità (60 tecnici e 30 giuridico - amministrativi) dal D.lgs. 137/2017**. Considerate le future necessità di ISIN per far fronte ai **futuri pensionamenti** ed alla necessità di gestire al meglio le attività già di propria competenza nonché le future attività, tra cui la **realizzazione del Deposito Nazionale** e l'avvio di un nuovo programma nucleare, sarà necessario incrementare il numero di personale e le qualifiche **oggi in dotazione**. Nell'eventualità di un programma nucleare che preveda **10-15 reattori di tipologia SMR tra gli anni 2035-2050**, una previsione di prima approssimazione porta ad una stima per la **dotazione organica dell'ISIN fino a un numero di unità che può oscillare tra le 350 e le 450 unità tecniche**, anche considerando l'eventualità di un TSO interno. A integrazione di quanto appena esposto, nella figura riportata di seguito viene illustrato l'andamento temporale delle unità tecniche in forza all'autorità di sicurezza nucleare a partire dagli anni 60 fino ad oggi. Il "picco" di 450 unità è stato raggiunto verso la metà degli anni '80, in concomitanza con l'allora previsto avvio del "Progetto Unico Nucleare" (PUN), il quale prevedeva la costruzione sul territorio nazionale di circa dieci unità appartenenti alla filiera PWR (Pressurized Water Reactor).

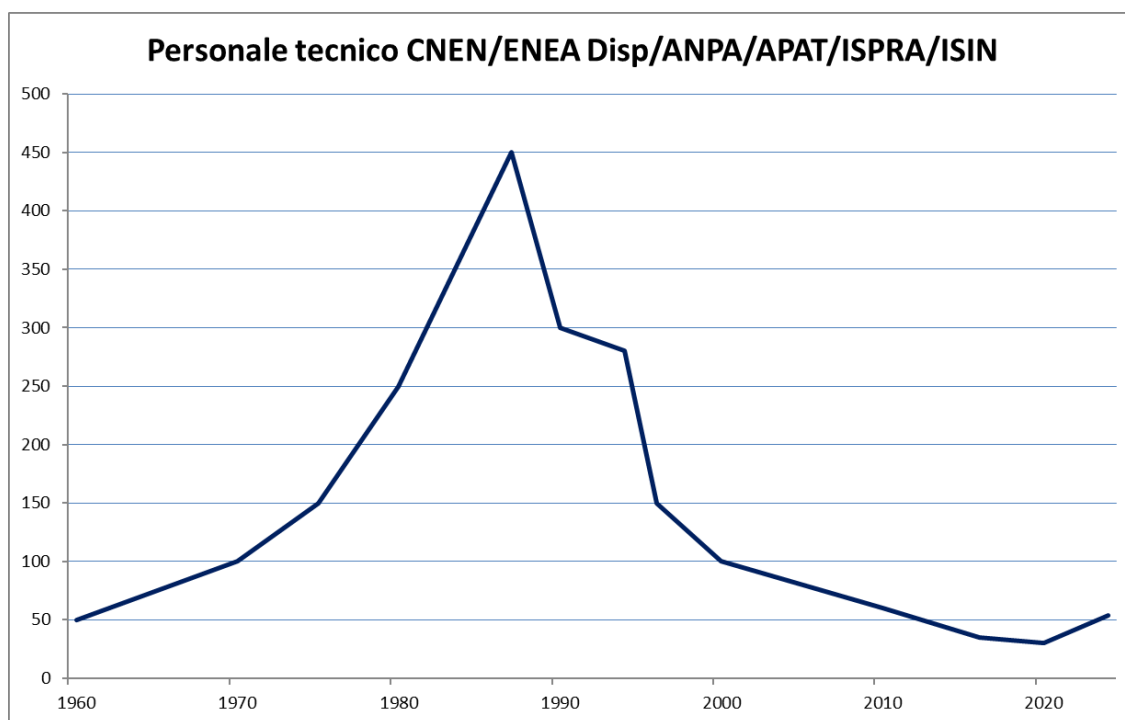


Figura 18: Andamento storico temporale del personale tecnico in forza all'autorità di sicurezza nucleare italiana (ora ISIN)

Organizzazioni di supporto tecnico

Secondo quanto disposto dal **D.lgs. 45/2014** per lo svolgimento dei propri compiti, **l'ISIN può avvalersi, previa la stipula di apposite convenzioni, dell'ISPRA e delle Agenzie provinciali e regionali per la protezione dell'ambiente a fini di supporto tecnico scientifico e di organizzazioni che soddisfino i principi di trasparenza e indipendenza da soggetti coinvolti nella promozione o nella gestione di attività in campo nucleare.** Gli standard IAEA, GSR Parte 1 e SSG-12 prevedono il supporto di una "Organizzazione di supporto tecnico-scientifico" (TSO) in favore dell'Organismo di regolazione, cui attribuire il compito di eseguire revisioni e valutazioni tecniche per accertare se un impianto soddisfa gli obiettivi e i requisiti di sicurezza.

L'ambito delle attività del TSO copre tipicamente le stesse funzioni fondamentali dell'Organismo di regolamentazione, (IAEA GSR Part 1) e, di conseguenza, **la medesima Organizzazione dovrà essere individuata in soggetti che garantiscano la più assoluta indipendenza e, quindi, l'assenza di situazioni di conflitto di interesse con i soggetti preposti alla realizzazione e alla gestione degli impianti, nonché con le organizzazioni che forniscono consulenza o servizi agli operatori stessi.**

Solitamente le soluzioni adottate a livello internazionale, in relazione ai TSO, sono due: la prima prevede un **TSO interno all'autorità di sicurezza, l'altra esterno.** Nel primo caso, adottato storicamente da **Stati Uniti (US NRC), Canada (CNSC) e Giappone (NRA),** e recentemente dalla **Francia (con la fusione tra ASN e IRSN),** l'ente regolatore ingloba al proprio interno il TSO al quale affidare il supporto tecnico scientifico negli ambiti fondamentali che riguardano la sicurezza nucleare. Un approccio di questo tipo permette semplificazioni dal punto di vista della gestione dei processi autorizzativi e del flusso delle comunicazioni, senza precludere la possibilità comunque di delegare alcune

pertinenze in ambito tecnico – scientifico ad organizzazioni esterne che possano supportare l'attività dell'autorità di controllo.

Il secondo caso, quello con **TSO esterno all'autorità di sicurezza**, è adottato da Paesi quali **Belgio, Finlandia e Germania**. Il ricorso a TSO esterni permette all'autorità di sicurezza di interfacciarsi con entità che, per costituzione e per mandato, sono naturalmente deputate a partecipare attivamente all'interno della comunità scientifica, con una formazione continua di cui lo stesso ente regolatore può beneficiare, oltre a fornire in molti casi un parere terzo su questioni tecniche e tipologie di analisi da valutare in sede autorizzativa, in grado quindi di dare completezza alle verifiche di sicurezza svolte dal regolatore.

Guide tecniche

L'azione regolatoria di un'autorità di sicurezza si esplica anche attraverso l'emanazione di guide tecniche che per l'Italia, ai sensi dell'art. 236 del D.lgs. 101/2020, assumono carattere di requisito minimo che gli operatori sono tenuti a soddisfare e, conformemente agli standard internazionali, hanno l'obiettivo di diffondere norme di buona tecnica in materia di sicurezza nucleare e protezione fisica.

In fase di ricognizione è stata già evidenziata la necessità di rivedere, aggiornare e principalmente elaborare nuove guide tecniche che siano in grado di normare l'intero ciclo di vita di un impianto nucleare.

L'avvio di un nuovo programma nucleare dovrà necessariamente prevedere una fase di emanazione di nuove guide tecniche, che dovranno trattare i seguenti aspetti:

- Sicurezza Nucleare
- Localizzazione impianti (siting)
- Costruzione impianti
- Conduzione impianti
- Ciclo del combustibile
- Radioprotezione
- Protezione fisica/security
- Salvaguardie
- Reattori di ricerca
- Gestione della qualità
- Decommissioning
- Gestione rifiuti radioattivi
- Trasporto materiali radioattivi
- Gestione delle Emergenze

A titolo indicativo si riporta il link¹⁵ della pagina web dell'autorità di sicurezza inglese (**ONR**), dove sono elencate le **Technical Assessment Guides (TAGs)** relative ai soli aspetti di sicurezza nucleare. Nel caso inglese il numero totale di guide tecniche si attesta sui **70 documenti circa**, e questo a conferma della necessità di risorse per l'autorità di sicurezza

¹⁵ <https://www.onr.org.uk/publications/regulatory-guidance/regulatory-assessment-and-permissioning/technical-assessment-guides-tags/nuclear-safety-tags/technical-assessment-guides-tags-nuclear-safety-full-list/>

nucleare, che devono essere fornite sin dalle prime fasi di sviluppo del programma nucleare:

Conclusioni

Al fine di poter garantire lo sviluppo di un programma nucleare in sicurezza ed a lungo termine è necessario, fin da subito, estendere i compiti, le funzioni e le risorse assegnate all'ISIN dai D.lgs. 45/2014 e D.lgs. 137/2017. La configurazione organizzativa dell'autorità di sicurezza potrà prevedere che gli aspetti tecnico-scientifici possano essere trattati e sviluppati internamente all'autorità o espletati, su richiesta dell'autorità stessa, da organizzazioni di supporto tecnico-scientifico esterne che garantiscano la più assoluta indipendenza e, quindi, l'assenza di situazioni di conflitto di interesse con i soggetti preposti alla realizzazione e alla gestione degli impianti, nonché con le organizzazioni che forniscono consulenza o servizi agli operatori stessi. Entrambe le configurazioni organizzative presentano vantaggi e svantaggi che andranno opportunamente valutati nel momento in cui il decisore politico intenderà riconfigurare l'ISIN con nuovi compiti e funzioni.

Lo sviluppo di nuove Guide Tecniche da parte dell'autorità di sicurezza rappresenta uno step fondamentale per garantire all'operatore informazioni chiare sulla documentazione, le analisi e le verifiche che dovranno essere fornite ai fini del rilascio di autorizzazioni e della gestione in sicurezza del programma nucleare.

CAP. 4 - ROAD MAP

Nell'ambito della seconda fase delle attività della Piattaforma per il Nuovo Nucleare Sostenibile (PNNS), il Gruppo di Lavoro n. 4 ha impostato, sulla base delle proposte presentate durante la fase 2, una roadmap dove sono previste specifiche attività inerenti i seguenti ambiti:

- *Riorganizzazione del soggetto incaricato di svolgere i compiti di autorità di sicurezza.*
- *Revisione processi autorizzativi per impianti a fissione.*
- *Sviluppo processi autorizzativi per impianti a fusione.*
- *Azioni di riordino del corpo normativo e dei processi di verifica, validazione e qualifica.*

Per ciascuna delle 12 attività individuate viene di seguito riportata l'indicazione temporale di inizio e fine prevista, unitamente ad una sintetica descrizione.

RIORGANIZZAZIONE DEL SOGGETTO INCARICATO DI SVOLGERE I COMPITI DI AUTORITÀ DI SICUREZZA

- 1) **ATTIVITÀ: Ampliamento dei compiti e delle funzioni di ISIN (safety, security, safeguards)**
 - **TEMPI**: inizio **ANNO 1** fine **ANNO 2**

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

- **DESCRIZIONE:** Aggiornamento e modifica del D.lgs. 45/2014 o emanazione di un nuovo dispositivo di legge che confermi ad ISIN i compiti di Autorità di sicurezza per autorizzare la localizzazione, la costruzione, l'esercizio e lo smantellamento di impianti nucleari, nonché l'esercizio dei relativi compiti di vigilanza sugli stessi.
- 2) **ATTIVITÀ:** Individuare le prime tecnologie nucleari su cui puntare per consentire all'ISIN di determinare il dimensionamento delle proprie risorse e competenze necessarie
- **TEMPI:** inizio ANNO 1 fine ANNO 2
 - **DESCRIZIONE:** Sulla base di quanto sarà definito nel programma nucleare nazionale, va definito il piano temporale per il dispiegamento delle diverse filiere di impianto sul territorio italiano, anche al fine di poter determinare nel dettaglio le risorse da destinare all'Autorità di sicurezza e consentire una immediata ed appropriata valorizzazione numerica delle risorse umane da destinare alla pianta organica nella nuova Autorità così costituita.
- 3) **ATTIVITÀ:** Potenziamento del personale ISIN (reclutamento e formazione)
- **TEMPI:** inizio ANNO 1 fine ANNO 4
 - **DESCRIZIONE:** Stabilire, sulla base delle risorse necessarie determinate al punto 2) precedente, un piano di reclutamento e di formazione per il personale tecnico dell'ISIN. Per lo svolgimento di tale attività sarà necessario accedere a programmi di formazione erogati da istituti universitari, organizzazioni internazionali (Euratom, IAEA, NEA, ecc.) e/o autorità di sicurezza estere, e comunque prevedere la disponibilità di risorse che consentano al personale reclutato da ISIN di fruire di periodi di formazione all'estero di significativa durata.

REVISIONE PROCESSI AUTORIZZATIVI PER IMPIANTI A FISSIONE

- 4) **ATTIVITÀ:** Partecipazione ad attività internazionali per definire il processo di prelicensing e di licensing, valutando l'opportunità di riconoscere nel quadro legislativo nazionale il pre-licensing svolto da autorità di sicurezza estere.
- **TEMPI:** inizio ANNO 1 e fine ANNO 6
 - **DESCRIZIONE:** L'attività prevede, unitamente alla partecipazione dell'ISIN ai gruppi di regolatori europei/internazionali (ENSREG, WENRA, NEA e IAEA) che stanno affrontando da un punto di vista tecnico il tema dell'armonizzazione dei processi di licensing per gli SMR/AMR e Microreattori, la stipula di accordi bilaterali o multilaterali con altre autorità di sicurezza già impegnate in analisi e valutazioni preliminari sugli aspetti di sicurezza dei nuovi impianti nucleari (si prenda ad esempio la Joint Early Review per il reattore francese Nuward (EDF) stabilita inizialmente tra le autorità di sicurezza francese (ASN), finlandese (STUK) e della Repubblica Ceca (SUJB), e che successivamente è stata estesa anche alle autorità di sicurezza di Svezia, Polonia e Olanda).

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

Inoltre, sulla base di quanto emergerà dai lavori dell'Alleanza Industriale sugli SMR, andrà valutata la possibilità di riconoscere il pre-licensing svolto da altre autorità si sicurezza estere da sottoporre alla successiva fase di licensing nazionale.

- 5) **ATTIVITÀ:** Sviluppo della nuova legislazione per la sicurezza nucleare (localizzazione, costruzione, esercizio, disattivazione) stabilendo le responsabilità, le procedure autorizzative, le Amministrazioni coinvolte e la gradazione delle informazioni ed analisi richieste in sede di autorizzazione sulla base della tecnologia proposta, dell'esperienza operativa, ecc.
- **TEMPI:** inizio ANNO 1 e fine ANNO 2
 - **DESCRIZIONE:** Tale attività prevede la costituzione di uno o più gruppi di lavoro che prevedano la partecipazione di rappresentanti, giuristi e tecnici, dell'ISIN, dei Ministeri competenti e di enti di ricerca (INGV, ISPRA, università, etc).
- 6) **ATTIVITÀ:** Armonizzazione dei processi VAS, VIA, AIA e licensing
- **TEMPI:** inizio ANNO 1 e fine ANNO 2
 - **DESCRIZIONE:** Tale attività dovrà prevedere il coinvolgimento – ciascuna per quanto di rispettiva competenza - delle Commissioni VIA/VAS e AIA, dell'ISPRA e dell'ISIN, al fine di armonizzare i processi autorizzativi in campo ambientale e della sicurezza nucleare. Andrà verificata inoltre la necessità di aggiornamento del D.lgs. 152/2006.
- 7) **ATTIVITÀ:** Revisione del quadro legislativo per:
- a) la conduzione di impianti nucleari (DPR 1450/70)**
 - b) la protezione fisica delle materie nucleari (Legge 58/2015 e DM 8/9/2017)**
 - c) il regime delle salvaguardie sulla base della revisione dell'accordo Euratom/IAEA**
 - d) la responsabilità civile per danno da incidente nucleare (Legge 1860/62)**
 - e) i presupposti tecnici ed il piano nazionale per le emergenze nucleari**
 - **TEMPI:** inizio ANNO 1 e fine ANNO 8
 - **DESCRIZIONE:** Per tali attività dovrà essere previsto il coinvolgimento di ISIN e di altri Ministeri, Amministrazioni ed Enti interessati.

SVILUPPO PROCESSI AUTORIZZATIVI PER IMPIANTI A FUSIONE

- 8) **ATTIVITÀ:** Sviluppo della nuova legislazione per la sicurezza nucleare (localizzazione, costruzione, esercizio, disattivazione) per impianti a fusione.
- **TEMPI:** inizio ANNO 3 e fine ANNO 8
 - **DESCRIZIONE:** l'attività prevede l'introduzione nella legislazione nazionale:

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

- a) delle definizioni e terminologie tecniche di settore (impianto di ricerca a fusione, impianto di potenza a fusione, plasma, confinamento magnetico, divertore, ecc),
 - b) delle procedure autorizzative,
 - c) delle Amministrazioni coinvolte,
 - d) delle informazioni ed analisi richieste in sede di autorizzazione graduate sulla base della tecnologia proposta, esperienza operativa, inventario radiologico, ecc.
- 9) **ATTIVITÀ: Collaborazioni internazionali per lo sviluppo di sinergie in ottica di licensing per il progetto di impianto.**
- **TEMPI:** inizio **ANNO 1** e fine **ANNO 17**
 - **DESCRIZIONE:** Tale attività prevede la partecipazione a gruppi di lavoro internazionali e ad accordi multilaterali che coinvolgano autorità di sicurezza ed enti di ricerca per stabilire, sulla base delle ultime evidenze scientifiche e dei più recenti processi tecnologici, criteri di sicurezza, metodologie e approcci da seguire per il licensing degli impianti a fusione. Tale attività si prefigura come supporto allo sviluppo del quadro normativo tecnico per gli impianti a fusione.

AZIONI DI RIORDINO DEL CORPO NORMATIVO E DEI PROCESSI DI VERIFICA, VALIDAZIONE E QUALIFICA

- 10) **ATTIVITÀ: Sviluppo di nuove Guide Tecniche e revisione di quelle cogenti: Sicurezza Nucleare (Eventi iniziatori, Analisi incidentale, PSA, Metodologie di analisi e codici di calcolo, classificazione SSC, Rapporti di Sicurezza iniziale e finale, ispezioni in fabbrica, OLCs,), Localizzazione impianti, Costruzione impianti, Prove nucleari e non nucleari, Conduzione impianti (Regolamento di Esercizio, Prove periodiche, Ricariche combustibile, Manutenzione, Gestione invecchiamento, vigilanza e ispezioni,), ecc..**
- **TEMPI:** inizio **ANNO 3** e fine **ANNO 10**
 - **DESCRIZIONE:** Tale attività interesserà l’Autorità di sicurezza nucleare e potrà prevedere la consultazione pubblica degli stakeholders istituzionali e non, nonché delle specifiche occasioni di confronto con le Autorità di sicurezza estere e con le Agenzie internazionali.

Si riporta un elenco indicativo degli aspetti da trattare:

- Sicurezza Nucleare (Eventi iniziatori, Analisi incidentale, PSA, Metodologie di analisi e codici di calcolo, classificazione SSC, Rapporti di Sicurezza iniziale e finale, ispezioni in fabbrica, OLCs, procedure di licensing.....) (**da ANNO 1 a ANNO 6**)
- Localizzazione impianti (**ANNO 1**)
- Costruzione impianti (**ANNO 3**)
- Prove nucleari e non nucleari (**ANNO 9**)

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

- Conduzione impianti (RdE, Prove periodiche, Ricariche combustibile, Manutenzione, Gestione invecchiamento, vigilanza e ispezioni ...) (**ANNO 1**)
- Combustibile nucleare (Gestione combustibile fresco ed irraggiato in stoccaggio sull'impianto) (**ANNO 6**)
- Radioprotezione (Popolazione e lavoratori) (**ANNO 4**)
- Protezione fisica/security (**ANNO 4**)
- Salvaguardie (**ANNO 4**)
- Reattori di ricerca (**ANNO 6**)
- Sistema Gestionale (Manuale di Operazione, ...) (**ANNO 6**)
- Gestione della qualità (**ANNO 6**)
- Decommissioning (**ANNO 4**)
- Gestione rifiuti radioattivi e combustibile esausto (**ANNO 8**)
- Trasporto materiali radioattivi (**ANNO 8**)
- Pianificazione e Gestione delle Emergenze (**ANNO 7**)

11) **ATTIVITÀ: Elaborazione della normativa per componenti nucleari in pressione e della normativa per la progettazione, sperimentazione e qualifica di sistemi e componenti previsti negli impianti nucleari di nuova generazione (SMR, AMR e Microreattori)**

- **TEMPI:** inizio **ANNO 1** e fine **ANNO 6**
- **DESCRIZIONE:** L'attività prevede il completamento e l'allineamento ai nuovi standard della raccolta N sui componenti in pressione sviluppata negli anni '80 per lo sviluppo del Progetto Unificato Nucleare, oltre all'adeguamento normativo per la qualifica di nuovi materiali strutturali e di nuovi rivestimenti superficiali (con particolare riferimento a ad impianti AMR refrigerati a piombo e SMR di tipo LWR), tramite il coinvolgimento delle competenze necessarie nonché delle Amministrazioni interessate.

12) **ATTIVITÀ: Allineamento normativa UNI con relativa normativa ISO e normativa CEI con relativa normativa IEC**

- **TEMPI:** inizio **ANNO 1** e fine **ANNO 6**

DESCRIZIONE: L'attività prevede l'allineamento delle normative tecniche di settore per strutture, sistemi e componenti di impianti nucleari.

CAP. 5 - LINEE GUIDA

5-1.1 Premessa

Nell'ambito delle attività della Piattaforma per il Nuovo Nucleare Sostenibile (PNNS), il Gruppo di Lavoro n. 4 ha impostato, sulla base della roadmap presentata nella fase precedente, le linee guida che trattano tempi, costi, risorse e modalità di finanziamento per l'attuazione dell'attività di rafforzamento del soggetto incaricato di svolgere i compiti di autorità di sicurezza nucleare (ISIN).

Per tutte le altre attività elencate nella roadmap della fase tre della PNNS, afferenti al GdL4, non sono state sviluppate le linee guida in quanto non necessitano di particolari risorse economiche o modalità di finanziamento ma possono essere sviluppate secondo l'attuale assetto istituzionale in quanto trattasi prevalentemente di sviluppo di regolamentazione e normativa tecnica di settore.

Al fine di poter garantire il lancio di un nuovo programma nucleare, è imprescindibile, come peraltro raccomandato dagli standard internazionali della IAEA (GSR part-1, GSG-12, GSG-13, SSG-16) e dalle Direttive UE sulla sicurezza nucleare (2009/71/Euratom, 87/2014/Euratom) e sulla gestione sicura del combustibile nucleare esaurito e dei rifiuti radioattivi (2011/70/ Euratom), che il Paese si doti di un'Autorità per la sicurezza nucleare e la radioprotezione forte, indipendente e che abbia tutte le risorse necessarie per svolgere i compiti e le funzioni assegnategli.

In Italia, come noto, l'ISIN (l'Ispettorato per la sicurezza nucleare e la radioprotezione), svolge tali compiti e funzioni. Tuttavia per soddisfare le raccomandazioni IAEA e per garantire che tutti i requisiti previsti per un'Autorità di sicurezza nucleare siano osservati, l'ISIN necessita di un rapido riordino normativo e di un forte potenziamento senza il quale il Paese non potrà intraprendere la roadmap per lo sviluppo del nuovo programma nucleare.

Come noto, l'istituzione di un organismo di regolamentazione indipendente, dotato di sufficienti risorse e tecnicamente competente è un elemento imprescindibile, stabilito a più alto livello dalla IAEA (SF-1, Principi fondamentali di sicurezza), per lo sviluppo di un programma nucleare sicuro e di lunga durata. Questo principio è rafforzato e ulteriormente elaborato nei requisiti di sicurezza degli standard IAEA, tra cui nel GSR Part 1 (Governmental, Legal and Regulatory Framework for Safety Rev. 1), nel GSR Part 3 (Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards), nel GSR Part 5 (Predisposal management of radioactive waste) e nel GSR Part 6 (Decommissioning of facilities).

Per valutare l'entità del potenziamento necessario sono state effettuate alcune valutazioni mettendo a confronto le Autorità di sicurezza di Paesi storicamente impegnati in ambito nucleare, quali Stati Uniti, Francia, Regno Unito, Svezia, Finlandia, Spagna e Canada. Per i primi tre paesi, tra l'altro, si stanno sviluppando alcune tra le filiere di SMR-LWR (Light Water Reactor) candidate ad essere costruite in Europa a partire dal 2030.

I risultati dettagliati del confronto per tutti i paesi menzionati sono riportati a partire dal paragrafo 5-1.4. Ora riportiamo alcuni dei risultati di detto confronto per Francia, Stati Uniti (USA) e Regno Unito (UK). Si precisa che i costi qui messi in evidenza sono

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

solamente quelli relativi al personale delle autorità di sicurezza, mentre nel paragrafo 5-1.6 sono riportati i costi complessivi.

Francia (Autorità di sicurezza: ASN):

Numero di reattori in esercizio: **56**

Unità di personale presso ASN: **521**

Unità di personale ASN per singolo reattore in esercizio: **9**

Spesa annua stimata per il personale: **circa 50 M€**

Costo del personale per singolo reattore in esercizio: **circa 900 k€/reattore**

USA (Autorità di sicurezza: US-NRC):

Numero di reattori in esercizio: **94**

Unità di personale presso NRC: **4,000**

Unità di personale NRC per singolo reattore in esercizio: **43**

Spesa annua stimata per il personale: **circa 450 M€**

Costo del personale per singolo reattore in esercizio: **circa 5 M€/reattore**

UK (Autorità di sicurezza: ONR):

Numero di reattori installati: **9**

Unità di personale presso ONR: **660**

Unità di personale ONR per singolo reattore in esercizio: **73**

Spesa annua stimata per il personale: **circa 76 M€**

Costo del personale per singolo reattore: **circa 8 M€/reattore**

Analizzando i dati appena riportati è possibile notare come in Francia il costo per reattore risulti più basso rispetto a Stati Uniti e Regno Unito: ciò si verifica in quanto l'USNRC e l'ONR svolgono direttamente le attività di analisi, verifica e controllo in maniera autonoma, mentre in Francia l'ASN si avvale dell'ausilio dell'IRSN (Organizzazione di supporto tecnico dell'ASN), dotata di proprio budget, per svolgere tali funzioni.

5-1.2 Rafforzamento del soggetto incaricato di svolgere i compiti di Autorità di sicurezza nucleare – tempi, risorse e costi.

Prendendo a riferimento un programma nucleare che preveda 10-15 unità SMR (con integrazioni di AMR, Micro-reattori e, a partire dal 2050, di impianti a fusione), si stima un numero tra le 350 e le 450 unità di personale necessarie a ISIN per svolgere tutte le funzioni proprie dell'autorità di sicurezza nucleare. Tale stima mostra una forchetta del 30% in quanto tiene conto della variabilità sul numero di reattori (10-15) e della possibilità di utilizzo di differenti tipologie di filiere che richiederebbero un maggiore numero di personale specializzato per filiera. A tal proposito va tenuto conto che la dotazione ISIN prevista dal D.lgs. 45/2014, come modificato dal D.lgs. 137/2017, è di 90

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

unità complessive (60 tecniche e 30 amministrative): con un organico attuale complessivo di 80 unità e con l'avvio di un nuovo programma nucleare, oltre alle future attività di licensing per i nuovi reattori, l'ISIN dovrà continuare a garantire lo svolgimento dei propri compiti legati alla chiusura del vecchio programma nucleare. La stima presentata è inoltre confrontabile anche con la dotazione organica dell'ENEA-DISP (come mostrato precedentemente nella figura 18 del paragrafo 3-3.3) della metà degli anni '80 che sarebbe servita per lo sviluppo del PUN, oltre che comparabile con le risorse a disposizione delle autorità di sicurezza estere prima analizzate (Francia, Stati Uniti e Regno Unito).

Partendo dall'ipotesi di un piano che preveda il reclutamento annuale di 50-65 unità di personale (a seconda se si considerino 350 o 450 unità) per 6 anni e dovendo sviluppare un'attrattività che permetta di reperire sul mercato il numero di unità necessario, prendendo a riferimento un costo medio per unità di personale analogo al costo del personale dell'ASN francese pari a 95 k€/anno, il costo per il potenziamento del personale ISIN ammonterebbe ad una cifra incrementale compresa:

- tra i 4.75 e i 6.175 M€/anno,
- tra i 14.25 e i 18.525 M€ su base triennale,
- tra i 28.5 e i 37.05 M€ alla fine del secondo triennio.

Se si include il personale attualmente in servizio (80 unità con la media di 95 k€/anno) andrebbero aggiunti altri 7.6 M€/anno, per un costo minimo complessivo annuo del personale che oscillerebbe tra i 36.1 M€ (350 unità) e i 44.65 M€ (450 unità). Considerato che attualmente in ISIN il costo del personale rappresenta circa il 54% del costo complessivo, a regime il budget annuo necessario oscillerebbe tra 66.85 M€ (350 unità) e 82.69 M€ (450 unità).

5-1.3 **Modalità di finanziamento per l'Autorità di sicurezza nucleare**

Analizzando il panorama italiano, si osserva come le Autorità Indipendenti si finanziano secondo i seguenti canali:

- a) finanziamento a carico del bilancio Statale;
- b) contributi e sanzioni a carico delle imprese che operano nel relativo mercato di riferimento.

La maggior parte della Autorità Indipendenti ricevono i propri contributi tramite un sistema misto dove al finanziamento statale si aggiungono i contributi prelevati dalle imprese operanti nel settore di riferimento. Questa sembrerebbe essere la soluzione migliore anche per la futura Autorità di sicurezza nucleare, visto che la stessa Direttiva Europea e gli Standards di sicurezza internazionali richiedono che le Autorità di sicurezza abbiano finanziamenti certi e sufficienti per l'adempimento dei propri compiti. Questa è la forma di finanziamento sostanzialmente utilizzata dall'US-NRC, che viene finanziata in toto dal governo americano, salvo poi impegnarsi a restituire circa il 90% del proprio budget annuale tramite tariffe applicate agli esercenti.

Attualmente le risorse dell'ISIN derivano dal solo finanziamento statale.

Applicata all'attuale situazione nazionale (impianti in decommissioning e gestione rifiuti/combustibile), considerando le attuali funzioni svolte da ISIN nel campo della sicurezza nucleare, la forma di finanziamento sopra descritta potrebbe essere

rimodulata con una soluzione mista/dinamica in cui si potrebbe avere un finanziamento statale che si aggiunge alla tariffazione per gli attuali servizi erogati agli operatori (autorizzazioni, ispezioni, certificazioni, patentamenti,...) fino alla presentazione delle prime istanze di licensing per i nuovi reattori. Da questo momento, si potrebbe procedere con un finanziamento statale cui si aggiungerebbero le tariffe dovute per l'attività istruttoria di pre-licensing e di licensing (mandays o a corpo) per i nuovi reattori e le tariffe per i servizi (autorizzazioni, ispezioni, certificazioni, patentamenti...) richieste a nuovi e vecchi operatori con restituzione di parte del finanziamento statale a fine anno. In questo modo sarebbero garantiti i fondi necessari al funzionamento della nuova Autorità di sicurezza nucleare, rispettando gli obblighi delle Direttive comunitarie, migrando gradualmente il prelievo per i finanziamenti necessari dallo Stato verso gli operatori di settore.

5-1.4 **Confronto sul mandato, la struttura, i compiti e le funzioni delle Autorità di sicurezza nucleari europee e internazionali**

In termini generali, nell'ambito dei compiti e delle funzioni ad essa attribuiti, un'autorità di sicurezza nucleare:

- gestisce i processi autorizzativi, le valutazioni tecniche indipendenti, il controllo e la vigilanza su:
 - o installazioni nucleari in esercizio e in disattivazione,
 - o reattori e impianti di ricerca,
 - o impianti e attività connesse alla gestione dei rifiuti radioattivi e del combustibile nucleare esaurito, delle materie nucleari (salvaguardie), della protezione fisica passiva (security) delle materie e delle installazioni nucleari, delle attività d'impiego delle sorgenti di radiazioni ionizzanti e di trasporto delle materie radioattive;
- emana le certificazioni previste dalla normativa vigente in tema di trasporto di materie radioattive;
- emettere direttamente o esprimere pareri sul rilascio di licenze;
- elabora o propone, promulga e revisiona regolamenti, definendo obiettivi di sicurezza nucleare secondo gli standard riconosciuti a livello internazionale,
- emana guide tecniche nelle materie di competenza;
- fornisce supporto ai ministeri e alle agenzie competenti nell'elaborazione di atti di rango legislativo;
- fornisce supporto alle Autorità governative preposte e agli enti locali nel campo della pianificazione e della risposta alle emergenze nucleari e radiologiche;
- svolge le attività di controllo della radioattività ambientale previste dalla normativa vigente;
- assicura gli adempimenti dello Stato di appartenenza agli obblighi derivanti dagli accordi internazionali sulle salvaguardie;
- assicura la rappresentanza dello Stato di appartenenza nell'ambito delle attività svolte dalle organizzazioni internazionali e dall'Unione Europea nelle materie di competenza;

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

- fornisce le informazioni sulla sicurezza degli impianti nucleari e sulla normativa in materia, interagendo con i vari stakeholder e il pubblico (anche mediante la partecipazione a comitati consultivi);
- promuove la cultura della sicurezza nucleare (safety culture);

A livello europeo e internazionale tali principi vengono applicati con modalità a volte diverse sulla base dei requisiti normativi e del contesto legislativo proprio di ogni Paese. In quest'ottica viene proposto il seguente **confronto tra le autorità di sicurezza di Francia, Stati Uniti, Regno Unito, Svezia, Finlandia, Spagna e Canada**.

Tale confronto viene riportato fondamentalmente a livello di mandato, struttura organizzativa e competenze previste all'interno dell'autorità stessa, con alcune valutazioni anche su aspetti di natura finanziaria. A valle di tale analisi comparativa e ad integrazione della stessa (paragrafo 5-1.5) sono stati riportati i dati inerenti il numero di reattori in esercizio, le unità di personale e il bilancio annuale relativi alle singole autorità di sicurezza, unitamente a ulteriori informazioni di dettaglio per ciascuna autorità di sicurezza nazionale considerata (5-1.6).

5-1.5 **Risultati del confronto**

Di seguito vengono riportati i risultati del confronto operato tra le varie autorità di sicurezza, prendendo riferimento i seguenti elementi:

- 1) il mandato;
- 2) la struttura organizzativa;
- 3) i compiti, le funzioni e le competenze;
- 4) le modalità di finanziamento.

5-1.5.1 Mandato

Coerentemente con quanto riportato nella premessa, in tutti i Paesi è presente un'Autorità di regolamentazione competente in materia di sicurezza nucleare e di radioprotezione, caratterizzata da indipendenza, terzietà e trasparenza nell'esercizio dei propri compiti e delle proprie funzioni.

Va inoltre specificato come nel mandato di tutte le autorità di sicurezza considerate (e ciò vale per tutte le autorità di sicurezza in generale) non sia prevista la promozione dell'uso dell'energia nucleare, né tantomeno la possibilità di scegliere le filiere e le tipologie di impianti e individuare e proporre i siti specifici per l'ubicazione degli stessi. Tali compiti sono propri, per la scelta delle tipologie di impianto, degli enti/organismi deputati alla formulazione dei programmi nucleari nazionali (negli standard IAEA tali enti sono definiti NEPIO - Nuclear Energy Programme Implementing Organization), mentre per la scelta dei siti il soggetto proponente è di solito l'esercente, che opera le sue proposte sulla base dei criteri di sicurezza enunciati nei regolamenti e nelle guide tecniche proposte e/o promulgate dalle autorità di sicurezza che poi si pronuncerà in merito alla costruzione e all'esercizio del dato impianto in un determinato sito.

In relazione all'ambito (o materia) di applicazione del mandato si segnalano le seguenti specificità:

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

- **Nel Regno Unito** l'ONR regola gli aspetti di sicurezza nucleare e radioprotezione unicamente legati ai 35 siti nucleari autorizzati nel proprio territorio (tra cui, diversamente a quanto avviene negli altri paesi analizzati, risultano anche quelli militari), per cui sono escluse le applicazioni mediche (ospedali e centri diagnostici) e industriali dove sono impiegate sorgenti o sostanze nucleari (queste sono di competenza dell'HSE – Health and Safety Executive).
- **In Svezia e Finlandia** l'SSM e lo STUK rispettivamente hanno entrambi mandato anche nell'ambito della protezione dalle radiazioni non ionizzanti (laser, campi elettromagnetici, radiazione ultravioletta), oltre che su quelle ionizzanti.

5-1.5.2 Struttura organizzativa

Nella struttura di tutte le Autorità di sicurezza considerate è presente al vertice un Consiglio direttivo con consiglieri/commissari nominati pro tempore (di solito 5-6 anni) che, unitamente al presidente (il cui mandato dura di solito quanto quello dei commissari), hanno un ruolo direttivo e di indirizzo della politica dell'ente. Tali organi sono designati dai vari governi/parlamenti e garantiscono l'autonomia e indipendenza dell'ente dall'influenza di altre Agenzie e/o Ministeri, in quanto rispondono del proprio operato direttamente ai Parlamenti.

La struttura organizzativa delle Autorità di sicurezza è solitamente articolata in dipartimenti cui afferiscono sezioni e divisioni che rispecchiano l'assegnazione delle funzioni che possono essere di carattere tecnico, amministrativo, manageriale, legale e finanziario, in modo da coprire tutti gli aspetti che per legge devono essere soddisfatti e verificati dagli esercenti e dai titolari di licenze in ambito nucleare.

In Francia (ASN) e negli Stati Uniti (NRC), dato il gran numero di impianti da monitorare e controllare (94 reattori negli Stati Uniti e 56 in Francia) esiste anche una suddivisione regionale degli uffici (11 divisioni regionali in Francia e 4 principali negli Stati Uniti) che supportano la sede centrale per la gestione delle attività istruttorie e ispettive; per quest'ultimo aspetto si ha in genere la presenza di ispettori di sito (**siting inspectors, che ad esempio non sono presenti in Svezia**) che svolgono la loro attività costantemente sugli impianti, per monitorarne al meglio le attività e le condizioni operative generali. **Ai tempi del vecchio programma nucleare italiano esistevano ispettori di sito anche nella vecchia autorità di sicurezza (ENEA-DISP).**

Le **funzioni tecniche** legate alle diverse aree di competenza (sicurezza nucleare, radioprotezione, trasporto materie, gestione rifiuti, salvaguardie, gestione emergenze, etc.) possono essere **articolate in dipartimenti separati** (vedi ad esempio **Spagna, Francia e Finlandia**), oppure essere accorpate in una o più unità di supporto tecnico interno (come avviene in **Canada, Svezia e Stati Uniti**), dove per ogni singola disciplina (ingegneria nucleare, fisica nucleare, ingegneria meccanica, elettrica, dei materiali, analisi di sicurezza, etc.) esistono diverse unità di personale che lavorano su un certo numero di impianti (per l'autorità di sicurezza canadese – CNSC – nel caso di un reattore nucleare possono essere richieste fino a 100 unità di personale per lo svolgimento delle analisi indipendenti legate al rilascio delle licenze di costruzione e di esercizio). Come è possibile osservare dalle tabelle riportate nella sezione dedicata ai singoli Paesi, il **numero di unità di personale per singolo reattore** varia tra i **9 dell'ASN francese** (che, come specificato nel paragrafo 5-1.1, ha in pratica in esercizio tutti reattori di tecnologia

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

della stessa filiera e che si avvale di un TSO esterno) e i **73 dell'ONR inglese** (che si occupa anche di siti militari gestiti dalla difesa), per una **media di circa 50 unità di personale per singolo reattore in esercizio**.

Va inoltre evidenziato come nel caso di **Francia e Finlandia** le autorità di sicurezza si avvalgano, per l'esecuzione delle analisi indipendenti e come ausilio di natura scientifica, di **Organizzazioni di Supporto Tecnico (TSO, Technical Support Organization)**, mentre per gli altri Paesi le competenze di natura tecnico-scientifica sono incorporate all'interno dell'ente regolatore, che in ogni caso può avvalersi di collaborazioni anche dal mondo accademico e della ricerca per le proprie esigenze.

Generalmente i TSO sono enti di ricerca che, sulla base dei principi di indipendenza, terzietà e trasparenza che animano le autorità di sicurezza (e quindi in assenza di potenziali conflitti di interesse nell'esercizio delle proprie attività esterne al ruolo di TSO) dedicano parte delle proprie risorse a supporto delle autorità di sicurezza nucleari.

A partire da gennaio 2025 l'autorità di sicurezza francese ASN si unirà all'attuale TSO, ovvero IRSN, per formare una nuova autorità di sicurezza nucleare, ASNR. Ciò permetterà alla nuova autorità di sicurezza francese di ottimizzare la gestione delle procedure autorizzative, soprattutto in vista dello sviluppo e della diffusione degli Small Modular Reactors (SMRs).

Una nota a margine può essere fatta per quanto riguarda la **gestione della comunicazione**. In alcuni casi, come in **Finlandia per lo STUK**, gli **uffici stampa e quelli preposti alla comunicazione non sono separati, bensì inseriti all'interno della struttura dipartimentale dell'ente e fanno capo direttamente alla direzione**. Il settore comunicazione di un ente regolatore ha fundamentalmente la responsabilità di:

- rafforzare la credibilità dell'autorità di sicurezza in quanto ente affidabile, indipendente ed esperto in materia di sicurezza nucleare e radioprotezione,
- garantire che i cittadini ricevano informazioni accurate, comprensibili e aggiornate sulle attività dell'ente nel campo del monitoraggio degli impianti,
- supportare gli aspetti di comunicazione che riguardano il mandato e la gestione della politica della sicurezza propria dell'ente,
- dare comunicazione su come viene gestita la preparazione per potenziali eventi che interessino impianti nucleari in esercizio e descrivere accuratamente le implicazioni per la sicurezza relativi a possibili scenari emergenziali. Quest'aspetto risulta particolarmente importante durante le consultazioni pubbliche riguardanti le decisioni finali prese sull'autorizzazione di nuovi impianti e/o per l'emanazione di nuove guide tecniche e/o regolamenti.

Una gestione ottimizzata degli aspetti legati alla comunicazione mira, per un'Autorità di sicurezza, al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- creare un elevato grado di fiducia e riconoscimento sia a livello nazionale che internazionale dell'ente,
- dissipare inutili preoccupazioni riguardo la sicurezza in campo nucleare, nella consapevolezza che l'uso delle radiazioni ionizzanti presenta indubbi vantaggi anche in campo medico e industriale,
- fornire una comprensione solida su base scientifica circa gli effetti delle radiazioni ionizzanti sulla salute, creando una sensibilità tra i cittadini e gli stakeholder circa

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

tutte le misure e le disposizioni messe in atto a livello legislativo contro gli effetti dannosi delle radiazioni.

5-1.5.3 Compiti, funzioni e competenze

Le Autorità di sicurezza analizzate presentano, al di là delle attività e delle responsabilità comuni elencate nella premessa, delle differenze relativamente alla possibilità o meno di rilasciare licenze per la localizzazione, la costruzione, l'esercizio e il decommissioning di installazioni nucleari. Relativamente a quest'aspetto è possibile osservare che:

- Le autorità di sicurezza di **Canada, Stati Uniti, Inghilterra** hanno per legge il compito di rilasciare le suddette licenze. Ciò vale anche per la **Francia**, dove è specificato che **la decisione per la "creazione" o la "dismissione" di un impianto avviene tramite un decreto governativo che precede le successive autorizzazioni rilasciate dall'ASN.**
- Le Autorità di sicurezza di **Spagna, Svezia e Finlandia** non hanno il compito di rilasciare autorizzazioni, ma **forniscono pareri alla base dell'approvazione data dai vari governi.** Nel caso di **Svezia e Finlandia** va anche tenuto in conto che, almeno fino al 2022 gli enti locali (municipalità) hanno la possibilità di esercitare il **diritto di veto** sulla costruzione di un impianto nucleare su un determinato sito. **In Finlandia**, inoltre, per la **costruzione di un impianto nucleare di potenza superiore ai 50 MW termici** è necessaria una **decisione di principio del governo**, antecedente a qualsiasi licenza e autorizzazione (DiP – Decision in Principle).

Le Autorità di sicurezza analizzate in questo studio non esercitano un controllo finanziario diretto sugli esercenti e operatori a cui rilasciano le licenze (anche in caso di operatori nazionali pubblici, le autorità di sicurezza qui considerate non controllano come vengono spesi i soldi delle varie utilities). Tuttavia, considerando che gli standard IAEA e le direttive comunitarie stabiliscono che i titolari di licenza per un impianto nucleare devono avere risorse adeguate alla conduzione in sicurezza dei suddetti impianti, in sede autorizzativa vengono richieste agli operatori le garanzie finanziarie necessarie alla costruzione e all'esercizio degli impianti, così come la predisposizione di un fondo per le future attività di decommissioning e la copertura assicurativa dell'impianto in caso di incidente nucleare avente conseguenze nei riguardi della popolazione (nuclear liability).

Nel caso della **Svezia, fino al 2017 l'autorità di sicurezza aveva tra i suoi compiti quello di eseguire il controllo delle modalità di finanziamento del sistema di gestione dei rifiuti nucleari.** Dopo il 2017 tali funzioni sono state trasferite all'ufficio nazionale deputato al controllo del debito pubblico, per il quale comunque l'SSM continua a fornire supporto a livello informativo.

5-1.5.4 Modalità di finanziamento

Per quanto riguarda le modalità di finanziamento, si osserva come in generale il budget annuale venga stanziato dal governo agli enti regolatori analizzati in quanto agenzie governative. Le autorità di sicurezza si impegnano poi a "recuperare" una quota parte del budget annuale tramite tariffazione applicata agli esercenti, in misura variabile da

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

paese a paese (70% in Canada, 80% negli Stati Uniti e il 90% circa in Stati Uniti, Spagna, Regno Unito e Svezia).

Evidenziamo ad ogni modo le seguenti specificità:

- Nel caso della **Francia**, **l'ASN viene finanziata interamente tramite tassazione applicata agli esercenti**, mentre attualmente **l'IRSN viene finanziato per metà del proprio bilancio da fondi statali per la ricerca** (essendo l'IRSN un ente di ricerca) e per la **restante metà tramite tariffazione applicata agli esercenti**.
- Nel caso della **Finlandia**, il bilancio dello STUK viene coperto per circa il 40% tramite fondi governativi, mentre i **costi per attività autorizzativa e di vigilanza vengono interamente pagati dagli esercenti direttamente allo STUK tramite tariffazione** secondo il "net-budgeting model" entrato in vigore in Finlandia a partire dal 2000.

Se si va a guardare il costo dell'autorità di sicurezza per singolo reattore installato, i dati riportati nella sezione dedicata a ciascun paese evidenziano come si passi dai 2.8 M€/reattore dell'ASN francese (incluso il contributo dell'IRSN per il servizio da TSO) e i 15 M€/reattore dell'ONR inglese, per una media di circa 8.2 M€/reattore.

5-1.6 Sintesi dell'analisi condotta per singolo paese

5-1.6.1 Francia

In Francia l'ASN (Autorité de Sûreté Nucléaire) svolge il compito di Autorità di regolamentazione nell'ambito della sicurezza nucleare e dalla protezione dalle radiazioni ionizzanti relativamente a:

- impianti nucleari di potenza,
- impianti per la gestione dei rifiuti radioattivi, fabbricazione e riprocessamento del combustibile nucleare,
- trasporto di materiali radioattivi,
- applicazioni mediche e industriali, reattori di ricerca, laboratori di ricerca, etc.

L'ASN è un'autorità amministrativa indipendente statale, per cui non riceve istruzioni dal Governo o dal capo dello Stato, né da nessun'altra persona o istituzione. Seppure sia un ente pubblico, l'ASN non risponde ad alcun Ministero e non è soggetta all'arbitrato del Primo Ministro in caso di disaccordo con altre autorità pubbliche. L'indipendenza dal Governo è consolidata dal metodo di nomina dei cinque Commissari che compongono la Commissione, che trasmette i pareri dell'ASN al Governo e prende le decisioni principali: tre dei commissari, tra cui il Presidente, sono nominati dal Presidente della Repubblica, mentre gli altri due sono nominati rispettivamente dal Presidente dell'Assemblea nazionale e dal Presidente del Senato. La durata del mandato dei membri è di sei anni non rinnovabili. L'indipendenza dell'ASN è inoltre garantita dal fatto che i Commissari se non per incapacità nel caso di dimissioni e la revoca è sancita da un voto di maggioranza dei Commissari. Il Presidente della Repubblica francese può anche porre fine al mandato di qualsiasi commissario in caso di grave negligenza.

I cinque commissari dell'ASN vengono nominati con decreto in base alla loro competenza nei settori della sicurezza nucleare e della radioprotezione. I Commissari dell'ASN esercitano le loro funzioni a tempo pieno per le durate del loro mandato. La

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

Commissione definisce la strategia dell'ASN per quanto attiene la definizione delle politiche generali, delle dottrine e dei principi di azione dell'ASN nell'espletamento delle sue funzioni, che includono la regolamentazione, la supervisione, la trasparenza, la gestione delle situazioni di emergenza, le relazioni internazionali, ecc. In conformità con la legge, la Commissione fornisce i pareri dell'ASN al Governo.

Sotto l'autorità del Presidente dell'ASN, il Direttore generale dell'ASN organizza e gestisce i dipartimenti della sede centrale dell'ASN e le sue undici divisioni regionali. La sede centrale è composta da 9 dipartimenti tematici, un Segretariato generale, più il Management and Expertise Office e il Regulation and Oversight Support Office (Figura 19).

I dipartimenti partecipano alla definizione delle normative generali e coordinano e gestiscono il lavoro dei team responsabili a livello regionale della supervisione sul campo di strutture e attività. Le divisioni regionali dell'ASN operano sotto l'autorità dei delegati regionali dell'ASN che sono i rappresentanti locali dell'ente regolatore. Le divisioni gestiscono la maggior parte della supervisione delle installazioni nucleari, del trasporto di materiale radioattivo e altre attività nucleari su piccola scala. I delegati regionali esaminano la maggior parte delle richieste dagli operatori all'interno della loro giurisdizione geografica. Essi supportano inoltre i dipartimenti della sede centrale dell'ASN nella revisione dei pareri rilasciati. In situazioni di emergenza, assistono il prefetto del dipartimento che è responsabile della protezione della popolazione. Secondo quanto stabilito dalla legge francese, ogni entità dell'ASN contribuisce alla gestione dell'informazione al pubblico sugli aspetti che riguardano la sicurezza nucleare e la protezione dalle radiazioni.

Come precedentemente specificato, attualmente l'ASN si avvale di un'organizzazione di supporto tecnico (TSO, Technical Support Organisation) per le verifiche e le analisi indipendenti necessarie in sede autorizzativa e come riferimento in ambito scientifico. Tale compito è assolto dall'Istituto per la protezione dalle radiazioni e la sicurezza nucleare (IRSN, L'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire) che è l'ente pubblico di riferimento per la ricerca e la competenza in materia di rischi nucleari e da radiazioni ionizzanti e che svolge anche funzioni di TSO per ASN.

In quanto ente dello Stato, l'IRSN è posto sotto la supervisione congiunta dei ministri francesi della transizione ecologica, delle forze armate, della transizione energetica, della ricerca e della salute.

L'IRSN annovera circa 1.744 dipendenti, con la presenza di numerosi specialisti, ingegneri, fisici, chimici, biologi, geologi, agronomi, veterinari, tecnici, esperti e ricercatori. L'IRSN ospita anche le attività di 99 dottorandi di ricerca e di 17 studenti post-dottorato.

Da gennaio 2025 sarà sancita per legge l'unione di ASN e buona parte dell'IRSN (saranno esclusi i dipartimenti che gestiscono aspetti di security e protezione fisica delle installazioni nucleari che forniscono supporto al ministero dell'interno), con la formazione dell'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR). La nuova autorità di sicurezza ingloberà il TSO al proprio interno (come avviene, tra gli altri, alla statunitense NRC), con un totale di circa 2000 unità di personale (di cui 521 attualmente presenti in ASN)

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

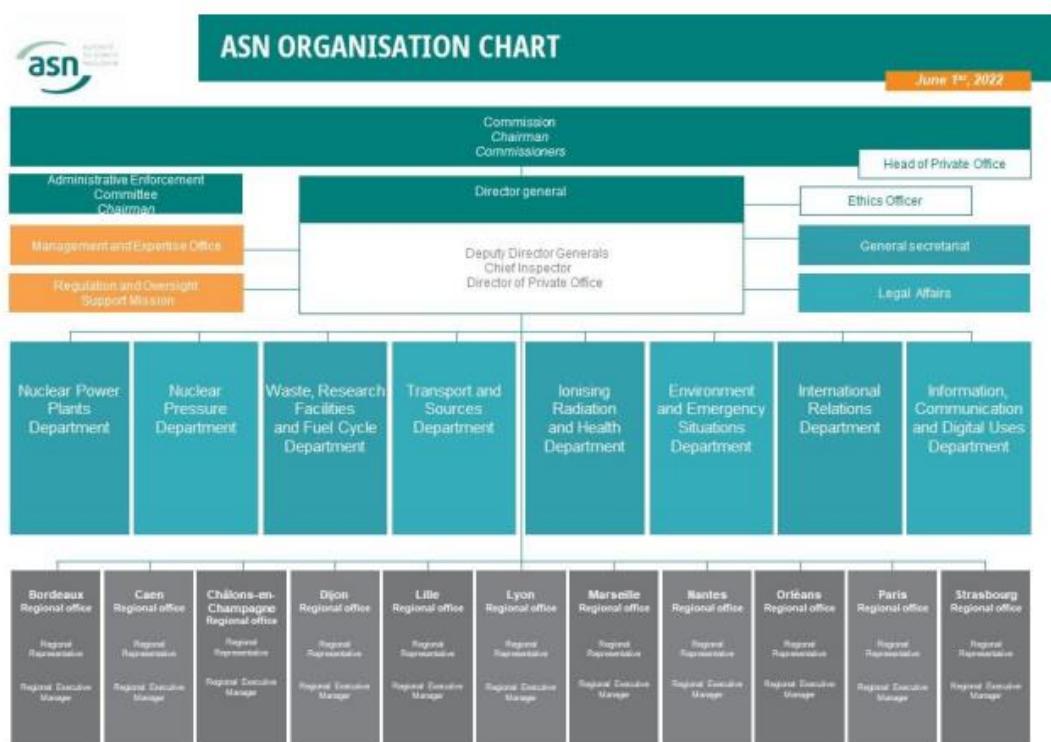


Figura 19: Struttura organizzativa dell'ASN francese.

Tabella 7: Dati riguardanti il numero di reattori, le unità di personale e il bilancio dell'autorità di sicurezza francese.

| PAESE (Autorità di Sicurezza) | Francia (ASN) |
|---|---|
| Numero di reattori in esercizio | 56 |
| Unità personale presso l'autorità di sicurezza | 521, di cui 307 ispettori |
| Unità di personale per singolo reattore in esercizio | Circa 9 |
| Bilancio annuale | Circa 72 M€ + 85 M€ da IRSN per un totale di circa 157 M€ |
| Costo dell'ente per singolo reattore in esercizio | circa 2.80 M€/reattore |

5-1.6.2 Stati Uniti

L'Energy Reorganization Act del 1974 ha portato alla nascita dell'NRC come agenzia indipendente del governo federale degli Stati Uniti d'America (in precedenza l'Atomic Energy Commission – AEC, aveva compiti sia di promozione che di regolamentazione dell'energia nucleare). La missione dell'agenzia è quella di autorizzare e regolamentare l'uso civile di materiali radioattivi in ambito nazionale per garantire, nei vari ambiti di applicazione regolamentati, adeguati livelli di protezione della salute e della sicurezza pubblica, promuovere la difesa e la sicurezza (security) e proteggere l'ambiente. Inoltre, l'NRC ha la responsabilità sui programmi di rilascio di licenze legate alla gestione delle materie nucleari (salvaguardie), che sono parte integrante dell'impegno del governo

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

degli Stati Uniti per la non proliferazione nucleare. Le responsabilità di sicurezza e protezione dell'NRC derivano dall'Atomic Energy Act del 1954. L'agenzia espleta le sue funzioni autorizzando e supervisionando l'esercizio dei reattori nucleari (anche per scopi diversi rispetto alla produzione di energia elettrica) e la gestione di materie e rifiuti nucleari, assicurando che le materie e le strutture nucleari siano protetti da furti e sabotaggi comportanti conseguenze radiologiche. L'NRC espleta tali funzioni emanando norme e standard, ispezionando le installazioni nucleari e applicando le normative.

La Commissione dell'NRC è composta da cinque membri nominati dal Presidente degli Stati Uniti e confermati dal Senato degli Stati Uniti per mandati della durata di 5 anni. I mandati dei membri sono scaglionati, in modo tale che il mandato di un Commissario ha termine il 30 giugno di ogni anno. Il Presidente degli Stati Uniti designa un membro della Commissione a ricoprire il ruolo di Presidente (Chair) dell'Agenzia. Il Presidente è il principale funzionario esecutivo e portavoce dell'agenzia. La Commissione nel suo insieme formula politiche e regolamenti che disciplinano la sicurezza e la protezione dei reattori nucleari e delle materie nucleari, emette ordinanze (ordini) che devono essere rispettate dagli esercenti degli impianti e giudica le questioni legali sottoposte al suo esame. Il Direttore esecutivo (Executive Director for Operations) attua le politiche e le decisioni della Commissione e dirige le attività del programma e degli uffici regionali (Figura 20).

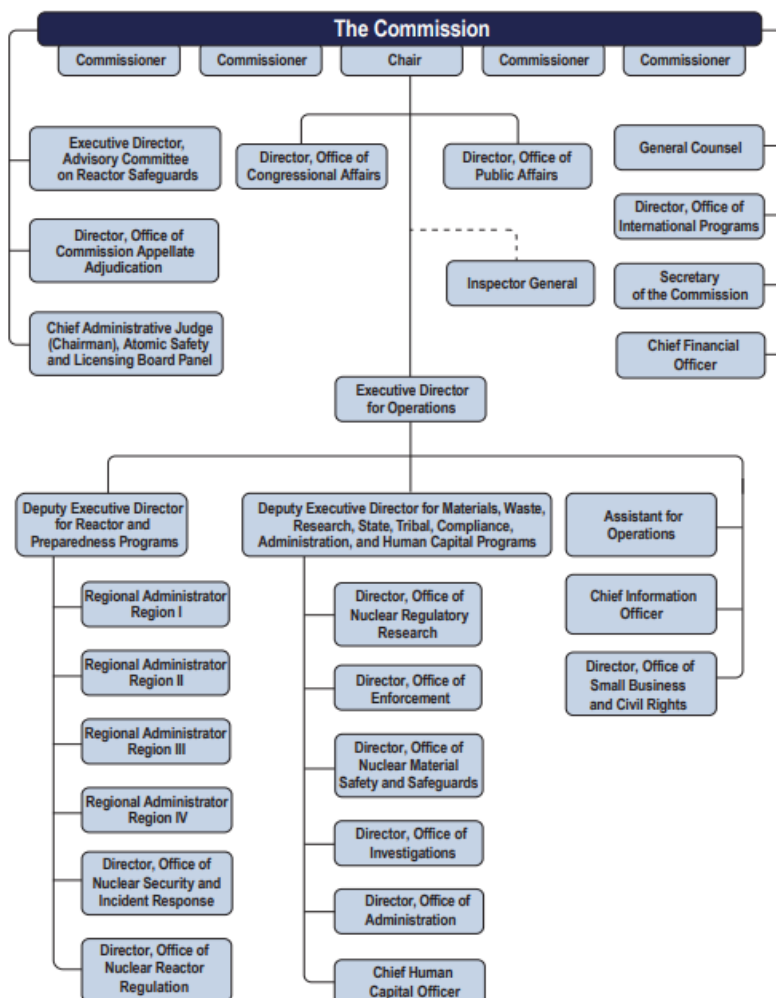


Figura 20: Struttura organizzativa dell'US-NRC.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

La sede centrale dell'NRC è a Rockville, Maryland, e si avvale del supporto di quattro uffici regionali. Essi si trovano a King of Prussia (Pennsylvania), Atlanta (Georgia), Lisle (Illinois) e Arlington (Texas). Gli uffici aziendali dell'NRC forniscono servizi gestiti a livello centrale necessari all'organizzazione delle attività e al raggiungimento degli obiettivi dell'agenzia. Il supporto aziendale è necessario per la buona riuscita delle numerose attività dell'agenzia ed è gestito dall'Office Administration, l'Office of the General Council e l'Office of the Chief Information Officer. I principali uffici/dipartimenti (Offices) in cui si articolano i vari servizi tecnici dell'NRC sono i seguenti:

- **L'Office of Nuclear Reactor Regulation:** gestisce tutte le attività autorizzative e ispettive per i reattori nucleari esistenti e per i reattori di ricerca. Tale ufficio supervisiona inoltre la progettazione, l'ubicazione, l'autorizzazione e la costruzione di nuovi reattori nucleari commerciali.
- **L'Office of Nuclear Regulatory Research:** fornisce competenze per effettuare valutazioni indipendenti e formulare giudizi e pareri su aspetti autorizzativi, trattando potenziali problemi di sicurezza all'inizio della fase istruttoria su un progetto o un'attività in modo tale che possano essere risolti tempestivamente. Aiuta a sviluppare norme e standard tecnici e raccoglie, analizza e diffonde informazioni sulla sicurezza delle centrali nucleari commerciali e di alcune attività sulle materie nucleari.
- **L'Office of Nuclear Material Safety and Safeguards:** regola la produzione di combustibile nucleare ad uso civile, le attività di recupero dell'uranio, il decommissioning di impianti nucleari e l'uso di isotopi radioattivi in applicazioni mediche, industriali, accademiche e commerciali. Tale ufficio regola lo stoccaggio, il trasporto e lo smaltimento sicuri di rifiuti radioattivi di bassa e alta attività e di combustibile nucleare esaurito. L'ufficio collabora anche con altre agenzie federali, stati e governi locali su questioni normative.
- **L'Office of Nuclear Security and Incident Response:** gestisce e supervisiona l'implementazione della politica di sicurezza (security) dell'agenzia per gli impianti nucleari e per i detentori di materiale radioattivo e si coordina con altre agenzie federali e organizzazioni internazionali su questioni di sicurezza. Questo ufficio gestisce anche i programmi di preparazione alle emergenze e di risposta agli incidenti.
- **The NRC regional offices:** conducono ispezioni e indagini, adottano misure di controllo (in coordinamento con l'Office of Enforcement) e gestiscono i programmi di risposta agli incidenti per reattori nucleari, impianti del ciclo del combustibile e per i titolari di licenze per l'utilizzo di materie radioattive. Inoltre, gli uffici regionali eseguono il rilascio di licenze per la detenzione di materie nucleari.
- L'agenzia ha due comitati consultivi il cui personale non fa parte dell'NRC: **l'Advisory Committee on Reactor Safeguards (ACRS)** e **l'Advisory Committee on the Medical Uses of Isotopes (ACMUI)**. L'ACRS risponde direttamente alla Commissione, che ne nomina i membri. I comitati consultivi sono strutturati per fornire un forum in cui esperti afferenti a diverse discipline tecniche possono fornire un parere indipendente per supportare il processo decisionale della Commissione. La maggior parte delle riunioni del comitato sono aperte al pubblico, con possibilità di esprimersi tramite dichiarazioni da parte dei soggetti partecipanti durante le riunioni.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

Tabella 8: Dati riguardanti il numero di reattori, le unità di personale e il bilancio dell'autorità di sicurezza americana.

| PAESE (Autorità di Sicurezza) | Stati Uniti (USNRC) |
|---|---|
| Numero di reattori in esercizio | 94 |
| Unità personale presso l'autorità di sicurezza | Quasi 4.000 di cui 1838 tecnici (430 ingegneri nucleari, 1190 ingegneri di altre discipline e 218 fisici e scienziati di altre discipline). 2/3 del personale tecnico è impiegato nel settore safety/security dei reattori e 1/3 circa nel settore sicurezza/protezione delle materie nucleari. |
| Unità di personale per singolo reattore in esercizio | 43 |
| Bilancio annuale | Circa 900 M\$ |
| Costo dell'ente per singolo reattore in esercizio | circa 9.5 M\$/reattore |

5-1.6.3 Regno Unito

L' Office for Nuclear Regulation (ONR) è l'autorità di sicurezza nucleare indipendente del Regno Unito, avente il compito di regolamentare la sicurezza nucleare, la protezione fisica, le salvaguardie nucleari civili, la salute e la sicurezza convenzionale limitatamente ai 35 siti nucleari autorizzati in Gran Bretagna. Questi 35 siti attualmente comprendono quelli che ospitano la flotta esistente di reattori nucleari in esercizio, gli impianti del ciclo del combustibile, i siti per la gestione dei rifiuti nucleari e le installazioni sottoposte a decommissioning, nonché siti gestiti dalla difesa (siti militari). Inoltre, l'ONR regola la progettazione e la costruzione di nuovi impianti nucleari, così come il trasporto di materiali nucleari e radioattivi ad uso civile su strada, ferrovia e vie navigabili interne.

Il Consiglio dell'ONR ha funzioni di leadership, di definizione della strategia e del quadro politico generale entro cui l'ONR opera come regolatore, gestendo e monitorando risorse e prestazioni. Nel tempo la struttura organizzativa dell'ONR è stata aggiornata per allinearsi ai più recenti standard internazionali, prevedendo tra le novità più rilevanti la definizione di un nuovo incarico combinato di Amministratore delegato e Ispettore nucleare capo (Chief Executive and Chief Nuclear Inspector). La ristrutturazione ha anche comportato la creazione dei nuovi ruoli di Vice Amministratore delegato (Deputy Chief Executive) e di Vice ispettore nucleare capo che è anche Direttore esecutivo della regolamentazione dell'ONR (Deputy Chief Nuclear Inspector/ and Senior Director of Regulation).

Nella Figura 21 viene riportata la struttura organizzativa dell'ONR, con il dettaglio delle singole divisioni in cui si articola l'attività di regolamentazione dell'ente. Tale struttura assicura che l'ONR disponga di risorse competenti per regolamentare efficacemente l'industria nucleare del Regno Unito in base ai più moderni standard organizzativi. L'ONR

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

non si avvale per le analisi e verifiche indipendenti di un TSO esterno. L'ONR tra il 2014 e il 2021 è riuscito a acquisire 255 unità tecniche aggiuntive, anche con contributi di specialisti in ambito di licensing provenienti da altri paesi (ad esempio Spagna).

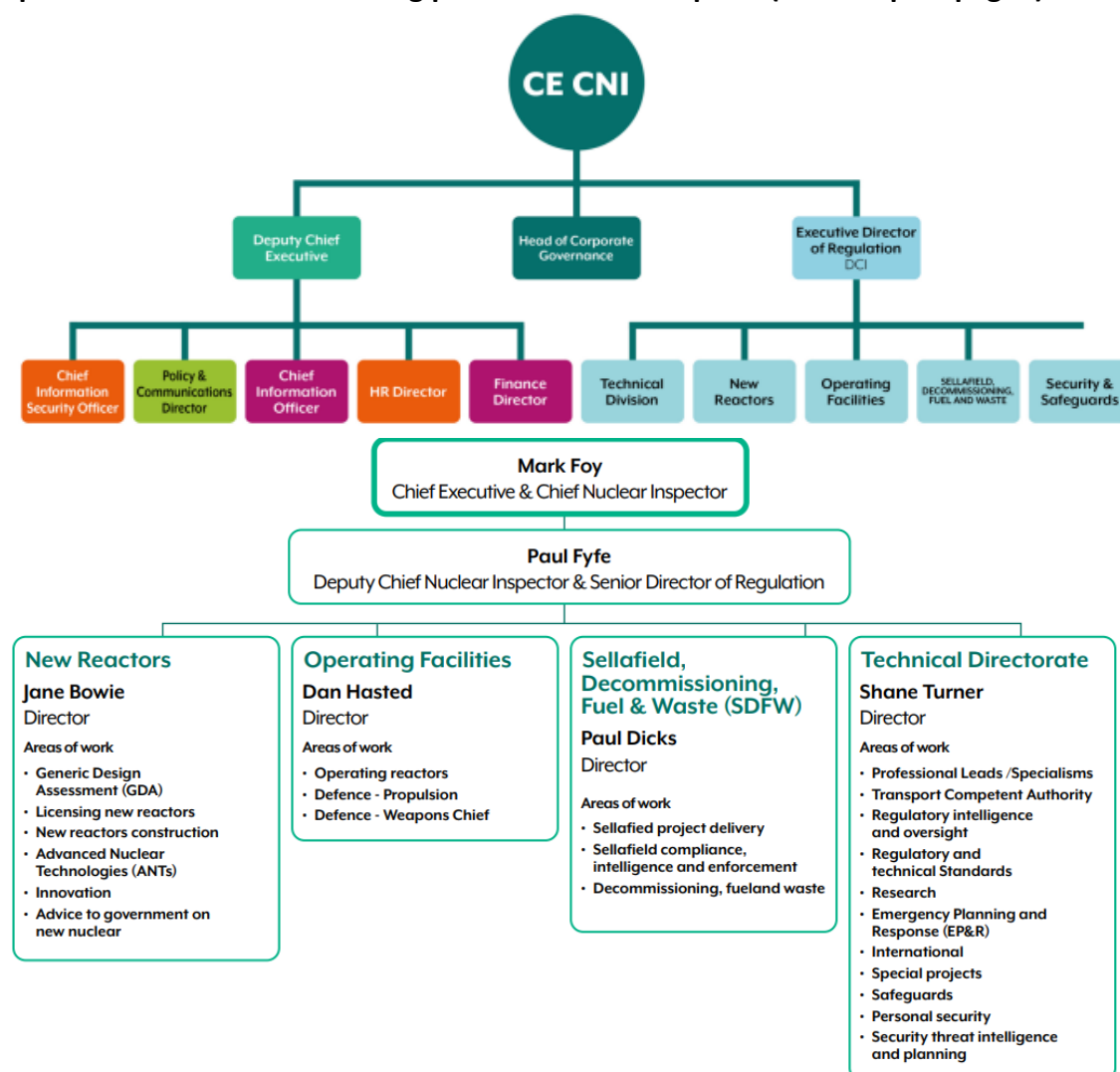


Figura 21: Struttura organizzativa dell'ONR (Regno Unito).

Tabella 9: Dati riguardanti il numero di reattori, le unità di personale e il bilancio dell'autorità di sicurezza inglese.

| PAESE (Autorità di Sicurezza) | Regno Unito (ONR) |
|--|---|
| Numero di reattori in esercizio | 9 |
| Unità personale presso l'autorità di sicurezza | 660 complessivi, di cui circa 400 tecnici |
| Unità di personale per singolo reattore in esercizio | 73 |
| Bilancio annuale | Circa 135 M€ |
| Costo dell'ente per singolo reattore in esercizio | circa 15 M€/reattore |

5-1.6.4 Svezia

L'Autorità di sicurezza svedese (Strålsäkerhetsmyndigheten - SSM) fa capo, dal punto di vista amministrativo, al Ministero per il clima e ha mandato dal governo svedese per la gestione della sicurezza nucleare, della protezione dalle radiazioni, della protezione fisica e della non proliferazione nucleare.

L'ente annovera poco più di 300 dipendenti con competenze in settori quali ingegneria, scienze naturali, diritto, economia e comunicazioni.

Il Parlamento ed il Governo svedese decidono in merito alle assegnazioni delle risorse e al bilancio dell'Autorità ma, come altre autorità pubbliche in Svezia, ha autonomia e indipendenza decisionale.

L'SSM ha un budget annuo di circa 660 milioni di corone svedesi (circa 58 milioni di euro), coperto in parte tramite tariffe applicate agli esercenti (circa il 90%) e in parte tramite fondi statali.

Il direttore generale della SSM è nominato dal governo con un mandato di sei anni e risponde direttamente al Governo dell'operato dell'ente. Tuttavia, l'Autorità ha un consiglio consultivo i cui membri sono nominati dal Governo. I membri del consiglio sono solitamente membri del parlamento, funzionari dell'agenzia o esperti indipendenti. Le funzioni del consiglio sono di supportare il direttore generale e di garantire la conformità dell'ente ai requisiti di trasparenza nell'esercizio di pubbliche funzioni, ma non ha poteri decisionali.

Il 31 agosto 2017 il Governo ha deciso di trasferire la sede centrale di SSM nella città di Katrineholm (a circa 120 chilometri a sud-ovest di Stoccolma) e di aprire una piccola filiale a Göteborg. In relazione alla decisione di trasferire parti dell'Autorità a Katrineholm, il Governo ha anche deciso che i compiti dell'Autorità riguardanti il controllo nel finanziamento del sistema di gestione dei rifiuti nucleari sarebbero stati trasferiti all'ufficio nazionale deputato al controllo del debito pubblico. Tuttavia, SSM ha il compito di fornire assistenza sulle informazioni e le analisi di propria competenza e che sono necessarie all'ufficio del Debito Pubblico per operare le funzioni di controllo. La struttura organizzativa dell'SSM (Figura 22) separa le funzioni legate al processo regolatorio e di definizione della policy dell'ente, rispetto alle funzioni ispettive e autorizzative.

Altre autorità che hanno un mandato di vigilanza relativo alle centrali nucleari sono la Swedish Civil Contingencies Agency, la Swedish Work Environment Authority, il Nuclear Waste Fund e il National Electrical Safety Board.

L'SSM ha competenze come ente regolatore nell'ambito della protezione dei lavoratori dalle radiazioni non ionizzanti (oltre a quelle ionizzanti e analogamente a quanto fa lo STUK in Finlandia), si avvale di comitati consultivi per gli effetti sulla salute delle radiazioni ultra-violette e dei campi elettromagnetici e gestisce anche il Laboratorio nazionale di metrologia per le radiazioni ionizzanti.

SSM non ha ispettori residenti (ispettori di sito) per la supervisione degli impianti nucleari. Tuttavia, c'è un ispettore nominato responsabile del coordinamento tra l'esercente e l'autorità di regolamentazione. Le attività di vigilanza degli ispettori su un dato impianto sono organizzate in modo tale da assicurare una turnazione degli ispettori stessi su un dato impianto ogni 4 anni.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

SSM ha, in termini di sicurezza degli impianti nucleari, comitati consultivi permanenti sulla sicurezza dei reattori, sui rifiuti radioattivi, sul combustibile nucleare esaurito e sulle attività di ricerca e sviluppo in ambito nucleare.

L'SSM non ha un TSO ufficiale a cui si affida per effettuare le proprie valutazioni indipendenti in ambito autorizzativo, ma si avvale del supporto di Università ed enti di ricerca come ausilio di carattere scientifico.

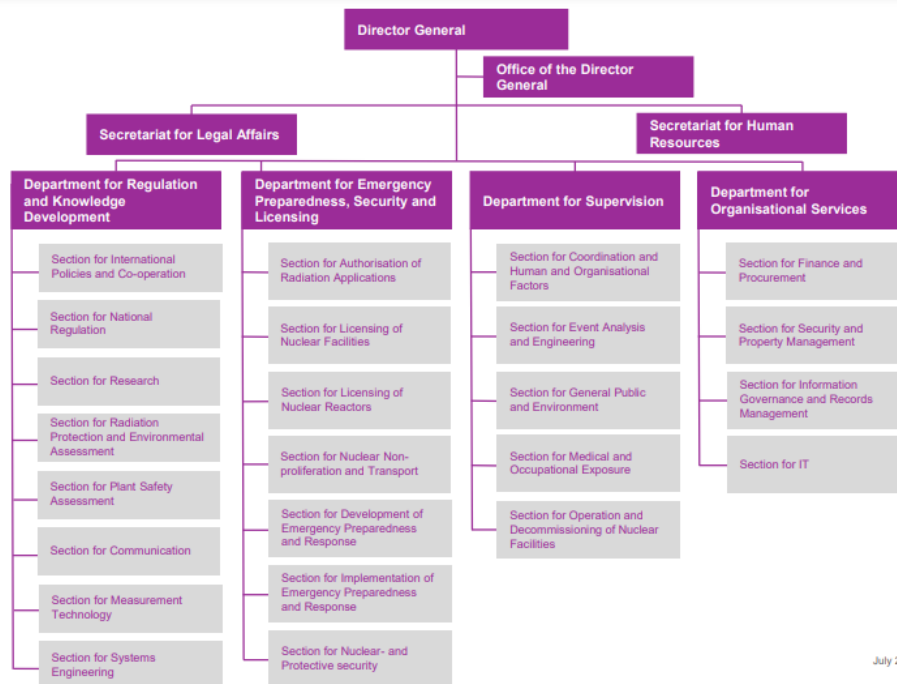


Figura 22: Struttura organizzativa dell'SSM (Svezia).

Tabella 10: Dati riguardanti il numero di reattori, le unità di personale e il bilancio dell'autorità di sicurezza svedese.

| PAESE (Autorità di Sicurezza) | SVEZIA (SSM) |
|---|-----------------|
| Numero di reattori in esercizio | 6 |
| Unità personale presso l'autorità di sicurezza | Circa 300 |
| Unità di personale per singolo reattore in esercizio | 50 |
| Bilancio annuale | Circa 58 M€ |
| Costo dell'ente per singolo reattore in esercizio | 9.7 M€/reattore |

5-1.6.5 Finlandia

Secondo la legislazione finlandese, l'autorità generale nel campo dell'energia nucleare è il Ministero degli affari economici, il quale elabora e sottopone le istanze riguardanti l'energia nucleare al Governo nell'ambito del processo decisionale. Tra gli altri doveri, il Ministero degli affari economici è responsabile dell'impostazione della politica energetica nazionale.

La missione dell'Autorità di sicurezza nucleare (Säteilyturvakeskus - STUK) in Finlandia è "proteggere le persone, la società, l'ambiente e le generazioni future dagli effetti nocivi delle radiazioni". STUK è un'organizzazione governativa indipendente per la

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

regolamentazione nell'ambito della sicurezza nucleare e della radioprotezione, nonché della protezione fisica e della gestione delle materie nucleari. Lo STUK è amministrativamente controllato dal Ministero degli Affari Sociali e della Salute. Le interfacce con i ministeri e le organizzazioni governative sono descritte in Figura 23, unitamente allo schema organizzativo dell'ente stesso.

Il controllo normativo dell'uso sicuro delle radiazioni e dell'energia nucleare è svolto in modo indipendente dallo STUK: nessun Ministero può, nell'ambito di un processo decisionale, attribuirsi una questione che per legge è di responsabilità dello STUK.

Sulla base delle raccomandazioni fornite nella missione IRRS del 2012, la legge sull'energia nucleare è stata modificata nel 2015 per conferire a STUK la responsabilità della gestione delle reti di monitoraggio ambientale.

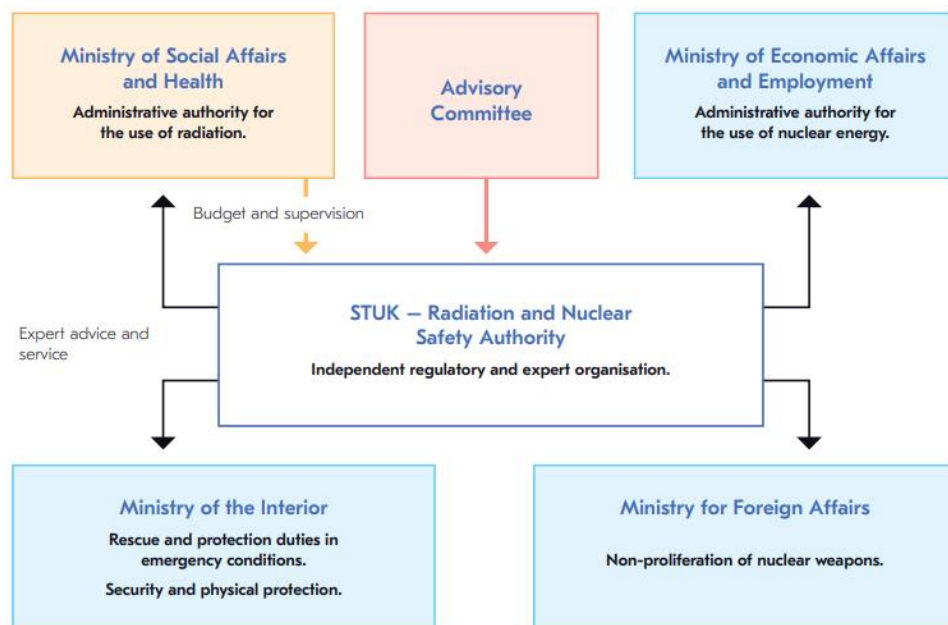
STUK non concede licenze di costruzione o di esercizio per impianti nucleari sebbene, in pratica, nessuna licenza viene rilasciata (a livello governativo) senza il preventivo parere positivo dello STUK.

L'autorizzazione per costruire un impianto nucleare avente una potenza termica superiore a 50 MW richiede la decisione di principio (DiP – Decision in Principle) del governo che è precedente al rilascio di qualsiasi licenza e/o autorizzazione.

Inoltre, STUK si avvale di un proprio TSO, il VTT (Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus) Technical Research Centre per effettuare valutazioni indipendenti a supporto dell'attività di licensing dei nuovi progetti di costruzione e per le analisi di sicurezza delle installazioni nucleari presenti in Finlandia.

A partire da marzo 2008 è stato istituito un comitato consultivo che supporta lo STUK nello sviluppo delle proprie funzioni regolatorie, nella ricerca e nel mantenimento delle competenze, a sostegno anche della credibilità e dell'autorevolezza dell'ente agli occhi dell'opinione pubblica e dei cittadini. Il comitato consultivo può anche effettuare valutazioni delle azioni messe in campo da STUK e fornire raccomandazioni allo stesso ente.

Analogamente all'SSM in Svezia, anche lo STUK è responsabile della regolamentazione e del controllo normativo delle radiazioni non ionizzanti, oltre che di quelle ionizzanti.



PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

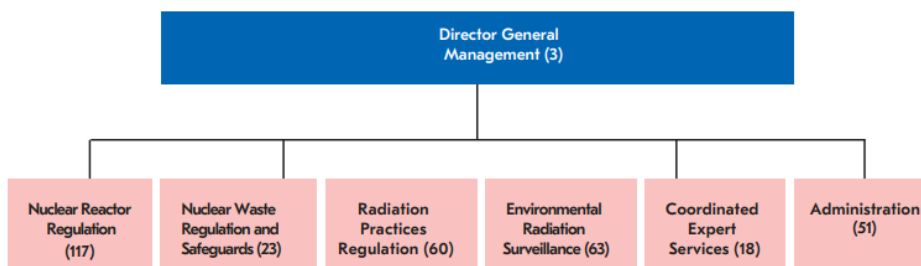


Figura 23: Struttura organizzativa dello STUK e interfaccia con gli altri ministeri e organizzazioni governative (Finlandia).

Il personale attualmente in servizio presso lo STUK è composto da 317 dipendenti.

Tabella 11: Dati riguardanti il numero di reattori, le unità di personale e il bilancio dell'autorità di sicurezza finlandese.

| PAESE (Autorità di Sicurezza) | FINLANDIA (STUK) |
|--|------------------|
| Numero di reattori in esercizio | 5 |
| Unità personale presso l'autorità di sicurezza | Circa 317 |
| Unità di personale per singolo reattore in esercizio | Circa 63 |
| Bilancio annuale | Circa 42.2 M€ |
| Costo dell'ente per singolo reattore in esercizio | 8 M€/reattore |

5-1.6.6 Spagna

Il Consiglio spagnolo per la sicurezza nucleare (Consejo de Seguridad Nuclear - CSN) svolge le funzioni in Spagna di Autorità di Sicurezza Nucleare, garantendo il rispetto dei principi di minimizzazione del rischio radiologico derivante dall'esercizio di installazioni nucleari, dalle attività che prevedono l'utilizzo delle radiazioni ionizzanti, la gestione e il trasporto di materie radioattive, dal decommissioning e dalla gestione dei rifiuti radioattivi.

Il CSN ha, tra le sue funzioni, quella di proporre al governo aggiornamenti del quadro normativo sulla sicurezza nucleare e la radioprotezione, in modo tale che si conformi agli standard internazionali riconosciuti, in particolare alle direttive europee.

Allo stesso modo, il CSN prepara e approva guide tecniche, circolari e norme tecniche che sono vincolanti nell'ambito della sicurezza nucleare e la radioprotezione.

Le guide tecniche contengono raccomandazioni a livello tecnico attraverso le quali il CSN fornisce agli operatori indicazioni in merito alle attuali norme e regolamenti da rispettare in materia di sicurezza nucleare e di radioprotezione.

Le circolari sono documenti tecnici informativi redatti dal CNS per i vari stakeholders su aspetti tecnici rilevanti relativi alla sicurezza nucleare o alla radioprotezione.

Inoltre, il CSN invia istruzioni e raccomandazioni tecniche supplementari direttamente agli esercenti per garantire il rispetto dei requisiti e delle condizioni di sicurezza.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

Gli organi apicali del CSN sono il Consiglio dei commissari e la Presidenza. Il Consiglio dei commissari è composto da un Presidente e quattro commissari nominati dal Parlamento.

Gli organi di gestione riportati nella figura 24 sono il Segretario generale (General Secretary), la Direzione tecnica per la sicurezza nucleare (Technical Directorate for Nuclear Safety), la Direzione tecnica per la protezione dalle radiazioni ionizzanti (Technical Directorate for Radiation Protection), la Direzione del gabinetto tecnico del presidente e le Direzioni aggiunte (Chairman's Technical Cabinet Directorate and the Deputy Directorates).

Il Comitato consultivo e i Comitati consultivi tecnici sono organi di supporto delle attività del CSN.

I commissari sono nominati tra persone di nota competenza e capacità nelle materie affidate al Consiglio (come la sicurezza nucleare, l'innovazione tecnologica, la radioprotezione, la medicina, la legislazione o qualsiasi altra materia interessata dalle attività del CSN, nonché l'energia in generale o la sicurezza industriale).

Tali commissari sono nominati dal Governo, su proposta del Ministro per la Transizione Ecologica e la Sfida Demografica, dopo essere comparsi dinnanzi alla competente commissione parlamentare. Sono nominati per sei anni e possono essere rieletti, solo una volta, per un secondo periodo sempre di sei anni. Inoltre, tali posizioni non possono essere ricoperte da persone di età superiore ai 70 anni.

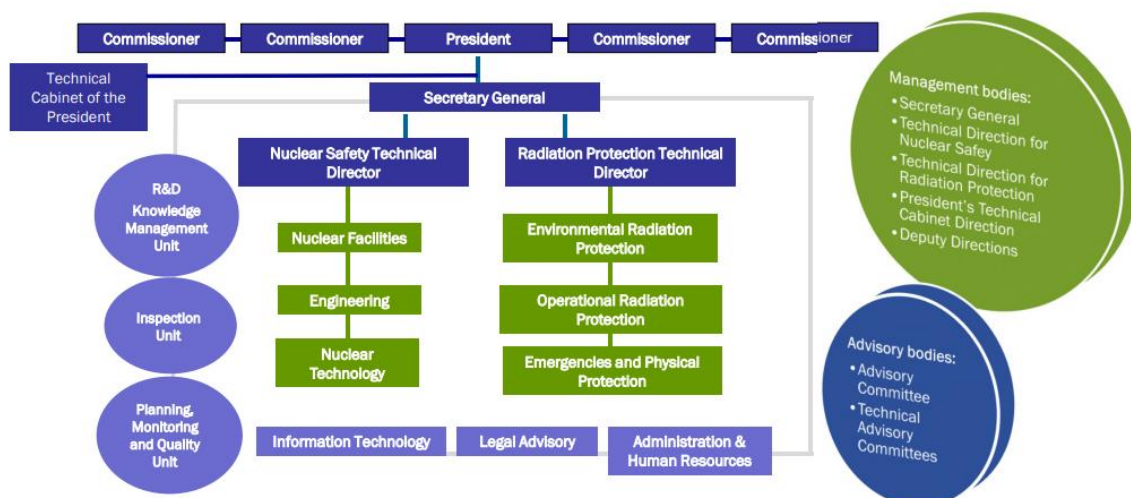


Figura 24: Struttura organizzativa del CSN (Spagna).

Il personale del CSN è composto da circa 432 unità, di cui 8 dirigenti, 26 consulenti e 218 tecnici.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

Tabella 12: Dati riguardanti il numero di reattori, le unità di personale e il bilancio dell'autorità di sicurezza spagnola.

| PAESE (Autorità di Sicurezza) | Spagna (CSN) |
|---|--|
| Numero di reattori in esercizio | 7 |
| Unità personale presso l'autorità di sicurezza | 432, di cui 218 tecnici |
| Unità di personale per singolo reattore in esercizio | Circa 62 |
| Bilancio annuale | Circa 47 M€ (di cui il 61% circa è per le spese legate al personale) |
| Costo dell'ente per singolo reattore in esercizio | circa 6.7 M€/reattore |

5-1.6.7 Canada

Ai sensi del *Nuclear Safety and Control Act (NSCA)* la Commissione per la sicurezza nucleare canadese (Canadian Nuclear Safety Commission, CNSC) ha il compito di regolamentare l'uso dell'energia e delle materie nucleari al fine di garantire la sicurezza, la salute e la protezione della popolazione e dell'ambiente. Inoltre, la CNSC ha il mandato di attuare, per conto del governo canadese, gli impegni internazionali sull'uso pacifico dell'energia nucleare, oltre che diffondere le informazioni scientifiche, tecniche e normative inerenti gli effetti sull'ambiente della produzione, del possesso, trasporto e uso di sostanza radioattive.

La CNSC è indipendente dal governo e risponde al Parlamento del Canada tramite il Ministro delle Risorse naturali. La Commissione richiede il coinvolgimento e il supporto di tale Ministero per creare o modificare regolamenti e per affrontare questioni amministrative.

La Commissione presenta al Parlamento la sua relazione annuale e il suo piano di gestione delle attività previste. Il Presidente della CNSC, in qualità di capo della Commissione, compare di fronte alle commissioni parlamentari per affrontare questioni di carattere amministrativo e normativo. Le decisioni a livello normativo della Commissione che riguardano quanto previsto nel suo mandato, incluso il rilascio delle licenze di costruzione, esercizio e dismissione degli impianti nucleari, possono essere riviste unicamente dalla Corte federale.

Sebbene la CNSC sia l'autorità di regolamentazione competente per la sicurezza nucleare in Canada, varie altre organizzazioni federali svolgono ruoli importanti e complementari in questo ambito: ad esempio la CNSC ha scambi di informazione con il Natural Resources Canada (NRCan), che ha il compito di formulare la politica del governo del Canada in merito alla gestione delle risorse uranifere, all'uso dell'energia nucleare e alla gestione dei rifiuti radioattivi.

La CNSC è composta da un Presidente, dai 9 membri della Commissione nominati a livello federale e da oltre 900 unità di personale (di cui 100 ispettori). Le autorizzazioni per l'esercizio degli impianti nucleari vengono rilasciate dalla Commissione (l'NSAC proibisce espressamente a qualsiasi soggetto di intraprendere un'attività in campo

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

nucleare senza la licenza della CNSC). La CNSC non si avvale del supporto di un TSO esterno.

L'attuale struttura organizzativa della CNSC è descritta in Figura 25.

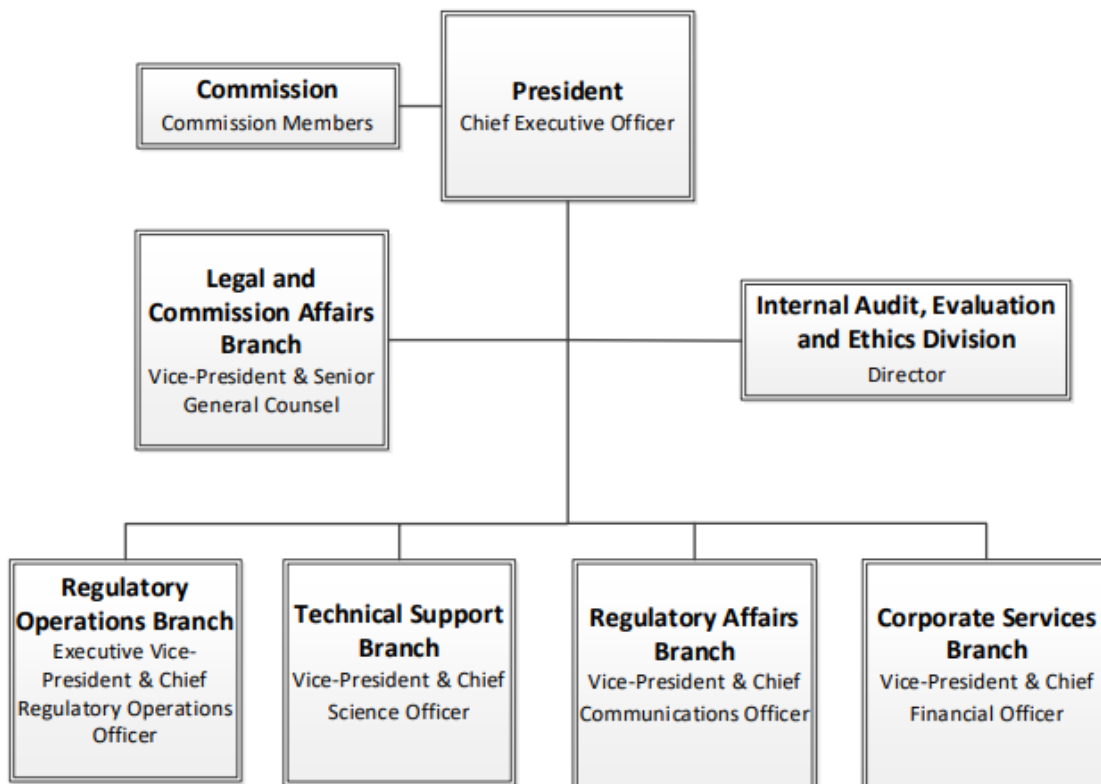


Figura 25: Struttura organizzativa del CNSC (Canada).

La CNSC sta lavorando a livello normativo e procedurale per poter affrontare al meglio i procedimenti autorizzativi per gli Small Modular Reactors (SMRs), agendo su tre principi fondamentali (vedi figura 26):

- un quadro normativo robusto ma flessibile che fornisca una solida base giuridica su cui basare le decisioni sul rilascio delle licenze per questa nuova tipologia di impianti;
- applicazione di un approccio “risk-informed” (approccio che permette di graduare la sicurezza legata agli aspetti di progettazione, costruzione ed esercizio dell’impianto su valutazioni del rischio condotte su base probabilistica) a supporto dell’applicazione del quadro regolatorio per gli SMR;
- aumento delle competenze tecniche sufficienti per poter autorizzare gli impianti di nuova generazione.

La CNSC ha istituito un comitato direttivo (Steering Committee) per gli SMR che organizzi e gestisca opportunamente il processo autorizzativo per questi nuovi impianti.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE



Figura 26: Approccio autorizzativo inaugurato dalla CNSC per il licensing degli Small Modular Reactors (SMRs).

Tabella 13: Dati riguardanti il numero di reattori, le unità di personale e il bilancio dell'autorità di sicurezza canadese.

| PAESE (Autorità di Sicurezza) | CANADA (CNSC) |
|---|------------------------|
| Numero di reattori in esercizio | 19 |
| Unità personale presso l'autorità di sicurezza | Circa 900 |
| Unità di personale per singolo reattore in esercizio | 47 |
| Bilancio annuale | Circa 177 M\$ |
| Costo dell'ente per singolo reattore in esercizio | circa 9.3 M\$/reattore |

ACRONIMI

| | |
|------------|--|
| AIA: | Autorizzazione Integrata Ambientale |
| AMR: | Advanced Modula Reactor |
| ANCC: | Associazione nazionale per il controllo della combustione |
| ANPA: | Agenzia per la protezione dell'ambiente |
| APAT: | Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici |
| APU: | Auxiliary Power Unit |
| ASME: | American Society of Mechanical Engineering |
| ASN: | Autorité de Sureté Nucelaire |
| AUA: | Autorizzazione Unica Ambientale |
| CBCT: | TAC Cone Beam 3D |
| CEI: | Comitato Elettrotecnico Italiano |
| CEN: | Comitato Europeo di Normazione |
| CFS: | Commonwealth Fusion System |
| CNEN: | Comitato Nazionale Energia Nucleare |
| CNR: | Consiglio Nazionale delle Ricerche |
| CNRA: | Committee on Nuclear Regulatory Activities |
| CNSC: | Canadian Nuclear Safety Commission |
| D-T: | (generatori di neutroni) Deuterio - Trizio |
| DTT: | Divertor Tokamak Test Facility |
| EBM: | Electron beam melting |
| ECD: | Electron Capture Detector |
| EDF: | Électricité de France |
| ENEA: | Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile |
| ENEA-DISP: | Dipartimento di sicurezza e protezione dell'ENEA |
| ENSREG: | European Nuclear Safety Regulators Group |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| | |
|---------|--|
| EOTS: | Electro Optical Targeting System |
| GEN IV: | Generation IV |
| IAEA: | International Atomic Energy Agency |
| IEC: | International Electrotechnical Commission |
| INAIL: | Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro |
| INFN: | Istituto Nazionale di Fisica Nucleare |
| IPPC: | Integrated Pollution Prevention and Control |
| ISIN: | Ispettorato per la Sicurezza Nucleare e la Radioprotezione |
| ISO: | International Organization for Standardization |
| ISPESL: | Istituto superiore per la prevenzione e la sicurezza del lavoro |
| ISPRA: | Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale |
| LENA: | Laboratorio Energia Nucleare Applicata |
| MASE: | Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica |
| MMR: | Micro Modular Reactor |
| NDR: | National Dose Register |
| NEA: | Nuclear Energy Agency |
| NRC: | Nuclear Regulatory Commission (USA) |
| ONR: | Office for Nuclear Regulation |
| PAA: | Panstwowa Agencja Atomyski |
| PAUAR: | Procedimento Autorizzatorio Unico Accelerato Regionale |
| PAUR: | Provvedimento Autorizzatorio Unico Regionale |
| PET: | Positron Emission Tomography |
| PNNS: | Piattaforma Nazionale per un Nucleare Sostenibile |
| RSE: | Ricerca Sistema Elettrico |
| SMR: | Small Modular Reactor |
| SPECT: | Single Photon Emission Computed Tomography |
| STRIMS: | Sistema Tracciabilità Rifiuti Materiali e Sorgenti |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| | |
|---------|--|
| STUK: | Säteilyturvakeskus |
| SUJB: | Statni Urad pro Jadernou Bezpecnost |
| TAC: | Tomografia Assiale Computerizzata |
| TAPIRO: | TAratura Plla Rapida a potenza zero |
| TNP: | Trattato di Non Proliferazione |
| TRIGA: | Training, Research, Isotope production, General Atomic |
| TRISO: | TRi-Structural ISOtropic Particle Fuel |
| TSO: | Technical Support Organizations |
| UNI: | Ente Nazionale Italiano di Unificazione |
| USNC: | Ultra Safe Nuclear Company |
| VAS: | Valutazione Ambientale Strategica |
| VIA: | Valutazione di Impatto Ambientale |
| VInCA: | Valutazione di INcidenza Ambientale |
| WENRA: | Western European Nuclear Regulators' Association |

RIFERIMENTI

1. DIRETTIVA 2013/59/EURATOM del 5 dicembre 2013 che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom.
2. DIRETTIVA 2014/87/ EURATOM dell'8 luglio 2014 che modifica la direttiva 2009/71/Euratom che istituisce un quadro comunitario per la sicurezza nucleare degli impianti nucleari.
3. DIRETTIVA 2009/71/EURATOM del Consiglio del 25 giugno 2009, che istituisce un quadro comunitario per la sicurezza nucleare degli impianti nucleari (recepita con il decreto legislativo 19 ottobre 2011, n. 185), successivamente modificata dalla direttiva 2014/87/Euratom del Consiglio dell'8 luglio 2014 (recepita con il decreto legislativo 15 settembre 2017, n. 137).
4. DIRETTIVA 2011/70/EURATOM del Consiglio del 19 luglio 2011, che istituisce un quadro comunitario per la gestione responsabile e sicura del combustibile nucleare esaurito e dei rifiuti radioattivi (recepita con il decreto legislativo 4 marzo 2014, n. 45).
5. LEGGE 31 DICEMBRE 1962, N.1860: Impiego pacifico dell'energia nucleare. Emendato dal DPR No. 1704 del 30 dicembre 1965 e dal DPR No. 519 del 10 maggio 1975.
6. DPR. 30 DICEMBRE 1970 N. 1450: Regolamento per il riconoscimento dell'idoneità all'esercizio tecnico degli impianti nucleari.
7. DECRETO LEGISLATIVO 20 FEBBRAIO 2009, N. 23: Attuazione della direttiva 2006/117/ EURATOM, relativa alla sorveglianza e al controllo delle spedizioni di rifiuti radioattivi e di combustibile nucleare esaurito.
8. DECRETO LEGISLATIVO 15 FEBBRAIO 2010, N.31: Disciplina dei sistemi di stoccaggio del combustibile irraggiato e dei rifiuti radioattivi, nonché' benefici economici, a norma dell'articolo 25 della legge 23 luglio 2009, n. 99.
9. DECRETO LEGISLATIVO NO. 185/2011: Attuazione della direttiva 2009/71/EURATOM che istituisce un quadro comunitario per la sicurezza degli impianti nucleari.
10. LEGGE NO. 27/2012, ART. 24: Nuova procedura per ridurre I tempi delle fasi autorizzative per le attività di decommissioning, con coinvolgimento rafforzato delle amministrazioni locali.
11. DECRETO LEGISLATIVO 4 MARZO 2014, N. 45: Attuazione della direttiva 2011/70/EURATOM, che istituisce un quadro comunitario per la gestione responsabile e sicura del combustibile nucleare esaurito e dei rifiuti radioattivi.
12. DECRETO MINISTERIALE 7/8/2015: Classificazione dei rifiuti radioattivi, ai sensi dell'articolo 5 del decreto legislativo 4 marzo 2014, n. 45.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

13. LEGGE 28 APRILE 2015, N. 58: Ratifica ed esecuzione degli Emendamenti alla Convenzione sulla protezione fisica dei materiali nucleari del 3 marzo 1980, adottati a Vienna l'8 luglio 2005, e norme di adeguamento dell'ordinamento interno.
14. DECRETO MINISTERIALE 8 SETTEMBRE 2017: Requisiti di protezione fisica passiva e modalità di redazione dei piani di protezione fisica.
15. LEGGE 24 DICEMBRE 2003, N. 368: Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 14 novembre 2003, n. 314, recante disposizioni urgenti per la raccolta, lo smaltimento e lo stoccaggio, in condizioni di massima sicurezza, dei rifiuti radioattivi (legge sulle compensazioni oggi basata su criteri che rispecchiano la situazione nazionale di impianti in disattivazione e rifiuti e combustibile presente sui vari siti).
16. DECRETO LEGISLATIVO NO 137/2017: Attuazione della direttiva 2014/87/Euratom che modifica la direttiva 2009/71/Euratom che istituisce un quadro comunitario per la sicurezza nucleare degli impianti nucleari.
17. DECRETO LEGISLATIVO N. 101 DEL 31 LUGLIO 2020: Attuazione della direttiva 2013/59/Euratom, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom e riordino della normativa di settore in attuazione dell'articolo 20, comma 1, lettera a), della legge 4 ottobre 2019, n. 117.
18. DECRETO LEGISLATIVO 15 FEBBRAIO 2010, N.31: Disciplina dei sistemi di stoccaggio del combustibile irraggiato e dei rifiuti radioattivi, nonché benefici economici, a norma dell'articolo 25 della legge 23 luglio 2009, n. 99.
19. DECRETO LEGGE 9 DICEMBRE 2023 NO. 181: Disposizioni urgenti per la sicurezza energetica del Paese, la promozione del ricorso alle fonti rinnovabili di energia, il sostegno alle imprese a forte consumo di energia e in materia di ricostruzione nei territori colpiti dagli eccezionali eventi alluvionali verificatisi a partire dal 1° maggio 2023.
20. LEGGE 23 LUGLIO 2020 NO. 97: Ratifica ed esecuzione dei seguenti Protocolli: a) Protocollo emendativo della Convenzione del 29 luglio 1960 sulla responsabilità civile nel campo dell'energia nucleare, emendata dal Protocollo addizionale del 28 gennaio 1964 e dal Protocollo del 16 novembre 1982, fatto a Parigi il 12 febbraio 2004; b) Protocollo emendativo della Convenzione del 31 gennaio 1963 complementare alla Convenzione di Parigi del 29 luglio 1960 sulla responsabilità civile nel campo dell'energia nucleare, emendata dal Protocollo addizionale del 28 gennaio 1964 e dal Protocollo del 16 novembre 1982, fatto a Parigi il 12 febbraio 2004.
21. DECRETO 15 LUGLIO 2022: Limiti delle indennità dovute dagli esercenti di impianti nucleari o di trasporti di materie nucleari.
22. DECRETO LEGGE 14 GIUGNO 2021 NO. 82: Disposizioni urgenti in materia di cybersicurezza, definizione dell'architettura nazionale di cybersicurezza e istituzione dell'Agenzia per la cybersicurezza nazionale.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

23. LEGGE 16 DICEMBRE 2005 N. 282: Ratifica ed esecuzione della Convenzione congiunta in materia di sicurezza della gestione del combustibile esaurito e dei rifiuti radioattivi, fatta a Vienna il 5 settembre 1997.
24. LEGGE 19 GENNAIO 1998 N. 10: Ratifica ed esecuzione della Convenzione sulla sicurezza nucleare, fatta a Vienna il 20 settembre 1994.
25. DECRETO LEGISLATIVO 3 APRILE 2006 NO. 152: Norme in materia ambientale (Testo Unico ambientale).
26. Comitato Nazionale per L'Energia Nucleare (CNEN) – GUIDA.TECNICA. N. 1 “Contenuto della documentazione per Centrali Elettronucleari di tipo provato ai sensi degli artt. 37 e 38 del DPR 185-1964” – 1975.
27. Comitato Nazionale per L'Energia Nucleare (CNEN) – GUIDA.TECNICA. N. 2 “Procedura Autorizzativa per le modifiche di Impianti Nucleari” – 1975.
28. Comitato Nazionale per L'Energia Nucleare (CNEN) – GUIDA.TECNICA. N. 3 “Certificazione della rispondenza di component per Impianti Nucleari alle specifiche di ordine ai sensi della legge n. 1240/71, art. 20” – 1975.
29. Comitato Nazionale per L'Energia Nucleare (CNEN) – GUIDA.TECNICA. N. 4 “Applicazione dell'art. 42 DPR 185/1964. Progetti particolareggiati di costruzione” – 1975.
30. Comitato Nazionale per L'Energia Nucleare (CNEN) – GUIDA.TECNICA. N. 5 “Procedure per l'approvazione dei modelli di imballaggio di tipo B e di classe fissile” – 1977.
31. Comitato Nazionale per L'Energia Nucleare (CNEN) – GUIDA.TECNICA. N. 6 “Procedure per il rilascio delle certificazioni di sicurezza nucleare per le spedizioni di materie radioattive e/o fissili” – 1976.
32. Comitato Nazionale per L'Energia Nucleare (CNEN) – GUIDA.TECNICA. N. 7 “Contenuto della documentazione tecnica da allegare all'istanza di autorizzazione alla costruzione di impianti di irraggiamento ai sensi dell'art. 55 del DPR 185/64” – 1978.
33. Comitato Nazionale per L'Energia Nucleare (CNEN) – GUIDA.TECNICA. N. 8 “Requisiti generali di Garanzia della Qualità per impianti di cui all'art. 8 – lettere a), c), d), e), f), del DPR 185 del 13 febbraio 1964” – 1976.
34. Comitato Nazionale per L'Energia Nucleare (CNEN) – GUIDA.TECNICA. N. 9 “Garanzia della Qualità - Documentazione Quadro richiesta per le fasi di realizzazione dell'impianto antecedenti l'esecuzione delle prove nucleari” – 1978.
35. Comitato Nazionale per L'Energia Nucleare (CNEN) – GUIDA.TECNICA. N. 10 “Vigilanza tecnica del CNEN sulle opera preliminari di preparazione sul sito di centrali elettronicucleari” – 1978.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

36. Comitato Nazionale per L'Energia Nucleare (CNEN) – GUIDA.TECNICA. N. 11 “Criteri per la compilazione dei rapporti informativi sull'esercizio delle centrali elettronucleari da trasmettere al CNEN” – 1978.
37. Comitato Nazionale per L'Energia Nucleare (CNEN) – GUIDA.TECNICA. N. 12 “Contenuto della documentazione tecnica da allegare alla istanza di autorizzazione alla costruzione di impianti destinati alla manipolazione del materiale radioattivo in forma sigillata e/o non sigillata, ai sensi dell'Articolo 55 del DPR 185/64” – 1978.
38. Comitato Nazionale per L'Energia Nucleare (CNEN) – GUIDA.TECNICA. N. 13 “Contenuto della documentazione tecnica da allegare alla istanza di autorizzazione all'impiego a scopi medici di apparecchi contenenti radioisotopi radioattivi (teleterapia) ai sensi dell'Art. 13 della legge 1860 del 31-12-62, modificato dall'Art. 3 del DPR 1704 del 30-12-65”.
39. Comitato Nazionale per L'Energia Nucleare (CNEN) – GUIDA.TECNICA. N. 14 “Contenuto della documentazione tecnica da allegare alla istanza di autorizzazione all'impiego a scopi medici di isotopi radioattivi, ai sensi dell'Art. 13 della legge 1860 del 31-12-62, modificato dall'Art. 3 del DPR 1704 del 30-12-65” – 1978.
40. Comitato Nazionale per L'Energia Nucleare (CNEN) – GUIDA.TECNICA. N. 15 “Contenuto della documentazione tecnica da allegare alla istanza per il rilascio del nulla osta prescritto dall'Art. 34 del decreto del Presidente della Repubblica, 13 febbraio 1964, n. 185, per gli esercizi di categoria B autorizzati al commercio dei minerali, delle materie grezze e delle materie radioattive ai sensi dell'Art. 4 della Legge 31 dicembre 1962, n. 1860” – 1978.
41. Comitato Nazionale per L'Energia Nucleare (CNEN) – GUIDA.TECNICA. N. 16 “Criteri informative per la compilazione della documentazione relative alla sorveglianza fisica della protezione (Art. 74 del DPR 185/64) “ – 1980.
42. Comitato Nazionale per L'Energia Nucleare (CNEN) – GUIDA.TECNICA. N. 17 “Criteri per l'impiego ed il controllo dell'efficacia degli indumenti protettivi contro l'inalazione di materiale radioattivo” – 1980.
43. Comitato Nazionale per L'Energia Nucleare (CNEN) – GUIDA.TECNICA. N. 18 “Controllo periodico delle buone condizioni di funzionamento degli strumenti protezionistici di misura” – 1980.
44. Comitato Nazionale per L'Energia Nucleare (CNEN) – GUIDA.TECNICA. N. 19 “Contenuto indicative della documentazione tecnica da allegare all'istanza di autorizzazione alla costruzione di impianti contenenti machine radiogene di notevole Potenza (Art. 55 del DPR 185/64) “ – 1980.
45. Comitato Nazionale per L'Energia Nucleare (CNEN) – GUIDA.TECNICA. N. 20 “Garanzia della Qualità – Documento Quadro richiesta per la fase di esercizio di centrali elettronucleari” – 1981.
46. Comitato Nazionale per L'Energia Nucleare (CNEN) – GUIDA.TECNICA. N. 21 “Contenuto del regolamento di esercizio di cui all'art. 45 del DPR 185/64” – 1981.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

47. Comitato Nazionale per L'Energia Nucleare (CNEN) – GUIDA.TECNICA. N. 22 “Garanzia della Qualità – Guida per la raccolta, l’archiviazione e la conservazione della documentazione di garanzia della qualità per centrali elettronucleari” – 1981.
48. Comitato Nazionale per L'Energia Nucleare (CNEN) – GUIDA.TECNICA. N. 23 “Garanzia della Qualità – Guida per l’approvvigionamento di parti di impianto e servizi per centrali elettronucleari” – 1981.
49. Comitato Nazionale per L'Energia Nucleare (CNEN) – GUIDA.TECNICA. N. 24 “Garanzia della Qualità – Guida per le verifiche ispettive sui programmi di garanzia della qualità per centrali elettronucleari” – 1981.
50. Comitato Nazionale per L'Energia Nucleare (CNEN) – GUIDA.TECNICA. N. 25 “Garanzia della Qualità – Guida per l’applicazione della garanzia della qualità nelle attività di progettazione delle centrali elettronucleari” – 1983.
51. Comitato Nazionale per la Ricerca e per lo Sviluppo dell’Energia Nucleare e delle Energie Alternative – Direzione Sicurezza Nucleare e Protezione Sanitaria (ENEA DISP) – GUIDA.TECNICA. N. 26 “Gestione dei rifiuti radioattivi” – 1987.
52. Comitato Nazionale per la Ricerca e per lo Sviluppo dell’Energia Nucleare e delle Energie Alternative – Direzione Sicurezza Nucleare e Protezione Sanitaria (ENEA DISP) – GUIDA.TECNICA. N. 27 “Requisiti di progettazione, fabbricazione e installazione ai fini dell’ispezionabilità e delle prove in esercizio di strutture e component meccanici facenti parte di impianti nucleari di potenza” – 1985.
53. Comitato Nazionale per la Ricerca e per lo Sviluppo dell’Energia Nucleare e delle Energie Alternative – Direzione Sicurezza Nucleare e Protezione Sanitaria (ENEA DISP) – GUIDA.TECNICA. N. 28 “Criteri per la sorveglianza della contaminazione interna” – 1986.
54. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) – GUIDA.TECNICA. N. 29 “Criteri per la localizzazione di un impianto di smaltimento superficiale di rifiuti radioattivi a bassa e media attività” – 2014.
55. Ispettorato Nazionale per la Sicurezza Nucleare e la Radioprotezione (ISIN) – GUIDA.TECNICA. N. 30 “Criteri di sicurezza e radioprotezione per depositi di stoccaggio temporaneo di rifiuti radioattivi e di combustibile irraggiato” – 2020.
56. Ispettorato Nazionale per la Sicurezza Nucleare e la Radioprotezione (ISIN) – GUIDA.TECNICA. N. 31 “Criteri di sicurezza e radioprotezione per la disattivazione delle installazioni nucleari” – 2022.
57. Ispettorato Nazionale per la Sicurezza Nucleare e la Radioprotezione (ISIN) – GUIDA.TECNICA. N. 32 “Criteri di sicurezza e di radioprotezione per impianti ingegneristici di smaltimento in superficie di rifiuti radioattivi” – 2022.
58. Ispettorato Nazionale per la Sicurezza Nucleare e la Radioprotezione (ISIN) – GUIDA.TECNICA. N. 33 “Criteri di sicurezza nucleare e radioprotezione per la gestione dei rifiuti radioattivi” – 2023.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

59. Sito web: <https://www.ricercanucleare.enea.it/il-dipartimento/tecnologie-impianti-e-materiali-per-la-fissione-nucleare/laboratorio-reattori-nucleari-di-ricerca/tecnologie-laboratorio-rnr/56-impianto-triga-rc-1.html>.
60. Sito web: <https://www.kep.enea.it/images/sicurezzanucleare/tapiro.pdf>.
61. IAEA SAFETY STANDARDS SERIES No. SSG-39 – Design Of Instrumentation And Control Systems For Nuclear Power Plants – Vienna 2016.
62. IAEA TECDOC 1851 – Integrated Approach to Safety Classification of Mechanical Components for Fusion Applications – Vienna 2018.
63. IAEA SAFETY STANDARDS SERIES No. SF-1 – Fundamental Safety Principles – Vienna 2006.
64. IAEA SAFETY STANDARDS SERIES No. GSR Part 1 (Rev. 1) – Governmental, Legal And Regulatory Framework For Safety – Vienna 2016.
65. IAEA SAFETY STANDARDS SERIES No. GSR Part 3 – Radiation Protection And Safety Of Radiation Sources: International Basic Safety Standards – Vienna 2014.
66. IAEA SAFETY STANDARDS SERIES No. GSR Part 5 – PREDISPOSAL MANAGEMENT OF RADIOACTIVE WASTE – Vienna 2009.
67. IAEA SAFETY STANDARDS SERIES No. GSR Part 6 – Decommissioning Of Facilities – Vienna 2014.
68. IAEA SAFETY STANDARDS SERIES No. SSG-16 (Rev. 1) – Establishing The Safety Infrastructure For A Nuclear Power Programme – Vienna 2020.
69. IAEA TECDOC 1948 – Experiences of Member States in Building a Regulatory Framework for the Oversight of New Nuclear Power Plants: Country Case Studies – Vienna 2021.
70. IAEA NUCLEAR ENERGY SERIES No. NG-G-3.1 (Rev. 2) – Milestones In The Development Of A National Infrastructure For Nuclear Power – Vienna 2024.
71. IAEA SAFETY STANDARDS SERIES No. SSG-12 – Licensing Process For Nuclear Installations – Vienna 2010.
72. IAEA SAFETY STANDARDS SERIES No. GSG-13 – Functions And Processes Of The Regulatory Body For Safety – Vienna 2018.
73. OECD/NEA Nuclear Energy Agency – The Characteristics of an Effective Nuclear Regulator – OECD 2014 NEA No. 7185.
74. ASN REPORT on the state of nuclear safety and radiation protection in France – 2023.
75. Convention on Nuclear Safety – National Report Of France For The Combined 8th And 9th Review Meeting in 2023 – August 2022.

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

76. NUREG-1650 REVISION 8, Convention on Nuclear Safety – The United States Of America Ninth National Report For The Convention On Nuclear Safety – August 2022.
77. US-NRC web site <https://www.nrc.gov/about-nrc/organization.html>.
78. Convention on Nuclear Safety – The United Kingdom’s Ninth National Report on Compliance with the Convention on Nuclear Safety.
79. Convention on Nuclear Safety – Sweden’s Ninth National Report under the Convention on Nuclear Safety – August 2022.
80. Sweden SSM website: <https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/en/about-the-authority/>.
81. Convention on Nuclear Safety – Finnish 9th national report as referred to in Article 5 of the Convention on Nuclear Safety – August 2022.
82. Tilinpäätös ja toimintakertomus – STUK Financial Report 2023.
83. Convention on Nuclear Safety – Eighth and Ninth Spain National Report – August 2022.
84. Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) – Institutional Presentation – Spanish Nuclear Safety Council.
85. Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) – Report of the Spanish Nuclear Safety Council to the Congress of the Deputies and the Senate – 2022 Summary report.
86. Convention on Nuclear Safety – Canadian National Report for the Convention on Nuclear Safety – Ninth Report August 2022.
87. CNSC nuclear regulator REGDOC: <https://www.cnsccsn.gc.ca/eng/acts-and-regulations/regulatory-documents/>
88. Database PRIS (Power Reactor Information System) from IAEA official website <https://pris.iaea.org/pris/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=CA>).

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

Allegato A Elenchi Normative Reperate

A.1 Elenco Norme UNI Commissione UNI/CT 045 "Tecnologie nucleari e radioprotezione"

| Numero norma | Titolo |
|-------------------------------------|--|
| UNI ISO 20956:2024 | Radioprotezione - Taratura a basse dosi di strumenti per il monitoraggio di area ed ambientale |
| UNI ISO 22188:2023 | Monitoraggio per movimenti involontari e traffico illecito di materiale radioattivo |
| UNI ISO 2889:2023 | Campionamento di materiali radioattivi presenti in aria derivanti da camni e condotti di impianti nucleari |
| UNI 11665:2023 | Determinazione di radionuclidi gamma emettitori mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione |
| UNI 11930:2023 | Manufatti di rifiuti radioattivi - Condizionamento omogeneo con matrice cementizia dei rifiuti radioattivi di media attività - Qualifica del processo di condizionamento (forma del rifiuto, contenitore, manufatto) |
| EC 1-2023 UNI ISO 20045:2023 | Misura della radioattività nell'ambiente - Aria: trizio - Metodo che impiega un campionamento con gorgogliatore |
| UNI ISO 8529-3:2023 | Campi di radiazione di neutroni di riferimento- Parte 3: Calibrazione di dosimetri personali e di aerea e determinazione della loro risposta come funzione dell'energia e dell'angolo di incidenza dei neutroni |
| UNI ISO 20043-2:2023 | Misura della radioattività nell'ambiente - Linee guida per la determinazione della dose efficace utilizzando dati di monitoraggio ambientale - Parte 2: Situazione di esposizione di emergenza |
| UNI EN ISO 19238:2023 | Radioprotezione - Criteri per la prestazione di laboratori che forniscono servizi di dosimetria biologica attraverso tecnica di citogenetica - Saggio dicentrici |
| UNI EN ISO 24459:2023 | Determinazione del contenuto di uranio in campioni provenienti dal ciclo del combustibile nucleare attraverso spettrometria di assorbimento del picco L |
| UNI ISO/ASTM 1900:2023 | Guida per dosimetria per ricerca con radiazioni |
| UNI ISO 20045:2023 | Misura della radioattività nell'ambiente - Aria: trizio - Metodo che impiega un campionamento con gorgogliatore |
| UNI ISO 23588:2023 | Radioprotezione - Requisiti generali per test di prestazione per misure radiometriche su campioni biologici |
| UNI ISO 20044:2023 | Misura della radioattività nell'ambiente - Aria: particolato di aerosol - Metodo di prova che impiegano campionatori su filtri |
| UNI ISO 9271:2023 | Decontaminazione di superfici tessili contaminate - Prove degli agenti di decontaminazione su materiali tessili |
| UNI EN ISO 21909-2:2023 | Sistemi dosimetrici passivi per neutroni - Parte 2: |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo |
|--------------------------------|--|
| | Metodi e criteri di qualificazione dei sistemi dosimetrici personali negli ambienti di lavoro |
| UNI EN ISO 23547:2023 | Misurazione della radioattività - Radionuclidi gamma emettitori - Specifiche dei campioni di misura di riferimento per la taratura di spettrometri gamma |
| UNI EN ISO 21909-1:2023 | Sistemi dosimetrici passivi per neutroni - Parte 1: requisiti di prestazione e test di verifica per dosimetria personale |
| UNI EN ISO 8529-1:2023 | Campi di neutroni di riferimento - Parte 1: Caratteristiche e metodi di produzione |
| UNI EN ISO 11929-4:2023 | Determinazione dei limiti caratteristici (soglia di decisione, limite di rivelabilità e limiti dell'intervallo di copertura) per misurazioni di radiazioni ionizzanti - Fondamenti e applicazioni - Parte 4: Linee guida per le applicazioni |
| UNI EN ISO 16796:2023 | Energia Nucleare - Determinazione del contenuto di Gd ₂ O ₃ in miscele di combustibili a base di gadolinio e in combustibile in pellets a base di gadolinio per mezzo di spettrometria di emissione atomica utilizzando una sorgente di plasma accoppiato induttivamente (ICP-AES) |
| UNI EN ISO 20785-3:2023 | Dosimetria per esposizioni a radiazione cosmica in aerei civili - Parte 3: Misure a altitudini di voli aerei |
| UNI 11918:2023 | Gestione rifiuti radioattivi - Rifiuti prodotti da settore medico sanitario, industriale e di ricerca - Caratterizzazione e gestione |
| UNI EN ISO 8769:2023 | Misura della radioattività - Radionuclidi alfa, beta e gamma emettitori - Specificazioni del metodo di riferimento standard di misura per taratura di monitori di contaminazione superficiale |
| UNI EN ISO 9978:2023 | Radioprotezione - Sorgenti sigillate - Metodi di prova di tenuta |
| UNI EN ISO 13304-2:2023 | Radioprotezione - Minimi criteri spettroscopia con risonanza paramagnetica elettronica (EPR) per dosimetria retrospettiva per radiazioni ionizzanti - Parte 2: Dosimetria ex vivo su smalto di denti umani |
| UNI EN ISO 16640:2023 | Monitoraggio dei gas radioattivi effluenti da infrastrutture che producono radionuclidi emittenti positroni e radiofarmaci |
| UNI EN ISO 13304-1:2023 | Radioprotezione - Minimi criteri spettroscopia con risonanza paramagnetica elettronica (EPR) per dosimetria retrospettiva per radiazioni ionizzanti - Parte 1: Principi generali |
| UNI ISO 4233:2023 | Tecnologia dei reattori - Reattori a fusione nucleare - Metodi di prova delle perdite in elio caldo su componenti in pressione e ad alta temperatura nei reattori a fusione nucleare |
| UNI 11912:2023 | Metodo di prova per la misura della concentrazione di attività del polonio 210 (²¹⁰ Po) tramite spettrometria alfa in campioni ambientali e alimentari, in materiali industriali e da costruzione |
| UNI ISO 24389-1:2023 | Gestione dei rifiuti radioattivi da installazioni nucleari - Parte 1: Principi generali, obiettivi e approcci pratici |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo |
|----------------------------------|--|
| UNI ISO 18589-2:2023 | Misurazione della radioattività nell'ambiente - Suolo - Parte 2 - Guida per la selezione della strategia di campionamento, il campionamento e il pre-trattamento dei campioni |
| UNI ISO 18077:2023 | Test fisici per la ripartenza di reattori ad acqua in pressione dopo ricarica |
| UNI EN ISO 23133:2023 | Sicurezza della criticità nucleare - Formazione sulla sicurezza della criticità nucleare per le operazioni |
| UNI ISO/TR 24422:2023 | Sviluppo di un fantoccio acqua equivalente per la misura delle caratteristiche fisiche di specifici dispositivi per trattamenti di radiochirurgia |
| UNI ISO 21243:2023 | Radioprotezione - Criteri di prestazione per laboratori che eseguono la stima di dose attraverso metodi citogenetici in caso di emergenze radiologiche e nucleari di larga scala - Principi generali e applicazioni del test dei dicentrici |
| UNI ISO 19461-2:2022 | Radioprotezione - Misura per il rilascio di rifiuti contaminati con radioisotopi impiegati per applicazioni mediche - Parte 2. Gestione dei rifiuti solidi radioattivi in servizi di medicina nucleare |
| UNI EN ISO 20031:2022 | Radioprotezione - Monitoraggio e dosimetria per esposizione interna dovuta a contaminazione di ferita con radionuclidi |
| UNI ISO 23018:2022 | Sezioni d'urto di gruppi di neutroni e raggi gamma mediate per calcoli di protezione dalle radiazioni e schermaggio per reattori nucleari |
| UNI EN ISO 19443:2022 | Sistemi di gestione per la qualità - Requisiti specifici per l'applicazione della norma ISO 9001:2015 da parte delle organizzazioni esterne che forniscono prodotti o servizi rilevanti ai fini della sicurezza nucleare nel settore dell'energia nucleare |
| UNI EN ISO 16638-2:2022 | Radioprotezione - Monitoraggio e dosimetria interna per specifici materiali - Parte 2: Ingestione di composti dell'uranio |
| UNI ISO 10645:2022 | Energia Nucleare - Reattori ad Acqua Leggera - Potenza di decadimento in combustibili nucleari non riprocessati |
| UNI CEN ISO/TS 23406:2021 | Settore nucleare - Requisiti per gli organismi che forniscono audit e certificazione dei sistemi di gestione della qualità per le organizzazioni che forniscono prodotti e servizi importanti per la sicurezza nucleare (ITNS) |
| UNI EN ISO 20042:2021 | Misura della radioattività - Radionuclidi gamma emettitori - Metodo generico con spettrometria gamma |
| UNI EN ISO 10276:2021 | Energia Nucleare - Tecnologia del combustibile - Sistemi di perni di presa per contenitori utilizzati per il trasporto di materiale radioattivo |
| UNI EN ISO 16647:2021 | Installazioni nucleari - Criteri per la progettazione ed esercizio di sistemi di confinamento in cantieri di siti nucleari ed installazioni nucleari in decommissioning |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo |
|---|---|
| UNI EN ISO 20785-4:2021 | Dosimetria per esposizione a radiazione cosmica in aerei civili - Parte 4: validazione dei codici |
| UNI EN ISO 18229:2021 | Requisiti tecnici fondamentali per componenti meccanici e strutture metalliche in uso nei reattori nucleari di Generazione IV |
| UNI EN ISO 18589-4:2021 | Misurazione della radioattività nell'ambiente - Suolo - Parte 4: Plutonio 238 e plutonio 239 + 240 - Metodo di misura attraverso spettrometria alfa |
| UNI EN ISO 18589-5:2021 | Misurazione della radioattività nell'ambiente - Suolo - Parte 5: Stronzio 90 - Metodo di misura attraverso contatore proporzionale o a scintillazione liquida |
| UNI EN ISO 18589-6:2021 | Misurazione della radioattività nell'ambiente - Suolo - Parte 6: Attività alfa totale e beta totale - metodo di misura con contatore proporzionale a flusso di gas |
| UNI EN ISO 18589-1:2021 | Misurazione della radioattività nell'ambiente - Suolo - Parte 1: Linee guida generali e definizioni |
| UNI ISO 11665-4:2021 | Misura della radioattività nell'ambiente - Aria: radon-222 - Parte 4: Metodo di misura ad integrazione per la determinazione della concentrazione media di attività usando un campionamento passivo e analisi successiva |
| UNI CEN ISO/TS 11665-12:2021 | Misura della radioattività nell'ambiente - Aria: radon-222 - Parte 12: Determinazione del coefficiente di diffusione in materiali impermeabili: metodo di misura della concentrazione di attività su un lato della membrana |
| UNI 11813:2021 | Disattivazione impianti ed installazioni nucleari - Gestione e smaltimento dei residui radioattivi - Glossario |
| UNI ISO 20043-1:2021 | Misure di radioattività ambientale - Linee guida per una valutazione della dose efficace impiegando i dati di monitoraggio ambientale - Parte 1: Esposizione pianificata ed esistente |
| UNI ISO/TR 4450:2021 | Sistemi di gestione per la qualità - Guida per l'applicazione della norma ISO 19443:2018 |
| UNI EN ISO 9463:2021 | Energia nucleare - Tecnologia del combustibile nucleare - Determinazione del plutonio in soluzioni di acido nitrico mediante spettrofotometria |
| UNI EN ISO 8299:2021 | Tecnologia del combustibile nucleare - Determinazione delle concentrazioni isotopiche ed elementari di uranio e plutonio in materiali nucleari in soluzioni di acido nitrico mediante spettrometria di massa a ionizzazione termica |
| UNI EN ISO 28057:2021 UNI EN ISO 4037-1:2021 | Dosimetria con rivelatori solidi a termoluminescenza per fasci di fotoni e elettroni in radioterapia Protezione dalle radiazioni - Radiazioni X e gamma di riferimento per la taratura dei dosimetri e dei rateometri e per la determinazione della loro risposta in funzione dell'energia dei fotoni - Parte 1: Caratteristiche e metodi di produzione della radiazione |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo |
|--------------------------------|--|
| UNI EN ISO 18256-2:2021 | Tecnologia del combustibile nucleare - Dissoluzione di materiali contenenti biossido di plutonio - Parte 2: Dissoluzione di pellet e polveri MOX |
| UNI EN ISO 4037-2:2021 | Protezione dalle radiazioni - Radiazioni X e gamma di riferimento per la taratura dei dosimetri e dei rateometri e per la determinazione della loro risposta in funzione dell'energia dei fotoni - Parte 2: Dosimetria per la protezione dalle radiazioni nell'intervallo di energia da 8 keV a 1,3 MeV e da 4 MeV a 9 MeV |
| UNI EN ISO 12807:2021 | Trasporto sicuro di materiali radioattivi - Test di tenuta dei colli |
| UNI EN ISO 16793:2021 | Tecnologia del combustibile nucleare - Linee guida per la preparazione ceramografica di pellet sinterizzate di UO ₂ per l'esame della microstruttura |
| UNI EN ISO 20046:2021 | Protezione dalle radiazioni - Criteri per la prestazione di laboratori che impiegano la tecnica FISH (Fluorescence In Situ Hybridization (FISH) translocation assay) per determinare l'esposizione alle radiazioni ionizzanti |
| UNI EN ISO 9161:2021 | Biossido di Uranio in polvere - Determinazione della densità apparente e densità previa agitazione |
| UNI EN ISO 4037-4:2021 | Protezione dalle radiazioni - Radiazioni X e gamma di riferimento per la taratura dei dosimetri e dei rateometri e per la determinazione della loro risposta in funzione dell'energia dei fotoni - Parte 4: Taratura dei dosimetri di area e individuali in campi di radiazione X di riferimento a bassa energia |
| UNI EN ISO 4037-3:2021 | Radiazioni X e gamma di riferimento per la taratura dei dosimetri e dei rateometri e per la determinazione della loro risposta in funzione dell'energia dei fotoni - Parte 3: Taratura dei dosimetri ambientali e individuali e misurazione della loro risposta in funzione dell'energia e dell'angolo d'incidenza |
| UNI EN ISO 18256-1:2021 | Tecnologia del combustibile nucleare - Dissoluzione di materiali contenenti biossido di plutonio - Parte 1: Dissoluzione di polveri di biossido di plutonio |
| UNI EN ISO 14146:2021 | Protezione dalle radiazioni - Criteri e curve limite di riferimento di prestazione per la verifica periodica di servizi di dosimetria |
| UNI ISO 23467:2021 | Creazione di tappi di ghiaccio sulle tubazioni di impianti nucleari |
| UNI EN ISO 11929-2:2021 | Determinazione dei limiti caratteristici (soglia di decisione, limite di rivelazione e limiti dell'intervallo di copertura) per misure di radiazioni ionizzanti - Fondamenti e applicazioni - Parte 2: Applicazioni avanzate |
| UNI EN ISO 11929-1:2021 | Determinazione dei limiti caratteristici (soglia di decisione, limite di rivelazione e limiti dell'intervallo di copertura) per misure di radiazioni ionizzanti - |
| | Fondamenti e applicazioni - Parte 1: Applicazioni elementari |
| UNI EN ISO 11929-3:2021 | Determinazione dei limiti caratteristici (soglia di |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo |
|--------------------------------|--|
| | decisione, limite di rivelazione e limiti dell'intervallo di copertura) per misure di radiazioni ionizzanti - Fondamenti e applicazioni - Parte 3: Applicazioni a metodi di deconvoluzione |
| UNI ISO 8690:2020 | Misure di radioattività - Radionuclidi beta e gamma emettitori - Metodo per valutare la facilità di decontaminazione di un materiale |
| UNI ISO 20890-1:2020 | Linee guida per ispezioni in servizio sui componenti del circuito primario nei reattori ad acqua Leggera - Parte 1: Test ultrasonici meccanizzati |
| UNI ISO 20890-2:2020 | Linee guida per ispezioni in servizio sui componenti del circuito primario nei reattori ad acqua Leggera - Parte 2: Test con particelle magnetiche e penetranti |
| UNI ISO 20890-3:2020 | Linee guida per ispezioni in servizio sui componenti del circuito primario nei reattori ad acqua Leggera - Parte 3: Test idrostatico |
| UNI ISO 20890-4:2020 | Linee guida per ispezioni in servizio sui componenti del circuito primario nei reattori ad acqua leggera - Parte 4: Test visivi |
| UNI ISO 20890-5:2020 | Linee guida per ispezioni in servizio sui componenti del circuito primario nei reattori ad acqua leggera - Parte 5: Test con correnti di Eddy per i tubi dei generatori di vapore |
| UNI EN ISO 20785-2:2020 | Dosimetria per l'esposizione ai raggi cosmici nell'aviazione civile - Parte 2: Caratterizzazione della risposta degli strumenti |
| UNI EN ISO 20785-1:2020 | Dosimetria per esposizioni a radiazione cosmica in aerei per uso civile - Parte 1: Basi concettuali per le misure |
| UNI ISO/TR 22930-2:2020 | Valutazione della prestazione di monitori continui dell'aria - Parte 2: Monitori dell'aria basati su tecnica di campionamento senza accumulazione |
| UNI ISO/TR 22930-1:2020 | Valutazione della prestazione di monitori continui dell'aria - Parte 1: Monitori dell'aria basati su tecnica di campionamento con accumulazione |
| UNI 11784:2020 | Manufatti di rifiuti radioattivi - Contenitori per rifiuti radioattivi solidi di media attività - Caratteristiche e requisiti |
| UNI EN ISO 19361:2020 | Misura della radioattività - Determinazione di attività da beta emettitori - Metodo con conteggio a scintillazione liquida |
| UNI EN ISO 19581:2020 | Misura della radioattività - Radionuclidi gamma emettitori - Metodo rapido di screening utilizzando uno spettrometro gamma a scintillazione |
| UNI EN ISO 19226:2020 | Energia Nucleare - Definizione della fluenza neutronica in termini di dpa nel recipiente in pressione di un reattore e negli internals |
| UNI EN ISO 18557:2020 | Principi di caratterizzazione per terreno, edifici e infrastrutture contaminate da radionuclidi con lo scopo di eseguire la bonifica |
| UNI ISO 11665-8:2020 | Misura della radioattività nell'ambiente - Aria: radon-222 - Parte 8: Metodologie per le indagini iniziali e supplementari negli edifici |
| UNI EN ISO 11665-5:2020 | Misure di radioattività in ambiente - Aria: radon-222 - |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo |
|------------------------------------|--|
| | Parte 5: Metodi di misura in continuo della concentrazione in attività |
| UNI EN ISO 11665-3:2020 | Misure di radioattività in ambiente - Aria: radon-222 - Parte 3: Metodo di misura puntuale della concentrazione di energia potenziale alfa dei suoi prodotti di decadimento a vita media breve |
| UNI EN ISO 11665-6:2020 | Misure di radioattività in ambiente - Aria: radon-222 - Parte 6: Metodi di misura puntuali della concentrazione in attività |
| UNI EN ISO 11665-2:2019 | Misura della radioattività nell'ambiente - Aria: radon-222 - Parte 2: Metodo di misura ad integrazione per la determinazione della concentrazione di energia potenziale alfa media dei suoi prodotti di decadimento a vita media breve |
| UNI EN ISO 11665-11:2019 | Misura della radioattività nell'ambiente - Aria: radon-222- Parte 11: Metodo di prova per la misura del radon nel suolo con campionamento effettuato in profondità nel terreno |
| UNI EN ISO 11665-1:2019 | Misura della radioattività nell'ambiente - Aria: radon-222 - Parte 1: Origini del radon e dei suoi prodotti di decadimento a vita media breve e relativi metodi di misura |
| UNI CEN ISO/TS 18090-1:2019 | Protezione dalle radiazioni - Caratteristiche delle radiazioni di riferimento di tipo pulsato - Parte 1: Fotoni |
| UNI ISO 15080:2019 | Impianti nucleari - Penetrazioni della ventilazione per confinamenti schermati |
| UNI EN ISO 16637:2019 | Protezione dalle radiazioni - Monitoraggio e dosimetria interna per il personale sanitario esposto a radionuclidi di uso medico sottoforma di sorgenti non sigillate |
| UNI EN ISO 16645:2019 | Protezione dalle radiazioni - Acceleratori di elettroni per uso medico - Requisiti e raccomandazioni per la progettazione e valutazione delle schermature |
| UNI EN ISO 16639:2019 | Sorveglianza della concentrazione di attività delle sostanze radioattive aerodisperse negli ambienti di lavoro di installazioni nucleari |
| UNI EN ISO 18417:2019 | Filtri per iodio al carbone attivo per installazioni nucleari - Metodo per definire l'indice di capacità di assorbimento |
| UNI EN ISO 22765:2019 | Tecnologia del combustibile nucleare - Pasticche sinterizzate di (U,Pu)O ₂ - Guida per la preparazione ceramografica per l'esame della microstruttura |
| UNI EN ISO 21484:2019 | Energia Nucleare - Tecnologia del combustibile - Determinazione del rapporto O/M in pasticche MOX tramite il metodo gravimetrico |
| UNI ISO 11665-9:2019 | Misura della radioattività nell'ambiente - Aria: Radon-222 - Parte 9: Metodi di prova per la determinazione del rateo di esalazione dei materiali da costruzione |
| UNI EN ISO 12800:2019 | Tecnologia del combustibile nucleare - Linee guida sulla misurazione della superficie specifica delle polveri di ossidi di uranio secondo il metodo BET |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo |
|---|--|
| UNI EN ISO 12183:2019 | Tecnologia del combustibile nucleare - Esame per il controllo del potenziale del numero di coulomb del plutonio |
| UNI EN ISO 12799:2019 | Energia nucleare - Determinazione del contenuto di azoto in pasticche sinterizzate di UO ₂ , (U, Gd)O ₂ e (U, Pu)O ₂ - Metodo di rivelazione della conduttività e dell'estrazione di gas inerte |
| EC 1-2018 UNI EN ISO 18589- 3:2017 | Misurazione della radioattività nell'ambiente - Suolo - Parte 3: Misurazione di radionuclidi gamma emettitori mediante spettrometria a raggi gamma |
| UNI EN ISO 29661:2017 | Fasci di radiazione di riferimento per radioprotezione - Definizioni e concetti fondamentali |
| UNI EN ISO 16424:2017 | Energia nucleare - Valutazione della omogeneità della distribuzione di Gd in miscele di combustibile con Gadolinio e determinazione del contenuto di Gd ₂ O ₃ in pellets di gadolinio attraverso la misura degli elementi uranio e gadolinio |
| UNI EN ISO 21613:2017 | Polveri e pellets sinterizzate di (U, Pu)O ₂ - Determinazione del cloro e del fluoro |
| UNI EN ISO 15651:2017 | Energia Nucleare - Determinazione del contenuto totale di idrogeno in polveri di PuO ₂ e UO ₂ , e in pellets sinterizzati di UO ₂ , (U,Gd)O ₂ e (U,Pu)O ₂ - Estrazione di gas inerti e metodo di rivelazione della conduttività |
| UNI EN ISO 17099:2017 | Protezione dalle radiazioni - Criteri di prestazione per i laboratori che utilizzano la tecnica del micronucleo con blocco della citochinesi (CBMN) in linfociti umani di sangue periferico per dosimetria biologica |
| UNI EN ISO 19017:2017 | Linee guida per misure di spettrometria gamma su rifiuti radioattivi |
| UNI EN ISO 21483:2017 | Determinazione della solubilità in acido nitrico di plutonio in pastiglie di combustibile a ossidi misti non irraggiato (U, Pu) O ₂ |
| UNI EN ISO 16638-1:2017 | Protezione dalle radiazioni - Monitoraggio e dosimetria interna per materiali specifici - Parte 1: Inalazione di composti di uranio |
| UNI EN ISO 20553:2017 | Protezione dalle radiazioni - Monitoraggio dei lavoratori esposti per motivi professionali al rischio di contaminazione interna da materiale radioattivo |
| UNI EN ISO 18589-3:2017 | Misurazione della radioattività nell'ambiente - Suolo - Parte 3: Misurazione di radionuclidi gamma emettitori mediante spettrometria a raggi gamma |
| UNI EN ISO 15382:2017 | Radioprotezione - Procedure per il monitoraggio della dose al cristallino, alla pelle e delle estremità |
| UNI ISO 11933-3:2017 | Componenti per sistemi di confinamento - Parte 3: Sistemi per l'ingresso e l'uscita dei materiali come portelli, camere a doppia porta, contenitori rimovibili |
| | a doppia chiusura, connessioni a tenuta per fusti destinati ai rifiuti |
| UNI ISO 11933-4:2017 | Componenti per sistemi di confinamento - Parte 4: Ventilazione e sistemi di filtrazione degli aeriformi quali filtri per aerosol, per gas, valvole di regolazione e di sicurezza, dispositivi di controllo e protezione |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo |
|---------------------------------|--|
| UNI ISO 11933-2:2017 | Componenti per sistemi di confinamento - Parte 2: Guanti, sacchi, manicotti di tenuta per pinze da presa ad asta e manipolatori articolati |
| UNI ISO 11933-1:2017 | Componenti per sistemi di confinamento - Parte 1: Penetrazioni per guanti e sacchi, coperchi di chiusura, anelli di tenuta e parti intercambiabili |
| UNI ISO 11933-5:2017 | Componenti per sistemi di confinamento - Parte 5: Penetrazioni per i circuiti elettrici e i fluidi |
| UNI ISO 17873:2017 | Impianti nucleari - Criteri per la progettazione e l'esercizio di sistemi di ventilazione per installazioni nucleari diverse da reattori nucleari |
| EC 1-2016 UNI 10897:2016 | Carichi di rottami metallici - Rilevazione di radionuclidi con misure X e gamma |
| UNI EN ISO 15646:2016 | Test di ri-sinterizzazione per pellet di UO ₂ , (U,Gd)O ₂ e (U,Pu)O ₂ |
| UNI EN ISO 16641:2016 | Misurazione della radioattività nell'ambiente - Aria - Radon 220: Metodi di misurazione integrati per la determinazione della concentrazione media di attività utilizzando rivelatori passivi a stato solido di tracce nucleari |
| UNI EN ISO 18589-7:2016 | Misurazione della radioattività nell'ambiente - Suolo - Parte 7: Misurazione in situ di radionuclidi gamma emettitori |
| UNI EN ISO 15366-1:2016 | Gestione materiali radioattivi - Separazione chimica e purificazione di uranio e plutonio in soluzione di acido nitrico per analisi isotopica e a diluizione isotopica mediante cromatografica ad estrazione con solvente - Parte 1: Campioni contenenti plutonio in quantitativi dell'ordine del microgrammo e uranio in quantitativi dell'ordine del milligrammo |
| UNI EN ISO 15366-2:2016 | Gestione materiali radioattivi - Separazione chimica e purificazione di uranio e plutonio in soluzione di acido nitrico per analisi isotopica e a diluizione isotopica mediante cromatografica ad estrazione con solvente - Parte 2: Campioni contenenti plutonio e uranio nel range del nanogrammo o inferiore |
| UNI ISO 7503-2:2016 | Misura della radioattività - Misura e valutazione della contaminazione superficiale - Parte 2: Metodo di verifica usando campioni usati per pulizia/sfregamento della superficie |
| UNI ISO 7503-1:2016 | Misura della radioattività - Misura e valutazione della contaminazione superficiale - Parte 1: Principi generali |
| UNI ISO 7503-3:2016 | Misura della radioattività - Misura e valutazione della contaminazione superficiale - Parte 3: Taratura degli apparati di misura |
| UNI 10897:2016 | Carichi di rottami metallici - Rilevazione di radionuclidi con misure X e gamma |
| UNI ISO 28218:2015 | Radioprotezione - Criteri e requisiti per l'effettuazione delle analisi di radioattività in campioni biologici (analisi radiobiologiche) |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo |
|--------------------------------|---|
| UNI ISO 12789-1:2015 | Campi di radiazione di riferimento - Campi di neutroni simulanti i campi presenti in ambienti lavorativi - Parte 1: Caratteristiche e metodi di produzione |
| UNI ISO 12789-2:2015 | Campi di radiazione di riferimento - Campi di neutroni simulanti i campi presenti in ambienti lavorativi - Parte 2: Fondamenti di taratura relativi alle grandezze di riferimento |
| UNI EN ISO 361:2015 | Simboli di base per radiazioni ionizzanti |
| UNI EN ISO 11665-7:2015 | Misurazione della radioattività nell'ambiente - Aria: radon-222 - Parte 7: Metodo di accumulazione per la stima del rateo di esalazione da una superficie |
| UNI EN ISO 3925:2015 | Sostanze radioattive non sigillate - Identificazione e documentazione |
| UNI ISO 27048:2015 | Radioprotezione - Valutazione di dose per il monitoraggio dei lavoratori esposti a contaminazione interna |
| UNI EN ISO 2919:2015 | Radioprotezione - Sorgenti radioattive sigillate - Requisiti generali e classificazione |
| UNI 11539:2014 | Protezione dalle radiazioni - Qualità dell'acciaio - Determinazione del contenuto dell'attività di trizio in campioni di acciaio e alluminio mediante scintillazione liquida |
| UNI/TR 11496:2013 | Energia nucleare - Glossario di radioprotezione |
| UNI 11458:2012 | Materiali solidi provenienti da impianti nucleari - Metodi e procedure per il controllo radiologico ai fini dell'allontanamento |
| UNI 10755:2011 | Manufatti di rifiuti radioattivi condizionati - Colorazione, marcatura, schedatura e registrazione |
| UNI 10704:2011 | Manufatti di rifiuti radioattivi condizionati - Classificazione |
| UNI 10621:2011 | Manufatti di rifiuti radioattivi condizionati - Caratterizzazione |
| UNI ISO 14152:2010 | Schermature per la protezione dalle radiazioni neutroniche - Principi di progettazione e considerazioni per la scelta dei materiali appropriati |
| UNI ISO 8529-2:2010 | Radiazioni neutroniche di riferimento - Parte 2: Fondamenti per la taratura dei dispositivi di radioprotezione in relazione alle grandezze di base caratterizzanti il campo di radiazione |
| UNI 11349:2010 | Impianti nucleari - Modalità di controllo degli effluenti liquidi radioattivi delle installazioni nucleari |
| UNI ISO 21482:2009 | Avvertimento per radiazioni ionizzanti - Simbolo supplementare |
| UNI 11279-1:2008 | Deposito ingegneristico per manufatti di rifiuti radioattivi di Categoria 2 - Parte 1: Criteri base di progetto |
| UNI 11279-2:2008 | Deposito ingegneristico per manufatti di rifiuti radioattivi di Categoria 2 - Parte 2: Criteri base di qualificazione delle barriere ingegneristiche |
| UNI 11279-3:2008 | Deposito ingegneristico per manufatti di rifiuti |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo |
|----------------------------|--|
| | radioattivi di Categoria 2 - Parte 3: Criteri base di sorveglianza e monitoraggio |
| UNI ISO 6980-1:2008 | Energia nucleare - Radiazioni di particelle beta di riferimento - Parte 1: Metodi di produzione |
| UNI ISO 6980-2:2008 | Energia nucleare - Radiazioni di particelle beta di riferimento - Parte 2: Principi di taratura relativi alle grandezze fondamentali che caratterizzano il campo di radiazione |
| UNI ISO 6980-3:2008 | Energia nucleare - Radiazioni di particelle beta di riferimento - Parte 3: Taratura di dosimetri personali e ambientali e determinazione della loro risposta in funzione dell'energia e dell'angolo di incidenza della radiazione beta |
| UNI/TR 11290:2008 | Classificazione dei metodi di misurazione del ²²² Rn e dei suoi prodotti di decadimento |
| UNI ISO 3999:2007 | Protezione dalle radiazioni - Apparecchiature per gammagrafia industriale - Specifiche di prestazione, progettazione e prove |
| UNI 11197:2006 | Manufatti di rifiuti radioattivi condizionati - Modalità di identificazione e di rintracciabilità dell'informazione per manufatti appartenenti alla Categoria 2 |
| UNI 11194:2006 | Manufatti di rifiuti radioattivi condizionati - Caratterizzazione radiologica di manufatti appartenenti alla Categoria 2 ai fini del conferimento al deposito finale |
| UNI 11193:2006 | Manufatti di rifiuti radioattivi condizionati - Metodi di prova per la qualificazione dei processi di condizionamento per manufatti appartenenti alla Categoria 2 |
| UNI 11196:2006 | Manufatti di rifiuti radioattivi condizionati - Contenitori per il deposito finale di manufatti appartenenti alla Categoria 2 |
| UNI 11195:2006 | Manufatti di rifiuti radioattivi condizionati - Sistema informativo per la gestione di un deposito di tipo superficiale per manufatti appartenenti alla Categoria 2 |
| UNI 11015:2003 | Disattivazione di impianti nucleari - Determinazione degli isotopi di plutonio, americio e curio |
| UNI 11016:2002 | Determinazione di americio-241 nelle urine |
| UNI 10796:2000 | Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi - Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici |
| UNI 10798:1999 | Acceleratori di elettroni - Impianti industriali di irraggiamento - Radioprotezione |
| UNI 10754:1999 | Apparecchiature remotizzate per brachiterapia - Controlli periodici |
| UNI 9107-2:1999 | Determinazione del tritio in aria - Misura continua |
| UNI 10703:1999 | Dosimetria a termoluminescenza - Glossario |
| UNI 9498-6:1998 | Disattivazione di impianti nucleari - Caratterizzazione radiologica e classificazione dei materiali prodotti da operazioni di disattivazione ai fini della destinazione finale |
| UNI 9498-7:1998 | Disattivazione di impianti nucleari - Criteri per il |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo |
|---------------------------------|--|
| | rilascio parziale di un impianto e/o sito già utilizzato per scopi nucleari |
| UNI 9498-8:1998 | Disattivazione di impianti nucleari - Requisiti di un deposito temporaneo per materiali di risulta e rifiuti radioattivi derivanti da esercizio e smantellamento |
| UNI 10620:1997 | Determinazione del ²³⁸ Pu e ²³⁹⁺²⁴⁰ Pu in aria |
| UNI 10627:1997 | Sistemi di tomografia computerizzata per indagini strutturali |
| UNI 10626:1997 | Acceleratori di elettroni. Criteri guida per l'installazione degli impianti di irraggiamento. Barriere schermanti |
| UNI 10491:1995 | Criteri per la costruzione di installazioni adibite alla manipolazione di sorgenti radioattive non sigillate |
| UNI ISO 8107:1995 | Impianti nucleari di potenza. Manutenibilità. Terminologia |
| UNI 10315:1994 | Macchine radiogene. Acceleratori di elettroni. Criteri generali di impiego per processi di irraggiamento |
| UNI 10308:1994 | Controlli periodici sugli acceleratori impiegati in radioterapia |
| UNI 9883-2:1994 | Schermi delle centrali elettronucleari. Fabbricazione e collaudi |
| UNI 7267-1:1992 ALLEGATO | Energia nucleare e radiazioni ionizzanti. Atlante dei radionuclidi |
| UNI 10135:1992 | Controlli periodici e dosimetria degli apparecchi per roentgenterapia |
| UNI 10134:1992 | Impianti nucleari. Esecuzione di ritocchi e ripristini ai rivestimenti con pitturazioni |
| UNI 10133:1992 | Impianti nucleari. Conservazione dei trattamenti protettivi di pittura di componenti durante il montaggio di impianti |
| UNI 9498-5:1991 | Disattivazione di impianti nucleari. Caratterizzazione radiologica |
| UNI 9888:1991 | Energia nucleare. Determinazione radiochimica dello ⁹⁰ Sr |
| UNI 9498-4:1991 | Disattivazione di impianti nucleari. Smantellamento di strutture e componenti |
| UNI 8128:1991 | Rifiuti radioattivi. Sistemazione in contenitori classificati di rifiuti radioattivi |
| UNI 7698:1991 | Sorgenti radioattive. Sistemazione di sorgenti radioattive solide inutilizzate in contenitori classificati |
| UNI 9498-3:1991 | Disattivazione di impianti nucleari. Conservazione con sorveglianza |
| UNI 9498-2:1991 | Disattivazione di impianti nucleari. Tecniche di decontaminazione |
| UNI 9883-1:1991 | Schermi delle centrali elettronucleari. Criteri generali per il dimensionamento |
| UNI ISO 7212:1991 | Barriere schermanti per la protezione delle radiazioni ionizzanti. Elementi di schermatura in piombo per pareti di spessore di 50 mm e 100 mm |
| UNI 9775:1990 | Controlli periodici degli apparecchi per telegammaterapia |
| UNI 7804:1990 | Rivestimenti protettivi impiegati nei laboratori e nelle installazioni nucleari. Determinazione della resistenza alle radiazioni ionizzanti |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo |
|------------------------|---|
| UNI 7800:1990 | Rivestimenti protettivi impiegati nei laboratori e nelle installazioni nucleari. Determinazione della resistenza agli agenti chimici |
| UNI 9777:1990 | Preparazione di sorgenti di taratura per calibratori di dose |
| UNI 7802:1990 | Rivestimenti protettivi impiegati nei laboratori e nelle installazioni nucleari. Determinazione della resistenza all' abrasione |
| UNI 7803:1990 | Rivestimenti protettivi impiegati nei laboratori e nelle installazioni nucleari. Determinazione della resistenza all' urto |
| UNI 9776:1990 | Rivestimenti protettivi a base di prodotti vernicianti impiegati nei laboratori e nelle installazioni nucleari. Determinazione della conduttività termica |
| UNI 9498-1:1989 | Disattivazione di impianti nucleari. Criteri generali |
| UNI 7267-1:1989 | Energia nucleare e radiazioni ionizzanti. Termini e definizioni di carattere generale |
| UNI 9106:1988 | Determinazione dell'attività dei radionuclidi contenuti nei radiofarmaci |
| UNI 9102:1988 | Contaminometri e monitori installati per la misura delle contaminazioni superficiali alfa, beta e gamma delle mani e dei piedi. Controlli periodici di taratura e di corretto funzionamento |
| UNI 9105:1988 | Sorgenti per il controllo di corretto funzionamento degli strumenti di radioprotezione |
| UNI 9107-1:1988 | Determinazione del tritio in aria. Misura discontinua |
| UNI 8846:1987 | Controlli periodici della strumentazione installata di radioprotezione |
| UNI 8847:1987 | Controlli periodici di taratura e di corretto funzionamento dei radiometri e monitori installati di radiazione X e gamma |
| UNI 8824:1987 | Criteri per la realizzazione, l'impiego ed il trasporto di cilindri di contenimento per UF6 |
| UNI 8692:1986 | Determinazione dell'uranio nell' esafluoruro di uranio. Metodo volumetrico |
| UNI 8798:1986 | Prodotti di solidificazione dei rifiuti radioattivi. Prova di lisciviazione a lungo termine |
| UNI 8823:1986 | Determinazione dell'uranio nelle soluzioni di alimentazione e di prodotto finito degli impianti di ritrattamento dei combustibili nucleari. Metodo potenziometrico |
| UNI 8694:1985 | Determinazione del fosforo 32 nelle urine |
| UNI 8693:1985 | Determinazione dello stronzio 90 nelle urine |
| UNI 8691:1985 | Determinazione dell'uranio nell'esafluoruro di uranio. Metodo gravimetrico |
| UNI 8700:1985 | Installazioni nucleari. Sistemi di rilevazione ed allarme di criticità |
| UNI 8699:1985 | Determinazione per via spettrografica di impurezze metalliche in diossido di uranio ed esafluoruro di uranio di purezza nucleare |
| UNI 8570:1984 | Impianti nucleari. Criteri generali per lo scambio dei dati di affidabilità |
| UNI 8563:1984 | Determinazione del radio 226 nelle urine |
| UNI 8562:1984 | Determinazione dell'uranio arricchito nelle urine |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| | |
|------------------------|--|
| UNI 8564:1984 | Determinazione del torio nelle urine. Metodo colorimetrico |
| UNI 8408:1982 | Apparecchi di misura a radioelementi per installazione fissa. Classificazione, caratteristiche e prove |
| UNI 8323:1981 | Determinazione dell'attività alfa totale degli attinidi nelle urine |
| UNI 8322:1981 | Determinazione del tritio presente nelle urine come HTO |
| UNI 8324:1981 | Determinazione dell'uranio naturale nelle urine. Metodo fluorimetrico |
| UNI 8325:1981 | Determinazione del plutonio nelle urine |
| UNI 8299:1981 | Controlli periodici di taratura e di corretto funzionamento dei contaminometri, monitori e segnalatori portatili di contaminazione superficiale alfa, beta e gamma |
| UNI 8300:1981 | Controlli periodici di taratura e di corretto funzionamento dei radiometri, monitori e segnalatori portatili di radiazioni X e gamma |
| UNI 7267-2:1980 | Energia nucleare e radiazioni ionizzanti. Termini e definizioni per la fusione nucleare |
| UNI 8144:1980 | Radioprotezione per apparecchiature per analisi di diffrattometria e fluorescenza a raggi X |
| UNI 8143:1980 | Controlli periodici della strumentazione portatile di radioprotezione |
| UNI 7496:1975 | Impianti nucleari. Collaudo di efficienza dei sistemi filtranti per particelle installati nei condotti di ventilazione |
| UNI 7428:1975 | Impianti nucleari. Segni grafici |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

A.2 Norme ISO/TC 85 “Nuclear energy, nuclear technologies, and radiological protection”

A.2.1 Elenco altre norme non convertite in o non utilizzate come riferimento per normativa UNI

| Numero norma | Titolo | OT competente |
|----------------------------|--|----------------------|
| ISO/ASTM 51900:2023 | Guidance for dosimetry for radiation research | ISO/TC 85 |
| ISO/ASTM 51539:2023 | Guidance for use of radiation-sensitive indicators | ISO/TC 85 |
| ISO/ASTM 51940:2022 | Guidance for dosimetry for sterile insects release programs | ISO/TC 85 |
| ISO/ASTM 51310:2022 | Practice for use of a radiochromic optical waveguide dosimetry system | ISO/TC 85 |
| ISO 12749-2:2022 | Nuclear energy, nuclear technologies, and radiological protection — Vocabulary — Part 2: Radiological protection | ISO/TC 85 |
| ISO/ASTM 52628:2020 | Standard practice for dosimetry in radiation processing | ISO/TC 85 |
| ISO/ASTM 51818:2020 | Practice for dosimetry in an electron beam facility for radiation processing at energies between 80 and 300 keV | ISO/TC 85 |
| ISO/ASTM 51631:2020 | Practice for use of calorimetric dosimetry systems for dose measurements and dosimetry system calibration in electron beams | ISO/TC 85 |
| ISO/TS 23406:2020 | Nuclear sector — Requirements for bodies providing audit and certification of quality management systems for organizations supplying products and services important to nuclear safety (ITNS) | ISO/TC 85 |
| ISO 12749-1:2020 | Nuclear energy — Vocabulary — Part 1: General terminology | ISO/TC 85 |
| ISO 12749-6:2020 | Nuclear energy, nuclear technologies, and radiological protection — Vocabulary — Part 6: Nuclear medicine | ISO/TC 85 |
| ISO/TR 4450:2020 | Quality management systems — Guidance for the application of ISO 19443:201 | ISO/TC 85 |
| ISO/ASTM 51276:2019 | Practice for use of a polymethylmethacrylate dosimetry system | ISO/TC 85 |
| ISO 19443:2018 | Quality management systems — Specific requirements for the application of ISO 9001:2015 by organizations in the supply chain of the nuclear energy sector supplying products and services important to nuclear safety (ITNS) | ISO/TC 85 |
| ISO 12749-5:2018 | Nuclear energy, nuclear technologies, and radiological protection — Vocabulary — Part 5: Nuclear reactors | ISO/TC 85 |
| ISO/ASTM 51939:2017 | Practice for blood irradiation dosimetry | ISO/TC 85 |
| ISO/ASTM 51538:2017 | Practice for use of the ethanol-chlorobenzene dosimetry system | ISO/TC 85 |
| ISO/ASTM 51205:2017 | Practice for use of a ceric-cerous sulfate dosimetry system | ISO/TC 85 |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo | OT competente |
|----------------------------|---|----------------------|
| ISO/ASTM 52303:2015 | Guide for absorbed-dose mapping in radiation processing facilities | ISO/TC 85 |
| ISO/ASTM 51707:2015 | Guide for estimation of measurement uncertainty in dosimetry for radiation processing | ISO/TC 85 |
| ISO/ASTM 51649:2015 | Practice for dosimetry in an electron beam facility for radiation processing at energies between 300 keV and 25 MeV | ISO/TC 85 |
| ISO/ASTM 51608:2015 | Practice for dosimetry in an X-ray (bremsstrahlung) facility for radiation processing at energies between 50 keV and 7.5 MeV | ISO/TC 85 |
| ISO/ASTM 51026:2015 | Practice for using the Fricke dosimetry system | ISO/TC 85 |
| ISO 12749-3:2015 | Nuclear energy, nuclear technologies, and radiological protection — Vocabulary — Part 3: Nuclear fuel cycle | ISO/TC 85 |
| ISO 12749-4:2015 | Nuclear energy, nuclear technologies, and radiological protection — Vocabulary — Part 4: Dosimetry for radiation processing | ISO/TC 85 |
| ISO/ASTM 51702:2013 | Practice for dosimetry in a gamma facility for radiation processing | ISO/TC 85 |
| ISO/ASTM 52701:2013 | Guide for performance characterization of dosimeters and dosimetry systems for use in radiation processing | ISO/TC 85 |
| ISO/ASTM 52116:2013 | Practice for dosimetry for a self-contained dry-storage gamma irradiator | ISO/TC 85 |
| ISO/ASTM 51956:2013 | Practice for use of a thermoluminescence- dosimetry system (TLD system) for radiation processing | ISO/TC 85 |
| ISO/ASTM 51650:2013 | Practice for use of a cellulose triacetate dosimetry system | ISO/TC 85 |
| ISO/ASTM 51607:2013 | Practice for use of the alanine-EPR dosimetry system | ISO/TC 85 |
| ISO/ASTM 51401:2013 | Practice for use of a dichromate dosimetry system | ISO/TC 85 |
| ISO/ASTM 51275:2013 | Practice for use of a radiochromic film dosimetry system | ISO/TC 85 |
| ISO/ASTM 51261:2013 | Practice for calibration of routine dosimetry systems for radiation processing | ISO/TC 85 |
| ISO 361:1975 | Basic ionizing radiation symbol | ISO/TC 85 |
| ISO 24434:2024 | Radiological protection — Radiological monitoring for emergency workers and population following nuclear/radiological incidents — General principles | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 24426:2023 | Radiological protection — Content of input data for the statistical analysis of dose records of individuals monitored for occupational exposure to ionizing radiation | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 23588:2023 | Radiological protection — General requirements for proficiency tests for in vivo radiobioassay | ISO/TC 85/SC 2 |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo | OT competente |
|--------------------------|--|----------------------|
| ISO 22188:2023 | Monitoring for inadvertent movement and illicit trafficking of radioactive material | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 20956:2023 | Radiological protection — Low dose rate calibration of instruments for environmental and area monitoring | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 20785-3:2023 | Dosimetry for exposures to cosmic radiation in civilian aircraft — Part 3: Measurements at aviation altitudes | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 20045:2023 | Measurement of the radioactivity in the environment — Air: tritium — Test method using bubbler sampling | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 20043-2:2023 | Measurement of radioactivity in the environment — Guidelines for effective dose assessment using environmental monitoring data — Part 2: Emergency exposure situation | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 19238:2023 | Radiological protection — Performance criteria for service laboratories performing biological dosimetry by cytogenetics — Dicentric assay | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 18589-3:2023 | Measurement of radioactivity in the environment — Soil — Part 3: Test method of gamma-emitting radionuclides using gamma-ray spectrometry | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 8529-3:2023 | Neutron reference radiation fields — Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and determination of their response as a function of neutron energy and angle of incidence | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 6980-1:2023 | Nuclear energy — Reference beta-particle radiation — Part 1: Methods of production | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 6980-2:2023 | Nuclear energy — Reference beta-particle radiation — Part 2: Calibration fundamentals related to basic quantities characterizing the radiation field | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 6980-3:2023 | Nuclear energy — Reference beta-particle radiation — Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and the determination of their response as a function of beta radiation energy and angle of incidence | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 2889:2023 | Sampling airborne radioactive materials from the stacks and ducts of nuclear facilities | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO/TR 24422:2022 | Development of a water equivalent phantom to measure the physical characteristics of specific radiosurgery treatment devices | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 23547:2022 | Measurement of radioactivity — Gamma emitting radionuclides — Reference measurement standard specifications for the calibration of gamma-ray spectrometers | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 21243:2022 | Radiation protection — Performance criteria for laboratories performing initial cytogenetic dose assessment of mass | ISO/TC 85/SC 2 |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo | OT competente |
|-------------------------|---|----------------------|
| | casualties in radiological or nuclear emergencies — General principles and application to dicentric assay | |
| ISO 20041-1:2022 | Tritium and carbon-14 activity in gaseous effluents and gas discharges of nuclear installations — Part 1: Sampling of tritium and carbon-14 | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 20044:2022 | Measurement of radioactivity in the environment — Air: aerosol particles — Test method using sampling by filter media | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 19461-2:2022 | Radiological protection — Measurement for the clearance of waste contaminated with radioisotopes for medical application — Part 2: Management of solid radioactive waste in nuclear medicine facilities | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 18589-2:2022 | Measurement of radioactivity in the environment — Soil — Part 2: Guidance for the selection of the sampling strategy, sampling and pre-treatment of samples | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 16659-1:2022 | Ventilation systems for nuclear facilities — In-situ efficiency test methods for iodine traps with solid sorbent — Part 1: General requirements | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 11929-4:2022 | Determination of the characteristic limits (decision threshold, detection limit and limits of the coverage interval) for measurements of ionizing radiation — Fundamentals and application — Part 4: Guidelines to applications | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 21909-1:2021 | Passive neutron dosimetry systems — Part 1: Performance and test requirements for personal dosimetry | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 21909-2:2021 | Passive neutron dosimetry systems — Part 2: Methodology and criteria for the qualification of personal dosimetry systems in workplaces | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 20043-1:2021 | Measurement of radioactivity in the environment — Guidelines for effective dose assessment using environmental monitoring data — Part 1: Planned and existing exposure situation | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 18310-2:2021 | Measurement and prediction of the ambient dose equivalent from patients receiving iodine 131 administration after thyroid ablation — Part 2: External effective dose of the caregivers after release from the hospital | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 16640:2021 | Monitoring radioactive gases in effluents from facilities producing positron emitting radionuclides and radiopharmaceuticals | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 11665-4:2021 | Measurement of radioactivity in the | ISO/TC 85/SC 2 |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo | OT competente |
|----------------------------|--|----------------------|
| | environment — Air: radon-222 — Part 4: Integrated measurement method for determining average activity concentration using passive sampling and delayed analysis | |
| ISO 8529-1:2021 | Neutron reference radiations fields — Part 1: Characteristics and methods of production | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO/TR 22930-1:2020 | Evaluating the performance of continuous air monitors — Part 1: Air monitors based on accumulation sampling techniques | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO/TR 22930-2:2020 | Evaluating the performance of continuous air monitors — Part 2: Air monitors based on flow-through sampling techniques without accumulation | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 20785-1:2020 | Dosimetry for exposures to cosmic radiation in civilian aircraft — Part 1: Conceptual basis for measurements | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 20785-2:2020 | Dosimetry for exposures to cosmic radiation in civilian aircraft — Part 2: Characterization of instrument response | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 20031:2020 | Radiological protection — Monitoring and dosimetry for internal exposures due to wound contamination with radionuclides | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 13304-1:2020 | Radiological protection — Minimum criteria for electron paramagnetic resonance (EPR) spectroscopy for retrospective dosimetry of ionizing radiation — Part 1: General principles | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 13304-2:2020 | Radiological protection — Minimum criteria for electron paramagnetic resonance (EPR) spectroscopy for retrospective dosimetry of ionizing radiation — Part 2: Ex vivo human tooth enamel dosimetry | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 11665-3:2020 | Measurement of radioactivity in the environment — Air: radon-222 — Part 3: Spot measurement method of the potential alpha energy concentration of its short-lived decay products | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 11665-5:2020 | Measurement of radioactivity in the environment — Air: radon-222 — Part 5: Continuous measurement methods of the activity concentration | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 11665-6:2020 | Measurement of radioactivity in the environment — Air: radon-222 — Part 6: Spot measurement methods of the activity concentration | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 9978:2020 | Radiation protection — Sealed sources — Leakage test methods | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 8769:2020 | Measurement of radioactivity — Alpha-, beta- and photon emitting radionuclides — | ISO/TC 85/SC 2 |
| | Reference measurement standard specifications for the calibration of surface contamination monitors | |
| ISO 8690:2020 | Measurement of radioactivity — Gamma ray and beta emitting radionuclides — Test | ISO/TC 85/SC 2 |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo | OT competente |
|----------------------------------|--|----------------------|
| | method to assess the ease of decontamination of surface materials | |
| ISO 28057:2019 | Clinical dosimetry — Dosimetry with solid thermoluminescence detectors for photon and electron radiations in radiotherapy | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 22127:2019 | Dosimetry with radiophotoluminescent glass dosimeters for dosimetry audit in MV X-ray radiotherapy | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 20785-4:2019 | Dosimetry for exposures to cosmic radiation in civilian aircraft — Part 4: Validation of codes | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 20046:2019 | Radiological protection — Performance criteria for laboratories using Fluorescence In Situ Hybridization (FISH) translocation assay for assessment of exposure to ionizing radiation | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 20042:2019 | Measurement of radioactivity — Gamma-ray emitting radionuclides — Generic test method using gamma-ray spectrometry | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 18589-1:2019 | Measurement of radioactivity in the environment — Soil — Part 1: General guidelines and definitions | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 18589-4:2019 | Measurement of radioactivity in the environment — Soil — Part 4: Plutonium 238 and plutonium 239 + 240 — Test method using alpha spectrometry | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 18589-5:2019 | Measurement of radioactivity in the environment — Soil — Part 5: Strontium 90 — Test method using proportional counting or liquid scintillation counting | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 18589-6:2019 | Measurement of radioactivity in the environment — Soil — Part 6: Gross alpha and gross beta activities — Test method using gas-flow proportional counting | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 16638-2:2019 | Radiological protection — Monitoring and internal dosimetry for specific materials — Part 2: Ingestion of uranium compounds | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 15080:2001/Amd 1:2019 | Nuclear facilities — Ventilation penetrations for shielded enclosures — Amendment 1 | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 11929-1:2019 | Determination of the characteristic limits (decision threshold, detection limit and limits of the coverage interval) for measurements of ionizing radiation — Fundamentals and application — Part 1: Elementary applications | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 11929-2:2019 | Determination of the characteristic limits (decision threshold, detection limit and limits of the coverage interval) for | ISO/TC 85/SC 2 |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo | OT competente |
|-------------------------|---|----------------------|
| | measurements of ionizing radiation — Fundamentals and application — Part 2: Advanced applications | |
| ISO 11929-3:2019 | Determination of the characteristic limits (decision threshold, detection limit and limits of the coverage interval) for measurements of ionizing radiation — Fundamentals and application — Part 3: Applications to unfolding methods | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 11665-1:2019 | Measurement of radioactivity in the environment — Air: radon-222 — Part 1: Origins of radon and its short-lived decay products and associated measurement methods | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 11665-2:2019 | Measurement of radioactivity in the environment — Air: radon-222 — Part 2: Integrated measurement method for determining average potential alpha energy concentration of its short-lived decay products | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 11665-8:2019 | Measurement of radioactivity in the environment — Air: radon-222 — Part 8: Methodologies for initial and additional investigations in buildings | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 11665-9:2019 | Measurement of radioactivity in the environment — Air: Radon-222 — Part 9: Test methods for exhalation rate of building materials | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 4037-1:2019 | Radiological protection — X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy — Part 1: Radiation characteristics and production methods | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 4037-2:2019 | Radiological protection — X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy — Part 2: Dosimetry for radiation protection over the energy ranges from 8 keV to 1,3 MeV and 4 MeV to 9 MeV | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 4037-3:2019 | Radiological protection — X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy — Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and the measurement of their response as a function of energy and angle of incidence | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 4037-4:2019 | Radiological protection — X and gamma | ISO/TC 85/SC 2 |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo | OT competente |
|-----------------------------|---|----------------------|
| | reference radiation for calibrating dosimeters and doserate meters and for | |
| | determining their response as a function of photon energy — Part 4: Calibration of area and personal dosimeters in low energy X reference radiation fields | |
| ISO 19461-1:2018 | Radiological protection — Measurement for the clearance of waste contaminated with radioisotopes for medical application — Part 1: Measurement of radioactivity | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 16647:2018 | Nuclear facilities — Criteria for design and operation of confinement systems for nuclear worksite and for nuclear installations under decommissioning | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 14146:2018 | Radiological protection — Criteria and performance limits for the periodic evaluation of dosimetry services | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO/TS 11665-12:2018 | Measurement of radioactivity in the environment — Air: radon-222 — Part 12: Determination of the diffusion coefficient in waterproof materials: membrane one-side activity concentration measurement method | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 19581:2017 | Measurement of radioactivity — Gamma emitting radionuclides — Rapid screening method using scintillation detector gamma-ray spectrometry | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 19361:2017 | Measurement of radioactivity — Determination of beta emitters activities — Test method using liquid scintillation counting | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 18417:2017 | Iodine charcoal sorbents for nuclear facilities — Method for defining sorption capacity index | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 18310-1:2017 | Measurement and prediction of the ambient dose equivalent from patients receiving iodine 131 administration after thyroid ablation — Part 1: During the hospitalization | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 16639:2017 | Surveillance of the activity concentrations of airborne radioactive substances in the workplace of nuclear facilities | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO/TS 11665-13:2017 | Measurement of radioactivity in the environment — Air: radon 222 — Part 13: Determination of the diffusion coefficient in waterproof materials: membrane two-side activity concentration test method | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 16645:2016 | Radiological protection — Medical electron accelerators — Requirements and recommendations for shielding design and evaluation | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 16637:2016 | Radiological protection — Monitoring and internal dosimetry for staff members | ISO/TC 85/SC 2 |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo | OT competente |
|----------------------------------|---|----------------------|
| | exposed to medical radionuclides as unsealed sources | |
| ISO 11665-11:2016 | Measurement of radioactivity in the environment — Air: radon-222 — Part 11: Test method for soil gas with sampling at depth | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 7503-1:2016 | Measurement of radioactivity — Measurement and evaluation of surface contamination — Part 1: General principles | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 7503-2:2016 | Measurement of radioactivity - Measurement and evaluation of surface contamination — Part 2: Test method using wipe-test samples | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 7503-3:2016 | Measurement of radioactivity — Measurement and evaluation of surface contamination — Part 3: Apparatus calibration | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 29661:2012/Amd 1:2015 | Reference radiation fields for radiation protection — Definitions and fundamental concepts — Amendment 1: Reference point of personal dosimeters | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO/TS 18090-1:2015 | Radiological protection — Characteristics of reference pulsed radiation — Part 1: Photon radiation | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 16638-1:2015 | Radiological protection — Monitoring and internal dosimetry for specific materials — Part 1: Inhalation of uranium compounds | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 15382:2015 | Radiological protection — Procedures for monitoring the dose to the lens of the eye, the skin and the extremities | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 17099:2014 | Radiological protection — Performance criteria for laboratories using the cytokinesis block micronucleus (CBMN) assay in peripheral blood lymphocytes for biological dosimetry | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 16641:2014 | Measurement of radioactivity in the environment — Air — Radon 220: Integrated measurement methods for the determination of the average activity concentration using passive solid-state nuclear track detectors | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 3925:2014 | Unsealed radioactive substances — Identification and documentation | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 18589-7:2013 | Measurement of radioactivity in the environment — Soil — Part 7: In situ measurement of gamma-emitting radionuclides | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 15690:2013 | Radiological protection — Recommendations for dealing with discrepancies between personal dosimeter systems used in parallel | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 29661:2012 | Reference radiation fields for radiation | ISO/TC 85/SC 2 |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo | OT competente |
|-----------------------------------|---|----------------------|
| | protection — Definitions and fundamental concepts | |
| ISO 11665-7:2012 | Measurement of radioactivity in the environment — Air: radon-222 — Part 7: Accumulation method for estimating surface exhalation rate | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 2919:2012 | Radiological protection — Sealed radioactive sources — General requirements and classification | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 27048:2011 | Radiation protection — Dose assessment for the monitoring of workers for internal radiation exposure | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 17874-3:2011 | Remote handling devices for radioactive materials — Part 3: Electrical master-slave manipulators | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 28218:2010 | Radiation protection — Performance criteria for radiobioassay | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 26802:2010 | Nuclear facilities — Criteria for the design and the operation of containment and ventilation systems for nuclear reactors | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 17874-1:2010 | Remote handling devices for radioactive materials — Part 1: General requirements | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 21439:2009 | Clinical dosimetry — Beta radiation sources for brachytherapy | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 12789-1:2008 | Reference radiation fields — Simulated workplace neutron fields — Part 1: Characteristics and methods of production | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 8529-1:2001/Cor 1:2008 | Reference neutron radiations — Part 1: Characteristics and methods of production — Technical Corrigendum | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 21482:2007 | Ionizing-radiation warning — Supplementary symbol | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 17874-5:2007 | Remote handling devices for radioactive materials — Part 5: Remote handling tongs | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 20553:2006 | Radiation protection — Monitoring of workers occupationally exposed to a risk of internal contamination with radioactive material | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 17874-4:2006 | Remote handling devices for radioactive materials — Part 4: Power manipulators | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 17874-2:2004 | Remote-handling devices for radioactive materials — Part 2: Mechanical master-slave manipulators | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 17873:2004 | Nuclear facilities — Criteria for the design and operation of ventilation systems for nuclear installations other than nuclear reactors | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 3999:2004 | Radiation protection — Apparatus for industrial gamma radiography — Specifications for performance, design and tests | ISO/TC 85/SC 2 |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo | OT competente |
|----------------------------------|--|----------------------|
| ISO 14152:2001/Cor 1:2002 | Neutron radiation protection shielding — Design principles and considerations for the | ISO/TC 85/SC 2 |
| | choice of appropriate materials — Technical Corrigendum 1 | |
| ISO 15080:2001 | Nuclear facilities — Ventilation penetrations for shielded enclosures | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 14152:2001 | Neutron radiation protection shielding — Design principles and considerations for the choice of appropriate materials | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 11933-4:2001 | Components for containment enclosures — Part 4: Ventilation and gas-cleaning systems such as filters, traps, safety and regulation valves, control and protection devices | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 11933-5:2001 | Components for containment enclosures — Part 5: Penetrations for electrical and fluid circuits | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 8529-2:2000 | Reference neutron radiations — Part 2: Calibration fundamentals of radiation protection devices related to the basic quantities characterizing the radiation field | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 11933-3:1998 | Components for containment enclosures — Part 3: Transfer systems such as plain doors, airlock chambers, double door transfer systems, leaktight connections for waste drums | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 11933-1:1997 | Components for containment enclosures — Part 1: Glove/bag ports, bungs for glove/bag ports, enclosure rings and interchangeable units | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 11933-2:1997 | Components for containment enclosures — Part 2: Gloves, welded bags, gaiters for remote - handling tongs and for manipulators | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 10648-1:1997 | Containment enclosures — Part 1: Design principles | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 10648-2:1994 | Containment enclosures — Part 2: Classification according to leak tightness and associated checking methods | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 9404-1:1991 | Enclosures for protection against ionizing radiation — Lead shielding units for 150 mm, 200 mm and 250 mm thick walls — Part 1: Chevron units of 150 mm and 200 mm thickness | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 8194:1987 | Radiation protection — Clothing for protection against radioactive contamination — Design, selection, testing and use | ISO/TC 85/SC 2 |
| ISO 7212:1986 | Enclosures for protection against ionizing radiation — Lead shielding units for 50 mm and 100 mm thick walls | ISO/TC 85/SC 2 |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

A.2.2 Elenco norme su altri argomenti

| Numero norma | Titolo | OT competente |
|----------------------------------|---|----------------------|
| ISO 24390:2023 | Nuclear energy — Nuclear fuel technology — Methodologies for radioactivity characterization of very low-level waste (VLLW) generated by nuclear facilities | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 24389-1:2023 | Management of radioactive waste from nuclear facilities — Part 1: General principles, objectives and practical approaches | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 7753:2023 | Nuclear criticality safety — Use of criticality accident alarm systems for operations | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 16796:2022 | Nuclear energy — Determination of Gd ₂ O ₃ content in gadolinium fuel blends and gadolinium fuel pellets by atomic emission spectrometry using an inductively coupled plasma source (ICP-AES) | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 11311:2011/Amd 1:2022 | Nuclear criticality safety — Critical values for homogeneous plutonium-uranium oxide fuel mixtures outside of reactors — Amendment 1: Corrections and clarifications | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 7097-2:2022 | Nuclear fuel technology — Determination of uranium in solutions, uranium hexafluoride and solids — Part 2: Iron(II) reduction/cerium(IV) oxidation titrimetric method | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 1709:2018/Amd 1:2022 | Nuclear energy — Fissile materials — Principles of criticality safety in storing, handling and processing — Amendment 1: Methods of control and safety equipment | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 24459:2021 | Determination of uranium content in samples coming from the nuclear fuel cycle by L-absorption edge spectrometry | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 23133:2021 | Nuclear criticality safety — Nuclear criticality safety training for operations | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 22946:2020 | Nuclear criticality safety — Solid waste excluding irradiated and non-irradiated nuclear fuel | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 7195:2020 | Nuclear energy — Packagings for the transport of uranium hexafluoride (UF ₆) | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 21391:2019 | Nuclear criticality safety — Geometrical dimensions for subcriticality control — Equipment and layout | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 18256-1:2019 | Nuclear fuel technology — Dissolution of plutonium dioxide-containing materials — Part 1: Dissolution of plutonium dioxide powders | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 18256-2:2019 | Nuclear fuel technology — Dissolution of plutonium dioxide-containing materials — | ISO/TC 85/SC 5 |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo | OT competente |
|-----------------------|--|----------------------|
| | Part 2: Dissolution of MOX pellets and powders | |
| ISO 10276:2019 | Nuclear energy — Fuel technology — Trunnion systems for packages used to transport radioactive material | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 9463:2019 | Nuclear energy — Nuclear fuel technology — Determination of plutonium in nitric acid solutions by spectrophotometry | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 9161:2019 | Uranium dioxide powder — Determination of apparent density and tap density | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 8299:2019 | Nuclear fuel technology — Determination of the isotopic and elemental uranium and plutonium concentrations of nuclear materials in nitric acid solutions by thermal-ionization mass spectrometry | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 18315:2018 | Nuclear energy — Guidance to the evaluation of measurement uncertainties of impurity in uranium solution by linear regression analysis | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 16793:2018 | Nuclear fuel technology — Guidelines for ceramographic preparation of UO ₂ sintered pellets for microstructure examination | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 12807:2018 | Safe transport of radioactive materials — Leakage testing on packages | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 1709:2018 | Nuclear energy — Fissile materials — Principles of criticality safety in storing, handling and processing | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 22875:2017 | Nuclear energy — Determination of chlorine and fluorine in uranium dioxide powder and sintered pellets | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 21484:2017 | Nuclear Energy — Fuel technology — Determination of the O/M ratio in MOX pellets by the gravimetric method | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 18557:2017 | Characterisation principles for soils, buildings and infrastructures contaminated by radionuclides for remediation purposes | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 12800:2017 | Nuclear fuel technology — Guidelines on the measurement of the specific surface area of uranium oxide powders by the BET method | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 22765:2016 | Nuclear fuel technology — Sintered (U,Pu)O ₂ pellets — Guidance for ceramographic preparation for microstructure examination | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 12183:2016 | Nuclear fuel technology — Controlled-potential coulometric assay of plutonium | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 21613:2015 | (U, Pu)O ₂ Powders and sintered pellets — Determination of chlorine and fluorine | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 19017:2015 | Guidance for gamma spectrometry measurement of radioactive waste | ISO/TC 85/SC 5 |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo | OT competente |
|-------------------------|--|----------------------|
| ISO 15651:2015 | Nuclear energy — Determination of total hydrogen content in PuO ₂ and UO ₂ powders and UO ₂ , (U,Gd)O ₂ and (U,Pu)O ₂ sintered pellets — Inert gas extraction and conductivity detection method | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 12799:2015 | Nuclear energy — Determination of nitrogen content in UO ₂ , (U,Gd)O ₂ and (U,Pu)O ₂ sintered pellets — Inert gas extraction and conductivity detection method | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 15646:2014 | Re-sintering test for UO ₂ , (U,Gd)O ₂ and (U,Pu)O ₂ pellets | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 15366-1:2014 | Nuclear fuel technology — Chemical separation and purification of uranium and plutonium in nitric acid solutions for isotopic | ISO/TC 85/SC 5 |
| | and isotopic dilution analysis by solvent extraction chromatography — Part 1: Samples containing plutonium in the microgram range and uranium in the milligram range | |
| ISO 15366-2:2014 | Nuclear fuel technology — Chemical separation and purification of uranium and plutonium in nitric acid solutions for isotopic and isotopic dilution analysis by solvent extraction chromatography — Part 2: Samples containing plutonium and uranium in the nanogram range and below | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 21483:2013 | Determination of solubility in nitric acid of plutonium in unirradiated mixed oxide fuel pellets (U, Pu) O ₂ | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 16966:2013 | Nuclear energy — Nuclear fuel technology — Theoretical activation calculation method to evaluate the radioactivity of activated waste generated at nuclear reactors | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 16117:2013 | Nuclear criticality safety — Estimation of the number of fissions of a postulated criticality accident | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 8425:2013 | Nuclear fuel technology — Determination of plutonium in pure plutonium nitrate solutions — Gravimetric method | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 8300:2013 | Nuclear fuel technology — Determination of plutonium content in plutonium dioxide of nuclear grade quality — Gravimetric method | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 16424:2012 | Nuclear energy — Evaluation of homogeneity of Gd distribution within gadolinium fuel blends and determination of Gd ₂ O ₃ content in gadolinium fuel pellets by measurements of uranium and gadolinium elements | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 27468:2011 | Nuclear criticality safety — Evaluation of systems containing PWR UOX fuels — Bounding burnup credit approach | ISO/TC 85/SC 5 |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo | OT competente |
|-------------------------|--|----------------------|
| ISO 11320:2011 | Nuclear criticality safety — Emergency preparedness and response | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 11311:2011 | Nuclear criticality safety — Critical values for homogeneous plutonium-uranium oxide fuel mixtures outside of reactors | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 26062:2010 | Nuclear technology — Nuclear fuels — Procedures for the measurement of elemental impurities in uranium- and plutonium-based materials by inductively coupled plasma mass spectrometry | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 27467:2009 | Nuclear criticality safety — Analysis of a postulated criticality accident | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 18213-3:2009 | Nuclear fuel technology — Tank calibration and volume determination for nuclear materials accountancy — Part 3: Statistical methods | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 13465:2009 | Nuclear energy — Nuclear fuel technology — Determination of neptunium in nitric acid solutions by spectrophotometry | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 21614:2008 | Determination of carbon content of UO ₂ , (U, Gd)O ₂ and (U, Pu)O ₂ powders and sintered pellets — Combustion in a high-frequency induction furnace — Infrared absorption spectrometry | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 18213-4:2008 | Nuclear fuel technology — Tank calibration and volume determination for nuclear materials accountancy — Part 4: Accurate determination of liquid height in accountancy tanks equipped with dip tubes, slow bubbling rate | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 18213-5:2008 | Nuclear fuel technology — Tank calibration and volume determination for nuclear materials accountancy — Part 5: Accurate determination of liquid height in accountancy tanks equipped with dip tubes, fast bubbling rate | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 18213-6:2008 | Nuclear fuel technology — Tank calibration and volume determination for nuclear materials accountancy — Part 6: Accurate in-tank determination of liquid density in accountancy tanks equipped with dip tubes | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 9278:2008 | Nuclear energy - Uranium dioxide pellets — Determination of density and volume fraction of open and closed porosity | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 21847-1:2007 | Nuclear fuel technology — Alpha spectrometry — Part 1: Determination of neptunium in uranium and its compounds | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 21847-2:2007 | Nuclear fuel technology — Alpha spectrometry — Part 2: Determination of plutonium in uranium and its compounds | ISO/TC 85/SC 5 |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo | OT competente |
|-------------------------|---|----------------------|
| ISO 21847-3:2007 | Nuclear fuel technology — Alpha spectrometry — Part 3: Determination of uranium 232 in uranium and its compounds | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 21238:2007 | Nuclear energy — Nuclear fuel technology — Scaling factor method to determine the radioactivity of low- and intermediate-level radioactive waste packages generated at nuclear power plants | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 18213-1:2007 | Nuclear fuel technology — Tank calibration and volume determination for nuclear materials accountancy — Part 1: Procedural overview | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 18213-2:2007 | Nuclear fuel technology — Tank calibration and volume determination for nuclear materials accountancy — Part 2: Data standardization for tank calibration | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 9005:2007 | Nuclear energy — Uranium dioxide powder and sintered pellets — Determination of oxygen/uranium atomic ratio by the amperometric method | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 11483:2005 | Nuclear fuel technology — Preparation of plutonium sources and determination of ²³⁸ Pu/ ²³⁹ Pu isotope ratio by alpha spectrometry | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 16797:2004 | Nuclear energy — Soxhlet-mode chemical durability test — Application to vitrified matrixes for high-level radioactive waste | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 16795:2004 | Nuclear energy — Determination of Gd ₂ O ₃ content of gadolinium fuel pellets by X-ray fluorescence spectrometry | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 15647:2004 | Nuclear energy — Isotopic analysis of uranium hexafluoride — Double-standard gas-source mass spectrometric method | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 14943:2004 | Nuclear fuel technology — Administrative criteria related to nuclear criticality safety | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 12795:2004 | Nuclear fuel technology — Uranium dioxide powder and pellets — Determination of uranium and oxygen/uranium ratio by gravimetric method with impurity correction | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 10981:2004 | Nuclear fuel technology — Determination of uranium in reprocessing-plant dissolver solution — Liquid chromatography method | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 7097-1:2004 | Nuclear fuel technology — Determination of uranium in solutions, uranium hexafluoride and solids — Part 1: Iron(II) reduction/potassium dichromate oxidation titrimetric method | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 6962:2004 | Nuclear energy — Standard method for | ISO/TC 85/SC 5 |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo | OT competente |
|-----------------------|---|----------------------|
| | testing the long-term alpha irradiation stability of matrices for solidification of high-level radioactive waste | |
| ISO 16794:2003 | Nuclear energy — Determination of carbon compounds and fluorides in uranium hexafluoride infrared spectrometry | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 7476:2003 | Nuclear fuel technology — Determination of uranium in uranyl nitrate solutions of nuclear grade quality — Gravimetric method | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 8298:2000 | Nuclear fuel technology — Determination of milligram amounts of plutonium in nitric acid solutions — Potentiometric titration with potassium dichromate after oxidation by Ce(IV) and reduction by Fe(II) | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 13463:1999 | Nuclear-grade plutonium dioxide powder for fabrication of light water reactor MOX fuel — Guidelines to help in the definition of a product specification | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 13464:1998 | Simultaneous determination of uranium and plutonium in dissolver solutions from reprocessing plants — Combined method using K-absorption edge and X-ray fluorescence spectrometry | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 12803:1997 | Representative sampling of plutonium nitrate solutions for determination of plutonium concentration | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 11932:1996 | Activity measurements of solid materials considered for recycling, re-use or disposal as non-radioactive waste | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 11599:1997 | Determination of gas porosity and gas permeability of hydraulic binders containing embedded radioactive waste | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 9894:1996 | Subsampling of uranium hexafluoride in the liquid phase | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 10980:1995 | Validation of the strength of reference solutions used for measuring concentrations | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 9891:1994 | Determination of carbon content in uranium dioxide powder and sintered pellets — High-frequency induction furnace combustion — Titrimetric/coulometric/infrared absorption methods | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 9889:1994 | Determination of carbon content in uranium dioxide powder and sintered pellets — Resistance furnace combustion — Titrimetric/coulometric/infrared absorption method | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 9006:1994 | Uranium metal and uranium dioxide powder and pellets — Determination of nitrogen content — Method using ammonia-sensing electrode | ISO/TC 85/SC 5 |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo | OT competente |
|-------------------------|--|----------------------|
| ISO 11482:1993 | Guidelines for plutonium dioxide (PuO ₂) sampling in a nuclear reprocessing plant | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 9892:1992 | Uranium metal, uranium dioxide powder and pellets, and uranyl nitrate solutions — Determination of fluorine content — Fluoride ion selective electrode method | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 9279:1992 | Uranium dioxide pellets — Determination of density and total porosity — Mercury displacement method | ISO/TC 85/SC 5 |
| ISO 4233:2023 | Reactor technology — Nuclear fusion reactors — Hot helium leak testing method for high temperature pressure-bearing components in nuclear fusion reactors | ISO/TC 85/SC 6 |
| ISO 23018:2022 | Group-averaged neutron and gamma-ray cross sections for radiation protection and shielding calculations for nuclear reactors | ISO/TC 85/SC 6 |
| ISO 18077:2022 | Reload startup physics tests for pressurized water reactors | ISO/TC 85/SC 6 |
| ISO 10645:2022 | Nuclear energy — Light water reactors — Decay heat power in non-recycled nuclear fuels | ISO/TC 85/SC 6 |
| ISO 23468:2021 | Reactor technology — Power reactor analyses and measurements — Determination of heavy water isotopic purity by Fourier transform infrared spectroscopy | ISO/TC 85/SC 6 |
| ISO 23466:2020 | Design criteria for the thermal insulation of reactor coolant system main equipments and piping of PWR nuclear power plants | ISO/TC 85/SC 6 |
| ISO 23467:2020 | Ice plug isolation of piping in nuclear power plant | ISO/TC 85/SC 6 |
| ISO 20890-1:2020 | Guidelines for in-service inspections for primary coolant circuit components of light water reactors — Part 1: Mechanized ultrasonic testing | ISO/TC 85/SC 6 |
| ISO 20890-2:2020 | Guidelines for in-service inspections for primary coolant circuit components of light water reactors — Part 2: Magnetic particle and penetrant testing | ISO/TC 85/SC 6 |
| ISO 20890-3:2020 | Guidelines for in-service inspections for primary coolant circuit components of light water reactors — Part 3: Hydrostatic testing | ISO/TC 85/SC 6 |
| ISO 20890-4:2020 | Guidelines for in-service inspections for primary coolant circuit components of light water reactors — Part 4: Visual testing | ISO/TC 85/SC 6 |
| ISO 20890-5:2020 | Guidelines for in-service inspections for primary coolant circuit components of light water reactors — Part 5: Eddy current testing of steam generator heating tubes | ISO/TC 85/SC 6 |
| ISO 18195:2019 | Method for the justification of fire partitioning in water cooled nuclear power plants (NPP) | ISO/TC 85/SC 6 |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo | OT competente |
|-----------------------|--|----------------------|
| ISO 10979:2019 | Identification of fuel assemblies for nuclear power reactors | ISO/TC 85/SC 6 |
| ISO 18229:2018 | Essential technical requirements for mechanical components and metallic structures foreseen for Generation IV nuclear reactors | ISO/TC 85/SC 6 |
| ISO 18075:2018 | Steady-state neutronics methods for power- reactor analysis | ISO/TC 85/SC 6 |
| ISO 19226:2017 | Nuclear energy — Determination of neutron fluence and displacement per atom (dpa) in reactor vessel and internals | ISO/TC 85/SC 6 |
| ISO 8107:1993 | Nuclear power plants — Maintainability — Terminology | ISO/TC 85/SC 6 |

A.3 Norme CEN/TC 430 Nuclear energy, nuclear technologies, and radiological protection

| Numero norma | Titolo |
|---------------------------------|---|
| CEN ISO/TR 22930-1:2021 | Evaluating the performance of continuous air monitors - Part 1: Air monitors based on accumulation sampling techniques |
| CEN ISO/TR 22930-2:2021 | Evaluating the performance of continuous air monitors - Part 2: Air monitors based on flow-through sampling techniques without accumulation |
| CEN ISO/TR 4450:2022 | Quality management systems - Guidance for the application of ISO 19443:2018 |
| CEN ISO/TS 11665-12:2021 | Measurement of radioactivity in the environment - Air: radon-222 - Part 12: Determination of the diffusion coefficient in waterproof materials: membrane one-side activity concentration measurement method |
| CEN ISO/TS 18090-1:2019 | Radiological protection - Characteristics of reference pulsed radiation - Part 1: Photon radiation |
| CEN ISO/TS 23406:2021 | Nuclear sector - Requirements for bodies providing audit and certification of quality management systems for organizations supplying products and services important to nuclear safety (ITNS) |
| EN ISO 10276:2021 | Nuclear energy - Fuel technology - Trunnion systems for packages used to transport radioactive material |
| EN ISO 11665-11:2019 | Measurement of radioactivity in the environment - Air: radon-222 - Part 11: Test method for soil gas with sampling at depth |
| EN ISO 11665-1:2019 | Measurement of radioactivity in the environment - Air: radon-222 - Part 1: Origins of radon and its short-lived decay products and associated measurement methods |
| EN ISO 11665-2:2019 | Measurement of radioactivity in the environment - Air: radon-222 - Part 2: Integrated measurement method for determining average potential alpha energy concentration of its short-lived decay products |
| EN ISO 11665-3:2020 | Measurement of radioactivity in the environment - Air: radon-222 - Part 3: Spot measurement method of the potential alpha energy concentration of its short-lived decay products |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo |
|----------------------------|--|
| EN ISO 11665-5:2020 | Measurement of radioactivity in the environment - Air: radon-222 - Part 5: Continuous measurement methods of the activity concentration |
| EN ISO 11665-6:2020 | Measurement of radioactivity in the environment - Air: radon-222 - Part 6: Spot measurement methods of the activity concentration |
| EN ISO 11665-7:2015 | Measurement of radioactivity in the environment - Air: radon-222 - Part 7: Accumulation method for estimating surface exhalation rate |
| EN ISO 11929-1:2021 | Determination of the characteristic limits (decision threshold, detection limit and limits of the coverage interval) for measurements of ionizing radiation - Fundamentals and application - Part 1: Elementary applications |
| EN ISO 11929-2:2021 | Determination of the characteristics limits (decision threshold, detection limit and limits of the coverage interval) for measurements of ionizing radiation - Fundamentals and application - Part 2: Advanced applications |
| EN ISO 11929-3:2021 | Determination of the characteristic limits (decision threshold, detection limit and limits of the coverage interval) for measurements of ionizing radiation - Fundamentals and application - Part 3: Applications to unfolding methods |
| EN ISO 11929-4:2023 | Determination of the characteristic limits (decision threshold, detection limit and limits of the coverage interval) for measurements of ionizing radiation - Fundamentals and application - Part 4: Guidelines to applications |
| EN ISO 12183:2019 | Nuclear fuel technology - Controlled-potential coulometric assay of plutonium |
| EN ISO 12799:2019 | Nuclear energy - Determination of nitrogen content in UO ₂ , (U,Gd)O ₂ and (U,Pu)O ₂ sintered pellets - Inert gas extraction and conductivity detection method |
| EN ISO 12800:2019 | Nuclear fuel technology - Guidelines on the measurement of the specific surface area of uranium oxide powders by the BET method |
| EN ISO 12807:2021 | Safe transport of radioactive materials - Leakage testing on packages |
| EN ISO 13304-1:2022 | Radiological protection - Minimum criteria for electron paramagnetic resonance (EPR) spectroscopy for retrospective dosimetry of ionizing radiation - Part 1: General principles |
| EN ISO 13304-2:2022 | Radiological protection - Minimum criteria for electron paramagnetic resonance (EPR) spectroscopy for retrospective dosimetry of ionizing radiation - Part 2: Ex vivo human tooth enamel dosimetry |
| EN ISO 14146:2021 | Radiological protection - Criteria and performance limits for the periodic evaluation of dosimetry services |
| EN ISO 15366-1:2016 | Nuclear fuel technology - Chemical separation and purification of uranium and plutonium in nitric acid solutions for isotopic and isotopic dilution analysis by solvent extraction chromatography - Part 1: Samples containing plutonium in the microgram range and uranium in the milligram range |
| EN ISO 15366-2:2016 | Nuclear fuel technology - Chemical separation and purification of uranium and plutonium in nitric acid solutions for isotopic and isotopic dilution analysis by solvent extraction chromatography - |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo |
|----------------------------|--|
| | Part 2: Samples containing plutonium and uranium in the nanogram range and below |
| EN ISO 15382:2017 | Radiological protection - Procedures for monitoring the dose to the lens of the eye, the skin and the extremities |
| EN ISO 15646:2016 | Re-sintering test for UO ₂ , (U,Gd)O ₂ and (U,Pu)O ₂ pellets |
| EN ISO 15651:2017 | Nuclear energy - Determination of total hydrogen content in PuO ₂ and UO ₂ powders and UO ₂ , (U,Gd)O ₂ and (U,Pu)O ₂ sintered pellets - Inert gas extraction and conductivity detection method |
| EN ISO 16424:2017 | Nuclear energy - Evaluation of homogeneity of Gd distribution within gadolinium fuel blends and determination of Gd ₂ O ₃ content in gadolinium fuel pellets by measurements of uranium and gadolinium elements |
| EN ISO 16637:2019 | Radiological protection - Monitoring and internal dosimetry for staff members exposed to medical radionuclides as unsealed sources |
| EN ISO 16638-1:2017 | Radiological protection - Monitoring and internal dosimetry for specific materials - Part 1: Inhalation of uranium compounds |
| EN ISO 16638-2:2022 | Radiological protection - Monitoring and internal dosimetry for specific materials - Part 2: Ingestion of uranium compounds |
| EN ISO 16639:2019 | Surveillance of the activity concentrations of airborne radioactive substances in the workplace of nuclear facilities |
| EN ISO 16640:2022 | Monitoring radioactive gases in effluents from facilities producing positron emitting radionuclides and radiopharmaceuticals |
| EN ISO 16641:2016 | Measurement of radioactivity in the environment - Air - Radon 220: Integrated measurement methods for the determination of the average activity concentration using passive solid-state nuclear track detectors |
| EN ISO 16645:2019 | Radiological protection - Medical electron accelerators - Requirements and recommendations for shielding design and evaluation |
| EN ISO 16647:2021 | Nuclear facilities - Criteria for design and operation of confinement systems for nuclear worksite and for nuclear installations under decommissioning |
| EN ISO 16793:2021 | Nuclear fuel technology - Guidelines for ceramographic preparation of UO ₂ sintered pellets for microstructure examination |
| EN ISO 16796:2023 | Nuclear energy - Determination of Gd ₂ O ₃ content in gadolinium fuel blends and gadolinium fuel pellets by atomic emission spectrometry using an inductively coupled plasma source (ICP-AES) |
| EN ISO 17099:2017 | Radiological protection - Performance criteria for laboratories using the cytokinesis block micronucleus (CBMN) assay in peripheral blood lymphocytes for biological dosimetry |
| EN ISO 18229:2021 | Essential technical requirements for mechanical components and metallic structures foreseen for Generation IV nuclear reactors |
| EN ISO 18256-1:2021 | Nuclear fuel technology - Dissolution of plutonium dioxide-containing materials - Part 1: Dissolution of plutonium dioxide powders |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo |
|----------------------------|--|
| EN ISO 18256-2:2021 | Nuclear fuel technology - Dissolution of plutonium dioxide-containing materials - Part 2: Dissolution of MOX pellets and powders |
| EN ISO 18417:2019 | Iodine charcoal sorbents for nuclear facilities - Method for defining sorption capacity index |
| EN ISO 18557:2020 | Characterisation principles for soils, buildings and infrastructures contaminated by radionuclides for remediation purpose |
| EN ISO 18589-1:2021 | Measurement of radioactivity in the environment - Soil - Part 1: General guidelines and definitions |
| EN ISO 18589-2:2017 | Measurement of radioactivity in the environment - Soil - Part 2: Guidance for the selection of the sampling strategy, sampling and pre-treatment of samples |
| EN ISO 18589-3:2017 | Measurement of radioactivity in the environment - Soil - Part 3: Test method of gamma-emitting radionuclides using gamma-ray spectrometry |
| EN ISO 18589-4:2021 | Measurement of radioactivity in the environment - Soil - Part 4: Plutonium 238 and plutonium 239 + 240 - Test method using alpha spectrometry |
| EN ISO 18589-5:2021 | Measurement of radioactivity in the environment - Soil - Part 5: Strontium 90 - Test method using proportional counting or liquid scintillation counting |
| EN ISO 18589-6:2021 | Measurement of radioactivity in the environment - Soil - Part 6: Gross alpha and gross beta activities - Test method using gas-flow proportional counting |
| EN ISO 18589-7:2016 | Measurement of radioactivity in the environment - Soil - Part 7: In situ measurement of gamma-emitting radionuclides |
| EN ISO 19017:2017 | Guidance for gamma spectrometry measurement of radioactive waste |
| EN ISO 19226:2020 | Nuclear energy - Determination of neutron fluence and displacement per atom (dpa) in reactor vessel and internals |
| EN ISO 19238:2023 | Radiological protection - Performance criteria for service laboratories performing biological dosimetry by cytogenetics - Dicentric assay |
| EN ISO 19361:2020 | Measurement of radioactivity - Determination of beta emitters activities - Test method using liquid scintillation counting |
| EN ISO 19443:2022 | Quality management systems - Specific requirements for the application of ISO 9001:2015 by organizations in the supply chain of the nuclear energy sector supplying products and services important to nuclear safety (ITNS) |
| EN ISO 19581:2020 | Measurement of radioactivity - Gamma emitting radionuclides - Rapid screening method using scintillation detector gamma-ray spectrometry |
| EN ISO 20031:2022 | Radiological protection - Monitoring and dosimetry for internal exposures due to wound contamination with radionuclides |
| EN ISO 20042:2021 | Measurement of radioactivity - Gamma-ray emitting radionuclides - Generic test method using gamma-ray spectrometry |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo |
|----------------------------|---|
| EN ISO 20046:2021 | Radiological protection - Performance criteria for laboratories using Fluorescence In Situ Hybridization (FISH) translocation assay for assessment of exposure to ionizing radiation |
| EN ISO 20553:2017 | Radiation protection - Monitoring of workers occupationally exposed to a risk of internal contamination with radioactive material |
| EN ISO 20785-1:2020 | Dosimetry for exposures to cosmic radiation in civilian aircraft - Part 1: Conceptual basis for measurements |
| EN ISO 20785-2:2020 | Dosimetry for exposures to cosmic radiation in civilian aircraft - Part 2: Characterization of instrument response |
| EN ISO 20785-3:2023 | Dosimetry for exposures to cosmic radiation in civilian aircraft - Part 3: Measurements at aviation altitudes |
| EN ISO 20785-4:2021 | Dosimetry for exposures to cosmic radiation in civilian aircraft - Part 4: Validation of codes |
| EN ISO 21483:2017 | Determination of solubility in nitric acid of plutonium in unirradiated mixed oxide fuel pellets (U, Pu) O ₂ |
| EN ISO 21484:2019 | Nuclear Energy - Fuel technology - Determination of the O/M ratio in MOX pellets by the gravimetric method |
| EN ISO 21613:2017 | (U, Pu)O ₂ Powders and sintered pellets - Determination of chlorine and fluorine |
| EN ISO 21909-1:2023 | Passive neutron dosimetry systems - Part 1: Performance and test requirements for personal dosimetry |
| EN ISO 21909-2:2023 | Passive neutron dosimetry systems - Part 2: Methodology and criteria for the qualification of personal dosimetry systems in workplaces |
| EN ISO 22765:2019 | Nuclear fuel technology - Sintered (U,Pu)O ₂ pellets - Guidance for ceramographic preparation for microstructure examination |
| EN ISO 23133:2022 | Nuclear criticality safety - Nuclear criticality safety training for operations |
| EN ISO 23547:2023 | Measurement of radioactivity - Gamma emitting radionuclides - Reference measurement standard specifications for the calibration of gamma-ray spectrometers |
| EN ISO 24459:2023 | Determination of uranium content in samples coming from the nuclear fuel cycle by L-absorption edge spectrometry |
| EN ISO 28057:2021 | Clinical dosimetry - Dosimetry with solid thermoluminescence detectors for photon and electron radiations in radiotherapy |
| EN ISO 2919:2014 | Radiological protection - Sealed radioactive sources - General requirements and classification |
| EN ISO 29661:2017 | Reference radiation fields for radiation protection - Definitions and fundamental concepts |
| EN ISO 361:2015 | Basic ionizing radiation symbol |
| EN ISO 3925:2015 | Unsealed radioactive substances - Identification and documentation |
| EN ISO 4037-1:2021 | Radiological protection - X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy - Part 1: Radiation characteristics and production methods |
| EN ISO 4037-2:2021 | Radiological protection - X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and doserate meters and for determining |

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

| Numero norma | Titolo |
|---------------------------|---|
| | their response as a function of photon energy - Part 2: Dosimetry for radiation protection over the energy ranges from 8 keV to 1,3 MeV and 4 MeV to 9 MeV |
| EN ISO 4037-3:2021 | Radiological protection - X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy - Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and the measurement of their response as a function of energy and angle of incidence |
| EN ISO 4037-4:2021 | Radiological protection - X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy - Part 4: Calibration of area and personal dosimeters in low energy X reference radiation fields |
| EN ISO 8299:2021 | Nuclear fuel technology - Determination of the isotopic and elemental uranium and plutonium concentrations of nuclear materials in nitric acid solutions by thermal-ionization mass spectrometry |
| EN ISO 8529-1:2023 | Neutron reference radiations fields - Part 1: Characteristics and methods of production |
| EN ISO 8769:2022 | Measurement of radioactivity - Alpha-, beta- and photon emitting radionuclides - Reference measurement standard specifications for the calibration of surface contamination monitors |
| EN ISO 9161:2021 | Uranium dioxide powder - Determination of apparent density and tap density |
| EN ISO 9463:2021 | Nuclear energy - Nuclear fuel technology - Determination of plutonium in nitric acid solutions by spectrophotometry |
| EN ISO 9978:2022 | Radiation protection - Sealed sources - Leakage test methods |

A.4 **Struttura della Raccolta N**

PARTE PRIMA

PARTE NP.0: DISPOSIZIONI DI CARATTERE GENERALE

CAP. NP.0.A: Scopi e limiti della normativa

CAP. NP.0.B: Modalità di presentazione del progetto

CAP. NP.0.C: Classificazione dei componenti

PARTE NP.1: COMPONENTI DI CLASSE 1

CAP. NP.1.A: Criteri generali di esame

CAP. NP.1.B: Metodi generali di verifica della stabilità

CAP. NP.1.C: Valutazione delle sollecitazioni in condizioni limite

CAP. NP.1.D: Verifiche a frattura non duttile

CAP. NP.1.E: Pressione esterna; instabilità elastica

CAP. NP.1.F: Recipienti

CAP. NP.1.G: Tubazioni

CAP. NP.1.H: Valvole

CAP. NP.1.K: Pompe

PARTE NP.2: COMPONENTI DI CLASSE 2

CAP. NP.2.A: Criteri generali di esame

CAP. NP.2.B: Recipienti

CAP. NP.2.C: Tubazioni

CAP. NP.2.D: Valvole

PARTE NP.3: COMPONENTI DI CLASSE 3

CAP. NP.3.A: Criteri generali di esame

CAP. NP.3.B: Recipienti

PARTE NP.4: COMPONENTI DI CLASSE 4

CAP. NP.4.A: Criteri generali di esame

PARTE NP.5: COMPONENTI DI CLASSE 5

CAP. NP.5.A: Criteri generali di esame

CAP. NP.5.B: Metodi generali di verifica della stabilità

CAP. NP.5.C: Forme costruttive particolari

PARTE SECONDA

PARTE NM.0: DISPOSIZIONI DI CARATTERE GENERALE

CAP. NM.0.A: Scopo e campo di applicazione

PARTE NM.1: COMPONENTI DI CLASSE 1

CAP. NM.1.A: Lamiere in acciaio al C

CAP. NM.1.B: Lamiere in acciaio inossidabile austenitico

CAP. NM.1.C: Tubi in acciaio al C

CAP. NM.1.D: Tubi in acciaio inossidabile austenitico

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

CAP. NM.1.E: Fucinati

CAP. NM.1.F: Getti

CAP. NM.1.G: Bulloneria

PARTE NM.2: COMPONENTI DI CLASSE 2

CAP. NM.2.A: Lamiere in acciaio al C

CAP. NM.2.B: Lamiere in acciaio inossidabile austenitico

CAP. NM.2.C: Tubi in acciaio al C

CAP. NM.2.D: Tubi in acciaio inossidabile austenitico

CAP. NM.2.E: Fucinati

CAP. NM.2.F: Getti

CAP. NM.2.G: Bulloneria

PARTE NM.3: COMPONENTI DI CLASSE 3

CAP. NM.3.A: Lamiere in acciaio al C

CAP. NM.3.B: Lamiere in acciaio inossidabile austenitico

CAP. NM.3.C: Tubi in acciaio al C

CAP. NM.3.D: Tubi in acciaio inossidabile austenitico

CAP. NM.3.E: Fucinati

CAP. NM.3.F: Getti

CAP. NM.3.G: Bulloneria

PARTE NM.4: COMPONENTI DI CLASSE 4

CAP. NM.4.A: Semilavorati per componenti di classe 4

PARTE NM.5: COMPONENTI DI CLASSE 5

CAP. NM.5.A: Lamiere in acciaio al C

CAP. NM.5.B: Lamiere in acciaio inossidabile austenitico

CAP. NM.5.C: Tubi in acciaio al C

CAP. NM.5.D: Tubi in acciaio inossidabile austenitico

CAP. NM.5.E: Fucinati

CAP. NM.5.F: Getti

CAP. NM.5.G: Bulloneria

PARTE NS.0: DISPOSIZIONI DI CARATTERE GENERALE

CAP. NS.0.A: Scopo

CAP. NS.0.B: Suddivisione degli acciai per campi di applicazione

CAP. NS.0.C: Suddivisione dei campi in gruppi di saldabilità

CAP. NS.0.D: Qualifica dei procedimenti

CAP. NS.0.E: Qualifica dei saldatori e degli operatori

PARTE NS.1: COMPONENTI DI CLASSE 1

CAP. NS.1.A: Moduli di efficienza dei giunti

CAP. NS.1.B: Ubicazione e forme costruttive dei giunti

CAP. NS.1.C: Procedimenti di saldatura e materiali d'apporto

CAP. NS.1.D: Prescrizioni di fabbricazione

CAP. NS.1.E: Trattamenti termici

CAP. NS.1.F: Esami non distruttivi

CAP. NS.1.G: Talloni di verifica

CAP. NS.1.H: Certificazioni

PARTE NS.2: COMPONENTI DI CLASSE 2

CAP. NS.2.A: Moduli di efficienza dei giunti

CAP. NS.2.B: Ubicazione e forme costruttive dei giunti

CAP. NS.2.C: Procedimenti di saldatura e materiali d'apporto

CAP. NS.2.D: Prescrizioni di fabbricazione

CAP. NS.2.E: Trattamenti termici

CAP. NS.2.F: Esami non distruttivi

CAP. NS.2.G: Talloni di verifica

CAP. NS.2.H: Certificazioni

PARTE NS.3: COMPONENTI DI CLASSE 3

CAP. NS.3.A: Moduli di efficienza dei giunti

CAP. NS.3.B: Ubicazione e forme costruttive dei giunti

CAP. NS.3.C: Procedimenti di saldatura e materiali d'apporto

CAP. NS.3.D: Prescrizioni di fabbricazione

CAP. NS.3.E: Trattamenti termici

CAP. NS.3.F: Esami non distruttivi

CAP. NS.3.G: Talloni di verifica

CAP. NS.3.H: Certificazioni

PARTE NS.4: COMPONENTI DI CLASSE 4

CAP. NS.4.A: Impiego della saldatura nella costruzione di classe 4

PARTE NS.5: COMPONENTI DI CLASSE 5

CAP. NS.5.A: Regole particolari per componenti di classe 5

PARTE NE.0: DISPOSIZIONI DI CARATTERE GENERALE

CAP. NE.0.A: Scopo e campo di applicazione

CAP. NE.0.B: Esami ed ispezioni

CAP. NE.0.C: Criteri per l'interpretazione dei risultati

CAP. NE.0.D: Procedure di riparazione

CAP. NE.0.E: Prove a pressione del sistema

PARTE NE.1: COMPONENTI DI CLASSE 1

CAP. NE.1.A: Scopo e campo di applicazione

CAP. NE.1.B: Esami ed ispezioni

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

CAP. NE.1.C: Controlli non distruttivi – limiti di accettabilità dei difetti

CAP. NE.1.D: Procedure di riparazione

CAP. NE.1.E: Prove a pressione del sistema

CAP. NE.1.F: Sorveglianza materiali soggetti ad irraggiamento neutronico

PARTE NE.2: COMPONENTI DI CLASSE 2

CAP. NE.2.A: Scopo e campo di applicazione

CAP. NE.2.B: Esami ed ispezioni

CAP. NE.2.C: Controlli non distruttivi – limiti di accettabilità dei difetti

PARTE NE.3: COMPONENTI DI CLASSE 3

CAP. NE.3.A: Scopo e campo di applicazione

CAP. NE.3.B: Verifiche di primo impianto

CAP. NE.3.C: Verifiche periodiche

PARTE NE.4: COMPONENTI DI CLASSE 4

CAP. NE.4.A: Criteri generali di sorveglianza

PARTE NE.5: COMPONENTI DI CLASSE 5

CAP. NE.5.A: Criteri generali di sorveglianza

PARTE NQ.0: DISPOSIZIONI DI CARATTERE GENERALE

CAP. NQ.0.A: Scopo e definizioni

CAP. NQ.0.B: Accertamento della qualità in costruzione

CAP. NQ.0.C: Accertamento della qualità in esercizio

PIATTAFORMA NAZIONALE PER UN NUCLEARE SOSTENIBILE

Allegato B Attività Autorizzativa di USNC



| | |
|---|--|
| <p>Please provide greater visibility into the regulatory requirements with respect to both what has been accomplished and what is still outstanding</p> | <p>Licensing Strategy Overview</p> <p>Successful MMR deployment is dependent on federal, state (provincial) and local policy and regulatory standards regarding the deployment of nuclear power facilities at each customer location. By focusing on regions with policies and regulations favourable for USNC’s business model for initial deployments, we will avoid dependence on lengthy legislative and/or rulemaking processes.</p> <p>In the US, for instance, the deployment of nuclear power facilities is regulated by the NRC. The existing regulatory framework and established guidance supports accelerated deployment of advanced nuclear facilities such as the MMR. The primary regulations related to the USNC’s core business are:</p> <ul style="list-style-type: none"> - U.S. Nuclear Regulatory Commission <ul style="list-style-type: none"> o 10 CFR 50, Domestic Licensing of Production and Utilization Facilities o 10 CFR 52, Subpart F Manufacturing License o 10 CFR 70 Special Nuclear Material License - National Environmental Policy Act (NEPA) <ul style="list-style-type: none"> o 10 CFR 51 Environmental Assessment / Impact Statement <p>USNC will use the two-step regulatory process for initial MMR deployments in the US, (10 CFR 50) that consists of submitting a construction permit (CP) application and then applying for operating license (OL). This results in the shortest time to operations and allows the MMR design to mature concurrent with review of site suitability.</p> <p>Initial commercial application(s) will capitalize on the technical review completed during the application process for the research reactor deployment at the University of Illinois at Urbana Champaign (UIUC), described in the update below, and will avoid duplication of review by the regulator for the same Structures, Systems and Components (SSCs).</p> <p>Subsequent commercial deployments can use the 2-step (10 CFR 50) licensing process mentioned above, or a 1-step licensing process (10 CFR 52) that consists of submitting a Combined Operating License (COL) Application. USNC’s strategy involves seeking approval of the standard MMR product design in accordance with 10 CFR Part 52, Subpart F, referred to as a Manufacturing License (ML). This ML can be referenced in either a CP or COL application (2-step or 1-step process) and allows issuance of a license authorizing manufacture of nuclear power reactors to be installed at sites not yet identified in a ML application. Standardization in the design and licensing approach will improve efficiency, reduce licensing cost, and schedule risk. Detailed information on the Nuclear Power Plant Licensing Process in the United States can be found at the following link: Backgrounder On Nuclear Power Plant Licensing Process NRC.gov</p> <p>In Canada, where Global First Power (GFP), a joint venture between USNC and Ontario Power Generation (OPG), has applied for a license to prepare the site (LTPS) at Canadian Nuclear Labs for Construction of an MMR, a similar well-established framework exists.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Governing regulations are made under the existing Nuclear Safety Control Act (NSCA) and Safety and control measures for nuclear facilities and activities are derived from the NSCA. CNSC’s regulatory framework and review of the application is applied in a graded approach, commensurate with risk. This approach is favourable for MMR deployment. - REGDOCs are generally designed to be applied in a graded manner – it is left to the applicant (GFP) and the other proponents to determine to what, where and how grading will apply, based and justified on the safety significance and complexity of the work being performed. |
|---|--|

Detailed information on the Licensing Process for Class I Nuclear Facilities (Nuclear Power Plants) in Canada can be found at the link: [REGDOC-3.5.1, Licensing Process for Class I Nuclear Facilities and Uranium Mines and Mills - Canadian Nuclear Safety Commission](#)

MMRs may further benefit from the risk-informed, technology-inclusive regulatory framework that is being developed by the U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC) and the International Atomic Energy Agency (IAEA). This framework would allow for more flexibility and efficiency in licensing and regulating a variety of advanced nuclear reactor technologies and designs. MMRs can also leverage the state legislation and regulations that have supported nuclear energy in the U.S., as well as the international treaty that establishes legally binding obligations for the physical protection of nuclear material and facilities. MMRs can thus demonstrate safety, security, and sustainability to the public.

U.S. MMR Licensing Update

USNC, in collaboration with UIUC, has submitted multiple whitepapers and topical reports to increase the efficiency of the licensing process and reduce the burden on UIUC as the licensee. Topics include: "Applicability of 104(c) Licensing Path," "Proposed contents of PSAR in accordance with NUREG1537," "Quality Assurance Program Description," "Applicability of Nuclear Regulatory Commission Regulations," "Fuel Qualification Methodology," "Safeguards Information Protection Plan," and "Accident Scenario Identification and SSC Safety Classification Methodology." Three additional submittals are scheduled for calendar year 2023. Construction Permit Application (CPA) development activities are ongoing, a Licensing Review Platform and Electronic Reading Room has been established to facilitate the regulators timely review of the application, application templates have been developed, and drafting and process development is in progress for the CPA. Outstanding activities include the submittal of the CPA and Operating License Application to the Nuclear Regulatory Commission for its review and approval of each. Full visibility into the licensing activities for the UIUC project is documented on the NRC's website: [University Of Illinois At Urbana-Champaign | NRC.gov](#)

Canada MMR Licensing Update

USNC is engaged in the pre-licensing interactions with the Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC) in key topics related to Phase 2 of the Vendor Design Review (VDR). Global First Power (GFP), a joint venture between USNC and Ontario Power Generation (OPG), has submitted an application for a license to prepare the site (LTPS) at Canadian Nuclear Labs for construction of an MMR. GFP submitted an update to the LTPS application in July of 2023. Outstanding activities include the submittal of the applications for the License to Construct and License to Operate to the Canadian Nuclear Safety Commission for its review and approval of each. Full visibility into the licensing activities for the Chalk River project are documented on the CNSC's website located at the following link: [Proposed nuclear facility – Global First Power Micro Modular Reactor Project - Canadian Nuclear Safety Commission](#)

U.K. MMR Licensing Update

USNC has advanced to Phase B of the United Kingdom's (UK) AMR RD&D programme that aims to demonstrate high temperature gas reactor (HTGR) technology by the early 2030s, in time for any potential commercial AMRs to support net zero by 2050. Phase B of the UK AMR RD&D Programme includes six regulatory engagement sessions with the UK Regulators, the Office for Nuclear Regulation (ONR) and the Environment Agency (EA). Each of these sessions will provide USNC with beneficial project-specific regulatory information to de-risk later full assessments as part of the Phase C regulatory approval process. The sessions will review USNC understanding of UK regulatory approach and expectations, specifically design maturity versus UK Assessment Principles – SAPs and SyAPs with limited use of TAGs. The aim of Phase B licensing programme is to progress the MMR design to the point that it is ready for regulatory review measured against the requirements to enter the Generic Design Assessment (GDA) process, or alternatively, the direct nuclear site licence and Environmental Permitting application processes. USNC will

commence site characterisation and development consent activities alongside GDA or direct site licence application early in Phase C of the UK AMR RD&D Programme.

Pylon Licensing Update

With the awarding of the [Front-End Engineering and Experiment Design contract with Idaho National Laboratory \(INL\)](#), Pylon has entered the pre-licensing phase of demonstration at the National Reactor Innovation Center (NRIC) Demonstration of Microreactor Experiments (DOME) test bed. Under this agreement, INL will function as the design authority in engagements with the Idaho Operations Office of the Department of Energy (DOE-ID). Under federal regulations, Pylon D1 safety basis documentation will meet the requirements of 10 Code of Federal Regulations (CFR) 830, “Nuclear Safety Management,” 3 Subpart B, “Safety Basis Requirements.” The first document to be submitted to DOE-ID will be the Safety Design Strategy (SDS), developed in accordance with DOE-STD-1189-2016, which documents the expectations and the format of the safety basis for Pylon D1 addendum to the DOME SAR. Submission of the SDS to DOE-ID is expected for this calendar year 2023. The next DOE regulatory document, the Conceptual Safety Design Report (CSDR), which is developed in accordance with DOE-STD-1189-2016, describes the “hazards analysis efforts and safety-in-design decisions incorporated into the conceptual design”. Submission of the CSDR to DOE-ID is expected for the calendar year 2024.

Fuel Factory Licensing Update

USNC started notifying US NRC in 2021 regarding its intent to pursue a Part 70 license application in support of its large-scale fuel manufacturing operations in the upcoming Fuel Factory. USNC made the decision in the same year not to pursue a greenfield (i.e. a brand new license application) and instead pursue a license amendment to an existing fuel cycle facility (already licensed by NRC under Part 70). USNC then pursued formation of a Joint Venture with an existing fuel manufacturer in the US and notified NRC in Jan 2023 regarding its partnership with Framatome Inc. that operates a large-scale nuclear fuel manufacturing site in Richland WA. Since that time USNC and Framatome have jointly undertaken the preparation of the license amendment package for submittal to NRC in mid 2024. Routine regulatory engagement meetings are ongoing with NRC throughout the preparation of this package and the development is in advanced stages. USNC and Framatome expect the NRC to take roughly 18 months for the review and approval of the license amendment application. This will enable the start of large scale TRISO and FCM fuel manufacturing operations at the Richland site in late 2025 or early 2026.