

## Stima dei rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale

Codice DN SM 00007 Fase del progetto Preliminare Data 30/12/2020 Pag. 1

---



<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>SCOPO</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>ACRONIMI</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>I RIFIUTI RADIOATTIVI</b> .....	<b>8</b>
4.1	Gestione dei Rifiuti Radioattivi .....	9
4.2	Classificazione dei Rifiuti Radioattivi.....	11
4.2.1	<i>Confronto tra le categorie dettate dal DM 7 agosto 2015 ed il D.Lgs. 31/2010</i> <i>14</i>	
<b>5</b>	<b>PRODUTTORI/DETTENTORI DI RIFIUTI RADIOATTIVI IN ITALIA</b> .....	<b>16</b>
5.1	Sogin SpA .....	16
5.2	Altri produttori.....	18
5.2.1	<i>Il Servizio Integrato (SI)</i> .....	20
<b>6</b>	<b>STIMA D'INVENTARIO DA CONFERIRE AL DEPOSITO NAZIONALE</b> .....	<b>24</b>
6.1	La gestione dei dati relativi ai Rifiuti Radioattivi Nazionali.....	25
6.1.1	<i>Autorità di Sicurezza (ISIN)</i> .....	26
6.1.2	<i>Produttori/Detentori</i> .....	26
6.2	Analisi dei dati sui Rifiuti Radioattivi.....	27
6.3	Rifiuti di produzione Sogin .....	31
6.3.1	<i>Rifiuti radioattivi pregressi di Sogin</i> .....	31
6.3.2	<i>Rifiuti radioattivi futuri di Sogin</i> .....	33
6.3.3	<i>Residui derivanti dal ritrattamento all'estero del combustibile irraggiato</i> .....	34
6.3.4	<i>Combustibile irraggiato non ritrattabile</i> .....	35
6.3.5	<i>Sintesi dei volumi complessivi di Sogin</i> .....	35
6.4	Rifiuti degli altri produttori nazionali.....	37
6.4.1	<i>Rifiuti radioattivi pregressi prodotti da "altri produttori"</i> .....	37
6.4.2	<i>-Rifiuti radioattivi futuri prodotti da "altri produttori"</i> .....	39
6.4.2.1	<i>Stima dei rifiuti derivanti dal decommissioning delle installazioni di ricerca</i> .....	39
6.4.2.2	<i>Stima dei rifiuti relativi al Servizio Integrato</i> .....	40
6.4.3	<i>Combustibile irraggiato non ritrattabile</i> .....	41
6.4.4	<i>Sintesi dei volumi complessivi degli altri produttori</i> .....	42
6.5	Riepilogo dei volumi complessivi della <i>Stima d'Inventario</i> .....	44
<b>7</b>	<b>CONTENITORI PER IL CONFERIMENTO DEI RIFIUTI RADIOATTIVI AL DN</b> <b>46</b>	
7.1.1	<i>Contenitori per rifiuti di bassa attività e attività molto bassa (ai fini dello smaltimento)</i> .....	46

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



7.1.2	<i>Contenitori previsti per rifiuti di media attività e alta attività (ai fini dello stoccaggio temporaneo)</i> .....	49
<b>8</b>	<b>ALTRI RIFIUTI RADIOATTIVI</b> .....	<b>53</b>
8.1	Rifiuti da bonifica da siti industriali .....	53
8.2	Rifiuti afferenti ad attività del Ministero della Difesa .....	54
<b>9</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>55</b>
<b>10</b>	<b>NORME DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>56</b>
	<b>APPENDICE A – SERVIZIO INTEGRATO</b> .....	<b>58</b>

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



## 1 INTRODUZIONE

In Italia sono presenti rifiuti radioattivi derivanti dalla passata produzione di energia elettrica da fonte nucleare, dal mantenimento in sicurezza degli impianti nucleari ancora presenti sul territorio nonché da applicazioni mediche, industriali e di ricerca. Altri rifiuti radioattivi saranno prodotti in futuro dal decommissioning delle installazioni nucleari e dalla prosecuzione delle attività medicali, industriali e di ricerca.

Il D.Lgs. 31 del 15 febbraio 2010 [N1] ss.mm.ii, stabilisce una gestione comune dei rifiuti radioattivi prodotti in Italia in termini di sistemazione finale (smaltimento o stoccaggio di lunga durata) tramite la realizzazione di un Deposito Nazionale (DN).

Lo stesso D.Lgs. designa Sogin come responsabile delle attività di localizzazione, realizzazione ed esercizio del DN.

Tale deposito ha lo scopo di centralizzare la gestione dei rifiuti radioattivi generati in Italia realizzando su un unico sito due diverse strutture:

1. una struttura per la **sistemazione definitiva (smaltimento)** dei rifiuti radioattivi di “Bassa e Media Attività” (nel prosieguo “Deposito di Smaltimento” o Unità di Smaltimento Moduli – “USM”). Sulla base della classificazione dei rifiuti radioattivi dettata dal D.M. 7 Agosto 2015 [N2], i rifiuti destinati al “Deposito di Smaltimento” sono:
  - Rifiuti ad attività molto bassa;
  - Rifiuti a bassa attività.
2. una struttura per lo **stoccaggio di lunga durata** dei rifiuti radioattivi di “Alta Attività” (d’ora in avanti Complesso Stoccaggio Alta attività – “CSA”). Sulla base della classificazione dei rifiuti radioattivi dettata dal D.M. 7 Agosto 2015, i rifiuti destinati al CSA sono:
  - Rifiuti di media attività;
  - Rifiuti ad alta attività.

La dicitura di legge “*lunga durata*” [N1] è riferita al tempo in cui si dovrà rendere disponibile un deposito geologico nel quale tali rifiuti saranno sistemati in modo definitivo. I tempi di realizzazione di un deposito geologico, anche in base agli

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



attuali programmi ed esperienze internazionali, si collocano intorno a qualche decina di anni. Per tale motivo il CSA sarà progettato e licenziato per una vita utile di 50 anni.

Ancora il D.Lgs. 31/2010 (art. 27 comma 2), prescrive che Sogin elabori le stime dell'inventario dei rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale (d'ora in avanti *Stima d'Inventario*).

La Stima d'Inventario è basata su:

- **Rifiuti progressi**<sup>1</sup> – rifiuti radioattivi già prodotti e stoccati nei depositi temporanei presenti sul territorio nazionale, alla data di riferimento per le stime riportate nel presente documento (31 dicembre 2018).  
Tali rifiuti sono censiti dall'ISIN nell'*Inventario Nazionale* aggiornato al 31 dicembre di ogni anno;
- **Rifiuti futuri**<sup>2</sup> – rifiuti prodotti dalla data di riferimento per le stime riportate nel presente documento (31 dicembre 2018) fino a tutta la durata del periodo di esercizio del DN.

<sup>1</sup> Nell'ambito delle attività di esercizio, mantenimento in sicurezza e decommissioning delle installazioni/strutture nucleari presenti sul territorio nazionale, nonché nelle attività mediche, industriali e di ricerca.

<sup>2</sup> Nell'ambito delle attività di mantenimento in sicurezza e decommissioning delle installazioni/strutture nucleari presenti sul territorio nazionale, nonché dalle attività mediche, industriali e di ricerca che continuano ad essere svolte.

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



## 2 SCOPO

Scopo del presente documento è quello di riportare l'ultimo aggiornamento della *Stima d'Inventario*, espressa in termini di volume occupato dai rifiuti condizionati (manufatti).

La *Stima d'Inventario* sarà utilizzata al fine di dimensionare le strutture del DN.

Essa è elaborata sulla base dei processi di trattamento/condizionamento ipotizzati per i rifiuti radioattivi, della produzione futura di rifiuti radioattivi, degli attuali livelli di rilascio<sup>3</sup> autorizzati per le singole installazioni nucleari.

Le ipotesi su menzionate potrebbero modificarsi nel tempo (ad esempio a seguito di nuove tecniche di decontaminazione degli impianti, di nuove strategie di gestione o di trattamento dei rifiuti) e comportare quindi delle variazioni sulle volumetrie di rifiuti. Per tale motivo, la *Stima d'Inventario* viene periodicamente aggiornata da Sogin, in modo da poter tenere altresì aggiornata la progettazione delle strutture del DN.

Per poter produrre una stima affidabile e trasparente, Sogin ha stabilito collaborazioni dirette con i principali produttori dei rifiuti radioattivi presenti sul territorio nazionale e con l'Autorità di Sicurezza (ISIN).

---

<sup>3</sup> Detti anche "Livelli di allontanamento" [N3], sono limiti espressi, per ogni radionuclide, in termini di concentrazione di attività (Bq/g) o di attività totale (Bq) al di sotto dei quali un materiale, contenente determinati radionuclidi, può essere considerato non radioattivo e gestito come materiale convenzionale.

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



### 3 ACRONIMI

CSA	Complesso Stoccaggio Alta attività
DN	Deposito Nazionale
DNPT	Deposito Nazionale e Parco tecnologico
HLW	High Level Waste
IAEA	International Atomic Energy Agency
ICPF	Impianto Condizionamento Prodotto Finito
ILW	Intermediate Level Waste
ISIN	Ispettorato Nazionale per la Sicurezza Nucleare e la Radioprotezione
LLW	Low Level Waste
PN	Programma Nazionale
SI	Servizio Integrato
SIRR	Sistema Informativo di gestione dei Rifiuti Radioattivi
USM	Unità Smaltimento Moduli
VLLW	Very Low Level Waste
VSLW	Very Short Level Waste

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



## 4 I RIFIUTI RADIOATTIVI

La definizione di *Rifiuto Radioattivo* è riportata nei due seguenti riferimenti:

- 1) **D.Lgs 230/95 e ss.mm.ii.** – “*Qualsiasi materia radioattiva, ancorché contenuta in apparecchiature o dispositivi in genere, di cui non è previsto il riciclo o la riutilizzazione*”;
- 2) **IAEA Glossary** – Terminology used in Nuclear Safety and Radiation Protection – 2018 [R6]: “*For legal and regulatory purposes, material for which no further use is foreseen that contains, or is contaminated with, radionuclides at activity concentrations greater than clearance levels as established by the regulatory body*” (Materiali, per i quali non si prevede un possibile riutilizzo, che contengono radionuclidi con concentrazioni di attività superiori ai livelli di rilascio autorizzati dall’Autorità di Sicurezza).

I rifiuti radioattivi si presentano sotto varie forme chimico-fisiche ed il loro contenuto di radioattività può variare entro valori molto estesi.

Di seguito un elenco di tipici rifiuti radioattivi:

- Vestiario utilizzato nelle installazioni nucleari;
- Resine a scambio ionico esaurite utilizzate come elementi di filtraggio in sistemi in cui circolano dei fluidi radioattivi;
- Concentrato degli evaporatori;
- Fanghi derivati dai processi di pre-trattamento dei liquidi radioattivi;
- Cartucce filtranti;
- Materiali metallici derivati da strutture/componenti d’impianto, come tubazioni o parti strutturali;
- Residui vetrificati e compattati derivanti dal ritrattamento combustibile;
- Grafite irraggiata;
- Calcinacci derivati dalle attività di bonifica delle strutture civili delle installazioni nucleari;



<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



- Materiali plastici e/o vetrosi provenienti dai laboratori di ricerca o dai centri di medicina nucleare;
- Materiale coibente, utilizzato per isolare termicamente i sistemi che vedevano il passaggio di fluidi radioattivi;
- Materiali speciali, come oli o liquidi organici.

#### 4.1 Gestione dei Rifiuti Radioattivi

La *gestione dei rifiuti radioattivi* è l'insieme delle attività amministrative e operative che vengono svolte sui rifiuti radioattivi durante tutte le loro fasi di vita, dalla produzione allo smaltimento:

- 1) **Produzione** – una qualsiasi attività che, prevedendo l'uso di materiale radioattivo<sup>4</sup>, genera rifiuti radioattivi (“grezzi”<sup>5</sup>) come scarto delle proprie attività;
- 2) **Caratterizzazione e classificazione** – attività necessaria all'identificazione delle caratteristiche chimico-fisiche-radiologiche del rifiuto radioattivo al fine di poterlo classificare ed instradarlo correttamente nelle successive fasi di gestione;
- 3) **Pre-trattamento** – operazioni preliminari che vengono eseguite sul rifiuto al fine di predisporlo per la successiva fase di trattamento (es. cernita per poter separare materiali da sottoporre a trattamenti diversi);
- 4) **Trattamento** – complesso di operazioni che, mediante l'applicazione di processi fisici e/o chimici, modificano la forma fisica e/o la composizione chimica dei rifiuti radioattivi con l'obiettivo di operare una riduzione del volume dei rifiuti e/o di preparare gli stessi alla successiva fase di condizionamento;
- 5) **Condizionamento** – processo mediante il quale si effettua una solidificazione/immobilizzazione dei rifiuti con l'impiego di un agente

<sup>4</sup> Ci sono attività che istituzionalmente non prevedono l'uso di materiale radioattivo ma dalle cui pratiche possono essere prodotti, in modo accidentale, dei rifiuti radioattivi

<sup>5</sup> Il rifiuto “grezzo” è il rifiuto tal quale (solido o liquido), così come ottenuto dal processo che lo ha generato ed è quindi soggetto alle successive fasi di gestione

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



solidificante (es. malta cementizia) all'interno di un contenitore. Lo scopo è quello di produrre un manufatto (rifiuti radioattivi condizionati + contenitore) nel quale i radionuclidi sono inglobati in una matrice solida al fine di limitarne la mobilità. Il condizionamento può essere realizzato anche mediante l'uso di "contenitori speciali" che garantiscono l'isolamento del rifiuto senza l'uso di matrice di solidificazione.

- 6) **Stoccaggio** – immagazzinamento provvisorio dei rifiuti radioattivi presso depositi temporanei (ad esempio i depositi temporanei dei siti di produzione). L'immagazzinamento ha lo scopo di isolare i rifiuti radioattivi in sicurezza dall'ambiente per un periodo di tempo limitato, con l'intento di recuperarli ed avviarli al trattamento o allo smaltimento;
- 7) **Trasporto** – tutte le attività di movimentazione che vengono eseguite fuori dal perimetro di un determinato sito nucleare, finalizzate al trasferimento di rifiuti radioattivi presso impianti di trattamento o verso impianti di stoccaggio/smaltimento (ad esempio il DN);
- 8) **Smaltimento** – Sistemazione definitiva dei rifiuti radioattivi in strutture appositamente progettate e realizzate su siti con specifiche caratteristiche.

Di seguito uno schema del flusso di gestione dei rifiuti radioattivi.

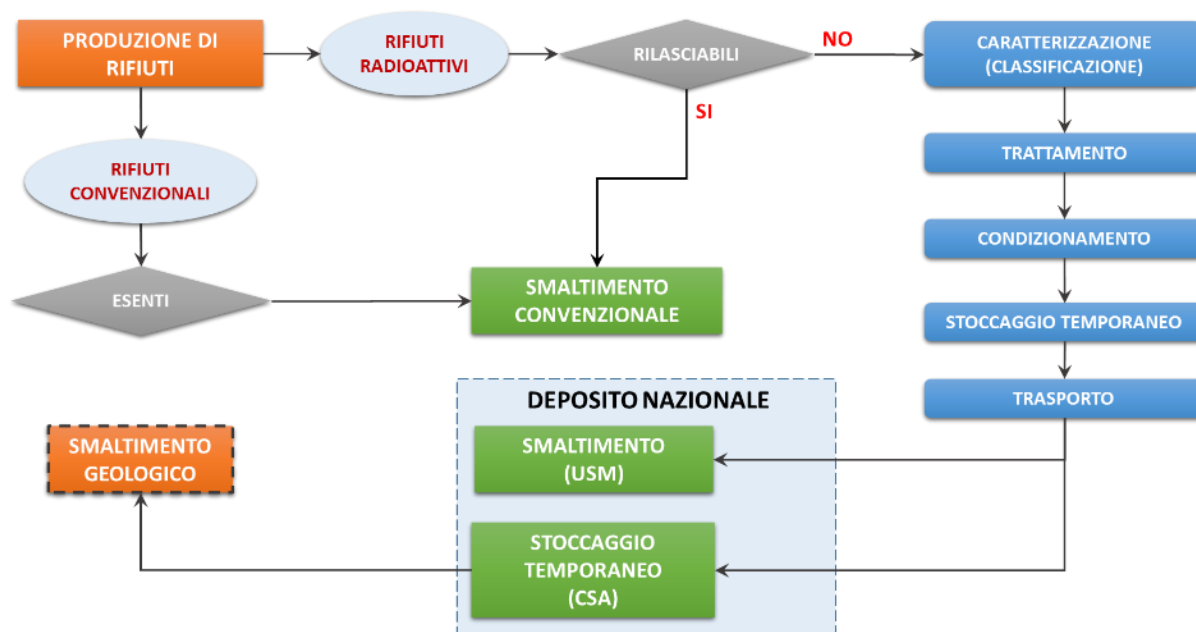


Figura 1: Flusso di gestione dei rifiuti di pertinenza nazionale, dalla produzione al conferimento al DN

## 4.2 Classificazione dei Rifiuti Radioattivi

A livello internazionale, la classificazione dei rifiuti radioattivi è dettata dalla IAEA. Essa si è evoluta nel corso degli anni e la sua ultima versione [R5] delinea delle classi sulla base della specifica tipologia di smaltimento che i rifiuti possono subire. Le classi sono:

- 1) Very Short Lived Waste (VSLW);
- 2) Very low Level Waste (VLLW);
- 3) Low Level Waste (LLW);
- 4) Intermediate Level Waste (ILW);
- 5) High Level Waste (HLW).

Ogni Paese, anche tenendo in conto la classificazione internazionale, sviluppa una classificazione nazionale in base alle specifiche caratteristiche dei propri rifiuti ed alle previste modalità di smaltimento.

In Italia la classificazione dei rifiuti radioattivi, storicamente dettata dalla Guida Tecnica 26 dell'ENEA-DISP [N10], è stata modificata, ed allineata alla classificazione internazionale, dal D.M. 7 agosto 2015 [N2].

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



Il D.M. identifica cinque categorie di rifiuti radioattivi (vedi Tabella 1) e dà indicazioni delle loro destinazioni finali una volta allontanati dai siti di produzione/stoccaggio.

Categoria	Condizioni e/o Concentrazioni di attività	Destinazione finale
<b>Esenti</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Art. 154 comma 2 del D.Lgs n. 230/1995</li> <li>• Art. 30 o art. 154 comma 3-bis del D.Lgs n. 230/1995</li> </ul>	Rispetto delle disposizioni del D.Lgs. n. 152/2006
<b>A vita media molto breve</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• T1/2 &lt; 100 giorni</li> </ul> Raggiungimento in 5 anni delle condizioni: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Art. 154 comma 2 del D.Lgs n. 230/1995</li> <li>• Art. 30 o art. 154 comma 3-bis del D.Lgs n. 230/1995</li> </ul>	Stoccaggio temporaneo (art.33 D.Lgs n. 230/1995) e smaltimento nel rispetto delle disposizioni del D.Lgs. n. 152/2006
<b>Attività molto bassa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ≤ 100 Bq/g (di cui alfa ≤ 10 Bq/g)</li> </ul>	Raggiungimento in T ≤ 10 anni della condizione: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Art. 30 o art. 154 comma 3-bis del D.Lgs n. 230/1995</li> </ul> Non raggiungimento in T ≤ 10 anni della condizione: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Art. 30 o art. 154 comma 3-bis del D.Lgs n. 230/1995</li> </ul>
<b>Bassa attività</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• radionuclidi a vita breve ≤ 5 MBq/g</li> <li>• Ni59-Ni63 ≤ 40 kBq/g</li> <li>• radionuclidi a lunga vita ≤ 400 Bq/g</li> </ul>	Impianti di smaltimento superficiali, o a piccola profondità, con barriere ingegneristiche (Deposito Nazionale D.Lgs n. 31/2010)
<b>Media attività</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• radionuclidi a vita breve &gt; 5 MBq/g</li> <li>• Ni59-Ni63 &gt; 40 kBq/g</li> <li>• radionuclidi a lunga vita &gt; 400 Bq/g</li> <li>• No produzione di calore</li> </ul>	
<b>Alta attività</b>	Produzione di calore o di elevate concentrazioni di radionuclidi a lunga vita, o di entrambe tali caratteristiche.	Impianto di immagazzinamento temporaneo del Deposito Nazionale (D.Lgs n.31/2010) in attesa di smaltimento in formazione geologica

Tabella 1 – Classificazione dei rifiuti radioattivi - D.M. 7 Agosto 2015

Di seguito una descrizione delle categorie di rifiuti radioattivi identificati dal DM 7 Agosto 2015:

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



**Rifiuti a vita media molto breve:** sono rifiuti prevalentemente di origine medica a brevissima vita media (con tempi di dimezzamento da pochi secondi fino ad alcuni giorni) che decadono sotto i livelli di rilascio entro un tempo massimo di qualche anno e possono quindi essere stoccati temporaneamente dagli stessi produttori o dagli operatori del Servizio Integrato (SI)<sup>6</sup>, per poi essere smaltiti in normali discariche per rifiuti speciali.

**Rifiuti ad attività molto bassa:** sono rifiuti che contengono bassissime quantità di radionuclidi che possono decadere in pochi anni al di sotto dei livelli di rilascio ed essere gestiti in modo convenzionale. La parte di essi che non raggiunge i livelli di rilascio nel tempo di alcuni anni, dovendo essere pertanto gestita come rifiuto radioattivo, sarà conferita al Deposito Nazionale ai fini dello smaltimento. Tale categoria di rifiuti proviene per gran parte dalle centrali elettronucleari.

**Rifiuti di bassa attività:** sono rifiuti con radionuclidi a breve vita (tempi di dimezzamento  $\leq 31$  anni) che decadono a livelli di radioattività residua trascurabili in alcune centinaia di anni e possono contenere radionuclidi a vita lunga in basse concentrazioni. Tali rifiuti possono essere smaltiti in depositi di superficie o di piccola profondità con barriere ingegneristiche, quale il Deposito Nazionale.

**Rifiuti di media attività:** sono sostanzialmente rifiuti radioattivi che contengono radionuclidi in concentrazioni superiori ai valori indicati per i rifiuti di "Bassa Attività". Essi richiedono tempi dell'ordine anche delle centinaia di migliaia di anni per decadere a livelli di radioattività residua trascurabili e, a differenza dei rifiuti ad alta attività, non producono calore al punto da richiedere l'adozione di misure per la sua dissipazione.

<sup>6</sup> Vedi § 5.2.1.

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



Tali rifiuti provengono principalmente dagli impianti del ciclo del combustibile e dallo smantellamento dei componenti più radioattivi delle centrali nucleari. Quote minoritarie (ad esempio sorgenti radioattive) possono derivare da applicazioni mediche o industriali. Essi possono contenere sia radionuclidi di vita breve sia di lunga vita (con tempi di dimezzamento  $\geq 31$  anni) in concentrazioni tali da richiedere un grado di contenimento ed isolamento dalla biosfera superiore a quello di uno smaltimento di superficie con barriere ingegneristiche, e quindi lo smaltimento in formazioni geologiche (Deposito profondo).

In attesa di un deposito di questo tipo non ancora disponibile in Italia ed in Europa, i rifiuti di media attività italiani saranno stoccati temporaneamente (per un tempo massimo di 50 anni) presso il Complesso Stoccaggio Alta attività (CSA) del Deposito Nazionale.

**Rifiuti ad alta attività:** sono rifiuti radioattivi che contengono radionuclidi in concentrazioni tanto superiori ai valori indicati per i rifiuti di “Bassa Attività”, da richiedere, contrariamente ai rifiuti a “Media attività”, l’adozione di misure di dissipazione del calore che producono. Essi richiedono tempi dell’ordine delle centinaia di migliaia di anni per decadere a livelli di radioattività residua trascurabili.

Sono sostanzialmente rappresentati dagli elementi del combustibile irraggiato (quando considerati come rifiuti) e dai residui del suo ritrattamento.

Così come i rifiuti di “Media attività”, anche tali rifiuti devono essere smaltiti in depositi geologici e quindi, in attesa dello smaltimento, stoccati temporaneamente (per un tempo massimo di 50 anni) presso il CSA.

#### 4.2.1 Confronto tra le categorie dettate dal DM 7 agosto 2015 ed il D.Lgs. 31/2010

La terminologia riportata nel D.M. 7 Agosto 2015 riprende quella della classificazione IAEA, sopra indicata.

Nel D.Lgs. 31/2010, che dà le linee di indirizzo per il “progetto Deposito Nazionale”, viene invece utilizzata una terminologia che è più affine a quella che era la vecchia classificazione dei rifiuti radioattivi, indicata nella GT 26 [N10], che era in vigore alla data di pubblicazione dello stesso D.Lgs. 31/2010.

In particolare, in quest'ultimo, viene utilizzata la terminologia "Bassa e Media attività" per indicare i rifiuti che dovranno essere avviati allo smaltimento presso il DN e "Alta attività" per indicare i rifiuti che saranno conferiti ai fini dell'immagazzinamento di lunga durata al CSA, in attesa della disponibilità della soluzione di smaltimento (deposito geologico).

La classificazione indicata dal D.Lgs. 31/2010 è, di fatto qualitativa, mentre quella del D.M. 7 Agosto 2015 è una classificazione quantitativa (tecnica) indirizzata propriamente alla gestione operativa dei rifiuti radioattivi. Essa è infatti basata su valori (soglie) specifici che identificano le diverse categorie di rifiuti radioattivi.

È possibile un confronto tra le due classificazioni, come mostrato dal seguente schema semplificato:



Figura 2 – Confronto tra le terminologie usate per "classificare" i rifiuti radioattivi

Come si può vedere, i rifiuti che nel D.Lgs. 31/2010 sono indicati con il termine di "Bassa e Media Attività", sono quelli che nella nuova classificazione vengono indicati in parte come "attività molto bassa" ed in parte come "bassa attività"; analogamente i rifiuti indicati con il termine "Alta Attività" nel D.Lgs. 31/2010, vengono associati alle categorie "media attività" e "alta attività" del D.M. 7 Agosto 2010.

Si può inoltre osservare che le destinazioni finali (gestione al DN) previste dai due riferimenti, di fatto, non cambiano.

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



## 5 PRODUTTORI/DETENTORI DI RIFIUTI RADIOATTIVI IN ITALIA

Le attività produttive che hanno visto e che vedono la produzione di rifiuti radioattivi in Italia sono numerose e vanno dalla produzione di energia elettrica alle attività mediche.

La produzione di rifiuti radioattivi sul territorio nazionale è suddivisa sostanzialmente tra la Sogin che, in quanto titolare delle principali installazioni nucleari presenti sul territorio nazionale, rappresenta la principale realtà nell’ambito della produzione di rifiuti radioattivi ed “altri produttori” che meglio definiremo nel seguito.

### 5.1 Sogin SpA

Il principale produttore nazionale di rifiuti radioattivi destinati al DN è la Sogin. La Sogin ha la titolarità delle seguenti installazioni<sup>7</sup>:

- **Centrali nucleari di potenza**<sup>8</sup> (Ex ENEL) che hanno operato nel campo della produzione di energia elettrica;
- **Impianti del ciclo del combustibile**<sup>8</sup> (ENEA e ex-Fabbricazioni Nucleari – FN), ove si sono svolte attività di fabbricazione, analisi post irraggiamento, ritrattamento di elementi di combustibile nucleare destinato alle centrali di potenza;

La Sogin provvede alle attività di gestione dei rifiuti radioattivi già prodotti dalle installazioni di propria pertinenza, alle attuali attività di mantenimento in sicurezza e alle future attività di decommissioning delle medesime installazioni a valere sugli introiti della componente tariffaria A2<sup>9</sup> sul prezzo dell’energia elettrica.

<sup>7</sup> Con la legge N. 205 del 27 Dicembre 2017 [N4], Sogin ha ricevuto anche la titolarità degli atti autorizzativi relativi al Reattore ISPRA 1 del Centro Comune di Ricerca di Ispra (Va). Tale atto dà seguito all’Accordo transattivo tra il Governo italiano e la Comunità europea dell’energia atomica [N5]. La legge è stata resa attuativa con l’Atto di presa in carico da parte di Sogin del Reattore Ispra 1 [N6].

<sup>8</sup> Le attività di tali installazioni sono state sospese su tutto il territorio nazionale a seguito dall’esito del referendum del 1987.

<sup>9</sup> Definita ai sensi dell’articolo 3, comma 11, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79, e dell’articolo 1, comma 1, del decreto-legge 18 febbraio 2003, n. 25, convertito, con modificazioni, dalla legge 17 aprile 2003, n. 83



<b>Rapporto Tecnico</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>
<b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>REVISIONE 04</b>



In particolare, le centrali nucleari, in passato esercite dall'ENEL, gran parte degli impianti del ciclo del combustibile, in passato eserciti dall'ENEA e l'impianto ex Fabbricazione Nucleare – FN, hanno operato ai fini della produzione di energia elettrica da fonte nucleare.

Sogin è divenuta titolare delle centrali ex ENEL nel 1999, dell'impianto ex-FN di Bosco Marengo nel 2005, nonché affidataria in gestione degli impianti ENEA dal 2003.

E, come già accennato, dal 26 settembre 2019, Sogin ha preso in carico il reattore ISPRA 1 del CCR-Ispra.

Nella tabella<sup>10</sup> che segue si riporta l'elenco delle installazioni nucleari appena menzionate:

ESERCENTE	IMPIANTO	LOCALITA'
<b>CENTRALI DI POTENZA</b>		
<b>Centrale di Caorso</b>	Reattore BWR - 840 MWe	Caorso (Piacenza)
<b>Centrale Enrico Fermi</b>	Reattore PWR - 270 Mwe	Trino Vercellese (Vercelli)
<b>Centrale di Latina</b>	Reattore Gas Grafite - 210 Mwe	Borgo Sabotino (Latina)
<b>Centrale di Garigliano</b>	Reattore BWR - 160 Mwe	Sessa Aurunca (Caserta)
<b>IMPIANTI DEL CICLO DEL COMBUSTIBILE</b>		
<b>Impianto IPU</b>	Impianto pilota di fabbricazione di combustibile MOX	Casaccia (Roma)
<b>Impianto OPEC</b>	Celle calde per test di post-irraggiamento	
<b>Impianto EUREX</b>	(Enriched URanium Extraction) Impianto di riprocessamento del combustibile	Saluggia (Vercelli)
<b>Impianto ITREC</b>	Impianto di Trattamento e Rifabbricazione Elementi di Combustibile	Trisaia (Matera)
<b>Impianto FN</b>	Impianto di fabbricazione del combustibile	Bosco Marengo (Alessandria)

Tabella 2 – Produttori/Detentori di Rifiuti Radioattivi del Settore Energetico

A seguire è riportata una mappa delle localizzazioni delle installazioni menzionate.

<sup>10</sup> Non si riporta indicazione del reattore ISPRA 1 per il fatto che alla data del 31 dicembre 2018, il reattore era ancora in gestione del CCR.

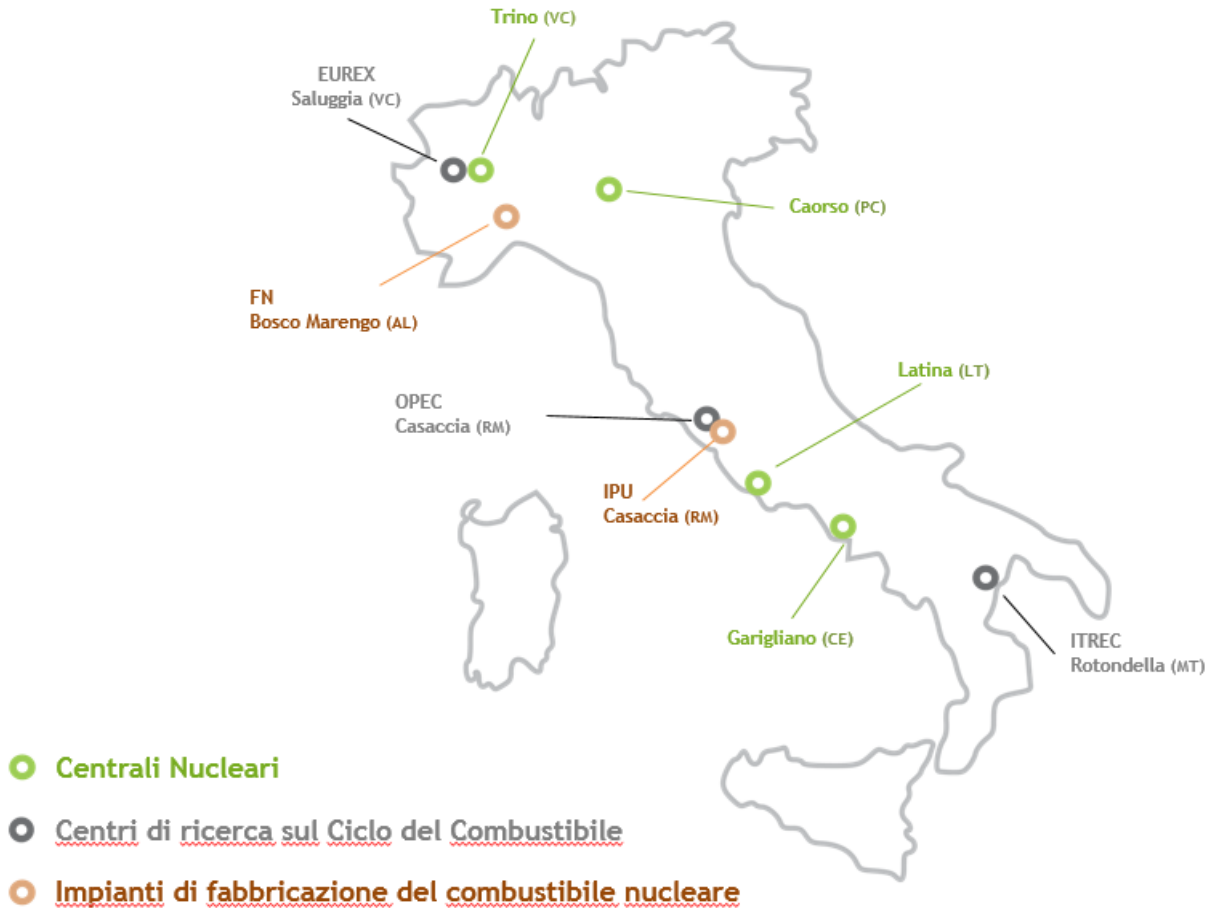


Figura 3: Principali produttori/detentori di rifiuti radioattivi del Settore Energetico

Tutte le installazioni indicate sono dotate di depositi temporanei per lo stoccaggio dei rifiuti radioattivi. Tali depositi hanno caratteristiche strutturali tali da garantire una sicura gestione dei rifiuti radioattivi per periodi di tempo limitati (alcune decine di anni); non sono pertanto idonei alla sistemazione definitiva (smaltimento) dei rifiuti radioattivi di qualunque categoria.

## 5.2 Altri produttori

Gli altri produttori di rifiuti radioattivi, presenti sul territorio nazionale, operano nei seguenti settori:

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



- a. **Ricerca** – raccoglie gli istituti/installazioni che svolgono attività nel campo dello sviluppo di nuove teorie scientifiche e/o tecnologie/metodologie da applicare nel settore nucleare. Ad esempio, appartengono a questa categoria il Centro Comune di Ricerca di Ispra, l'ENEA (laboratori e reattori di ricerca), il CNR ed il CESNEF. Si aggiungono a questi le Università e gli istituti che dispongono di reattori di ricerca, ciclotroni o laboratori nucleari. E' convenzionalmente annoverato in questo settore anche il deposito Avogadro<sup>11</sup>.
- b. **Medicina** – raccoglie le attività mediche svolte perlopiù nei centri di Medicina Nucleare, in cui vengono usati alcuni specifici radionuclidi per le pratiche di diagnostica e di terapia. Sono incluse in tale categoria anche le attività di ricerca in ambito farmaceutico.
- c. **Industria** – include le numerose attività svolte in settori industriali che prevedono l'uso di materiale nucleare (perlopiù sotto forma di sorgenti sigillate).

Alcuni soggetti che operano nei campi appena citati, come ad esempio il CCR Ispra, dispongono o prevedono di disporre di autonomi sistemi di trattamento dei propri rifiuti radioattivi.

Altri produttori invece (perlopiù nel campo medico ed industriale) non hanno la possibilità di dotarsi di impianti idonei al trattamento/condizionamento dei rifiuti radioattivi prodotti e al successivo loro stoccaggio temporaneo; essi affidano quindi i loro rifiuti al Servizio Integrato che provvede alla raccolta, trattamento e stoccaggio dei rifiuti radioattivi, su tutto il territorio nazionale.

Nella tabella seguente sono indicati i principali produttori che conferiranno rifiuti al DN:

<sup>11</sup> Deposito, realizzato nel 1984 a seguito della ristrutturazione del Reattore di ricerca RS-1 di Fiat, destinato allo stoccaggio temporaneo in piscina di elementi di combustibile irraggiato provenienti dalle centrali elettronucleari ex ENEL. Gli elementi di combustibile, in esso inizialmente stoccati, sono stati progressivamente inviati all'estero per essere ritrattati. Restano oggi ancora da spedire 63 elementi di combustibile della centrale del Garigliano e 1 elemento della centrale di Trino.

<b>Rapporto Tecnico</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>
<b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>REVISIONE 04</b>



ESERCENTE	IMPIANTO O DEPOSITO		LOCALITA'
ENEA*	Reattore di ricerca TRIGA RC-1	TRIGA MARK II	Casaccia (Roma)
	Reattore di ricerca RSV TAPIRO	FAST SOURCE	
CCR - Centro Comune di ricerca dell'Unione Europea	Reattore di ricerca ISPRA 1**		Ispra (Varese)
	Reattore di ricerca ESSOR		
	LCSR - laboratorio Caldo di studi e Ricerche		
	RCHL - Laboratorio di radiochimica		
	STRRL - Sistema di trattamento reflui liquidi		
	FARO - Laboratorio per i test di "Core meltdown"		
	Deposito E 39.2		
	Laboratorio PERLA		
	Deposito di rifiuti radioattivi		
Laboratorio ETHEL			
CESNEF	Reattore di ricerca L-54 M	HOMOG (L)	Milano
Università di Pavia	Reattore di ricerca LENA	TRIGA MARK II	Pavia
	Struttura sottocritica SM-1	SUBCRIT	
Università di Palermo	Reattore di ricerca AGN 201 "COSTANZA"	HOMOG (S)	Palermo
Deposito Avogadro ***	Deposito di combustibile irraggiato (Deposito Avogadro)		Saluggia (Vercelli)
<p>* I reattori RANA , RITMO, ROSPO, RB-1 e RB-2 sono stati smantellati; Il reattore RB-3 è stato smantellato e non ha prodotto rifiuti radioattivi</p> <p>** In base alla Legge 27.12.2017 n.205, la titolarità degli atti autorizzativi del reattore di ricerca Ispra-1 è trasferita a Sogin che provvederà al suo decommissioning e alla gestione dei rifiuti</p> <p>*** I rifiuti radioattivi detenuti dalla Deposito Avogadro Srl provengono dalle pregresse attività di esercizio e decommissioning del reattore di ricerca RS-1 nonché dalle attività di esercizio del deposito Avogadro</p>			

Tabella 3 – Produttori/Detentori di Rifiuti Radioattivi nel campo della Ricerca

### 5.2.1 Il Servizio Integrato (SI)

Il Servizio Integrato rappresenta una figura centrale sul territorio nazionale nell'ambito della gestione di rifiuti radioattivi. Il servizio nasce, su iniziativa dell'ENEA, a seguito della delibera CIPE del 1° marzo 1985, con lo scopo di centralizzare e rendere più sicura la gestione dei rifiuti radioattivi relativi a quei produttori (oggi diversi da Sogin) che non potevano gestire per loro conto i rifiuti prodotti. Titolare del servizio è la stessa ENEA la quale, a seguito della convenzione stipulata il 15 giugno 1989, ha affidato a NUCLECO il compito di gestire il servizio.

Il Servizio Integrato è svolto tramite una serie di operatori che provvedono alla raccolta, al trattamento, al condizionamento e allo stoccaggio temporaneo dei rifiuti radioattivi prodotti, sul territorio nazionale, specialmente nel campo medico ed industriale.

Per un approfondimento sulle fonti e le pratiche che producono rifiuti radioattivi che

<b>Rapporto Tecnico</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>
<b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>REVISIONE 04</b>



possono confluire nel SI, si rimanda all'appendice A.

Di seguito una tabella dei principali operatori nazionali del SI.

OPERATORE	IMPIANTO O DEPOSITO	LOCALITA'
<b>Nucleco</b>	Complesso per trattamento, condizionamento e deposito di rifiuti radioattivi	Casaccia (Roma)
<b>Campoverde</b>	Deposito di rifiuti radioattivi	Milano
	Deposito di rifiuti radioattivi	Tortona (Alessandria)
<b>Protex</b>	Deposito di rifiuti radioattivi	Forlì
<b>MITAmbiente</b>	Deposito di rifiuti radioattivi	Giuliano Milanese (Milano)

Tabella 4 – Operatori del Servizio Integrato

Oltre a quelli riportati nella tabella, in passato hanno operato nell'ambito del SI altri operatori. Tra questi da menzionare principalmente Cemerad e LivaNova (ex Sorin) che oggi non svolgono più il servizio di raccolta dei rifiuti.

In particolare:

- LivaNova detiene ancora i rifiuti derivanti dalle passate attività, da conferire al DN;
- La società Cemerad ha svolto le proprie attività fino al 2000, anno in cui è stata sottoposta a sequestro giudiziario; nel 2005 ne è seguita dichiarazione di fallimento. Con DPCM n. 3061 del 14.12.2015 è stato nominato un Commissario Straordinario per l'attuazione dell'intervento di messa in sicurezza e gestione dei rifiuti detenuti nel deposito. Il 13 Aprile 2017 Sogin è stata incaricata di attuare interventi di bonifica finalizzati al "rilascio incondizionato" da ogni vincolo radiologico dell'area e di tutte le installazioni, insistenti sulla stessa. Alla data di riferimento per il presente documento il deposito era stato liberato di gran parte dei rifiuti contenuti. La maggior parte di questi sono risultati essere non radioattivi (o non più radioattivi) tali da poter essere smaltiti come rifiuti convenzionali (gestione secondo D.Lgs. n. 152 del 3 Aprile 2006). Piccola parte dei rifiuti già recuperati, effettivamente radioattivi (D.Lgs. n. 230 del 17 Marzo 1995 e ss.mm.ii) sono stati trasferiti presso i depositi della Nucleco che provvederà, per conto del SI a trattarli e predisporli per il conferimento al DN.

Di seguito uno schema che illustra il flusso di gestione dei rifiuti radioattivi che confluiscono nel Servizio Integrato:



Figura 4 – Schema del Servizio Integrato

La quantità di rifiuti radioattivi che viene prodotta annualmente nei settori della medicina, dell'industria e della ricerca è notevole. La maggior parte di tali rifiuti però è a “Vita Molto Breve” e viene quindi stoccata temporaneamente fino a che la radioattività non decade al di sotto dei livelli di rilascio [R4]. Lo stoccaggio temporaneo e il conseguente allontanamento vengono in genere eseguiti o dagli stessi produttori (ospedali, laboratori, ecc.). Tali rifiuti non sono quindi tra quelli contabilizzati nello schema sopra riportato. La restante parte dei rifiuti confluisce nel SI e trattati come radioattivi.

Gli operatori che li prendono in custodia provvedono poi allo smaltimento convenzionale di quei rifiuti che decadono al di sotto dei livelli di rilascio con tempi più lunghi. Una parte minoritaria dei volumi raccolti dal SI viene effettivamente gestita come rifiuto radioattivo. Dopo la raccolta da parte di un qualsiasi operatore del SI, i rifiuti arrivano in Nucleco che provvede a trattarli e condizionarli per renderli idonei al conferimento al DN. In attesa di tale conferimento, i rifiuti condizionati vengono stoccati, per conto di ENEA (che ne diventa titolare), nei depositi del sito della Casaccia (RM).

Di seguito uno schema che ne illustra le fasi significative.



Figura 5 - Flusso dei rifiuti che confluiscono al Servizio Integrato

Di seguito la mappa delle principali installazioni di “Altri produttori/detentori”.

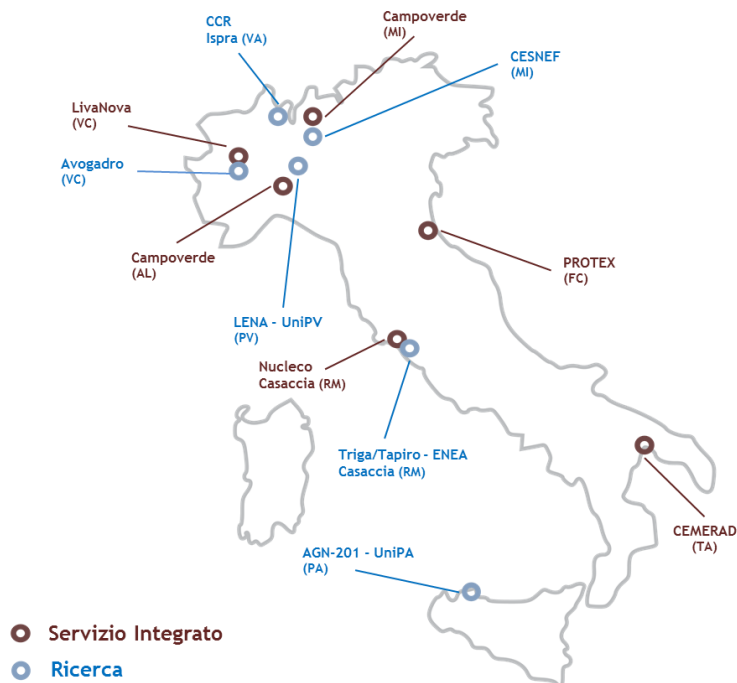


Figura 6 - Principali “Altri produttori/detentori” di rifiuti radioattivi presenti sul territorio nazionale

Le installazioni indicate sono dotate di depositi per lo stoccaggio dei rifiuti radioattivi<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> È bene ricordare che i depositi menzionati sono temporanei, ossia strutturalmente idonei allo stoccaggio dei rifiuti radioattivi per un tempo limitato (alcune decine di anni) e non sono quindi idonei al deposito definitivo, ossia allo smaltimento degli stessi rifiuti. Inoltre, le caratteristiche dei siti sui quali sono ubicati possono rispondere ai requisiti di sicurezza per lo stoccaggio ma non a quelli richiesti per lo smaltimento.

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



## 6 STIMA D'INVENTARIO DA CONFERIRE AL DEPOSITO NAZIONALE

Come previsto dal D.Lgs. 31/2010, il DN riceverà i rifiuti radioattivi prodotti sul territorio nazionale.

Nella presente sezione del documento è presentata la stima, elaborata da Sogin-DNPT, delle volumetrie finali dei rifiuti radioattivi (*Stima d'Inventario*) che saranno conferiti al DN. In particolare, la *Stima d'Inventario* include:

- A. i manufatti di rifiuti radioattivi prodotti, sino alla data di riferimento, dalle attività di esercizio, mantenimento in sicurezza e decommissioning delle installazioni nucleari connesse alla produzione di energia elettrica (centrali elettronucleari ed impianti del ciclo del combustibile nucleare), nonché quelli che saranno generati dalle loro future attività di decommissioning. Alcuni di tali manufatti sono prodotti all'estero a seguito del trattamento di rifiuti radioattivi prodotti in Italia ed inviati in altri Paesi dove è possibile realizzare specifici processi di trattamento. I manufatti ottenuti rientrano in Italia e vengono restituiti ai produttori dei rifiuti originali;
- B. i residui del ritrattamento all'estero (Francia e Regno Unito) del combustibile nucleare irraggiato delle centrali di potenza nazionali (centrali ex-ENEL);
- C. il combustibile irraggiato "Elk River" presente nell'impianto ITREC della Trisaia che non sarà soggetto ad attività di ritrattamento;
- D. il combustibile irraggiato che non sarà soggetto ad attività di ritrattamento, presente negli impianti di ITREC della Trisaia e di OPEC della Casaccia;
- E. i manufatti di rifiuti radioattivi prodotti, sino alla data di riferimento, dalle attività di esercizio, mantenimento in sicurezza e decommissioning delle installazioni nucleari di ricerca, nonché quelli che saranno generati dalle loro future attività di decommissioning.;
- F. il combustibile irraggiato non riprocessato presente negli impianti di ricerca;
- G. i manufatti di rifiuti radioattivi prodotti, sino ad oggi, dalle attività mediche e industriali nonché quelli che continueranno ad essere prodotti in futuro dalla prosecuzione di tali attività.

Dalla stima sono esclusi i rifiuti:



<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



- che non sono di pertinenza nazionale<sup>13</sup>;
- a "Vita media molto breve" che vengono stoccati temporaneamente (fino ad alcuni anni) nei siti di produzione o presso i depositi del SI, in attesa del loro decadimento radiologico sotto i livelli di rilascio, a valle del quale potranno essere gestiti come rifiuti convenzionali, ai sensi del D. Lgs.152/06 [N7];
- prodotti nell'ambito delle attività afferenti al Ministero della Difesa, in quanto non esplicitamente inclusi nel perimetro indicato dal D.Lgs. 31/2010, ai fini della definizione delle stime dell'inventario nazionale da conferire al Deposito Nazionale;
- prodotti dalle attività di bonifica di siti industriali accidentalmente contaminati da materiali radioattivi o inavvertitamente smaltiti in discariche di rifiuti convenzionali ed individuati successivamente al loro smaltimento<sup>14</sup>;
- rifiuti NORM e TENORM.

Sono altresì esclusi dalla *Stima d'Inventario* le Materie Nucleari presenti negli impianti Sogin (ex ENEA) del ciclo del combustibile e le Materie Nucleari (U e Pu) derivanti dalle attività di ritrattamento all'estero del combustibile irraggiato.

## 6.1 La gestione dei dati relativi ai Rifiuti Radioattivi Nazionali

La gestione dei dati relativi ai materiali radioattivi, di qualsiasi tipo, è demandata ai singoli produttori/detentori presenti sul territorio nazionale. Ognuno sviluppa un proprio sistema di gestione dati in funzione delle prescrizioni fornite dall'Autorità di Sicurezza e delle proprie necessità.

La gestione può riguardare i rifiuti pregressi (*Inventario Nazionale*) e rifiuti futuri; entrambe le tipologie di rifiuti confluiscono nella stima delle volumetrie di manufatti che saranno conferiti al DN (*Stima d'Inventario*).

<sup>13</sup> La nota è dovuta al fine di precisare che il Deposito Nazionale non riceverà rifiuti radioattivi non di pertinenza italiana.

<sup>14</sup> Alcuni approfondimenti relativi a tali rifiuti sono riportati nel capitolo 8

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



### 6.1.1 Autorità di Sicurezza (ISIN)

L'Autorità di Sicurezza Nucleare (ISIN) gestisce l'*Inventario Nazionale*; questo riporta i dettagli di tutti i rifiuti che sono stoccati nei luoghi di produzione o presso eventuali impianti di trattamento o depositi di transito. L'inventario è aggiornato annualmente mediante la banca dati "SIRR".

La contabilità è tenuta al 31 dicembre di ogni anno e il SIRR è aggiornato sulla base delle dichiarazioni fornite all'Istituto dai singoli detentori dei rifiuti.

Il SIRR, oltre a permettere una rapida e semplificata interrogazione allo scopo di produrre grafici e tabelle, consente di mantenere una storicizzazione della trasformazione che i rifiuti radioattivi possono avere subito a seguito di specifici processi di trattamento e/o condizionamento.

### 6.1.2 Produttori/Detentori

I produttori/detentori di rifiuti radioattivi gestiscono, con propri sistemi, la contabilità dei rifiuti stoccati presso i loro depositi ed ogni anno ne trasmettono all'Autorità di Sicurezza la situazione alla data del 31 dicembre.

La trasmissione è effettuata mediante schede informative che riportano le caratteristiche principali (ad es. categoria, volumi, masse, stato fisico, attività specifica, contenuto di radionuclidi, condizioni di stoccaggio, ecc.) per ogni corrente di rifiuto radioattivo, per il combustibile irraggiato, le sorgenti dismesse e le Materie Nucleari.

I singoli produttori elaborano altresì stime delle volumetrie di rifiuti che potranno derivare dalle attività di decommissioning delle proprie installazioni/strutture nucleari. Queste stime sono generalmente riportate nei documenti autorizzativi, quali Istanze di Disattivazione, Piani Operativi e Rapporti Particolareggiati e possono essere periodicamente aggiornate sulla base delle nuove metodiche di smantellamento e di decontaminazione delle strutture e dei vari processi di trattamento e condizionamento.

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



## 6.2 Analisi dei dati sui Rifiuti Radioattivi

Considerato che le attività di generazione di energia elettrica da fonte nucleare in Italia sono state interrotte a seguito degli esiti referendari, ad oggi la produzione annua di rifiuti radioattivi è limitata ai piccoli quantitativi derivanti dalle attività mediche, industriali, mantenimento in sicurezza e di ricerca.

Questo comporta che la quantità complessiva dei rifiuti radioattivi “grezzi” presenti nel Paese (stoccati presso i depositi delle installazioni in cui sono stati prodotti o in depositi di transito) è sostanzialmente stabile, fatto salvo la limitata produzione annuale su menzionata.

I rifiuti “grezzi” vengono sottoposti a specifici processi di trattamento e condizionamento, in funzione dei quali il loro volume e forma iniziale vengono modificati nel volume finali dei manufatti riportato nella *Stima d’Inventario*.

I volumi che costituiscono la *Stima d’Inventario* sono quindi derivati da valutazioni che dipendono da importanti fattori di gestione dei rifiuti, quali:

- Quantità di rifiuti prodotta nelle future attività (decommissioning delle installazioni nucleari, medicina, industria, ricerca);
- tecniche di decontaminazione;
- tecniche di decommissioning;
- metodologie di caratterizzazione;
- strategie di trattamento e condizionamento;
- tipologie di contenitore (confezionamento del rifiuto);
- livelli di rilascio.

Questi fattori possono influenzare notevolmente le volumetrie dei manufatti che possono essere derivati da un rifiuto. In particolare, se alcuni fattori inizialmente ipotizzati per la gestione di un determinato rifiuto (ad esempio i processi di trattamento o i contenitori usati per il confezionamento dei rifiuti) dovessero cambiare vien da sé che la volumetria dei manufatti che ne deriverebbero potrebbe cambiare. Questo implica che la *stima d’inventario* può essere soggetta a variazioni anche consistenti dei volumi finali da conferire al DN, tra un suo aggiornamento e l’altro.

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



Per tale motivo, i volumi relativi alla *Stima d'Inventario* riportati nel presente documento sono da intendersi come la “migliore stima” sulla base delle informazioni disponibili nel momento della sua elaborazione.

Nella fattispecie, la stima qui presentata è stata effettuata sulla base dei seguenti riferimenti:

- A. Attuali livelli di rilascio autorizzati dall'Autorità di Sicurezza per le diverse installazioni nucleari;
- B. Ultimo aggiornamento ISIN dell'*Inventario Nazionale* dei rifiuti radioattivi presenti sul territorio nazionale (aggiornamento al 31.12.2018 [R2] [R3] [R4]).
- C. Istanze, Piani Operativi, Rapporti di Progetto Particolareggiato ed altri documenti prodotti da Sogin nell'ambito dei programmi di decommissioning e nella gestione dei rifiuti radioattivi delle proprie installazioni nucleari;
- D. Documentazione contrattuale e Specifiche Tecniche relative ai residui del ritrattamento del combustibile nucleare all'estero;
- E. Previsioni dei quantitativi di rifiuti che saranno prodotti dalle future attività medicali, industriali e di ricerca [R7].
- F. Documenti emessi da alcuni produttori nazionali di rifiuti (non Sogin), relativi alle proprie correnti di rifiuto;
- G. Stime degli esercenti dei reattori di ricerca e raffronti con esperienze nazionali ed internazionali relativamente ai rifiuti derivanti dalle future attività di decommissioning.

Sono state inoltre prese in considerazione:

- 1. caratteristiche fisico-chimico-radiologiche dei rifiuti radioattivi;
- 2. piani di decommissioning;
- 3. strategie di gestione dei rifiuti radioattivi (con particolare riferimento alle tecniche di decontaminazione, smantellamento, trattamento e condizionamento che saranno adottate);
- 4. tipologia di contenitori da utilizzare.

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



In ragione di quanto al punto B., come già indicato, la data di riferimento per la *Stima d'Inventario* riportata nel presente rapporto tecnico è il 31 dicembre 2018.

La stima è stata derivata estraendo dalla documentazione menzionata i dati di input necessari a valutare tipologie, volumetrie e caratteristiche radiologiche dei rifiuti condizionati da conferire al DN.

In alcuni casi, i dati estratti sono stati riportati tal quali in quanto relativi:

- a rifiuti pregressi già condizionati ed idonei al conferimento;
- a rifiuti futuri i cui processi di trattamento e condizionamento sono stati già oggetto di valutazione consolidata.

Per i rifiuti pregressi i volumi considerati nella stima sono:

- Per i rifiuti già condizionati: il volume dichiarato nelle “schede rifiuto” presenti nella Banca Dati SIRR dell'ISIN in quanto tali rifiuti sono già predisposti per il conferimento al DN.
- Per i rifiuti “grezzi”: il volume ricavato dall'applicazione teorica ai rifiuti “grezzi” (le cui caratteristiche e volumetrie sono note dalle “schede rifiuto” del SIRR) di processi di trattamento e condizionamento ritenuti adeguati alla specifica tipologia di rifiuto. Per le correnti di rifiuto per le quali si sono ipotizzati i processi di trattamento/condizionamento, sono state valutate anche le volumetrie dei rifiuti secondari<sup>15</sup> che deriveranno dai processi di trattamento.

Di seguito è riportata una tabella che sintetizza i principali processi di trattamento e le principali tipologie di contenitori ipotizzati per la gestione delle principali correnti di rifiuti “grezzi”:

<sup>15</sup> Materiali e/o apparecchiature, strumentazioni contaminate a seguito del loro utilizzo per il trattamento del rifiuto primario (es. abbigliamento degli operatori).

<b>Rapporto Tecnico</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>
<b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>REVISIONE 04</b>



TIPOLOGIA DI RIFIUTO	PROCESSO APPLICATO	CONTENITORE USATO PER IL CONDIZIONAMENTO
<b>Amianto</b>	Supercompattazione (senza cementazione)	Cilindrico
<b>Cenere</b>	Supercompattazione e cementazione	Cilindrico
<b>Fanghi</b>	Cementazione in forma omogenea	Cilindrico
<b>Lana di roccia</b>	Supercompattazione e cementazione	Cilindrico o Prismatico
<b>Liquidi Acquosi</b>	Condizionamento in forma omogenea	Cilindrico
<b>Materiali metallici</b>	Supercompattazione e cementazione	Cilindrico o Prismatico
	Condizionamento di grossi componenti	Prismatico
	Fusione e condizionamento dei lingotti	Cilindrico
<b>Misti (Metallici, Filtri, Coibenti, Calcinacci)</b>	Cernita e cementazione	Prismatico
	Supercompattazione e cementazione	Cilindrico o Prismatico
<b>liquidi organici</b>	Incenerimento e cementazione omogenea del residuo	Cilindrico
	Adsorbimento in matrice polimerica e cementazione	
<b>Filtri di ventilazione</b>	Supercompattazione e cementazione	Cilindrico o Prismatico
<b>Pulverulenti</b>	Condizionamento in forma omogenea	Cilindrico
	Supercompattazione e cementazione delle pizze	
<b>Resine</b>	Incenerimento e cementazione omogenea del residuo	Cilindrico
	Incenerimento e supercompattazione	
	Cementazione in forma omogenea	
<b>Tecnologici</b>	Supercompattazione in forma eterogenea	Cilindrico o Prismatico

Tabella 5 – Principali processi di trattamento e contenitori<sup>16</sup> per la gestione dei rifiuti radioattivi

Anche per i rifiuti futuri sono stati utilizzati i dati dichiarati nelle documentazioni di riferimento. Generalmente per il decommissioning di installazioni nucleari sono stati considerati i valori riportati nelle documentazioni autorizzative, già espressi in termini di volumi di rifiuti condizionati. In alcuni casi, in assenza di documentazione specifica, le stime sono state sviluppate sulla base di esperienze analoghe in campo nazionale o internazionale.

<sup>16</sup> Per i dettagli sulle tipologie di contenitori utilizzati si veda il § 7

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



## 6.3 Rifiuti di produzione Sogin

I rifiuti prodotti durante le pregresse attività nucleari delle installazioni di pertinenza della Sogin sono attualmente stoccati in depositi temporanei presso gli impianti di produzione. Altri rifiuti da conferire al DN verranno generati dalle attività di mantenimento in sicurezza e decommissioning degli impianti.

A questi si aggiungono poi le volumetrie relative ai residui del ritrattamento del combustibile irraggiato delle centrali di potenza e al combustibile irraggiato non ritrattabile (il combustibile costituisce la gran parte del carico radiologico che sarà conferito al DN) nonché le volumetrie relative alle Materie Nucleari non alienabili.

### 6.3.1 Rifiuti radioattivi pregressi di Sogin

I rifiuti radioattivi presenti nelle installazioni nucleari Sogin provengono:

- per la maggior parte, dalle pregresse attività di esercizio delle installazioni stesse;
- in minor parte dalle operazioni di “mantenimento in sicurezza” successive alla fermata degli impianti;
- dalle attività di decommissioning<sup>17</sup> (decontaminazione e smantellamento Strutture-Sistemi-Componenti).

Nella tabella che segue sono riportati i dati di sintesi sui volumi dei rifiuti radioattivi fisicamente stoccati, alla data del 31 dicembre 2018, presso i siti Sogin<sup>18</sup> [R2] [R3].

<sup>17</sup> Con il procedere del decommissioning (che in gran parte produce materiali esenti da radioattività e quindi gestiti come convenzionali) si ha un progressivo aumento dei volumi dei rifiuti pregressi ed una diminuzione delle quantità stimate di futura produzione.

<sup>18</sup> Parte dei rifiuti afferenti al sito Sogin della Casaccia non è inclusa nella tabella in quanto stoccata presso i depositi della Nucleco (vedi Tabella 12).

Impianto	Attività molto Bassa (m <sup>3</sup> )			Bassa Attività (m <sup>3</sup> )			Media Attività (m <sup>3</sup> )			Sub-Totali Rifiuti m <sup>3</sup>	Sorgenti m <sup>3</sup>	Totali m <sup>3</sup>
	Condizionati	Non Condizionati	Sub-totali	Condizionati	Non Condizionati	Sub-totali	Condizionati	Non Condizionati	Sub-totali			
<b>Centrali di Potenza</b>												
Caorso	103	678	781	8	1.576	1.584				2.365	0,454	2.366
Trino	255	509	764	156	119	276	8	64	73	1.112		1.112
Latina	18	834	852	0,44	482	483	89	332	421	1.756		1.756
Garigliano	55	1.528	1.583	923	369	1.292	90		90	2.965		2.965
<b>Sub--totali</b>	<b>430</b>	<b>3.550</b>	<b>3.980</b>	<b>1.088</b>	<b>2.546</b>	<b>3.634</b>	<b>187</b>	<b>396</b>	<b>584</b>	<b>8.198</b>	<b>0,45</b>	<b>8.198</b>
<b>Impianti del ciclo del combustibile</b>												
Saluggia	248	1.160	1.408	67	891	959	34	518	552	2.919	0,440	2.919
Bosco Marengo	99	21	120	297	12	309		1	1	430		430
Trisaia	869	1.840	2.709	220	65	285	163	57	221	3.215	1,26	3.216
Casaccia					3	3		186	186	189	0,25	189
<b>Sub--totali</b>	<b>1.217</b>	<b>3.021</b>	<b>4.238</b>	<b>583</b>	<b>971</b>	<b>1.555</b>	<b>197</b>	<b>763</b>	<b>960</b>	<b>6.753</b>	<b>2</b>	<b>6.755</b>
<b>TOTALI</b>	<b>1.647</b>	<b>6.571</b>	<b>8.218</b>	<b>1.671</b>	<b>3.517</b>	<b>5.189</b>	<b>385</b>	<b>1.159</b>	<b>1.544</b>	<b>14.951</b>	<b>2</b>	<b>14.953</b>

Tabella 6 – Volumi dei rifiuti **pregressi** della **Sogin** stoccati alla data del **31 dicembre 2018**

Sulla base di quanto riportato al § 6.2 e dei processi di trattamento/condizionamento ipotizzati (vedi Tabella 5), sono fatte delle valutazioni per definire i più idonei processi di trattamento da applicare ai rifiuti pregressi *non condizionati* (indicati in tabella) in modo da “convertire” i volumi di questi rifiuti in volumi finali di manufatti da conferire al DN; i volumi di manufatti così ottenuti sono stati sommati a quelli di rifiuti già *condizionati* (anch’essi riportati in tabella) ed idonei al conferimento al DN.

Di seguito le volumetrie totali dei manufatti stimate, relative ai rifiuti pregressi, di cui alla Tabella 6, ai fini del conferimento al DN.

Impianto	Attività molto Bassa (m <sup>3</sup> )	Bassa Attività (m <sup>3</sup> )	Media Attività (m <sup>3</sup> )	Totali (m <sup>3</sup> )
<b>Centrali di Potenza</b>				
Caorso	860	333	3	1.195
Trino	847	681	163	1.692
Latina	493	765	941	2.199
Garigliano	1.590	1.388	90	3.068
<b>Sub--totali</b>	<b>3.790</b>	<b>3.167</b>	<b>1.197</b>	<b>8.155</b>
<b>Impianti del ciclo del combustibile</b>				
Saluggia	920	1.228	1.205	3.353
Bosco Marengo	131	341	3	474
Trisaia	1.538	868	392	2.798
Casaccia	1.027	1.350	591	2.968
<b>Sub--totali</b>	<b>3.616</b>	<b>3.787</b>	<b>2.191</b>	<b>9.594</b>
<b>Totali</b>	<b>7.406</b>	<b>6.954</b>	<b>3.388</b>	<b>17.749</b>

Tabella 7 – Stima dei volumi dei manufatti relativi ai **rifiuti pregressi** della **Sogin**



<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



### 6.3.2 Rifiuti radioattivi futuri di Sogin

I rifiuti provenienti dal decommissioning delle installazioni nucleari Sogin costituiscono la maggior parte dei rifiuti che saranno conferiti al DN. Per questa tipologia di rifiuti la stima dei volumi finali è derivata dai progetti di decommissioning.

Sono in corso attività di caratterizzazione degli impianti che consentiranno una migliore conoscenza della radioattività residua nelle strutture e componenti d'impianto e quindi permetteranno una migliore definizione sia dei volumi di rifiuti che deriveranno dalle attività di smantellamento, sia dei processi di decontaminazione, trattamento e condizionamento da applicare.

I volumi ad oggi stimati per la quota di decommissioning degli impianti Sogin sono riportati nella tabella che segue:

Impianto	Attività molto Bassa (m <sup>3</sup> )	Bassa Attività (m <sup>3</sup> )	Media Attività (m <sup>3</sup> )	Totali (m <sup>3</sup> )
<b>Centrali di Potenza</b>				
Caorso	1.332	2.923	276	<b>4.530</b>
Trino	525	2.079	146	<b>2.750</b>
Latina	10.310	2.080	4.392	<b>16.783</b>
Garigliano	2.229	1.372	57	<b>3.659</b>
<b>Sub--totali</b>	<b>14.396</b>	<b>8.454</b>	<b>4.871</b>	<b>27.722</b>
<b>Impianti del ciclo del combustibile</b>				
Saluggia	3.294	1.540	398	<b>5.232</b>
Bosco Marengo		45		<b>45</b>
Trisaia	1.487	3.971	250	<b>5.709</b>
Casaccia	1.257	794	699	<b>2.751</b>
<b>Sub--totali</b>	<b>6.039</b>	<b>6.350</b>	<b>1.347</b>	<b>13.736</b>
<b>Totali</b>	<b>20.435</b>	<b>14.804</b>	<b>6.218</b>	<b>41.458</b>

Tabella 8 - Stima dei volumi dei manufatti relativi ai rifiuti futuri (decommissioning) della Sogin

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



### 6.3.3 Residui derivanti dal ritrattamento all'estero del combustibile irraggiato

Il trascorso esercizio delle centrali nucleari italiane ha generato combustibile irraggiato che è stato inviato all'estero (UK, Francia) per essere ritrattato<sup>19</sup>. I residui derivanti dal ritrattamento, una volta restituiti all'Italia, saranno stoccati temporaneamente al CSA insieme al combustibile irraggiato non ritrattabile e alle Materie Nucleari non alienate, in attesa di un loro conferimento ad un Deposito Geologico, come indicato dal D.M. 7 Agosto 2015.

Di seguito alcune indicazioni relative alle caratteristiche dei residui derivanti dal ritrattamento.

#### Residui da ritrattamento in UK

- **HLR** (High Level Residues) – contenitori di acciaio inossidabile di circa 180 l (“canister”) contenenti rifiuti ad “Alta attività” inglobati in matrice vetrosa (“vetri”)

#### Residui da ritrattamento in Francia

- **CSD-V** (Colis Standard Déchèts - Vitrifiés) – contenitori di acciaio inossidabile di circa 180 l (“canister”) contenenti rifiuti ad “Alta attività” inglobati in una matrice vetrosa (“vetri”).
- **CSD-C** (Colis Standard Déchèts - Compactés) – contenitori di acciaio inossidabile di circa 180 l (“canister”) contenenti rifiuti di “Media attività” costituiti da parti metalliche compattate degli elementi di combustibile.

I residui di cui sopra saranno restituiti all'Italia in cask “Dual Purpose”, cioè contenitori ad alta resistenza idonei sia per il trasporto che per lo stoccaggio<sup>20</sup> presso le strutture del CSA. Di seguito una tabella che riassume i quantitativi di residui attesi.

<sup>19</sup> Restano da inviare esclusivamente gli elementi di combustibile ancora stoccati presso il Deposito Avogadro

<sup>20</sup> Vedi § 7.1.2

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



Materiali	Provenienza	Tipo residui	Categoria D.M. 7-8-2015	Canister		Cask		
				Numero	Volume m <sup>3</sup>	Numero	Tipo	Volume m <sup>3</sup>
Residui da riprocessamento all'estero	La Hague	Compattati	ILW	260	46,8	10	TN-81	390
	La Hague	Vetrificati <sup>1</sup>	HLW	112	20,16	4		156
	Sellafield	Vetrificati	HLW	112	20,16	4		156
<b>Totali</b>				<b>484</b>	<b>87</b>	<b>18</b>		<b>702</b>

1 - come previsto nell'ambito degli accordi internazionali, i numeri indicati devono intendersi come i massimi che possono derivare dal trattamento del nostro combustibile

Tabella 9 - Residui del ritrattamento all'estero del combustibile irraggiato della Sogin

### 6.3.4 Combustibile irraggiato non ritrattabile

Assieme ai residui derivanti dall'attività di ritrattamento del combustibile irraggiato all'estero, il CSA dovrà ospitare il combustibile irraggiato, impiegato nelle passate attività di ricerca del CNEN (ora ENEA), che per le sue caratteristiche specifiche non sarà oggetto di ritrattamento.

Di seguito un elenco dei materiali che verranno stoccati in cask "Dual Purpose" simili a quelli usati per il rimpatrio dei residui derivanti dal ritrattamento all'estero.

Materiali	Installazione	Tipo di Combustibile	Forma fisica	Categoria D.M. 7-8-2015	Massa (tHM)	Cask		
						Numero	Tipo	Volume m <sup>3</sup>
Combustibile irraggiato	Impianto OPEC (Casaccia)	Varie Esperienze	Pellet, Barrette, Spezzoni, Polveri, Liq.	HLW	Non Disponibile	2	TN-24	16
	Impianto ITREC (Trisaia)	Varie Esperienze	Pellet, Barrette, Spezzoni, Polveri, Liq.	HLW	Non Disponibile	2		16
		"Elk River"	64 Elementi di combustibile U/Th	HLW	1,68	2		16
<b>Totali</b>					<b>1,68</b>	<b>6</b>		<b>48</b>

Tabella 10 - Combustibile irraggiato non ritrattabile della Sogin

### 6.3.5 Sintesi dei volumi complessivi di Sogin

Di seguito è riportata una tabella di sintesi dei volumi complessivi dei rifiuti del Settore Energetico che saranno conferiti al DN.

TIPOLOGIA	SMALTIMENTO (USM)		STOCCAGGIO (CSA)		TOTALI (m <sup>3</sup> )
	Attività molto Bassa (m <sup>3</sup> )	Bassa Attività (m <sup>3</sup> )	Media Attività (m <sup>3</sup> )	Alta Attività (Comb. Irrag.) (m <sup>3</sup> )	
<b>Pregressi</b>	7.406	6.954	3.778	360	<b>18.499</b>
<b>Futuri</b>	20.435	14.804	6.218		<b>41.458</b>
<b>Sub-Totali</b>	<b>27.841</b>	<b>21.759</b>	<b>9.996</b>	<b>360</b>	<b>59.956</b>
<b>TOTALI</b>	<b>49.600</b>		<b>10.356</b>		<b>59.956</b>

Tabella 11 - Volumi Complessivi dei manufatti e dei cask di rifiuti radioattivi (**Pregressi e Futuri**) della **Sogin** da conferire al DN

A seguire si riporta, per i singoli impianti della Sogin, una ripartizione percentuale delle volumetrie dei manufatti di attività molto bassa e di bassa attività da conferire al DN ai fini dello smaltimento e le volumetrie dei manufatti ILW<sup>21</sup> da conferire al DN ai fini dello stoccaggio di lungo periodo.

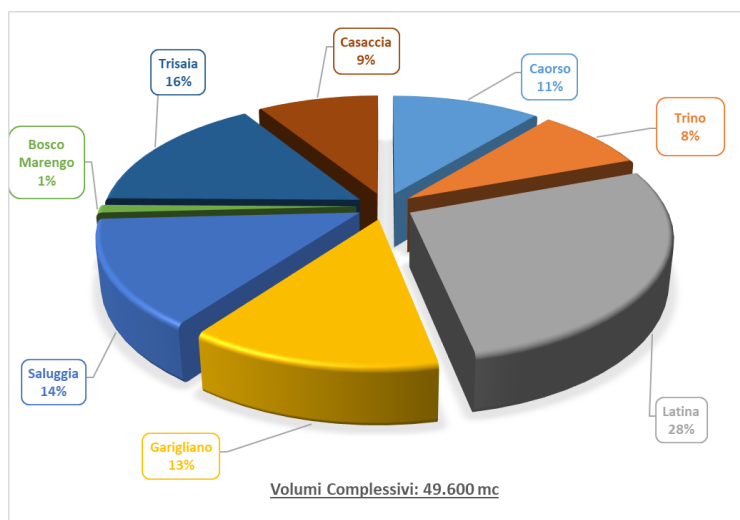


Figura 7– Ripartizione dei manufatti (VLLW e LLW) della **Sogin** da conferire al DN ai fini dello **smaltimento**

<sup>21</sup> Non sono riportate le volumetrie dei manufatti ILW relativi ai compattati che deriveranno dal riprocessamento all'estero del combustibile irraggiato e dei manufatti ILW relativi alla gestione delle Materie Nucleari presenti sui siti Sogin.

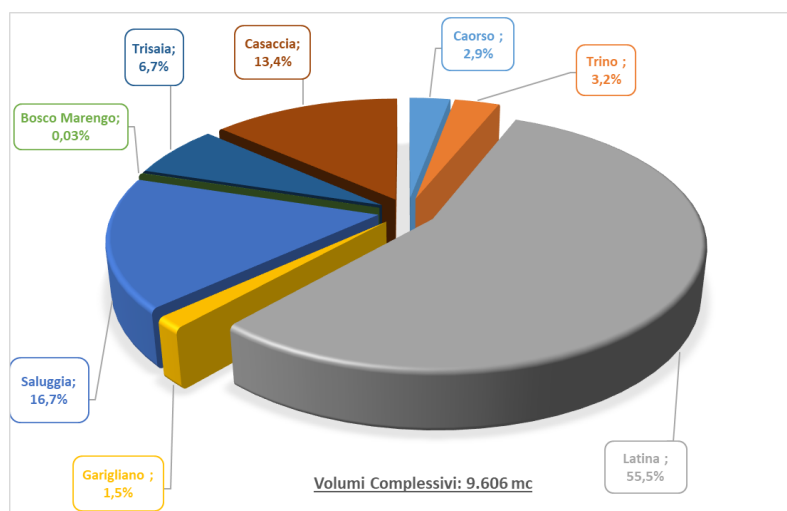


Figura 8 - Ripartizione dei manufatti (ILW) della **Sogin**<sup>22</sup> da conferire al DN ai fini dello **stoccaggio**

## 6.4 Rifiuti degli altri produttori nazionali

Come già accennato, una rilevante quantità di rifiuti sarà generata da tutte le attività diverse da quelle gestite e svolte dalla Sogin che vedono, direttamente o indirettamente, l'uso, l'applicazione di materiale radioattivo e che producono, come scarti del loro processo produttivo, rifiuti radioattivi.

Di seguito la stima dei volumi di manufatti di rifiuti radioattivi generati da tali attività.

### 6.4.1 Rifiuti radioattivi pregressi prodotti da "altri produttori"

Nella tabella che segue sono riportati i dati di sintesi sui volumi dei rifiuti radioattivi fisicamente stoccati presso i relativi depositi temporanei, alla data del 31 dicembre 2018, come riportato nella banca dati SIRR dell'ISPRA.

<sup>22</sup> Si escludono anche le volumetrie dei cask (alta attività) relativa al combustibile irraggiato (riprocessato e non) perché queste non riconducibili, in proporzione, ai singoli impianti.

Impianto	Attività molto Bassa (m3)			Bassa Attività (m3)			Media Attività (m3)			Sub-Totali Rifiuti m <sup>3</sup>	Sorgenti m <sup>3</sup>	Totali m <sup>3</sup>	
	Condizionati	Non Condizionati	Sub-totali	Condizionati	Non Condizionati	Sub-totali	Condizionati	Non Condizionati	Sub-totali				
Nucleco (Enea-Ricerca, Enea-Servizio Integrato, Sogin-Casaccia)		2.649	2.649		3.884	3.884		406	406	6.940	518	7.458	
CCR Ispra		1.297	1.297		3.301	3.301		1.126	1.126	5.724	1,3	5.725	
Avogadro		76	76		4	4				80		80	
L-54M (CESNEF)		0	0					3	3	3		3	
LENA (UniPv)					4	4		1	1	4		4	
Campoverde		276	276		209	209		37	37	522	115,26	637	
Protex					145	145		1	1	146	67,00	213	
Deposito Liva Nova		528	528		81	81		21	21	630	1,43	631	
Cemerad		71	71		112	112				183		183	
<b>Sub-totali</b>		<b>4.898</b>	<b>4.898</b>		<b>7.740</b>	<b>7.740</b>		<b>4</b>	<b>1.591</b>	<b>1.595</b>	<b>14.233</b>	<b>703</b>	<b>14.936</b>

Tabella 12 - Volumi dei rifiuti **pregressi** di **altri produttori** diversi da Sogin stoccati alla data del **31 dicembre 2018**

Sulla base di quanto riportato al § 6.2 e dei processi di trattamento/condizionamento ipotizzati (vedi Tabella 5), sono fatte delle valutazioni per definire i più idonei processi di trattamento da applicare ai rifiuti pregressi *non condizionati* (indicati in tabella) in modo da “convertire” i volumi di questi rifiuti in volumi finali di manufatti da conferire al DN; i volumi di manufatti così ottenuti sono stati sommati a quelli di rifiuti già *condizionati* (anch’essi riportati in tabella) ed idonei al conferimento al DN.

Di seguito le volumetrie totali dei manufatti stimate, relative ai rifiuti pregressi, di cui alla Tabella 6, ai fini del conferimento al DN<sup>23</sup>:

<sup>23</sup> Nella Voce “Nucleco” è inclusa una quota di pertinenza Sogin (relativa al sito di Casaccia) in quanto questa è appunto stoccata (per attività di trattamento) presso gli impianti della Nucleco ed è pertanto dichiarata tra le schede SIRR di pertinenza della Nucleco (le schede del SIRR sono redatte dal detentore e non dal proprietario del rifiuto). Nella tabella che seguirà, in cui sono riportate le volumetrie di manufatti derivanti da tali rifiuti, la quota Sogin è stata scorporata e non contabilizzata (risulta contabilizzata tra le volumetrie dei manufatti relative al sito Sogin di Casaccia nella Tabella 7.

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



Produttore/Detentore	Attività <i>molto Bassa</i> (m <sup>3</sup> )	Bassa Attività (m <sup>3</sup> )	Media Attività (m <sup>3</sup> )	Totali (m <sup>3</sup> )
<b>Ricerca</b>				
Enea-Ricerca	237	540	32	809
CCR Ispra	1.570	4.017	3.204	8.791
Avogadro	178	69	1	248
L-54M (CESNEF)			5	5
LENA (UniPv)		6		6
AGN-201 (UniPa)				
<b>Sub--totali</b>	<b>1.984</b>	<b>4.631</b>	<b>3.242</b>	<b>9.858</b>
<b>Servizio Integrato</b>				
Enea-Servizio Integrato	1.773	2.359	2.636	6.768
Campoverde	815	685	324	1.823
Protex		464	1	465
Deposito Liva Nova	1.333	104	11	1.449
Cemerad	33	79		112
<b>Sub--totali</b>	<b>3.954</b>	<b>3.691</b>	<b>2.971</b>	<b>10.617</b>
<b>Totali</b>	<b>5.939</b>	<b>8.322</b>	<b>6.214</b>	<b>20.475</b>

Tabella 13 - Stima dei volumi dei manufatti, da conferire al DN, relativi ai **rifiuti pregressi di altri produttori**

## 6.4.2 -Rifiuti radioattivi futuri prodotti da “altri produttori”

Ai volumi dei rifiuti condizionati da rifiuti pregressi su riportati vanno aggiunti i volumi di rifiuti che continueranno ad essere prodotti in futuro e che riguardano sostanzialmente il decommissioning delle installazioni nucleari di ricerca e le produzioni che si continueranno ad avere nei settori della medicina, dell'industria e della ricerca.

### 6.4.2.1 Stima dei rifiuti derivanti dal decommissioning delle installazioni di ricerca

Il decommissioning dei reattori di ricerca e delle altre installazioni che hanno operato dagli anni '60 agli anni '80 su attività connesse alla ricerca nucleare, produrranno importanti quantità di rifiuti radioattivi. Alcuni di questi reattori sono ancora in servizio (vedi reattori Triga e Tapiro del centro di ricerche Enea della Casaccia oppure il reattore Triga dell'Università di Pavia). Altri reattori non sono più in esercizio, come ad esempio i due reattori Ispra-1 ed ESSOR presenti nel Centro Comune di Ricerca di Ispra (VA). Lo stesso CCR, oltre ai reattori di ricerca, ospita altre installazioni nucleari che dovranno essere smantellati (es. laboratori di ricerca, installazioni sperimentali). Il CCR Ispra ha avviato un

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



importante programma di Decommissioning & Waste Management che prevede la caratterizzazione delle installazioni da smantellare e la realizzazione di una serie di facility dedicate al trattamento e condizionamento dei rifiuti.

Le stime dei volumi dei rifiuti derivanti dal decommissioning delle installazioni del CCR Ispra sono state effettuate sulla base dei documenti di progetto redatti dall'esercente.

Quelle relative ad altre installazioni nucleari sono state ricavate da comunicazioni degli esercenti o dal confronto con analoghe installazioni di altri paesi.

Di seguito una stima delle volumetrie associate.

Produttore/Detentore	Attività molto Bassa (m3)	Bassa Attività (m3)	Media Attività (m3)	Totali (m3)
Enea-Ricerca	630	31	0	661
CCR Ispra	3,006	1,582	337	4,924
Avogadro	234	585	104	923
L-54M (CESNEF)	77	126	44	247
LENA (UniPv)	0	600	1	601
AGN-201 (UniPa)		20	4	24
<b>Sub--totali</b>	<b>3,946</b>	<b>2,944</b>	<b>490</b>	<b>7,380</b>

Tabella 14 – Stima dei volumi dei manufatti relativi ai rifiuti futuri (decommissioning) delle installazioni di ricerca

#### 6.4.2.2 Stima dei rifiuti relativi al Servizio Integrato

Come accennato, la produzione di rifiuti radioattivi da attività medicali, industriali e di ricerca, gestite nell'ambito del Servizio Integrato proseguirà anche in futuro.

Attualmente, il ritmo di produzione di tali rifiuti è dell'ordine delle migliaia di metri cubi l'anno, la maggioranza dei quali con radionuclidi a vita molto breve e quindi gestiti come rifiuti convenzionali dopo opportuno decadimento radiologico, sia nelle stesse strutture di produzione sia in quelle gestite dagli operatori del Servizio Integrato. Una minore quota di tali rifiuti è caratterizzata da radionuclidi con tempi di dimezzamento più lunghi e quindi da gestire come radioattivi. I volumi di questi rifiuti, una volta trattati e condizionati, ammontano a poche decine di metri cubi l'anno.



<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



Una stima della produzione futura di rifiuti radioattivi di origine medica non è semplice. Occorre tener conto di diversi fattori: da un lato il previsto incremento delle pratiche mediche sia a scopo diagnostico che terapeutico connesso alla crescita del *welfare* e della consapevolezza dell'importanza della diagnosi precoce, dall'altro la progressiva sostituzione di pratiche nucleari con metodiche che utilizzano materiali non radioattivi.

L'Università Bocconi di Milano ha prodotto, per conto Sogin, un rapporto [R7] che, sulla base dei fattori sopra menzionati, fornisce stime preliminari della produzione futura di rifiuti nel settore medico, industriale e di ricerca nei prossimi 50 anni. Le stime indicano una produzione complessiva da un minimo di 2.400 m<sup>3</sup> ad un massimo di 3.600 m<sup>3</sup>.

Ai fini del presente rapporto si assume un volume complessivo di 3.000 m<sup>3</sup> che copre la produzione di rifiuti dalla data odierna a tutto il periodo di esercizio del deposito.

Ai volumi suddetti vanno aggiunti i rifiuti che saranno generati dal decommissioning delle strutture della Nucleco, stimati in circa 902 m<sup>3</sup>. Di seguito una sintesi della stima dei volumi di rifiuti condizionati:

Produttore/Detentore	Attività molto Bassa (m3)	Bassa Attività (m3)	Media Attività (m3)	Totali (m3)
Enea-Servizio Integrato (Produzione Futura)		3,000		3,000
Enea-Servizio Integrato (Decom Strutture Nucleco)		902		902
<b>Sub-totali</b>		<b>3,902</b>		<b>3,902</b>

Tabella 15 - Stima dei volumi dei manufatti relativi ai rifiuti futuri relativi al Servizio Integrato

### 6.4.3 Combustibile irraggiato non ritrattabile

L'esercizio dei reattori di ricerca comporta la produzione di combustibile irraggiato da gestire come rifiuto ad Alta attività che, per le sue caratteristiche specifiche, non sarà oggetto di ritrattamento. Si tratta, in gran parte, del combustibile sotto forma di pellet, barrette, RIG, ecc. derivante dalle passate esperienze condotte presso il CCR ISPRA e in minor parte dall'esercizio del reattore TRIGA di ENEA.

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



Ai fini della presente *Stima d'Inventario*, si assume che questo combustibile venga sistemato in cask TN24 'dual purpose' uguali a quelli utilizzati per il combustibile irraggiato non ritrattabile di Sogin, in vista del suo trasporto e stoccaggio al DN.

Di seguito un elenco dei materiali.

Materiali	Installazione	Tipo Combustibile	Forma fisica	Categoria D.M. 7-8-2015	Massa (tHM)	Cask		
						Numero	Tipo	Volume m <sup>3</sup>
Combustibile irraggiato	CCR Ispra	Varie Esperienze	RIG, Pellet, Barrette	HLW	0,673	3	TN-24	24
	Impianto Casaccia (ENEA)	TRIGA	Elementi di combustibile	HLW	0,221	1		8
<b>Totali</b>					<b>0,723</b>	<b>4</b>		<b>32</b>

Tabella 16 - Combustibile irraggiato non ritrattabile da Reattori di Ricerca

#### 6.4.4 Sintesi dei volumi complessivi degli altri produttori

Di seguito è riportata una tabella di sintesi dei volumi di rifiuti relativi ai produttori nazionali, diversi da Sogin, che saranno conferiti al DN.

TIPOLOGIA	SMALTIMENTO (USM)		STOCCAGGIO (CSA)		TOTALI (m <sup>3</sup> )
	Attività molto Bassa (m <sup>3</sup> )	Bassa Attività (m <sup>3</sup> )	Media Attività (m <sup>3</sup> )	Alta Attività (Comb. Irrag.) (m <sup>3</sup> )	
<b>Pregressi</b>	5.939	8.322	6.214	32	<b>20.507</b>
<b>Futuri</b>	3.946	6.846	490		<b>11.283</b>
<b>Sub-Totali</b>	<b>9.886</b>	<b>15.169</b>	<b>6.704</b>	<b>32</b>	<b>31.790</b>
<b>TOTALI</b>	<b>25.054</b>		<b>6.736</b>		<b>31.790</b>

Tabella 17 - Volumi Complessivi dei manufatti e dei cask di rifiuti radioattivi (Pregressi e Futuri) degli **Altri Produttori**

A seguire si riporta, per i singoli produttori, una ripartizione percentuale delle volumetrie dei manufatti di attività molto bassa e di bassa attività da conferire al DN ai fini dello smaltimento e le volumetrie dei manufatti ILW da conferire al DN ai fini dello stoccaggio di lungo periodo.

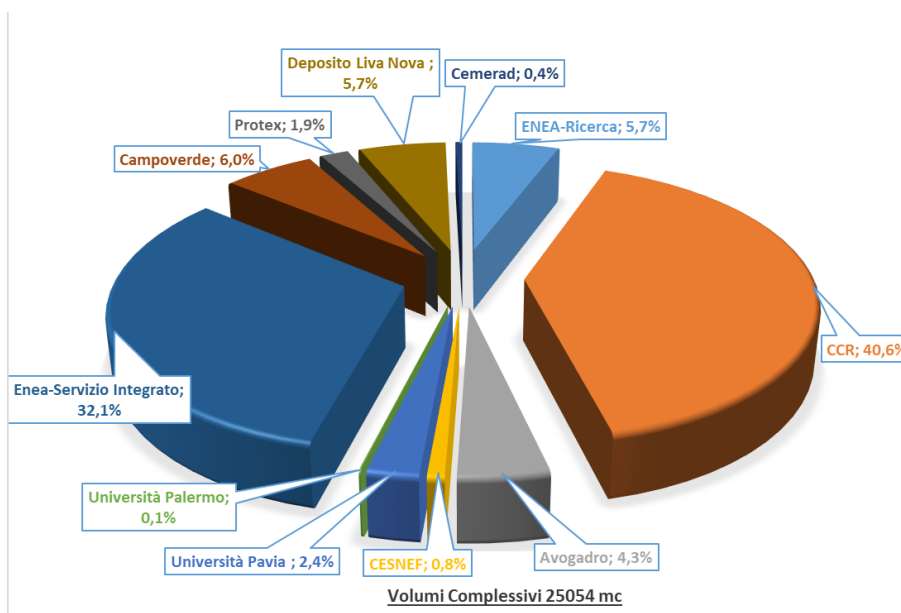


Figura 9 - Ripartizione dei manufatti (VLLW e LLW) di **Altri Produttori** da conferire al DN ai fini dello **smaltimento**

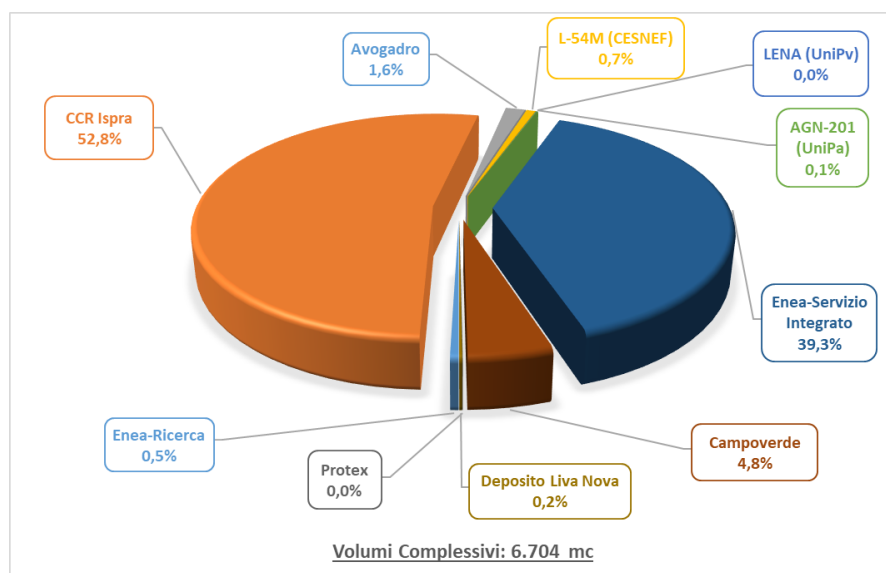


Figura 10 - Ripartizione dei manufatti (ILW) di **Altri Produttori** da conferire al DN ai fini dello **stoccaggio**

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



## 6.5 Riepilogo dei volumi complessivi della *Stima d'Inventario*

Di seguito è riportato il riepilogo dei volumi complessivi di rifiuti radioattivi condizionati, di pertinenza nazionale (Sogin ed Altri Produttori), che saranno conferiti al DN per la sistemazione definitiva (Smaltimento) e lo Stoccaggio di lunga durata.

FONTE	SMALTIMENTO (USM)		STOCCAGGIO TEMPORANEO (CSA)		TOTALI (m <sup>3</sup> )
	Attività molto Bassa (m <sup>3</sup> )	Bassa Attività (m <sup>3</sup> )	Media Attività (m <sup>3</sup> )	Alta Attività (Comb. Irrag.) (m <sup>3</sup> )	
<b>Sogin</b>	27.841	21.759	9.996	360	<b>59.956</b>
<b>Non Sogin</b>	9.886	15.169	6.704	32	<b>31.790</b>
<b>Sub-Totali</b>	<b>37.727</b>	<b>36.927</b>	<b>16.700</b>	<b>392</b>	<b>91.746</b>
	<b>74.654</b>		<b>17.092</b>		

Tabella 18 - Stima dei volumi complessivi **nazionali** di manufatti e cask da **conferire al DN**

Di seguito la loro rappresentazione percentuale:

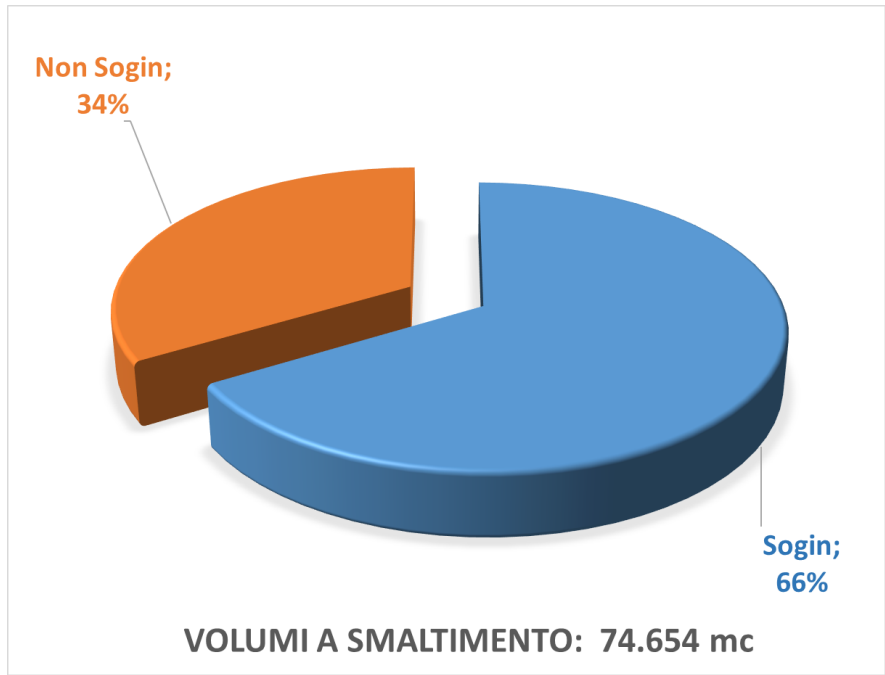


Figura 11 – Ripartizione dei volumi complessivi dei manufatti di rifiuti radioattivi (VLLW e LLW) di **pertinenza nazionale** da conferire al DN ai fini dello **Smaltimento**

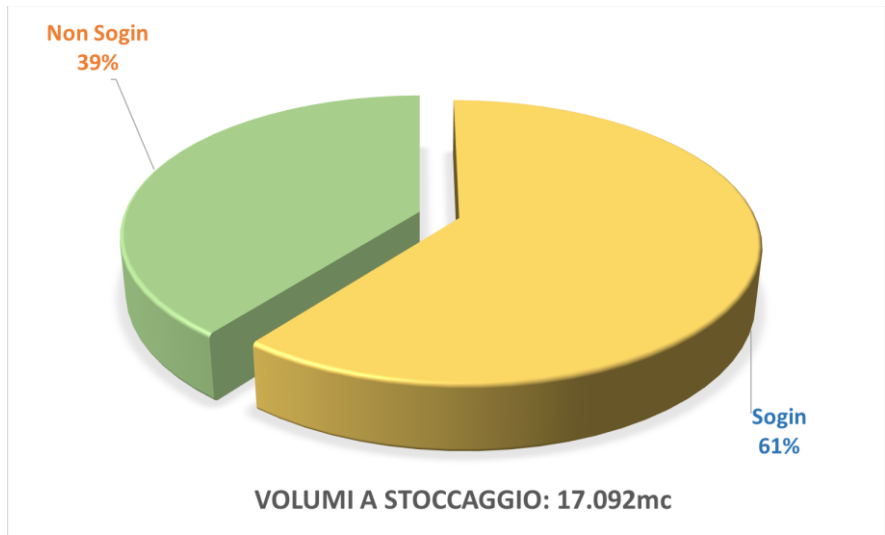


Figura 12 – Ripartizione dei volumi complessivi dei manufatti di rifiuti radioattivi (ILW) e cask (ILW e HLW) di **pertinenza nazionale** da conferire al DN ai fini dello **Stoccaggio**

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei manufatti di rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
---	---



## 7 CONTENITORI PER IL CONFERIMENTO DEI RIFIUTI RADIOATTIVI AL DN

Come anticipato nei capitoli precedenti, i volumi di rifiuti radioattivi che saranno conferiti al DN sono da intendersi come volumi di rifiuti condizionati e quindi come volumi di ingombro dei contenitori che li contengono.

### 7.1.1 Contenitori per rifiuti di bassa attività e attività molto bassa (ai fini dello smaltimento)

I contenitori attualmente previsti per il confezionamento dei rifiuti radioattivi di “Attività molto Bassa” e “Bassa Attività” da conferire al DN ai fini della sistemazione definitiva (smaltimento) sono quelli che rispettano i requisiti dettati dalla norma UNI 11196 [N9].

Un elenco dei contenitori considerati per la definizione della *Stima d’Inventario* è riportato di seguito:

- a. **CC-440** – Contenitore Cilindrico da 0,51 m<sup>3</sup>;
- b. **CP-2,6** – Contenitore Prismatico da 2,6 m<sup>3</sup>;
- c. **CP-5,2** – Contenitore Prismatico da 5,2 m<sup>3</sup>.

Essi vengono qualificati ai sensi di quanto previsto dalla norma UNI 11196 [N9] e contribuiscono alla qualifica del processo di condizionamento dei rifiuti radioattivi ai sensi di quanto previsto dalla norma UNI 11193 [N11]. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

Esistono altre tipologie di contenitori (es. **CC-220** – Contenitore Cilindrico da 0.22 m<sup>3</sup>; **CC-380** – Contenitore Cilindrico da 0,44 m<sup>3</sup>) perlopiù utilizzati in passato che costituiscono quindi buona parte dei manufatti già esistente nelle diverse installazioni nazionali.

I manufatti conferiti al DN saranno disposti nei moduli di smaltimento, senza ulteriori trattamenti presso le strutture del DN, come riportato nel Progetto Preliminare del DNPT [R1].

Nelle figure seguenti sono illustrati i contenitori di cui sopra.

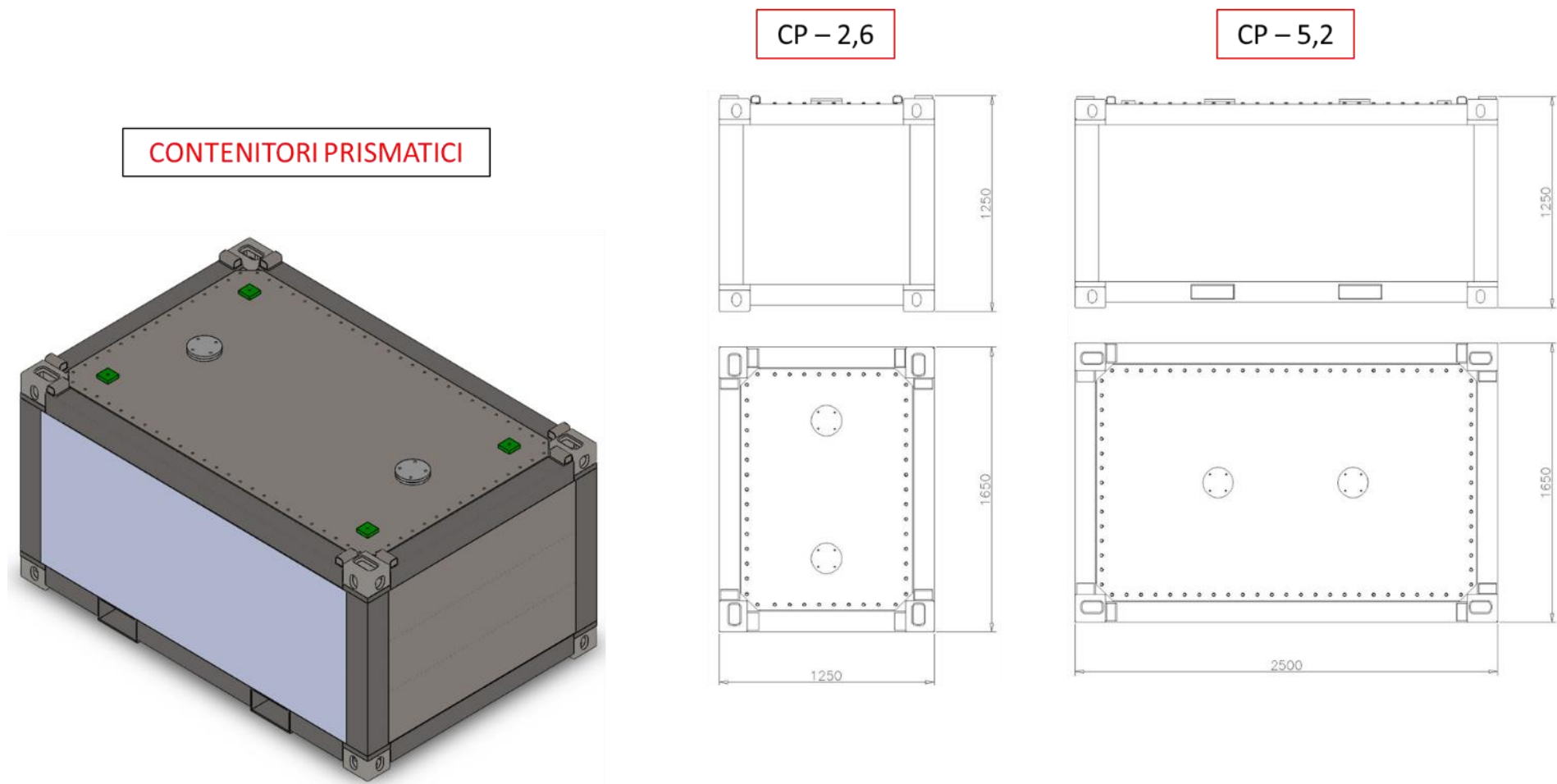


Figura 13 – **Contenitori Prismatici** per il confezionamento di rifiuti radioattivi da conferire al DN ai fini dello smaltimento

**CONTENITORI CILINDRICI**

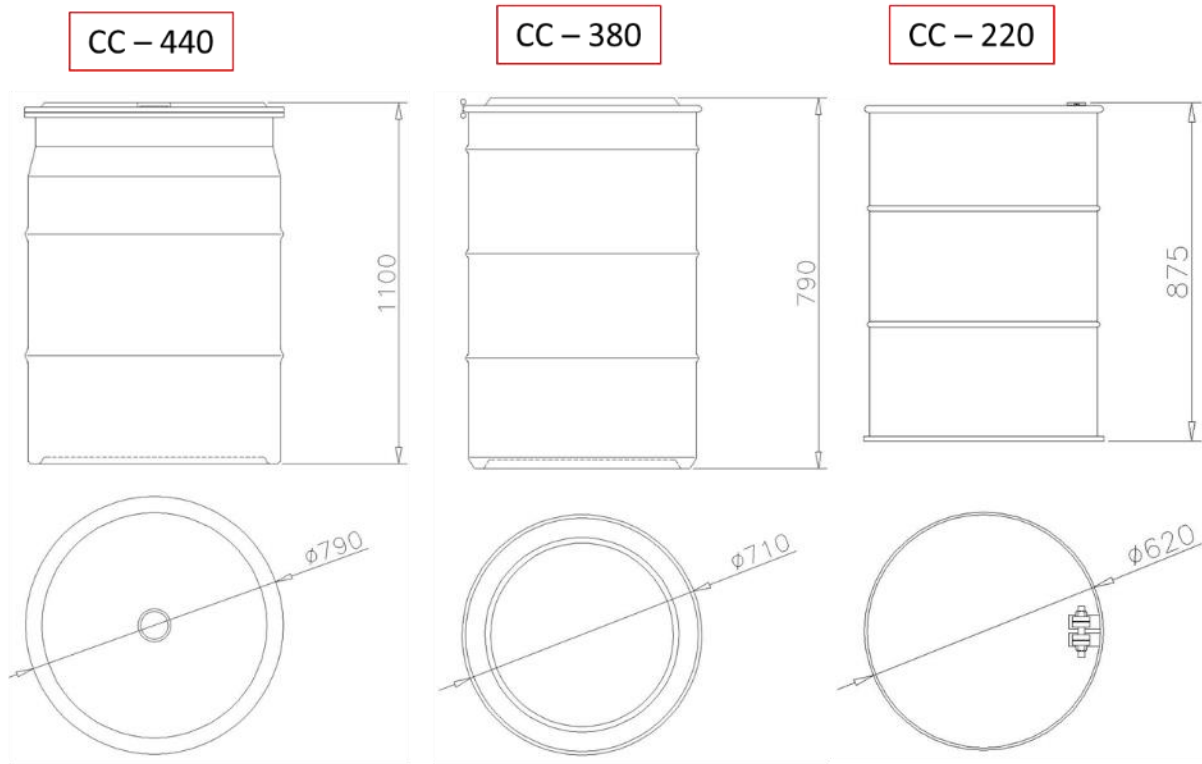


Figura 14 – **Contenitori Cilindrici** – Confezionamento di rifiuti radioattivi da conferire al DN ai fini dello smaltimento



<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 0007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
--	--



### 7.1.2 Contenitori previsti per rifiuti di media attività e alta attività (ai fini dello stoccaggio temporaneo)

I rifiuti radioattivi destinati allo stoccaggio temporaneo al CSA, possono essere distinti nelle seguenti tipologie:

- a. **rifiuti liquidi** provenienti principalmente dagli impianti del ciclo del combustibile, (es rifiuti liquidi relativi al progetto “CEMEX”<sup>24</sup> Saluggia o al progetto “ICPF”<sup>25</sup> Trisaia);
- b. **rifiuti eterogenei solidi secchi attivati e/o contaminati**, provenienti dalle attività di decommissioning delle centrali nucleari, degli impianti del ciclo del combustibile e dei reattori di ricerca (es. parti metalliche da smantellamento vessel ed internal, grafite).
- c. **residui risultanti dal riprocessamento degli elementi di combustibile irraggiato** delle centrali di Latina, Garigliano, Trino e Caorso effettuato presso gli impianti di Sellafield (UK) e di La Hague (F). Si tratta di rifiuti ad alta attività contenenti i prodotti di fissione condizionati in matrice vetrosa all'interno di contenitori in acciaio inossidabile (*canister*) e rifiuti metallici (parti strutturali degli elementi di combustibile) compattati e confezionati in *canister* simili a quelli dei *vetri*.
- d. **combustibile irraggiato** proveniente dai centri di ricerca. Si tratta di 64 elementi di combustibile provenienti dall'impianto Elk River (USA) oggi stoccati presso il sito di Trisaia (Impianto ITREC), barrette/spezzi stoccati alla Casaccia (Impianto Opec) nonché il combustibile di ricerca irraggiato proveniente dal Centro Comune di Ricerca di Ispra (JRC-Ispra).

<sup>24</sup> Campagna per la cementazione dei rifiuti liquidi derivati dal processo di ritrattamento del combustibile nucleare effettuato nell'impianto EUREX del centro ricerche CNEN di Saluggia (poi ENEA, ora Sogin).

<sup>25</sup> Campagna per la cementazione del “Prodotto Finito”, ossia del residuo liquido derivato da ritrattamento di 20 elementi di combustibile “Elk River” effettuato presso l'impianto ITREC del centro ricerche CNEN di Trisaia (poi ENEA, ora Sogin).

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
--	---



Ognuna delle tipologie indicate sarà gestita in contenitori appositi con caratteristiche specifiche:

**Rifiuti Liquidi** – I rifiuti di cui al punto a (rifiuti di “Media Attività”) vengono condizionati in forma omogenea in contenitori cilindrici CC-440 [N9] costruiti in acciaio inossidabile. Questi sono simili a quelli utilizzati per il condizionamento dei rifiuti di bassa attività (vedi § 7.1.1). Essi sono dotati di girante a perdere che consente la miscelazione omogenea del rifiuto con la malta cementizia usata per il condizionamento. Esempi sono forniti dai contenitori utilizzati per le campagne CEMEX (processo di cementazione dei rifiuti liquidi dell’impianto Eurex di Saluggia) e ICPF (processo di cementazione dei rifiuti liquidi dell’impianto Itrec di Rotondella), riportati di seguito:

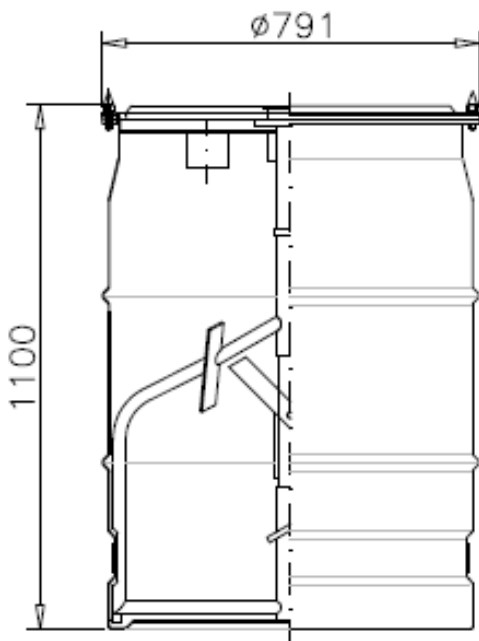


Figura 15 – CC-440 CEMEX

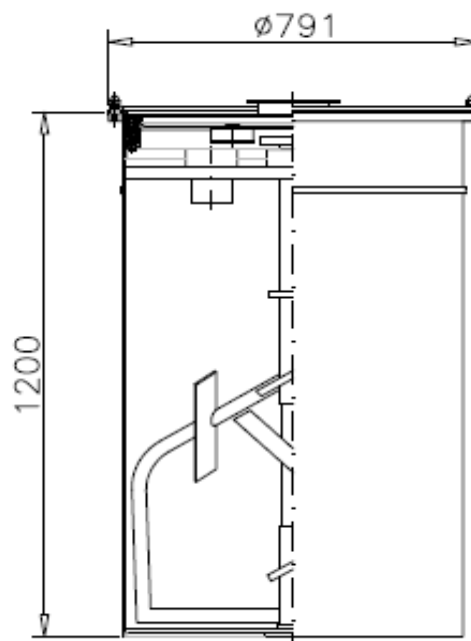


Figura 16 – Contenitore ICPF

**Rifiuti Eterogenei** – I rifiuti di cui al punto b (rifiuti di “Media Attività”) saranno soggetti ad un condizionamento senza matrice. Questo viene effettuato a mezzo di contenitori speciali prismatici e cilindrici, che adempiono alle esigenze di condizionamento, schermaggio ed isolamento del rifiuto dall’ambiente esterno. I requisiti ed i criteri per tali

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
--	---



contenitori sono stati definiti in una norma UNI (UNI 11784:2020) di recente messa a catalogo UNI.

Di seguito uno schema esemplificativo di un contenitore speciale:

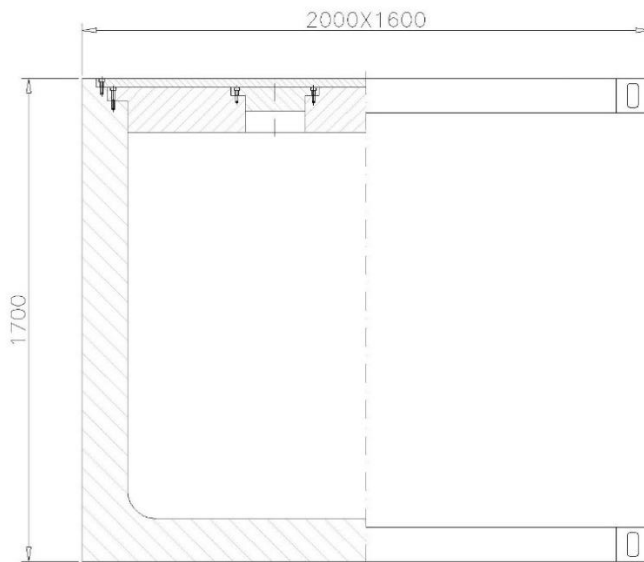


Figura 17– Contenitore speciale ad alta integrità prismatico

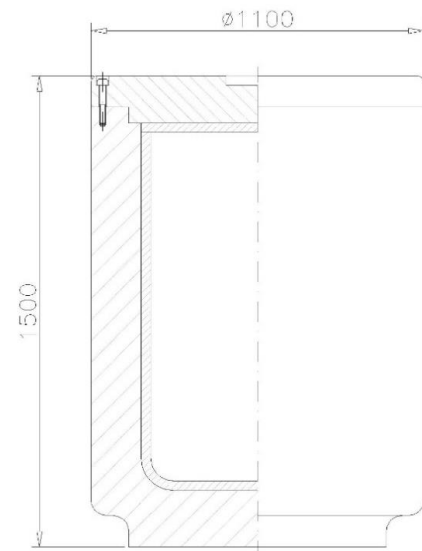


Figura 18 – Contenitore speciale ad alta integrità cilindrico

**Residui e Combustibile Irraggiato** – I rifiuti di cui al punto c/d (rifiuti di “Alta Attività”) saranno conferiti al CSA all’interno di *cas*k, cioè contenitori metallici realizzati con materiali e caratteristiche strutturali tali da assicurare lo schermaggio e il confinamento in tutti i possibili scenari normali ed incidentali e quindi garantire elevati standard di sicurezza sia durante il trasporto che lo stoccaggio.

Un esempio è indicato nella figura seguente:

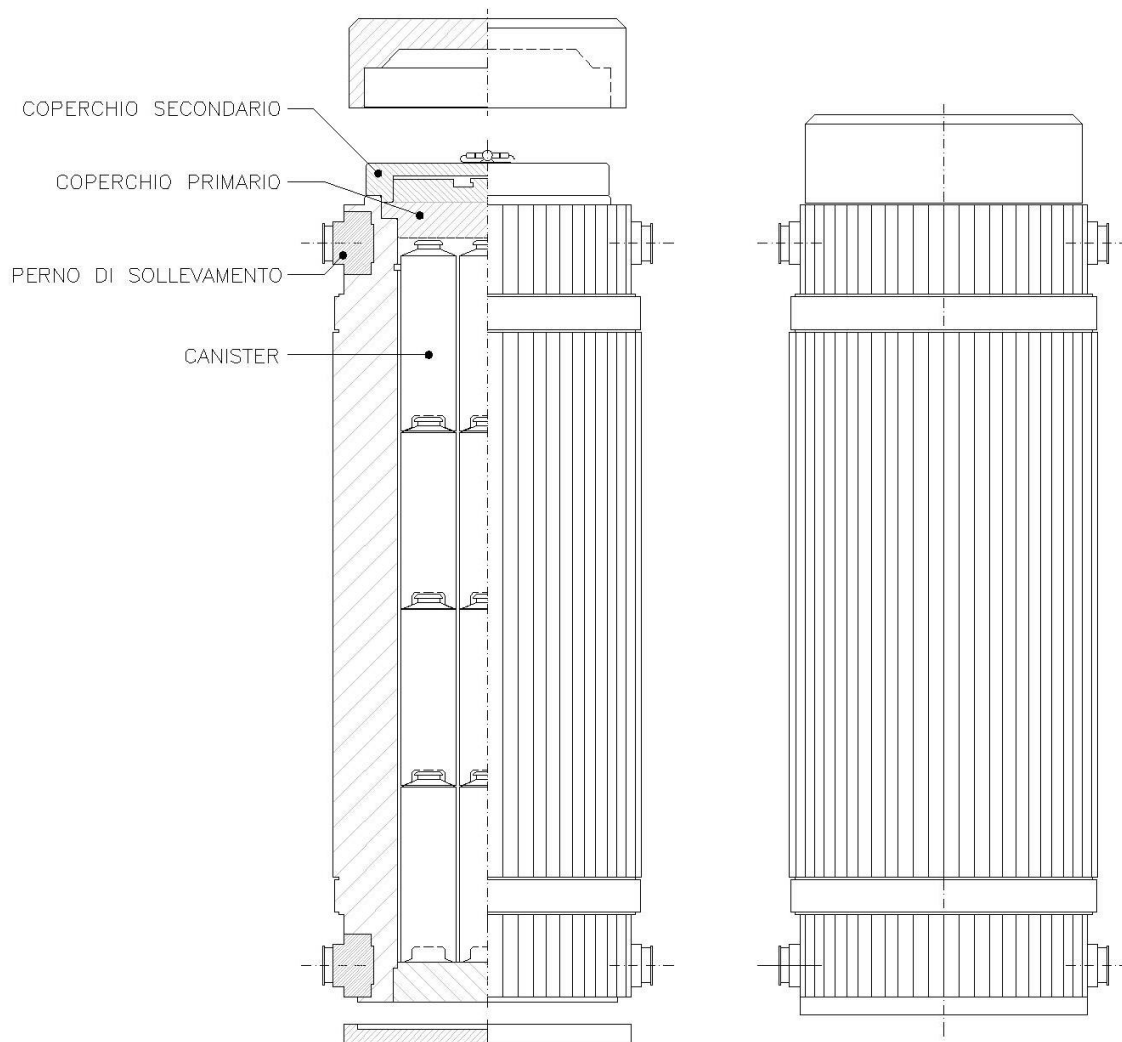


Figura 19 – Cask con canister al suo interno

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
--	---



## 8 ALTRI RIFIUTI RADIOATTIVI

Oltre ai rifiuti riportati nella presente *Stima d'Inventario*, è opportuno evidenziare la presenza sul territorio nazionale di altri rifiuti radioattivi, quali quelli citati nel seguito.

### 8.1 Rifiuti da bonifica da siti industriali

Rifiuti radioattivi che saranno prodotti in seguito alle attività di bonifica di contaminazioni accidentali di siti industriali o di impianti di smaltimento di rifiuti convenzionali, presenti sul territorio nazionale.

Il Programma Nazionale<sup>26</sup> (PN) per la gestione del combustibile esaurito e dei rifiuti radioattivi [N8] riporta le realtà ad oggi note sul territorio nazionale e ne stima le quantità. Lo stesso Programma Nazionale precisa che: “i valori indicati circa le quantità e le attività derivano da stime di massima, eseguite dal Centro Nazionale per la Sicurezza Nucleare e la Radioprotezione dell'ISPRA, sulla base di dati preliminari riferiti al dicembre 2015 forniti da ARPA/APPA, e sono pertanto da considerarsi provvisori. Per la maggior parte dei casi tali rifiuti radioattivi potranno essere meglio definiti, e conseguentemente classificati, solo a valle delle attività di caratterizzazione che saranno effettuate al momento dell'allontanamento dall'installazione industriale e alla successiva bonifica finale. Conseguentemente, ad oggi non possono essere previste particolari azioni specifiche fino al completamento della suddetta caratterizzazione, fermo restando che ai sensi dell'articolo 1, comma 104 della legge 239/2004, i soggetti produttori e detentori di rifiuti radioattivi sono obbligati a conferire, nel rispetto della normativa nazionale e europea, anche in relazione agli sviluppi della tecnica e alle indicazioni dell'Unione europea, per la messa in sicurezza e per lo stoccaggio al Deposito Nazionale”, di cui all'articolo 2, comma 1, lettera e), del D.Lgs. 31/2010.

<sup>26</sup> Si fa riferimento al documento pubblicato sul sito del MATTM disponibile al seguente link [https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/rifiuti\\_radioattivi/programma\\_conformepdfa.pdf](https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/rifiuti_radioattivi/programma_conformepdfa.pdf) [N8]

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
--	---



Alla luce di quanto sopra, Sogin resta in attesa delle previste attività di caratterizzazione dei rifiuti, al fine di poter effettuare le stime di manufatti che deriveranno dal loro trattamento.

In via del tutto preliminare si fa l'ipotesi che i rifiuti di cui trattasi siano di attività molto bassa e bassa attività e quindi tutti destinati allo smaltimento.

## 8.2 Rifiuti afferenti ad attività del Ministero della Difesa

Il D. Lgs. 101/2020 del [N12] stabilisce al comma 3 dell'articolo 242: *“rifiuti radioattivi, a bassa e media attività, derivanti da attività industriali, di ricerca e medico-sanitarie e dalla pregressa gestione di impianti nucleari, dei comandi e degli enti dell'Amministrazione della difesa confluiscono, a titolo definitivo, nel deposito nazionale secondo le modalità previste dalle norme vigenti.”*

Le attività relative all'amministrazione della Difesa sono principalmente relative alle attività del CISAM (Centro Interforze Studi per le Applicazioni Militari), tra le quali risultano di rilievo quelle afferenti al Reattore Nucleare RTS-1 "Galileo Galilei", sito a San Pietro a Grado (Pi).

A fronte della indicazione di cui al citato D. Lgs. 101/2020, Sogin ha intrapreso specifici contatti con le autorità militari competenti al fine di dedurre le caratteristiche dei rifiuti radioattivi di loro pertinenza (stoccati presso il deposito presente presso il sito di San Pietro a Grado) con lo scopo di poter effettuare la stima dei manufatti che ne deriveranno e che saranno conferiti al DN.

Tale stima sarà inclusa nel prossimo aggiornamento dell'inventario nazionale da conferire al DN.

In via del tutto preliminare si fa l'ipotesi che i rifiuti di cui trattasi siano di attività molto bassa e bassa attività, quindi destinati allo smaltimento del DN e di media attività, quindi destinati allo stoccaggio di lungo periodo del DN.

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
--	---



## 9 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- [R1] Sogin – DN GE 00045 – Progetto Preliminare DNPT – Executive Summary;
- [R2] Sogin – GE R 00260 – Rev 02 – Inventario dei rifiuti radioattivi, delle sorgenti dismesse e del combustibile irraggiato, stoccati presso le Centrali nucleari in decommissioning – Dicembre 2018;
- [R3] Sogin – GE R 00261 – Rev 02 – Inventario dei rifiuti radioattivi, delle sorgenti dismesse e del combustibile irraggiato, stoccati presso gli Impianti del Ciclo del Combustibile in decommissioning – Dicembre 2018;
- [R4] Sogin – GE R 00267 – Rev 00 – Inventario dei rifiuti radioattivi, delle sorgenti dismesse e del combustibile irraggiato, stoccati presso l'installazione Cemerad – Dicembre 2018;
- [R5] IAEA – General Safety Guide – GSG-1 – Classification of Radioactive waste – 2009;
- [R6] IAEA – Glossary – Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection – Versione 2018;
- [R7] Università Bocconi – Stima della produzione future di rifiuti radioattivi di origine medicale, industrial e di ricerca – Rapporto di ricerca – Dicembre 2017;

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
--	---



## 10 NORME DI RIFERIMENTO

- [N1] D.Lgs. 31/2010 (ss.mm.ii.) – 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;
- [N2] DM 7 Agosto 2015 - Classificazione dei rifiuti radioattivi, ai sensi dell'articolo 5 del decreto legislativo 4 marzo 2014, n. 45;
- [N3] D.Lgs. 230/1995 (ss.mm.ii.) - Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 92/3/Euratom e 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti;
- [N4] LEGGE 27 dicembre 2017, n. 205 – Bilancio di previsione dello Stato per l'anno finanziario 2018 e bilancio pluriennale per il triennio 2018-2020.
- [N5] Accordo transattivo tra il Governo italiano e la Comunità europea dell'energia atomica – Sui principi governanti le responsabilità di gestione dei rifiuti radioattivi nel sito del Centro Comune di Ricerca di Ispra – Roma/Bruxelles – 27 novembre 2009;
- [N6] Atto di presa in carico da parte di Sogin del Reattore Ispra 1 del CCR di ispra – 26 Settembre 2019;
- [N7] D.Lgs. 152/2006 (ss.mm.ii.) – Norme in materia ambientale;
- [N8] Programma Nazionale per la gestione del combustibile esaurito e dei rifiuti radioattivi elaborato ai sensi del Decreto Legislativo n.45/2014 di recepimento della Direttiva 2011/70/EURATOM che istituisce un quadro comunitario per la gestione responsabile e sicura del combustibile nucleare esaurito e dei rifiuti radioattivi:  
[https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/rifiuti\\_radioattivi/programma\\_conformepdfa.pdf](https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/rifiuti_radioattivi/programma_conformepdfa.pdf)
- [N9] UNI 11196/2006 – Manufatti di rifiuti radioattivi condizionati. Contenitori per il deposito finale di manufatti appartenenti alla Categoria 2
- [N10] ENEA-DISP – Guida Tecnica n. 26 – “Gestione dei rifiuti radioattivi” – Settembre 1987;



<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
--	---



[N11] UNI 11193/2006 – Manufatti di rifiuti radioattivi condizionati - Metodi di prova per la qualificazione dei processi di condizionamento per manufatti;

[N12] D. Lgs. 101/2020 – 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.

## APPENDICE A – SERVIZIO INTEGRATO

I principali settori<sup>27</sup> che producono rifiuti gestiti dal Servizio Integrato sono i seguenti.

### Settore medico-sanitario

Nel campo della medicina, vi sono una serie di pratiche che vedono l'uso di materiali radioattivi, sia per scopi diagnostici sia terapeutici.

Lo schema che segue mostra le principali applicazioni che utilizzano materiali radioattivi e sorgenti.

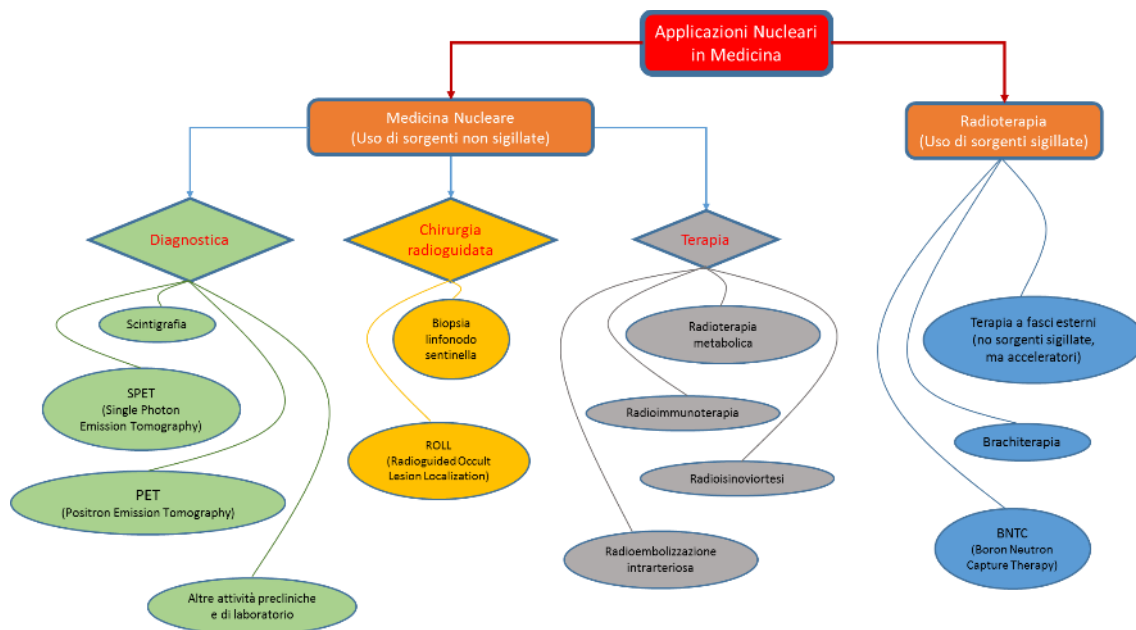


Figura 20 – Schema delle applicazioni Nucleari in Medicina

<sup>27</sup> Molti dei rifiuti prodotti in tali settori contengono radionuclidi con emivita molto breve. Essi decadono molto velocemente sotto i limiti di rilascio perdendo la loro pericolosità radiologica. Questi, vengono pertanto gestiti come rifiuti convenzionali e non saranno conferiti al DN.

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
--	---



La **Medicina Nucleare** comprende pratiche che vedono l'uso di sorgenti non sigillate. Le sue applicazioni principali sono:

- **Diagnostica:** introduzione nell'organismo di un tracciante radioattivo che consente la rappresentazione di specifiche funzioni del corpo umano (imaging funzionale), documentando spesso, anche a livello molecolare (imaging molecolare) alterazioni che precedono l'evidenza clinica di una patologia.
  - ✓ Scintigrafia planare e tomoscintigrafia (SPET- Single Photon Emission Tomography): tecniche di imaging utilizzate per ottenere informazioni fisiopatologiche che consentono una diagnosi precoce di malattie croniche, anche neoplastiche, nonché la valutazione dell'efficacia di un trattamento. Esse sono basate sulla somministrazione di radiofarmaci gamma-emittenti "marcati" (ad esempio con Tc-99m, I-123, In-111);
  - ✓ PET: acronimo di *Positron Emission Tomography* (Tomografia ad Emissione di Positroni): è una tecnica analoga a quella precedente che vede l'uso di alcuni radiofarmaci positroni-emittenti, marcati ad esempio con F-18, N-13, O-15, Rb-82, Ga-68;
  - ✓ Attività di laboratorio: utilizzo di molecole radiomarcate (con H-3, I-125) per attività di ricerca, anche di biologia molecolare, in ambito preclinico;
- **Terapia:** introduzione nell'organismo di un radiofarmaco al fine di curare particolari patologie tramite le radiazioni emesse dalla sostanza radioattiva.
  - ✓ Radioterapia metabolica: tecnica eseguita con radiofarmaci beta o alfa-emittenti che si concentrano nei tessuti patologici per distruggere le cellule responsabili della patologia (I-131, Y-90, Sm-153, Ra-223); alcuni di questi farmaci sono costituiti da anticorpi specifici per distruggere cellule tumorali e hanno quindi una doppia azione antitumorale (Radioimmunoterapia)
- **Chirurgia radioguidata:** si avvale degli stessi radiofarmaci utilizzati in diagnostica e consente al chirurgo, grazie a una sonda di rilevazione della radioattività, un'esplorazione del campo operatorio al fine di localizzare piccole strutture non

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
--	---



altrimenti rilevabili alla vista e al tatto.

La **radioterapia** comprende le pratiche che utilizzano, a scopo terapeutico, radionuclidi in forma sigillata.

- ✓ La radioterapia esterna (a fasci esterni) ha utilizzato per molti anni sorgenti di Co-60 e Cs-137 ma tali sorgenti e le macchine che li utilizzavano sono state sostituite dagli acceleratori lineari (fotoni X di alta energia, elettroni veloci e protoni)
- ✓ Alcuni radionuclidi sono tuttora utilizzati per brachiterapia (sorgente radioattiva disposta internamente al corpo, ad esempio Ir-192, Cs-137, I-125, Pd-103)

In totale in Italia vi sono oltre 200 strutture ospedaliere di Medicina Nucleare.

A queste vanno aggiunti, come luoghi in cui è possibile produrre rifiuti radioattivi, anche:

- Ospedali e Istituti in cui vengono svolte attività di produzione di radiofarmaci (es. mediante Ciclotroni)
- Università (in cui vengono svolte attività di ricerca in associazione con ospedali)
- Laboratori clinici (specializzati in analisi biologiche)
- Industria radiofarmaceutica

### **Settore industriale**

In molte attività industriali si utilizzano sorgenti radioattive.

Fra queste si segnalano:

- ✓ la radiosterilizzazione per la conservazione dei cibi o per la conservazione di reperti storici e artistici;
- ✓ la misurazione di livello di liquidi;
- ✓ i misuratori di spessore (ad esempio nelle cartiere);
- ✓ il controllo della solidificazione degli acciai;
- ✓ la verifica delle saldature e ricerca di difetti in recipienti metallici in pressione.

Un vasto impiego di rilevanza sanitaria (e sociale) è poi quello relativo all'uso di sorgenti

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
--	---



radioattive per allarmi antincendio (rivelatori di fumo) e parafulmini. Si tratta più che altro di oggetti utilizzati in passato e che oggi vanno raccolti e gestiti per il conferimento al DN.

Altre apparecchiature che possono contenere materiali radioattivi sono:

- Apparecchiature luminose per aerei (H-3, Pm-147, Ra-226, Sr-90, Kr-85);
- Ionizzatori (H-3, Ra-226, Am-241);
- Quadranti indicatori per automobili (H-3);
- Bussole e attrezzature per la navigazione (H-3, Ra-226);
- Rilevatori di punto di rugiada (Ra-226);
- Tubi elettronici e a vuoto (H-3, Co-60, Ni-63, Kr-85, Cs-137, Pm-147, Ra-226);
- Rivelatori di ghiaccio (Sr-90);
- Serrature di automobili autoluminose (H-3, C-14);
- Segnali autoluminosi (H-3, Pm-147, Kr-85, Ra-226);
- Rivelatori di fughe di radiazioni (Kr-85);
- Containers per marina mercantile schermati (Cs-137, Ra-226, Am-241);
- Ignitori radioattivi per post bruciatori di aerei (Co-60);
- Eliminatori di elettricità statica (Am-241, Po-210, Ra-226);
- Termostati (quadranti, lancette) (H-3, Pm-147);
- Strumentazione per perforazione di pozzi (Cs-137, Ra-226, Am- 241);
- Cronometri / orologi (H-3, Pm-147, Ra-226);
- Sorgenti sigillate.

### **Settore di ricerca**

Nel settore della ricerca vengono usati materiali radioattivi di diverso tipo e di diversa forma.

I rifiuti prodotti sono in forma solida (indumenti protettivi, guanti, provette, ecc.), in forma liquida (liquidi organici marcati, ecc.) e dispositivi contenenti sorgenti sigillate.

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
--	---



Di seguito una descrizione delle principali applicazioni di due dei più significativi Istituti di Ricerca Nazionali<sup>28</sup> in cui si usano materiali radioattivi e/o sorgenti radioattive.

### Istituto Superiore di Sanità

Per attività di ricerca in campo medico e biologico sono utilizzati prevalentemente radionuclidi sotto forma di sorgenti non sigillate (una cinquantina di diversi radioisotopi). Tra gli isotopi usati più frequentemente ci sono I-125, I-131, Tc-99m ottenuto per decadimento del Mo-99. Radionuclidi sotto forma di sorgenti sigillate – tra cui i più comuni sono Am-241, Co-60, Ir-192, Cs-137 e Ra-228 – sono utilizzati a scopi di ricerca in diverse applicazioni, quali: sterilizzazioni, studio degli effetti su materiale biologico e su materiali di diverso tipo, ecc. Nel settore della ricerca biomedica si deve inoltre considerare la produzione di nuovi radiofarmaci innovativi (ad esempio quelli basati su Sr-82/Rb-82 e Ga-68/Ge-68) effettuata in strutture di ricerca tramite ciclotroni, con ricadute applicative nella diagnostica e nella ricerca biomedica. Infine, vanno considerati l'inclusione di radionuclidi in materiali nanostrutturati e macromolecole per *molecular imaging* e terapia nonché l'utilizzo in espansione di radiotraccianti nell'ambito delle ricerche nel settore dell'*imaging* a scopo diagnostico.

Di seguito sono riportati alcuni esempi di rifiuti radioattivi prodotti dall'Istituto con indicazione dei principali radionuclidi coinvolti.

<sup>28</sup> Altri istituti di ricerca che fanno uso di materiali radioattivi sono le Università, l'ENEA, l'INFN e laboratori di case farmaceutiche

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
--	---



Rifiuti liquidi: acque di lavaggio, siero o liquido biologico marcato. Rifiuti solidi: rifiuti solidi derivanti dall'uso di sorgenti radioattive non sigillate (guanti monouso, siringhe, provette, flaconi, materiale di decontaminazione e materiale contaminato), colonne di resine a scambio ionico, sorgenti radioattive sigillate di taratura dismesse (spesso costituite da radionuclidi con emivita media e lunga, per cui il rifiuto va considerato di bassa e media attività). Le sorgenti non sigillate attualmente in uso i cui scarti di lavorazione sono smaltiti come rifiuto sono: Ni-53, I-129, C-14, H-3, C-14-Cloroformio (soprattutto per iniezione a cavie insieme al trizio).

## CNR

Nell'ambito delle applicazioni del Consiglio Nazionale delle Ricerche si possono menzionare 3 categorie di attività che vedono l'uso di materiali radioattivo e quindi la produzione di rifiuti radioattivi:

### ***Attività di ricerca nel settore biomolecolare e ambientale con manipolazioni di radionuclidi in forma non sigillata.***

I principali radioisotopi utilizzati sono P-32, S-35, H-3, C-14 in forma non sigillata; i predetti radioisotopi sono impiegati in operazioni quali:

- iodinazione di proteine e di cellule;
- prelievi eluati;
- incubazione di tessuti in vitro mediante l'impiego di radioisotopi a vita media lunga (H-3 e C-14);
- marcatura di proteine con amminoacidi e di cellule in coltura (S-35, H-3 e C-14);
- marcatura di costituenti cellulari con P-32 (acidi nucleici e proteine);
- elettroforesi su gel di poliacrilammide con l'impiego di nucleotidi marcati con P-32, S-35, H-3 e C-14;
- incorporazione di amminoacidi in proteine di cellule di microrganismi;

<b>Rapporto Tecnico</b>  <b>Stima dei rifiuti radioattivi da conferire al Deposito Nazionale</b>	<b>ELABORATO DN SM 00007</b>  <b>REVISIONE 04</b>
--	---



Le manipolazioni avvengono sempre per via umida e la dispersione in aria è praticamente nulla.

A titolo di esempio nel settore ambientale vengono svolte attività di radioanalisi con il carbonio che consistono nella determinazione dell'attività di fotosintesi di microorganismi marini e lacustri prelevati a varie profondità nel mare/lago; tale determinazione viene effettuata nel corso di crociere marine/lacustri.

Altri filoni di ricerca riguardano gli studi di chimica ionica in fase gassosa e la sintesi di molecole biochimiche utili quali farmaci o intermedi di processi metabolici. In quest'ambito si usano esclusivamente H-3 e C-14.

### ***Irradiatori Gamma-Cell Co60 ad alta attività***

Le *Gamma-Cell* vengono utilizzate per irraggiare diversi campioni da sottoporre ad analisi chimico fisiche biologiche a seconda del campo di applicazione.

L'attività delle sorgenti di Co-60 acquistate negli anni 90 è dell'ordine di qualche TBq; la dismissione di tali sorgenti è prevista nel prossimo quinquennio in quanto l'attività residua non sarà più sufficiente ai fini delle ricerche in essere.

### ***Apparecchiature contenenti sorgenti sigillate***

Apparecchiature scientifiche contenenti sorgenti sigillate quali ad esempio gascromatografi ECD contenti generalmente sorgenti di Ni-63 con attività dell'ordine di qualche centinaio di MBq o campionatori d'aria con sorgenti di C-14 o Kr-85 di attività dell'ordine di qualche MBq.

Tali strumentazioni sono molto diffuse nei laboratori del settore di ricerca ambientale. Si consideri che tali strumenti hanno una vita operativa di circa 15 anni e pertanto vengono periodicamente sostituiti.