Veduta aerea del Centro Comune di Ricerca di Ispra

Daniele Ugolini, Giulia Chiara Corrao, Francesco Basile, Celso Osimani
Nuclear Decommissioning
Joint Research Centre Ispra,
European Commission
Daniele.UGOLINI@ec.europa.eu

LA GESTIONE DEI RIFIUTI RADIOATTIVI AL CENTRO COMUNE DI RICERCA DI ISPRA

Questo articolo descrive la gestione dei rifiuti radioattivi provenienti dalle passate attività di ricerca e derivanti dallo smantellamento delle strutture nucleari in disuso nell'ambito del programma di disattivazione in corso presso il Centro Comune di Ricerca (CCR) della Commissione Europea di Ispra.

Agli albori dell'era nucleare Enrico Fermi pensava che non ci fosse ancora la certezza che le popolazioni accettassero un tipo di energia che produceva così tanta radioattività o che poteva essere utilizzata per costruire delle bombe. Oggi si può con certezza affermare che Fermi aveva intuito con largo anticipo le due principali problematiche connesse all'utilizzo pacifico dell'energia nucleare.

La gestione dei rifiuti radioattivi, cioè quel complesso di operazioni volte ad assicurarne l'isolamento radiologico e la custodia controllata, ha assunto di recente un grande rilievo. Secondo la legge italiana si definisce rifiuto radioattivo "qualsiasi materia radioattiva, ancorché contenuta in apparecchiature o dispositivi in genere, di cui non è previsto il riciclo o la riutilizzazione" [1].

I rifiuti radioattivi possono essere solidi o liquidi, avere un'attività che varia da pochi Bq a diversi GBq, emettere vari tipi di radiazioni a diversi livelli di energia e i radionuclidi emettitori possono avere tempi di dimezzamento che vanno da pochi secondi a decine di migliaia di anni. Da questa diversità nasce la necessità di una gestione articolata dei rifiuti radioattivi, che comprende i processi di caratterizzazione, trattamento e condizionamento, lo stoccaggio in depositi temporanei e infine lo smaltimento finale.

Classificazione dei rifiuti radioattivi

I rifiuti radioattivi sono classificati in Italia [1] in tre categorie basate sia su criteri qualitativi (origini, stato fisico) che quantitativi (livello di attività, vita media, calore generato, dose). La classificazione dei rifiuti è utile per definirne le strategie di gestione, per pianificarne e progettarne i depositi, e per definirne il condizionamento e lo smaltimento. A ciascuna categoria corrispondono diverse modalità di gestione e, in particolare, diverse soluzioni di smaltimento.

Cat. 1: Sono classificati in questa categoria i rifiuti radioattivi che richiedono tempi di dimezzamento dell'ordine di mesi, sino ad un tempo massimo di alcuni anni con concentrazioni inferiori a 1-1/1000 di mCi/100g. Rientrano principalmente in questa categoria i rifiuti derivanti dalla ricerca scientifica e dall'utilizzo di materiale radioattivo nella medicina.

Cat. 2: Sono classificati in questa categoria i rifiuti a bassa e media attività contenenti essenzialmente radionuclidi con tempi di dimezzamento uguali o inferiori a 30 anni e una quantità assai limitata di radionuclidi a lunga vita tale per cui nell'arco di alcune centinaia di anni si abbiano concentrazioni di radioattività paragonabili al fondo naturale. In que-

sta categoria rientrano gran parte dei rifiuti provenienti da particolari cicli di produzione degli impianti nucleari e soprattutto dalle centrali elettronucleari di potenza nonché dalle operazioni di disattivazione di alcune parti e componenti di impianti nucleari.
Il loro smaltimento finale deve essere eseguito in depositi definitivi di tipo superficiale o sub-superficiale a bassa profondità.

Cat. 3: Sono classificati in questa categoria tutti i rifiuti che non appartengono alle categorie precedenti, e in particolare, quelli ad alta attività o contenenti quantità rilevanti di radionuclidi a lunga vita e certe tipologie di combustibile irraggiato. In questa categoria rientrano in particolare i rifiuti liquidi derivanti dal primo ciclo di estrazione degli impianti di ritrattamento, i rifiuti solidi in cui questi liquidi possono essere convertiti e alcuni rifiuti contenenti emettitori di alfa e di neutroni provenienti dai laboratori di ricerca, da usi medici ed industriali, dagli impianti di fabbricazione e di ritrattamento del combustibile.
Lo smaltimento definitivo è effettuato in formazioni geologiche stabili ad elevata profondità.
È opportuno precisare che in Italia la classificazione dei rifiuti radioattivi si basa su un rapporto tecnico [3] dell'Agenzia Internazionale dell'Energia Atomica (AIEA) che è stato aggiornato recentemente. Nell'ultimo rapporto al riguardo l'AIEA [4] individua sei categorie di rifiuti radioattivi:

EW rifiuto esente;
VSLW rifiuto a vita media molto breve;
VLLW rifiuto ad attività molto bassa;
LLW rifiuto a bassa attività;
ILW rifiuto ad attività intermedia;
HLW rifiuto ad alta attività.

Il programma di disattivazione e gestione dei rifiuti radioattivi del Centro Comune di Ricerca di Ispra

La ricerca nucleare svolta dal CCR di Ispra ha largamente utilizzato in passato e parzialmente ancora utilizza vari impianti fra cui due reattori sperimentali, un laboratorio di celle calde, un laboratorio di radiochimica, nonché una serie di impianti per la gestione dei rifiuti radioattivi. Dai primi anni Ottanta, la missione del CCR è progressivamente cambiata, focalizzandosi sempre meno sulla ricerca e sullo sviluppo del nucleare. La maggior parte degli impianti nucleari del sito è stata progressivamente arrestata e posta in uno stato di "conservazione in sicurezza". Il CCR Ispra ha oggi il compito di gestire tutte le attività legate alla disattivazione di tali impianti e allo smaltimento dei relativi rifiuti radioattivi, nonché dei rifiuti e dei materiali nucleari già presenti sul sito.
Nel 1999 la Commissione Europea ha lanciato il programma di Disattivazione degli Impianti Nucleari e Gestione dei Rifiuti Radioattivi (Programma D&WM) [5] allo scopo di riportare i siti di competenza, fra cui il sito di Ispra, in una condizione di assenza di rischio radiologico (Stadio 3 della classificazione dell'AIEA).
Nel programma viene anche considerata la cosiddetta opzione del "Prato Verde", cioè il rilascio incondizionato con completa decontaminazione del terreno occupato dagli impianti nucleari.
Le linee guida della politica del Programma D&WM sono:
- assicurare la conservazione in sicurezza degli impianti nucleari all'arresto, in conformità con i regolamenti e le leggi vigenti;
- eseguire la caratterizzazione radiologica degli impianti e dei rifiuti ed assicurare la tracciabilità dei dati;
- minimizzare la quantità dei materiali nucleari non utilizzati, riciclandoli possibilmente presso l'industria, e massimizzare la quantità di rifiuti radioattivi rilasciabili. Infine ridurre, quando praticabile, il volume dei rifiuti radioattivi residui, destinati allo stoccaggio temporaneo nel sito di Ispra;
- assicurare il rispetto dei vincoli finanziari e temporali, tenendo in considerazione gli aspetti legati alla sicurezza e alla protezione dell'ambiente, i vincoli legislativi e regolamentari ed i fattori economici;
- identificare le possibili opzioni di smaltimento e rendere disponibile un'adeguata capacità di stoccaggio per i rifiuti attuali e futuri;
- impiegare tecnologie provate;
- promuovere il dialogo con i vari interlocutori del programma favorendone la partecipazione ed il consenso, utilizzando tutti gli strumenti disponibili di comunicazione e disseminazione delle informazioni;
- trasferire il "know-how" e l'esperienza acquisita a beneficio delle future generazioni e di quanti ne fossero interessati.

La gestione dei rifiuti radioattivi

La gestione dei rifiuti radioattivi include tutte le attività tecniche e amministrative volte alla caratterizzazione, trattamento, condizionamento, stoccaggio, trasporto ed eliminazione di rifiuti radioattivi da un impianto nucleare.

La caratterizzazione

La "caratterizzazione" serve a stabilire le caratteristiche chimiche, fisiche, biologiche e radiologiche del rifiuto e la sua resistenza agli agenti esterni che ne possano ridurre la stabilità.
Le informazioni derivanti dalla caratterizzazione sono importanti sia per definire se il rifiuto può essere rilasciato come materiale esente da vincoli radiologici o, in caso contrario, per classificarlo e definirne i criteri di accettazione al deposito finale.
L'impianto utilizzato al CCR di Ispra (vedi Fig. 1) caratterizza i rifiuti in contenitori cilindrici da 220 l e 440 l e consiste di:
- una stazione di pesatura dotata di lettore di codice a barre per l'identificazione del contenitore;
- un "*Segmented Gamma Scanner*", spettrometro gamma ad alta risoluzione che identifica i radionuclidi presenti misurandone anche l'attività scansionando il contenitore in sezioni verticali;
- un "*Tomographic Gamma Scanner*", strumento che combina la spet-

Fig. 1 - Ispra: impianto di caratterizzazione

Fig. 2 - Ispra: impianto per il rilascio dei materiali

trometria gamma ad alta risoluzione con tecniche di elaborazione d'immagine a bassa risoluzione spaziale e sviluppa una mappa tridimensionale in cui è visualizzata la distribuzione dei radioisotopi selezionati attraverso la scansione del contenitore in sezioni orizzontali e verticali;
- una stazione di misura di dose con 5 contatori geiger che misurano la dose sulla superficie del contenitore e ad un metro di distanza;
- un sistema di interrogazione neutronica passiva che individua la presenza di radioisotopi aventi una significativa fissione spontanea (ad esempio ^{240}Pu), attraverso la rilevazione dei neutroni da essi emessi;
- un sistema di interrogazione neutronica attiva che bombarda il contenitore con neutroni termalizzati per individuare e misurare la presenza e la quantità di materiale fissile (ad esempio ^{239}Pu e ^{235}U) all'interno dei contenitori.

Il rilascio dei materiali

I rifiuti la cui radioattività è al di sotto di una soglia di riferimento definita dalle autorità di controllo competenti sono considerati come materiale rilasciabile. L'impianto per il rilascio dei materiali utilizzato al CCR di Ispra (vedi Fig. 2) è concettualmente simile all'impianto di caratterizzazione. I rifiuti considerati potenzialmente rilasciabili sono collocati all'interno di contenitori prismatici e sottoposti a due sistemi di misurazione:
- un sistema di misura gamma totale costituito da 8 scintillatori plastici di grande superficie (0,5 m x 0,5 m x 50 mm) disposti a forma di tunnel e da uno schermo in piombo per ridurre gli effetti di fondo (~50 mm);
- un sistema di spettrometria gamma costituito da 4 rivelatori "High-Purity Ge" montati su ciascun lato del convogliatore con collimatori adattabili alla forma del contenitore.

Il trattamento

I rifiuti radioattivi sono sottoposti a processi di trattamento fisici o chimici principalmente con lo scopo di ridurne il volume o per decontaminarli dal punto di vista radiologico.

Ovviamente la riduzione volumetrica non è applicabile a tutti i rifiuti e, analogamente, la decontaminazione radiologica, poiché comporta la produzione di rifiuti secondari, a loro volta radioattivi, è effettuata solo nel caso in cui si ottenga un bilancio di massa positivo fra il materiale decontaminato e il rifiuto secondario prodotto.
La riduzione volumetrica dei rifiuti solidi è ottenuta con dei supercompattatori convenzionali opportunamente adattati per lavorare in ambiente nucleare, ossia installati in locali protetti da agenti atmosferici e dotati di sistemi di monitoraggio radiologico con impianto di filtraggio dell'aria e delle polveri e un sistema di raccolta e recupero di eventuali liquidi.
La decontaminazione dei rifiuti liquidi si effettua separando la componente radioattiva attraverso alcuni processi precipitativi (vedi Fig. 3).
La decontaminazione dei rifiuti solidi si esegue principalmente sui rifiuti di natura metallica allo scopo di eliminare l'eventuale contaminazione superficiale affinché possano essere rilasciati e in alcuni casi riutilizzati. Per queste operazioni si utilizzano processi chimici o, e questo è il caso del CCR di Ispra, trattamenti abrasivi (vedi Fig. 4).

Il condizionamento

Il condizionamento consiste nell'immobilizzazione del rifiuto radioattivo all'interno di un idoneo contenitore mediante inglobamento in una matrice solida stabile che soddisfi i requisiti, fissati dalle norme vigenti, di resistenza fisica, chimica e meccanica, in modo da ottenere un manufatto finale idoneo alla movimentazione, al trasporto, allo stoccaggio a lungo termine e allo smaltimento.
Il rifiuto condizionato è un manufatto costituito dal materiale solido, in genere cemento o vetro, inglobante il rifiuto radioattivo e dal contenitore esterno in acciaio, leghe speciali o cemento.
Una matrice cementizia è utilizzata solitamente per condizionare rifiuti di seconda categoria, mentre la vetrificazione è utilizzata per i rifiuti di terza categoria.
Generalmente i contenitori metallici sono utilizzati per il trasporto e per lo stoccaggio nei depositi temporanei, mentre i contenitori in cemento

Fig. 3 - Ispra: stazione di trattamento degli effluenti liquidi

Fig. 4 - Ispra: stazione di trattamento superficiale metalli

sono utilizzati nei depositi finali. Questi ultimi sono contenitori molto grandi in grado di ospitare vari contenitori metallici e sono a loro volta riempiti e sigillati con una matrice cementizia.

Il deposito temporaneo

I rifiuti radioattivi condizionati possono sostare in depositi temporanei in attesa di essere trasportati al sito di smaltimento. Poiché sul territorio italiano non esiste un deposito definitivo per i rifiuti di bassa e media attività, né tantomeno per i rifiuti di alta attività, il CCR di Ispra sta costruendo all'interno del proprio sito un deposito temporaneo. Il deposito ospiterà i rifiuti di bassa e media attività prodotti durante le attività di ricerca svolte negli anni passati e quelli derivanti dalle attività di disattivazione e smantellamento degli impianti e dei laboratori nucleari in disuso.

Le principali caratteristiche dei depositi temporanei, alle quali risponde anche quello in via di costruzione a Ispra, devono essere tali da garantire:

- ispezionabilità diretta o indiretta dei manufatti e dei rifiuti condizionati;
- protezione dei manufatti e dei rifiuti condizionati da agenti meteorici;
- protezione dei manufatti e dei rifiuti condizionati contro eventi esterni, quali ad esempio trombe d'aria, sisma, impatto aereo;
- tracciabilità dei rifiuti presenti (etichettatura, sistemi di registrazione dei rifiuti, ecc.);
- drenaggio sul pavimento con possibilità di raccolta e campionamento dei liquidi drenati;
- rivelazione e prevenzione di incendio commisurati al carico di fuoco esistente;
- non accessibilità da parte dei non addetti.

Conclusioni

La Commissione Europea è impegnata a proteggere la popolazione e l'ambiente dai rischi radiologici, limitando nel contempo la spesa per il mantenimento in buone condizioni dei propri impianti nucleari in disuso. Questo richiede la disponibilità di adeguati impianti per la gestione dei rifiuti, in modo tale da ridurre al minimo la quantità del materiale nucleare presente sul sito. Successivamente sarà possibile procedere alla disattivazione degli impianti all'arresto, al trattamento ed immagazzinamento dei relativi rifiuti radioattivi e, infine, al loro trasferimento nelle strutture del futuro deposito nazionale. Le attività associate alla disattivazione degli impianti nucleari attualmente in funzione e alla gestione dei relativi rifiuti, rientrano tra le cosiddette "Responsabilità Future" a carico della Commissione. Il Programma D&WM del Sito di Ispra prevede la graduale abolizione di queste "Responsabilità Storiche e Future" nell'arco dei prossimi due decenni.

Bibliografia

[1] D.Lgs. 230 del 17/03/1995 "Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 92/3/Euratom e 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti.

[2] ENEA-DISP - Guida Tecnica Nº 26 - Gestione dei rifiuti radioattivi.

[3] IAEA Technical Reports Series N.101, "Standardization of RW Categories", 1970.

[4] IAEA General Safety Guide N. GSG-1, "Classification of Radioactive Waste", 2010.

[5] http://dwm.jrc.it/

ABSTRACT

Radioactive Waste Management at the Joint Research Centre of Ispra

This paper focuses on the Decommissioning and Waste Management Programme of the JRC Ispra, which includes characterization, treatment, conditioning and temporary storage of radioactive waste deriving from "historical" and "future" liabilities on site. The Authors introduce the issue of nuclear waste and its classification and describe the D&WM Programme policy as well as the waste management facilities available at JRC Ispra. The Programme is planned to be completed within twenty years.