

stimento per la realizzazione dell'insieme delle infrastrutture all'interno ed all'esterno del centro di deposito definitivo, degli impianti di controllo, dei laboratori, dei servizi e delle strutture di deposito, secondo una prima stima condotta dalla *task force* dell'ENEA può essere dell'ordine di 500-600 miliardi (valore 1998), da suddividere in circa otto-dieci anni.

Le attività di progettazione e la costruzione sul sito anche del deposito temporaneo per l'alta attività e per gli elementi di combustibile potrebbe comportare il raddoppio dell'investimento. Vale la pena qui sottolineare che l'attuazione dell'intero programma richiede tempi relativamente lunghi. Si ricorda, quindi, che l'istituzione dell'Agenzia e la procedura per la scelta del sito dovranno procedere di pari passo.

Si può quindi supporre, anche sulla base di esperienze estere, di porre in atto un programma temporale così articolato:

avvio delle attività di promozione e della diffusione dell'informazione: 1999;

approvazione della legge istitutiva dell'Agenzia: marzo 2000;

prosecuzione delle attività di caratterizzazione dei siti: dicembre 2000;

adozione del decreto ministeriale per la scelta del Sito: settembre 2001;

qualificazione del sito: marzo 2002;

procedure autorizzative: settembre 2002;

inizio costruzione: marzo 2004;

inizio esercizio: marzo 2007.

È stato detto, in premessa, che il centro di smaltimento in realtà è un centro dove si svolgono attività tecnologiche. È possibile quindi ipotizzare che nell'area si possano avviare altre iniziative compatibili e costituire poli di sviluppo a contenuto ecologico, di indubbia valenza socio-economica ed industriale. Infatti la realizzazione di infrastrutture, di laboratori e di servizi nonché l'esecuzione delle operazioni di disattivazione degli impianti nucleari sono indubbiamente un momento di stimolo per l'industria nazionale, che potrebbe impegnarsi a sviluppare e ad applicare tecnologie altamente innovative.

Esempi di questo tipo sono all'estero ormai una realtà.

La ricaduta qualitativamente non trascurabile di nuove iniziative potrebbe condurre ad un indotto (anche commerciale) di notevole interesse culturale per i cittadini e per gli amministratori locali. Ovviamente, far divenire realtà quanto è stato ipotizzato dipenderà molto dalla formulazione di un programma di interventi, dall'ammontare degli investimenti e dalla volontà politica degli amministratori locali. A tale proposito, giocherà un ruolo molto importante il contenuto dell'accordo di programma che l'ANGERIR e le suddette amministrazioni stipuleranno tenendo presenti le misure premiali previste dal Governo per la remunerazione della servitù territoriale di lunga durata.

10) *La disattivazione degli impianti nucleari.*

10.1) Aspetti generali.

Nei paragrafi precedenti è stato accennato al fatto che, per gli impianti del ciclo del combustibile, tutte le operazioni che fanno parte del processo di disattivazione, possono avvenire senza soluzione di continuità sino al rilascio incondizionato del sito, mentre per i reattori nucleari, lo stesso processo, per motivi di opportunità radioprotezionistica, può essere realizzato per fasi e in tempi successivi.

In campo internazionale sono stati definiti due modi di procedere per il *decommissioning* che sono riferiti essenzialmente ai tempi ed alla pianificazione dell'esecuzione delle operazioni di disattivazioni degli impianti nucleari. Si tratta della disattivazione immediata, detta DECOM, e della disattivazione differita, detta SAFSTOR (IAEA — *The regulatory process for the decommissioning of nuclear facilities*).

La scelta dell'opzione di disattivazione immediata o differita dipende da una serie di parametri di riferimento che variano caso per caso e scaturisce, pertanto, da un esame comparativo che tiene conto sia di fattori più direttamente riconducibili agli aspetti di sicurezza nucleare e di radioprotezione, sia di altri fattori di tipo socio-economico e politico.

In campo internazionale la soluzione maggiormente adottata è stata, in passato, la SAFSTOR, mentre di recente si è assistito ad un ricorso sempre più frequente alla soluzione DECOM. Questo orientamento può trovare una spiegazione sia per la rapida evoluzione e maturazione delle tecnologie di smantellamento remotizzate e/o robotizzate, con notevole riduzione delle dosi occupazionali dei lavoratori, sia per il peso degli oneri che ne derivano agli esercenti per il mantenimento e la manutenzione dei sistemi.

In molti Paesi europei ed extraeuropei la pianificazione della disattivazione ha raggiunto la maturità industriale grazie anche alle iniziative in questo campo assunte dall'Agenzia per l'energia nucleare (NEA) dell'Organizzazione per la cooperazione economica dello sviluppo (OECD), che da tempo ha promosso un programma internazionale sul *decommissioning* (al quale partecipano tredici Paesi dell'OCSE) che comprende trenta impianti in fase di disattivazione, di cui venti reattori, sette impianti di riprocessamento, due impianti di fabbricazione di combustibili nucleari, ed un impianto di produzione di radioisotopi.

Gli scopi del programma sono fondamentalmente finalizzati ad agevolare lo scambio delle conoscenze e delle innovazioni tecnologiche e delle esperienze operative.

Secondo uno schema ormai molto diffuso, il processo di disattivazione si può articolare in tre fasi:

la prima fase, detta di custodia protettiva passiva (CPP) o di sorveglianza, si conclude quando il combustibile nucleare è stato allontanato dall'impianto, i rifiuti radioattivi sono stati condizionati, è stata attuata la decontaminazione meccanica e chimica dei sistemi e dei componenti ed è stata eseguita la mappatura della residua condizione radiologica dell'intero impianto;

la seconda fase, che può definirsi transitoria o temporanea, comprende lo smantellamento completo dei sistemi e dei componenti, e dove è necessario anche delle strutture e degli edifici, il condizionamento dei rifiuti radioattivi prodotti nel corso dello smantellamento ed il rilascio del sito nucleare con « restrizioni »; è necessario passare per questa fase, ad esempio, quando il sito nucleare ospita più impianti (è il caso del sito multiunità di Saluggia, della Casaccia dell'ENEA o del centro europeo di Ispra) non necessariamente tutti disattivati, oppure quando parte o tutti i rifiuti radioattivi, per esigenze contingenti, non possono essere allontanati dall'impianto che li ha prodotti (ad esempio, sito di smaltimento in allestimento);

la terza fase, detta di rilascio incondizionato, si raggiunge quando è possibile rilasciare il sito senza vincoli radioprotezionistici.

Come è stato detto, le tre fasi possono essere eseguite senza soluzione di continuità o essere realizzate in modo differito nel tempo.

10.2) Situazione italiana.

Secondo l'ANPA ed il Ministero dell'industria, le condizioni di sicurezza degli impianti nucleari italiani non presentano, nell'immediato, particolari motivi di preoccupazione, grazie anche alle attività di manutenzione che vengono effettuate in modo rigoroso ed agli interventi di condizionamento dei rifiuti radioattivi.

È necessario tuttavia riconoscere che, con il trascorrere del tempo, l'insieme delle strutture, dei sistemi e dei componenti sono soggetti comunque ad un graduale deterioramento che richiederà, in un prossimo futuro, interventi sempre più onerosi e complessi e non sempre in grado di produrre risultati affidabili.

Pertanto, anche se la situazione attuale non può definirsi critica, è necessario procedere con sollecitudine ad una soluzione integrata, che deve concretizzarsi nell'ambito di una strategia globale di riferimento per tutti gli impianti presenti nel territorio nazionale.

È anche da tener presente il grave problema della progressiva perdita di risorse umane qualificate, causato sia dal raggiungimento dei limiti di età del personale tecnico sia dal trasferimento dello stesso ad attività non nucleari, senza possibilità di un adeguato *turn-over*.

Tenendo conto che, per operare la disattivazione di un impianto nucleare, sono generalmente necessari tempi lunghi (una decina di anni) si deve concludere che non vi è più molto margine di tempo per intervenire.

10.3) Proposta di modifica dell'attuale procedura di disattivazione (decreto legislativo 17 marzo 1995, n. 230).

La procedura autorizzativa per la disattivazione degli impianti nucleari è stabilita dagli articoli 55, 56 e 57 del decreto legislativo n. 230 del 1995. Secondo questa procedura, particolarmente complessa, l'esecuzione delle operazioni è soggetta ad autorizzazione preventiva da parte del Ministero dell'industria, sentiti i pareri dei Ministeri dell'ambiente, dell'interno, del lavoro e della previdenza

sociale, e della sanità, nonché della regione o provincia autonoma interessata e dell'ANPA. L'autorizzazione è rilasciata, ove necessario, per singole fasi intermedie rispetto all'ultimo stadio previsto. La suddivisione per singole fasi intermedie deve essere giustificata nell'ambito di un piano globale di disattivazione da allegare all'istanza di autorizzazione relativa alla prima fase. La documentazione tecnica da allegare all'istanza per ciascuna fase deve contenere:

- il piano delle operazioni da eseguire;
- la descrizione dello stato dell'impianto unitamente all'inventario delle materie radioattive;
- l'indicazione dello stato dell'impianto al termine della fase;
- l'analisi di sicurezza relativa alle operazioni da eseguire e allo stato dell'impianto a fine operazioni;
- l'indicazione della destinazione dei materiali radioattivi di risulta;
- una stima degli effetti sull'ambiente esterno;
- un programma di radioprotezione anche per l'eventualità di un'emergenza.

Devono essere altresì indicati i momenti a partire dai quali vengono meno i presupposti tecnici per l'osservanza delle singole disposizioni legislative e delle prescrizioni di esercizio.

Entro sessanta giorni dal ricevimento della documentazione le amministrazioni trasmettono all'ANPA le proprie osservazioni. L'ANPA, esaminata la documentazione, tenuto conto delle osservazioni, trasmette alle stesse amministrazioni una relazione con le proprie valutazioni e con gli eventuali limiti e condizioni da osservare. Entro trenta giorni, le amministrazioni trasmettono all'ANPA le proprie osservazioni finali. L'ANPA, sentita la commissione tecnica, di cui all'articolo 9 del decreto legislativo n. 230 del 1995, invia al Ministero dell'industria, il proprio parere con l'indicazione delle eventuali prescrizioni. Il ministro dell'industria rilascia l'autorizzazione condizionandola all'osservanza delle eventuali prescrizioni definite dall'ANPA. L'esecuzione delle operazioni avviene sotto la vigilanza dell'ANPA.

Al termine delle operazioni il titolare dell'autorizzazione trasmette all'ANPA i rapporti che documentano le operazioni eseguite e lo stato dell'impianto e del sito. Il ministro dell'industria, sentite le amministrazioni interessate e l'ANPA, emette con decreto le eventuali prescrizioni connesse allo stato dell'impianto e del sito al termine delle operazioni.

Da quanto è stato detto, si evince che la procedura, alla quale si è accennato, appare particolarmente vincolata e ripetitiva riguardo ai pareri, tanto da risultare più complessa di quella prevista dallo stesso decreto per la costruzione di una centrale nucleare (articoli 36 e seguenti del decreto legislativo n. 230 del 1995).

Si tratta, quindi, di migliorare e semplificare l'attuale procedura lasciando inalterati i suoi caratteri di affidabilità relativamente alla sicurezza della popolazione e dei lavoratori nonché alla salvaguardia dell'ambiente.

Con tali premesse, è stata elaborata una proposta di modifica dell'articolo 56 del decreto legislativo n. 230 del 1995, che viene riportata nell'articolato (articolo 18).

*11) Note tecniche.**11.1) Premessa.*

Fin dalle prime applicazioni dell'energia nucleare, la problematica della corretta gestione dei rifiuti radioattivi è stata in tutto il mondo oggetto di un particolare impegno tecnologico da parte degli enti di ricerca, in quanto è stata considerata un aspetto importante del ciclo nucleare ed una componente di rilievo della tematica ambientale e radioprotezionistica connessa con tali applicazioni. Si tratta di un problema molto articolato a fronte della diversificata produzione e tipologia dei rifiuti, in rapporto ai differenti momenti del ciclo produttivo. Anche le esigenze di soluzione sono state, pertanto, diverse e diversamente scaglionate nel tempo.

Lo smaltimento dei rifiuti radioattivi costituisce la fase finale ed è certamente l'atto più impegnativo del ciclo gestionale in quanto deve essere destinato ad assicurare il contenimento del manufatto radioattivo per tempi assai più lunghi dell'ordinaria percezione degli operatori e delle popolazioni interessate, garantendo un assoluto isolamento dei radionuclidi dalla biosfera.

A tale proposito, si ritiene che la definizione di un sito di smaltimento debba essere condotta con il consenso degli amministratori e dei cittadini, che devono essere informati da un soggetto istituzionale *super partes*, il cosiddetto garante, così come è avvenuto in Francia.

Per dare al Paese una garanzia che tutto possa avvenire con la massima correttezza e trasparenza di obiettivi, viene proposta l'istituzione di un'Agenzia nazionale che, in qualità di esercente di un centro nazionale di smaltimento, annovera tra i suoi peculiari compiti anche quello di dover regolamentare e normalizzare i processi di confezionamento e di condizionamento del rifiuto radioattivo in funzione del suo smaltimento.

Per affrontare questa tematica nella massima sicurezza possibile, i principi fondamentali ai quali l'Agenzia dovrà fare riferimento sono quelli della radioprotezione dei lavoratori e delle popolazioni, nel presente e nel futuro, nonché della preservazione dell'ambiente.

Poiché questi obiettivi devono conseguirsi concretamente, mediante attività operative, è indispensabile fare riferimento a normative o guide tecniche già sufficientemente sperimentate.

11.2) La guida tecnica n. 26 dell'ANPA « Gestione dei rifiuti radioattivi » (edizione 1987).

In Italia la classificazione dei rifiuti radioattivi proposta dall'ANPA con la guida tecnica n. 26 è già ampiamente accettata ed utilizzata da alcuni importanti esercenti nucleari, in attesa che i rifiuti radioattivi a media e bassa radioattività vengano destinati ad uno smaltimento in depositi superficiali o subsuperficiali. Infatti, tale guida tecnica ha recepito tre criteri generali che sono comuni a tutte le regolamentazioni internazionali in materia di rifiuti radioattivi:

ottimizzazione delle dosi individuali e collettive (secondo il criterio ALARA), nonché preservazione della qualità dell'ambiente;

adozione di adeguati provvedimenti atti a ridurre il volume dei rifiuti radioattivi:

immobilizzazione, ove necessario, dei radionuclidi mediante condizionamento del rifiuto in matrice inerte (manufatti).

Con riferimento alle tecniche di confinamento, la guida tecnica n. 26 prende in considerazione due fondamentali parametri, la concentrazione di radioattività ed il tempo di decadimento dei radionuclidi presenti, per mezzo dei quali determina tre categorie di rifiuti radioattivi (paragrafo II, punto 3); in particolare, per la seconda categoria, indica anche i requisiti e le modalità di condizionamento e di smaltimento (paragrafo II, punto 5).

L'aspetto tecnico che nella presente nota si vuole evidenziare è quello relativo alle caratteristiche chimico-fisiche e meccaniche che i manufatti radioattivi (la cui radioattività si prevede che decada tra i 50 e i 300 anni - II categoria) devono avere per rappresentare una prima barriera all'eventuale rilascio di radioattività in caso di incidente.

Esse sono elencate al paragrafo II.5.4 della guida tecnica e riguardano: la resistenza alla compressione, la resistenza ai cicli termici, la resistenza alle radiazioni, la resistenza al fuoco, la resistenza alla biodegradazione, la resistenza all'immersione, la liscivibilità ed i liquidi liberi.

La verifica dei requisiti dei manufatti deve essere inquadrata in un programma documentato di qualificazione e controllo sviluppato sulla base di criteri di garanzia della qualità.

Per tutti i rifiuti radioattivi non appartenenti alle prime due categorie, detti di terza categoria, la guida tecnica, al momento non dà indicazioni se non per il processo di condizionamento, riferendosi a generici « processi di vetrificazione o altri processi di condizionamento sufficientemente provati ».

11.3) *Safety guide 1994 « Classification of radioactive waste »* dell'Agenzia internazionale per l'energia atomica.

Per quanto attiene alla classificazione dei rifiuti radioattivi, nel linguaggio corrente, è ancora in uso un'antiquata terminologia qualitativa, spesso riportata nella letteratura internazionale, che ha avuto origine in sede IAEA (*International atomic energy agency*) e che è stata impiegata, in passato, in rapporto al tipo di deposito e di smaltimento che si intendeva attuare: rifiuti a bassa radioattività o di basso livello (LLW); rifiuti a media radioattività o di livello intermedio (ILW); rifiuti ad alta radioattività o di alto livello (HLW).

Alle tre suddette classi di rifiuti veniva aggiunta quella dei rifiuti contaminati da alfa emettitori in misura tale da doverli assimilare ai rifiuti di alto livello.

Alle prime due classi (LLW e ILW), ancor oggi, si possono far corrispondere, sia pure con qualche margine di approssimazione, i rifiuti classificati nelle prime due categorie della guida tecnica. Alle altre due (HLW ed alfa emettitori) corrispondono quelli classificati di terza categoria.

In tempi recenti (1994) la stessa IAEA ha provveduto a formulare una nuova e più articolata classificazione dei rifiuti, sviluppando criteri quantitativi — confrontabili con quelli della guida tecnica n. 26 — mirati principalmente a salvaguardare gli aspetti di radioprotezione in relazione al tipo di sistemazione finale nel sito di smaltimento.

Vista l'analogia con quanto è stato regolamentato in Italia (vedi tabella I della guida tecnica n. 26), si può senz'altro affermare che i criteri e la metodologia adottati dall'ANPA sono in linea con gli orientamenti internazionali.

Nel nuovo sistema di classificazione, anche l'IAEA prevede tre classi principali di rifiuti radioattivi, solidi o solidificati, le cui caratteristiche sono riassunte nello schema seguente.

Classificazione IAEA 1994.

Classe dei rifiuti	Caratteristiche principali	Confronto con le categorie della GT n. 26	Tipo di smaltimento
1. Rifiuti esenti (EW)*	Concentrazioni di attività inferiori ai livelli di esenzione	I Categoria	Nessuna restrizione di tipo radiologico
2. Rifiuti di livello basso	Livelli di attività superiori ai EW e potenza termica inferiore a 2 Kw/mc		
2.1. Rifiuti a vita breve (LILW-SL)	Concentrazione dei radionuclidi alfa emettitori a vita media lunga non eccedente i 400 Bq/g in media e i 4000 Bq/g per singolo manufatto	II Categoria	In strutture superficiali o subsuperficiali
2.2. Rifiuti a vita media lunga (LILW-LL)	Concentrazione dei radionuclidi a vita media lunga eccedenti le soglie di cui al punto 2.1	III Categoria	In formazioni geologiche profonde
3. Rifiuti di alto livello (HWL)	Potenza termica superiore a 2 Kw/mc e concentrazione di radionuclidi a vita media lunga eccedenti le soglie di cui al punto 2. 1	III Categoria	In formazioni geologiche profonde

* La materia della determinazione dei limiti di rilascio incondizionato è demandata alle autorità competenti di ciascuno Stato. È in corso, da parte della IAEA, un tentativo di unificazione di tali limiti tra i diversi Stati membri.

11.4) Proposta di classificazione dei rifiuti radioattivi in ambito europeo.

Nell'ambito dell'Unione europea, un gruppo di esperti *concerted action working group on waste classification and equivalence* su mandato della *Advisory Committee on programme management* (ACPM), ha studiato la possibilità di armonizzare le strategie ed ai criteri di gestione e di smaltimento dei rifiuti radioattivi, con particolare riguardo ai criteri di classificazione e di equivalenza tra tipologie diverse di rifiuti, dopo aver esaminato i sistemi di classificazione attualmente in uso nei diversi paesi dell'Unione europea. Ai lavori hanno partecipato anche esperti dell'est europeo.

L'attuale posizione, in materia di classificazione di rifiuti radioattivi, degli Stati comunitari è stata sintetizzata nel documento predisposto dal dipartimento della sicurezza nucleare e protezione civile della Commissione europea, del 30 marzo 1998, *radioactive waste categories*.

Dopo un approfondito confronto, il gruppo di lavoro ha proposto un criterio generale di classificazione, che è il risultato di un compromesso tecnico mediato tra tutti i sistemi già in uso nei diversi paesi dell'Unione.

Tale classificazione, che verrà presentata nel corso delle prossime riunioni dell'ACPM, in definitiva non si discosta molto dai criteri già indicati dall'IAEA e dall'ANPA.

Transition Radioactive Waste (TRW).

Tipologia di rifiuti che richiede un tempo limitato di stoccaggio, fino ad un massimo di cinque anni, affinché la radioattività decada a livelli inferiori ai limiti stabiliti dalle autorità competenti per il rilascio incondizionato. Tali limiti devono comunque seguire i criteri di base definiti nella direttiva Euratom 96/29 del 13 maggio 1996. Questa prima classe, in sostanza è equivalente alla prima categoria della guida tecnica n. 26, con la differenza che è stato specificato il limite massimo di anni di stoccaggio.

Low and Intermediate Level Waste (LILW).

Rifiuti con livelli di concentrazione di attività superiore ai limiti stabiliti per il rilascio incondizionato.

Short Lived Waste (LILW-SL).

Limite di concentrazione di attività (ai fini dello smaltimento) per alfa emittenti di 400 Bq/g sulla totalità dei rifiuti, con un limite di 4000 Bq/g per singolo manufatto.

Questa sottoclasse corrisponde alla seconda categoria della guida tecnica n. 26 ed identifica la tipologia dei rifiuti radioattivi che possono essere smaltiti in siti superficiali o subsuperficiali.

Long Lived Waste (LILW-LL).

Rifiuti che eccedono il limite di concentrazione di attività per alfa emittenti di cui al punto precedente e non presentano una significativa produzione di calore.

High level Waste (HLW).

Rifiuti che eccedono il limite di concentrazione di attività per alfa emittenti di cui al precedente punto LILW-SL e presentano una significativa produzione di calore.

I rifiuti LILW-LL e HLW corrispondono alla terza categoria della guida tecnica n. 26.

Raccogliendo il parere della maggioranza degli esperti presenti nel gruppo, si è ritenuto di non dover specificare alcun valore di potenza termica di separazione fra i rifiuti appartenenti alle classi LILW-LL e HLW, mentre la IAEA stabilisce per tali rifiuti una soglia di 2KW/mc.

Il motivo sostanziale di tale decisione è che il limite di potenza termica è fissato in funzione delle caratteristiche del sito di smaltimento prescelto.

La soluzione che a tutt'oggi viene adottata per tale custodia è quella del deposito temporaneo, in attesa che i risultati degli studi condotti in appositi laboratori sotterranei possano essere utilmente impiegati per individuare e qualificare i siti geologici profondi.

11.5) Classificazione dei rifiuti radioattivi negli Stati Uniti d'America.

Per completezza di informazione, si riporta anche una sintesi del sistema di classificazione dei rifiuti radioattivi negli Stati Uniti d'America dedotta dai criteri elencati nel documento 10 CFR, articolo 61, *Licensing requirements for land disposal of radioactive waste*.

Negli Stati Uniti d'America esistono tre classi di rifiuti radioattivi (A, B e C), ad ognuna delle quali corrispondono caratteristiche chimico-fisiche del rifiuto condizionato, crescenti nell'ordine.

La distinzione secondo le tre classi viene determinata sia dalla concentrazione di radionuclidi a vita lunga che dalla concentrazione di radionuclidi a vita breve.

Classificazione secondo i radionuclidi a emivita lunga.

Se la concentrazione non supera 0,1 volte i valori riportati nella tabella seguente, il rifiuto appartiene alla classe A:

se la concentrazione è compresa tra 0,1 e 1 volte i valori della tabella, il rifiuto appartiene alla classe C;

se la concentrazione supera i valori della tabella, il rifiuto non è adatto per essere smaltito in un deposito superficiale;

per rifiuti contenenti più radionuclidi presenti nella tabella, la concentrazione totale viene rispettata quando la somma dei quozienti, ottenuti dividendo la concentrazione dei singoli radionuclidi nel rifiuto per il corrispondente limite riportato nella tabella, non è superiore a 1.

Radionuclidi	Concentrazione	Unità
C-14	8	Ci/mc
C-14 in metalli attivati	80	Ci/mc
Ni-59 in metalli attivati	220	Ci/mc
Nb-94 in metalli attivati	0,2	Ci/mc
Tc-99	3	Ci/mc
I-129	0,08	Ci/mc
α -emettitori con $T_{1/2} > 5$ anni	100	nCi/g
Pu-241	3500	nCi/g
Cm-242	20000	nCi/g

Classificazione secondo i radionuclidi a emivita breve.

Se la concentrazione non supera i valori della colonna 1 della tabella seguente, il rifiuto appartiene alla classe A:

se la concentrazione è compresa fra i valori di colonna 1 e di colonna 2 della tabella, il rifiuto appartiene alla classe B;

se la concentrazione è compresa tra i valori di colonna 2 e di colonna 3 della tabella, il rifiuto appartiene alla classe C;

se la concentrazione supera i valori di colonna 3 della tabella, il rifiuto non è adatto allo smaltimento in un deposito superficiale;

per rifiuti contenenti più radionuclidi presenti nella tabella, la concentrazione totale viene rispettata quando la somma dei quozienti, ottenuti dividendo la concentrazione dei singoli radionuclidi nel rifiuto per il corrispondente limite riportato nella tabella riportata in precedenza non è superiore a 1.

Radionuclidi	Concentrazione (Ci/mc)		
	Colonna 1	Colonna 2	Colonna 3
Totale dei radionuclidi con $T_{1/2} < 5$ anni H-3	700	*	*
	40	*	*
Co-60	700	*	*
Ni-63	3,5	70	700
Ni-63 in metalli attivati	35	700	7000
St-90	0,04	150	7000
Cs-137	1	44	4600

* Per questi radionuclidi non ci sono limiti in classe B o C. Se il valore supera quello di colonna 1, il rifiuto è in classe B, a meno che altri radionuclidi determinino la classe superiore.

Qualora i rifiuti radioattivi contengano radionuclidi diversi da quelli elencati nelle due predette tabelle, essi vengono classificati in classe A.

12) Esempi di legislazione e di organismi stranieri per la gestione dei rifiuti radioattivi.

Belgio.

La politica della gestione dei rifiuti radioattivi è affidata alla responsabilità dell'ONDRAF/NIRAS, l'Agenzia nazionale per la gestione dei rifiuti radioattivi e del materiale fissile, un ente pubblico creato da una legge del 1980.

Questa Agenzia opera sotto la supervisione del Ministero per gli affari economici, che comprende il settore dell'energia tra le sue responsabilità.

Un regio decreto del 30 marzo 1981 definisce le finalità e i compiti dell'Agenzia.

Una legge del gennaio 1991 integra tra le competenze dell'Agenzia anche la gestione del materiale fissile e del combustibile irraggiato nonché lo smantellamento degli impianti nucleari dismessi, con modalità successivamente definite con apposito regio decreto dell'ottobre 1991.

Le attività relative alla gestione dei rifiuti radioattivi sono, al pari di tutte le altre attività nucleari, sottoposte all'osservanza delle « Regole generali per la protezione della popolazione e dei lavoratori dal rischio delle radiazioni ionizzanti » (regio decreto del 28 febbraio 1963 e successive revisioni).

All'atto della sua costituzione, l'Agenzia ONDRAF/NIRAS ha ricevuto una dotazione finanziaria iniziale dallo Stato.

A parte questo fondo iniziale, la legge istitutiva dell'Agenzia ONDRAF/NIRAS stabilisce che tutte le spese relative alla gestione dei rifiuti radioattivi debbono essere sostenute da chi li produce, tramite appositi contratti e convenzioni negoziati tra i produttori e la stessa Agenzia.

Il finanziamento di operazioni più a lungo termine quali lo smaltimento definitivo nel sito nazionale è anch'esso assicurato dai produttori di rifiuti tramite un fondo speciale.

Spagna.

Con regio decreto n. 1522 del 1984 è stata istituita l'Agenzia nazionale per i residui radioattivi (ENRESA); lo stesso decreto ne definisce i compiti e le responsabilità.

La politica generale per la gestione dei rifiuti radioattivi è definita periodicamente tramite il piano nazionale per i residui radioattivi, elaborato dall'Agenzia ENRESA e sottoposto al Ministero dell'industria e dell'energia per la successiva approvazione governativa. Il primo di questi piani è stato approvato nel 1987.

Le leggi quadro di riferimento, contenenti tutte le applicazioni pacifiche dell'energia nucleare, sono: legge sull'energia nucleare (atto 25/1964); decreto 2869/1972 sul rilascio delle licenze per installazioni nucleari; regio decreto 2519/1982 sulla protezione della popolazione e dei lavoratori dal rischio di radiazioni ionizzanti (emendato nel 1987).

All'atto della sua costituzione, l'Agenzia ENRESA ha ricevuto una dotazione iniziale dallo Stato (finanziamenti, personale e infrastrutture già della JEN, *Junta energia nuclear*, l'Ente nucleare spagnolo analogo all'ex CNEN italiano).

Secondo la legge istitutiva dell'Agenzia ENRESA, i costi di tutte le attività relative alla gestione dei rifiuti radioattivi debbono essere sostenuti dai produttori dei rifiuti stessi. Il sistema previsto consiste nel fissare una tassa basata su una percentuale del conto totale delle forniture di energia elettrica fornita dall'intero comparto elettrico, in modo da costituire un fondo di dotazione permanente.

Attualmente l'ENRESA opera utilizzando quasi esclusivamente gli interessi prodotti da tale fondo, lasciando pressoché intatto il capitale in vista del suo utilizzo per le operazioni più impegnative (deposito centralizzato temporaneo per il combustibile irraggiato, sito nazionale di smaltimento definitivo in formazioni geologiche).

Per i rifiuti radioattivi non di produzione elettronucleare, è previsto invece il pagamento di specifiche tariffe applicate ai servizi prestati.

Francia.

Con decreto congiunto dei ministri dell'industria, dell'economia e del bilancio del 7 novembre 1979 è stata creata, in seno al CEA (*Commissariat à l'énergie atomique*), l'ANDRA (Agenzia nazionale per la gestione dei rifiuti radioattivi).

La legge n. 1381 del 30 dicembre 1991, relativa alla gestione dei rifiuti radioattivi, ha separato l'ANDRA dal CEA, trasformandola in un organismo pubblico industriale e commerciale, sotto la tutela dei ministri dell'industria, della ricerca e dell'ambiente.

Sulla base di tale disposizione legislativa, il decreto del primo ministro n. 1391 del 30 dicembre 1992, riconfermando ed ampliando le finalità ed i compiti già definiti nel decreto 7 novembre 1979, ha definito la nuova organizzazione dell'Agenzia.

Oltre ai compiti specifici di gestione (raccolta dei rifiuti, predisposizione e gestione dei siti nazionali di deposito, sia per la bassa attività che per l'alta attività), l'ANDRA ha anche la responsabilità di definire le specifiche nazionali per il condizionamento dei rifiuti, di promuovere e contribuire ai programmi di ricerca nazionali in materia di gestione dei rifiuti, di repertoriare lo stato e la localizzazione di tutti i rifiuti radioattivi che si trovano sul territorio nazionale.

Fonti principali di finanziamento per l'ANDRA sono le sovvenzioni dello Stato e degli enti locali, la remunerazione dei servizi prestati in ambito nazionale, la partecipazione a programmi finanziati dall'esterno (esempio: Comunità europea), la cessione a Paesi terzi di proprie conoscenze (esempio: assistenza all'ENRESA per la realizzazione del deposito di El Cabril).

Germania.

Le leggi di riferimento sono: *Atomic energy act* (15 luglio 1985, emendato il 19 luglio 1994); *Radiation protection ordinance* (13 ottobre 1976, emendato il 2 agosto 1994); *Directive on the control of radioactive waste* (16 gennaio 1989, emendato il 14 gennaio 1994).

La responsabilità primaria per la gestione dei rifiuti radioattivi è del BFS (Ufficio federale per la protezione dalle radiazioni), creato nel 1976 con il nome di PTB, poi mutato in BFS, e posto sotto la giurisdizione del BMU (Ministero federale per l'ambiente, la protezione della natura e la sicurezza dei reattori).

Per gli aspetti relativi alla ricerca tecnologica sulla gestione dei rifiuti radioattivi, il BMU agisce congiuntamente con il BMFT (Ministero federale per la ricerca e la tecnologia).

Il BFS si avvale, come bracci operativi, delle società DBE (Compagnia germanica per la costruzione e la gestione di depositi per rifiuti radioattivi) e GNS (Compagnia per i servizi nucleari, di proprietà per l'80 per cento delle *utilities* elettronucleari).

I costi per la gestione dei rifiuti radioattivi debbono essere sostenuti dai produttori dei rifiuti stessi, sia pagando direttamente i servizi, sia attraverso la costituzione e capitalizzazione di un fondo speciale per la gestione dei rifiuti e lo smantellamento degli impianti, che i produttori di energia elettronucleare sono obbligati ad accumulare. La responsabilità primaria per la gestione di rifiuti radioattivi è del BFS.

Olanda.

La legge di riferimento è il *Nuclear energy act* n. 62 (21 febbraio 1963, sessioni 13 e 14).

Nel 1982 è stata istituita con apposita legge la società COVRA (Organizzazione centrale per i rifiuti radioattivi), responsabile della gestione di tutti i rifiuti radioattivi prodotti in Olanda.

La COVRA è una società di tipo privatistico.

Il *budget* della COVRA è coperto per il 60 per cento dalle *utilities* elettronucleari, per il 30 per cento dall'ECN (l'Ente statale olandese di ricerca energetica, assimilabile all'ENEA), e per il restante 10 per cento direttamente dallo Stato.

Svezia.

Le leggi che regolano in Svezia la gestione dei rifiuti radioattivi sono le seguenti: *Act* n. 1984/3 *on nuclear activities* (1984); *Radiation protection act* n. 1988/020 (1988); *Act* n. 1992/1537 *on the financing of future costs of nuclear waste management*.

La responsabilità della gestione dei rifiuti radioattivi è affidata alla società SKB (Compagnia svedese per il combustibile nucleare e la gestione dei rifiuti radioattivi).

La SKB, società costituita in prevalenza dalle 4 *utilities* elettro-nucleari nazionali, sottopone il suo programma triennale alla SKI (Ispettorato nucleare svedese), che lo valuta e lo sottopone, con le sue osservazioni, all'approvazione del Governo.

I fondi necessari sono raccolti prelevando una quota parte della bolletta elettrica secondo un fattore annualmente aggiornato dalla SKI (attualmente pari a 0,019 corone svedesi per Kwh, ossia 4.4 lire/Kwh). Con questo sistema, tenendo conto anche degli interessi, fino al 1994 sono stati accumulati fondi pari a circa 15 miliardi di corone svedesi (circa 3500 miliardi di lire), che la SKB può utilizzare (e ha già in parte utilizzato) per coprire i costi di costruzione e gestione di impianti ed infrastrutture per lo stoccaggio sia temporaneo che definitivo del combustibile irraggiato. I costi relativi alla gestione e deposito degli altri rifiuti prodotti in Svezia non sono coperti da questi fondi, ma vengono pagati direttamente dai produttori.

Svizzera.

Le leggi svizzere che regolano la gestione dei rifiuti radioattivi sono le seguenti: *Federal atomic energy act* (23 dicembre 1959, ultimi emendamenti 3 febbraio 1995, sezioni 4, 9, 39); *Federal order supplementing the atomic energy act* (6 ottobre 1968, sezioni 1 e 10); Ordinanza per le misure preparatorie per la costruzione di depositi per rifiuti radioattivi (27 novembre 1989); Ordinanza per la protezione delle radiazioni (22 giugno 1994, sezioni da 89 a 93).

Sulla base di tali leggi per quanto riguarda la gestione dei rifiuti:

la raccolta, il trattamento, il condizionamento e lo stoccaggio temporaneo dei rifiuti « non elettrici » sono assegnati tramite l'EDI (dipartimento federale dell'interno) al PSI (*Paul Scherrer institute*, istituto statale) con sede a Wurelingen;

il deposito centralizzato dei rifiuti « elettrici » (compresi quelli di ritorno dall'estero) è affidato alla società privata ZEILAG (*Zwischenlager Wurelingen AG*), fondata nel 1990 dalle *utilities*, che lo sta realizzando sempre a Wurelingen;

per la predisposizione e la gestione dei siti di smaltimento definitivo di tutti i rifiuti svizzeri, nonché per la promozione delle attività di ricerca di appoggio, è stata costituita fin dal 1972 la società NAGRA, di tipo privatistico, finanziata dallo Stato e dalle *utilities*.

È previsto per legge che le *utilities* elettronucleari (tramite prelievo dalla bolletta elettrica) e tutti gli altri produttori di rifiuti radioattivi contribuiscano ad alimentare un fondo destinato alla gestione dei rifiuti ed allo smantellamento degli impianti.

Da tale fondo attinge la NAGRA sia per le attività di ricerca sui siti di smaltimento ecologico per i rifiuti ad alta attività, sia per la realizzazione del deposito finale per i rifiuti a bassa attività (attualmente in corso nel sito di Wellemberg).

Regno Unito.

Le principali leggi che regolano la gestione dei rifiuti radioattivi sono: *Nuclear installation act* (1965, emendato da *regulations* del 18 settembre 1990); *The control of pollution (radioactive waste), regulation*

n. 959 (1976), n. 863 (1984), n. 708 (1985), n. 1158 (1989): *Radioactive substances act. sections 13 and 14* (1993).

Sulla base di tali leggi, la responsabilità di sviluppare, controllare ed aggiornare periodicamente la strategia nazionale per la gestione dei rifiuti radioattivi è competenza del *Secretary of State for the environment*, di concerto con altri ministeri interessati. L'atto più recente è costituito dal documento *UK Government review of radioactive waste management policy*, emesso dal *Secretary of State for the environment* il 19 maggio 1994.

I compiti operativi sono affidati a due organismi, entrambi di proprietà dello Stato:

la BNFL (*British nuclear fuel services*), sotto la vigilanza del *Department of environment*, che fornisce, su basi commerciali (anche a clienti esteri), servizi di ritrattamento e di trattamento, condizionamento e *interim storage* di rifiuti radioattivi ad alta e media attività, e gestisce il deposito nazionale di Drigg per lo smaltimento definitivo dei rifiuti a bassa attività;

la NIREX (*Nuclear energy radioactive waste executive*), sotto la vigilanza del *Department of energy*, fondata nel 1985 per attuare la strategia governativa di smaltimento definitivo dei rifiuti di bassa e media attività prodotti nel Regno Unito.

Il costo della gestione dei rifiuti radioattivi deve essere interamente sostenuto dai rispettivi produttori.

La BNFL opera in regime puramente commerciale.

La NIREX è supportata, oltre che dallo Stato (*Department of energy*), dalla stessa BNFL e dalle *utilities* elettronucleari.

Stati Uniti d'America.

La gestione dei rifiuti radioattivi è regolata da un complesso *corpus* di leggi, di cui si elencano qui di seguito le principali:

Nuclear waste policy act (1982);

Nuclear waste policy amendments act (1987);

Energy policy act, section 801 (1992);

Low level radioactive waste policy act (1980, emendato nel 1985);

Department of energy, Order 5820.2A, Radioactive waste management;

Waste isolation pilot plant land withdrawal act (1992);

West valley demonstration project act (1980).

Il *Nuclear waste policy act* prescrive che i produttori di combustibile irraggiato e i generatori di rifiuti ad alta attività paghino l'intero costo del loro smaltimento e che sia stabilito un *nuclear waste fund* per coprire i costi del programma di gestione dei rifiuti radioattivi.

A tale scopo, una tassa variabile è stata caricata sulle bollette elettriche a partire dall'aprile 1983, in aggiunta ad una tassa *una tantum* per coprire la produzione di rifiuti prima di tale data.