

Il Decommissioning degli Impianti Nucleari



“Si può, ed è stato fatto”

La notevole esperienza internazionale acquisita negli ultimi venti anni dimostra che gli impianti nucleari possono essere disattivati e smantellati (decommissioning) in sicurezza alla fine del loro esercizio e dopo il loro arresto definitivo. Questa brochure illustra il decommissioning attraverso una vasta gamma di impianti nucleari e mostra esempi di progetti realizzati con successo in tutto il mondo. Ulteriori informazioni possono essere trovate nelle pubblicazioni dell’Agenzia dell’Energia Nucleare (AEN) dell’Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE) nonché in una serie di siti web (si veda il retro della brochure).

Brochure realizzata dal Working Party on Decommissioning and Dismantling (WPDD), o gruppo di lavoro sul decommissioning e lo smantellamento e dal Programma di Cooperazione per il Decommissioning (CPD) sotto l’egida del Comitato per la Gestione dei Rifiuti Radioattivi (RWMC) della OCSE/AEN.



N U C L E A R E N E R G Y A G E N C Y

Panorama di impianti nucleari per la produzione di energia elettrica

Il diagramma mostra diverse tipologie di impianti generalmente necessari per la produzione di energia elettrica da fonte nucleare. Il minerale di uranio viene estratto e macinato (1). Il concentrato viene raffinato, trasformato (2) e in alcuni casi arricchito (3) fino a uno stato adeguato per l'impiego come combustibile nucleare. L'uranio è quindi utilizzato per la fabbricazione di elementi di combustibile (4) da impiegare nelle centrali elettronucleari (5). Il combustibile esaurito può essere trattato come rifiuto (stoccato in attesa di smaltimento) oppure riprocessato (6). Nel corso del riprocessamento vengono estratti uranio e plutonio successivamente riutilizzabili come combustibile (7).



Dopo il decommissioning

Nella maggior parte dei casi i rottami metallici e gli altri materiali derivanti dai processi di decommissioning sono in massima parte non radioattivi e vengono o riciclati e riutilizzati o smaltiti al pari dei rifiuti convenzionali. I rifiuti radioattivi vengono selezionati, imballati e inviati a impianti specifici per il loro smaltimento (per esempio il Centre de l'Aube in Francia e El Cabril in Spagna). Qualora impianti di questo tipo non siano disponibili, i rifiuti vengono stoccati. Una volta completato il decommissioning il terreno sul quale erano situati gli impianti nucleari viene rilasciato, a seconda dei casi, sia senza vincoli per qualunque tipo di destinazione, sia per un riutilizzo a fini industriali convenzionali oppure per nuove installazioni nucleari.

Smaltimento dei rifiuti radioattivi del decommissioning



Smaltimento di rifiuti a bassa attività (Centre de l'Aube, Francia, foto ANDRA)

Smaltimento di rifiuti a bassissima attività (El Cabril, Spagna, foto ENRESA)

Esempi di decommissioning completati

1. Estrazione e macinazione dell'uranio

Bonifica del sito delle miniere di uranio di Elliot Lake, Canada (Bacino idrografico del Serpent River) (foto BHP Billiton)

Diverse miniere di uranio, impianti di macinazione e impianti per la gestione dei residui sono stati attivi nel bacino del Serpent River (Ontario, Canada) tra la fine degli anni Cinquanta e il 1996. Il decommissioning degli impianti è iniziato nel 1985 ed è stato completato nel 2000 attraverso un processo di cooperazione che ha coinvolto i proprietari delle miniere, il governo provinciale, l'ente della popolazione nativa del Serpent River e altre comunità locali e gruppi d'interesse. Nel corso degli anni Novanta sono state rimosse le strutture più visibili, inclusi gli impianti di macinazione, i serbatoi di stoccaggio e i nastri trasportatori. Gli ingressi delle miniere sono stati sigillati e il territorio riconfigurato per rifletterne la forma originale e rinverdito.



Prima del decommissioning

Dopo il decommissioning

2. Conversione dell'uranio

Impianti di raffinazione e conversione dell'uranio di Ningyo Toge, Giappone (JAEA) (foto JAEA)

Gli impianti di conversione purificano e modificano il concentrato grezzo ottenuto dal minerale di uranio perché si possa in seguito trasformarlo in combustibile. Gli impianti di Ningyo Toge sono stati usati per attività di ricerca e sviluppo tra il 1981 e il 1999 e sono stati impiegati per trattare sia uranio naturale sia uranio da riprocessamento. Durante il periodo di operatività degli impianti sono state prodotte più di 700 tonnellate di uranio. I rifiuti radioattivi d'esercizio, quali fanghi residui non attivi chimicamente e materiali assorbitori, ammontano a più di 1.500 tonnellate. Lo smantellamento degli impianti di raffinazione e conversione è iniziato nel 2008 e sarà completato entro il 2012. Ulteriori rifiuti deriveranno dalle attività di smantellamento.



Centro di Ingegneria ambientale di Ningyo Toge. Impianto di raffinazione e conversione.

3. Arricchimento dell'uranio

Parco Tecnologico del Tennessee Orientale (ETTP) del Ministero dell'Energia degli Stati Uniti (foto Ministero dell'Ambiente degli Stati Uniti)

Il Parco Tecnologico ETTP di Oak Ridge fu costruito inizialmente come impianto per l'arricchimento dell'uranio a fini militari. La maggior parte degli impianti è inattiva da quando la produzione di uranio arricchito cessò, nel 1985. L'edificio K-25, a forma di U, lungo circa 1,5 chilometri e con 18 ha di aree coperte fu costruito nel 1943 quasi al centro dell'ETTP. L'edificio K-27, di forma rettangolare, venne costruito nel 1945 ed occupa un'area di circa 35.000 m². A parte la forma e le dimensioni, i due edifici sono molto simili per tipologia costruttiva e materiali. Entrambi gli edifici presentano contaminazione radioattiva e contengono materiali pericolosi all'interno delle strutture; ne è stata disposta la demolizione, che è in corso di completamento.



L'edificio K-25

La demolizione dell'ala ovest dell'edificio K-25.

4. Produzione di combustibile

Hanau, Germania (foto Siemens AG)

Hanau era il sito di quattro impianti tedeschi per la produzione di combustibile, uno dei quali produceva elementi di combustibile all'uranio per reattori ad acqua leggera (1350 tonnellate all'anno). Tutti e quattro gli impianti di produzione del combustibile e parti del sito sono stati rilasciati e svincolati da obblighi di controllo nucleare nel 2006. Durante il decommissioning la difficoltà maggiore fu rappresentata dalla decontaminazione degli edifici e del suolo. I rifiuti di uranio e plutonio rimarranno in depositi sul sito in attesa dello smaltimento.



L'impianto prima del decommissioning

Nel corso di decontaminazione delle pareti

Dopo il decommissioning: stoccaggio

5. Reattori di potenza

In tutto il mondo sono stati sottoposti a un completo decommissioning diversi reattori nucleari di potenza, di vari tipi e di varie dimensioni, da piccoli impianti pilota a grandi centrali.

Gundremmingen-A, reattore ad acqua bollente da 250 MWe (potenza elettrica lorda) (foto RWE Power AG)

L'unità A della centrale nucleare di Gundremmingen fu chiusa nel 1977 a seguito di un incidente. Il decommissioning è iniziato nel 1983 ed è in una fase molto avanzata. Tutte le strutture risultate attive sono state rimosse e le operazioni finali sono concentrate sulla decontaminazione dell'edificio del reattore. Dopo il completamento dei lavori di smantellamento, le rimanenti strutture verranno utilizzate per realizzare sul sito un centro tecnologico.



Smantellamento del recipiente a pressione del reattore per mezzo di taglio ad arco del metallo

Smantellamento di un generatore di vapore con l'utilizzo della tecnica di "taglio con particelle di ghiaccio"

Smantellamento del recipiente in pressione del reattore: trasporto della flangia

Niederaichbach, reattore ad acqua pesante da 106 MWe (potenza elettrica lorda) (foto Babcock Noell GmbH)

Il decommissioning è stato completato nel 1995 e non vi sono più obblighi di controllo nucleare. La centrale nucleare di Niederaichbach è stato il primo impianto nucleare di potenza significativa, al mondo, a completare il processo di decommissioning. Il sito è stato decontaminato fino al livello di "greenfield" (prato verde) e non vi è quindi alcuna restrizione in quanto al suo uso.



Smantellamento dello schermo biologico

Stato di "greenfield"

Fort St Vrain, reattore ad alta temperatura raffreddato a gas da 330 MWe (foto FSVFolks.org)

Il decommissioning è stato completato nel 1992. Nell'ex-edificio del reattore è ora collocato un impianto a gas con turbina.



Prima

Durante

Dopo: simile a prima, ma adesso è un impianto con turbina a gas.

Connecticut Yankee, reattore ad acqua pressurizzata da 600 MWe (foto Connecticut Yankee Atomic Power Company)

Il decommissioning è stato completato nel 2007. Si stanno individuando nuove destinazioni per il sito.



L'impianto prima del decommissioning

Nel corso della decontaminazione del calcestruzzo

Dopo il decommissioning

6. Riprocessamento

Eurochemic, Belgio (foto Belgoprocess)

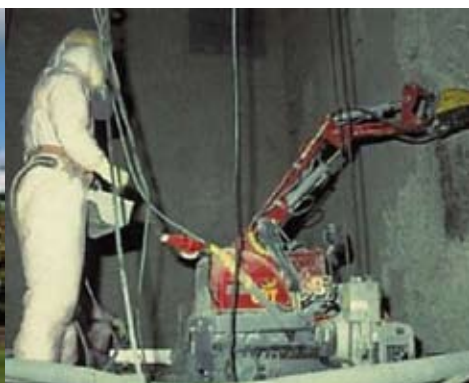
L'impianto di riprocessamento Eurochemic è stato operativo tra il 1966 e il 1977 ed ha riprocessato combustibile proveniente da centrali nucleari e reattori di ricerca. L'edificio principale era una grande struttura in calcestruzzo, comprendente una superficie di 55.000 m², un volume di calcestruzzo di 12.500 m³ e 1.500 tonnellate di componenti metallici. Dopo la decontaminazione, più di metà del materiale cementizio è stato smaltito senza alcun vincolo, così come quasi il 70% dei metalli. Una parte rilevante della struttura (l'ala est) è stata demolita nel 2008 e il decommissioning sarà completato nel 2012.



Prima



Durante la demolizione (agosto 2008)



Decontaminazione del calcestruzzo

7. Produzione di combustibile al plutonio

Impianto per la produzione di combustibile al plutonio, Tokai-Mura, Giappone (foto JAEA)

L'impianto per la produzione di combustibile al plutonio (PFFF) fa parte del Centro per il Combustibile al Plutonio di Tokai-Mura, che comprende impianti per lo sviluppo, la produzione e la fabbricazione di combustibile al plutonio. Il PFFF fu costruito nel 1972 per la produzione di combustibile destinato al reattore veloce sperimentale di Joyo. Fu definitivamente chiuso nel 2003 ed è ora in fase di decommissioning. Un aspetto di rilievo del processo di decommissioning riguarda lo smantellamento delle scatole a guanti usate per la fabbricazione delle pasticche di combustibile ad ossidi misti uranio-plutonio (MOX). Tale attività sarà svolta combinando operazioni di taglio sia manuali sia telecomandate.



L'impianto per la produzione del combustibile al plutonio



Nel corso dello smantellamento delle scatole a guanti.



Taglio di metalli telecomandato

Uno sguardo ravvicinato a un decommissioning in corso

Centrale nucleare di Greifswald, Germania

(foto EWN)



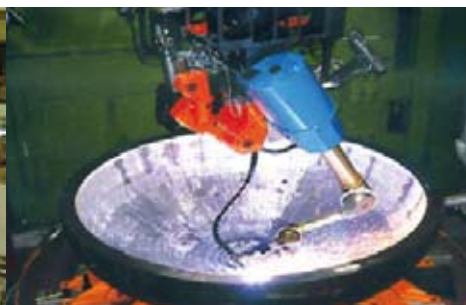
Veduta aerea dell'impianto



Rimozione del recipiente in pressione del reattore



Smantellamento del generatore di vapore dell'Unità 4



Taglio al plasma, a secco

Taglio meccanico



Taglio con sega alternativa



Taglio con filo diamantato



Taglio di un generatore di vapore con una grande sega a banda nell'Impianto Nord di Immagazzinamento Temporaneo (ZLN)



La sala turbine vuota

Il decommissioning: panorama complessivo della situazione attuale

Il termine decommissioning è usato per descrivere l'insieme delle operazioni tecniche e gestionali connesse al processo di chiusura dell'attività di un impianto nucleare e al suo successivo smantellamento, volte a facilitarne lo svincolo dall'obbligo di controllo nucleare (delicensing). Tali operazioni includono la decontaminazione delle strutture e dei componenti, lo smantellamento dei componenti, la demolizione degli edifici, la bonifica di ogni terreno contaminato e la rimozione dei rifiuti generati.

Degli oltre 560 reattori nucleari commerciali che sono o sono stati in esercizio in tutto il Mondo circa 120 sono chiusi definitivamente e sono in diverse fasi di decommissioning. Il decommissioning è stato completato in circa il 10% di tali impianti, ivi compresi otto reattori da più di 100 MWe. Sono stati inoltre chiusi e sottoposti a completo decommissioning un numero ben maggiore di altri tipi di impianti del ciclo nucleare o di ricerca, quali impianti per l'estrazione e l'arricchimento dell'uranio, impianti per la produzione e il riprocessamento del combustibile, laboratori, impianti per la produzione di isotopi e acceleratori di particelle.

Ulteriori informazioni sul decommissioning

Esempi di siti web internazionali dedicati al decommissioning

· Pubblicazioni del Gruppo di lavoro sul decommissioning e lo smantellamento (WPDD) e del Programma di Cooperazione per il Decommissioning (CPD):

www.nea.fr/html/rwm/wpdd

www.nea.fr/html/jointproj/decom.html

· Organizzazioni internazionali:

www-newmdb.iaea.org

http://ec.europa.eu/energy/nuclear/decommissioning/decommissioning_en.htm

· Associazioni industriali:

www.world-nuclear.org/how/decommissioning.html

www.nei.org/

www.ewn-gmbh.de/



La regolamentazione del decommissioning di impianti nucleari:

Questioni rilevanti e prassi emergente (in lingua inglese)

ISBN 978-92-64-99059-3

Gratuito: cartaceo o online



Svincolo dei materiali radioattivi e degli edifici da controlli regolamentari:

stato della situazione (in lingua inglese)

ISBN 978-92-64-99061-6

Gratuito: cartaceo o online

Il coinvolgimento dei portatori di interessi nel decommissioning di impianti nucleari.

Gli insegnamenti dell'esperienza internazionale (in lingua inglese)

ISBN 978-92-64-99011-1

Gratuito: cartaceo o online



Misurazione della radioattività per consentire il rilascio di materiali.

Rapporto del gruppo di lavoro (in lingua inglese)

ISBN 92-64-02319-4

Gratuito: cartaceo o online

