

Armi nucleari russe per combustibile elettronucleare americano

di **Alessandro Pascolini**¹

Completato il programma *Megatons to Megawatts*

1. Introduzione

Il 10 dicembre 2013 è partito da Baltimora per l'impianto di arricchimento di Paducah (Kentucky) l'ultimo carico di uranio debolmente arricchito (*Low-Enriched Uranium* – LEU) prodotto per gli impianti elettronucleari americani a partire dall'uranio altamente arricchito (*Highly Enriched Uranium* – HEU) estratto da testate nucleari russe, nell'ambito del programma *Highly Enriched Uranium Agreement (HEU to LEU)* noto giornalmisticamente come *Megatons to Megawatts*². Il carico era partito via mare da San Pietroburgo il 14 novembre salutato da dignitari russi e americani.

Si tratta di 40 speciali cilindri contenenti complessivamente 91 t di esafluoruro di LEU (UF₆) arricchito a circa il 4,4% nella componente di uranio-235 (per circa 61 t di uranio), prodotto a partire dal HEU al 90% di circa 80 testate nucleari³. A Paducah il materiale viene trasformato in ossido di uranio e subisce trattamenti ulteriori preliminari alla produzione di elementi di combustibile.

¹ Alessandro Pascolini è professore associato di Fisica Teorica presso il Dipartimento di fisica e astronomia "Galileo Galilei" dell'Università di Padova. È membro del Consiglio direttivo del [Centro d'ateneo per i diritti umani](#).

² M.L. Wald, [Ebb in Uranium Enrichment in U.S. Raises Questions about Nuclear Policy](#), The New York Times, December 4, 2013.

³ Ricordiamo che l'uranio in natura è una miscela di tre isotopi, uranio-238 (con 92 protoni e 146 neutroni, U-238) per il 99,284%, uranio-235 (con 92 protoni e 143 neutroni, U-235) per lo 0,711%, e uranio-234 (con 92 protoni e 142 neutroni, U-234) per lo 0,0054%; di questi solo U-235 è in grado di sostenere una reazione di fissione a catena e solo in alcuni tipi di reattori nucleari si può utilizzare uranio naturale. Nella maggior parte dei reattori elettronucleari si impiega un combustibile di uranio in cui la frazione di U-235 è innalzata tipicamente al 4-5% (LEU), mentre per le armi si richiede un arricchimento dell'ordine del 90% (HEU). Per convenzione, la soglia per HEU è fissata a un arricchimento del 20%; in questo lavoro per HEU considereremo il *Weapon Grade Uranium (WGU)* con un tasso di U-235 non inferiore al 90% (A. Pascolini, 2012, *Le armi nucleari*, in G. Giacomello, A. Pascolini (cur.), 2012, *L'ABC del terrore. Le armi di distruzione di massa nel terzo millennio*, Vita e Pensiero, Milano, pp. 27–54).



Figura 1. Cilindri B 30 contenenti esafluoruro di LEU solido prodotto nell'ambito del programma *HEU to LEU* (foto USEC)

Il programma *HEU to LEU* nel corso di 18 anni ha assicurato la conversione in LEU di 500 t di HEU proveniente da circa 20.000 bombe nucleari russe con la produzione di oltre 14.000 t di LEU per le centrali elettronucleari degli USA, coprendo dagli anni 2000 circa il 45% delle loro necessità di combustibile nucleare per quasi il 10% della produzione di energia elettrica americana, e al contempo garantendo lavoro a decine di migliaia di tecnici nucleari russi.

Per questi notevolissimi risultati *HEU to LEU* va riconosciuto come strumento cruciale per una drastica riduzione delle armi nucleari, la prevenzione della proliferazione e del terrorismo nucleari e rappresenta il principale caso economicamente significativo di riconversione di armi e impianti militari a scopo civile, oltre a costituire un importante tassello nei rapporti di collaborazione fra Russia e Stati Uniti.

2. I negoziati

Si possono identificare quattro eventi catalizzatori del programma, tutti maturati nel corso del 1991 :

- la firma del trattato START I (31 luglio)⁴, che imponeva drastiche riduzioni (per decine di migliaia) delle armi nucleari dei due paesi, con il conseguente aumento per centinaia di tonnellate delle già enormi scorte di HEU dei due stati;

⁴ Un'analisi dello START I si trova, per esempio, in R. Cowen Karp, 1992, *The START Treaty and the future of strategic nuclear arms control*, in *SIPRI Yearbook 1992: World Armaments and Disarmament*, Oxford University Press, Oxford, pp. 13–64.

- la proposta⁵ avanzata da Thomas L. Neff, un autorevole fisico del MIT, che gli USA acquistassero HEU russo per farlo diluire a LEU, in Russia, per impieghi civili negli USA;
- l'accoglimento del suggerimento di Neff dall'Accademia russa delle scienze, che convinse il ministro dell'energia atomica russa Victor Mikhaylov a proporlo formalmente al governo americano.
- ultimo evento cruciale, il crollo dell'Unione Sovietica (25 dicembre), che appariva comportare, nello specifico, un serio degrado dei sistemi di controllo dei materiali fissili militari, con il rischio della loro dispersione dalla Russia a potenze potenzialmente miranti all'acquisizione di armi nucleari o a gruppi terroristici.

Mentre negli USA l'interesse era essenzialmente legato ai problemi di sicurezza e di controllo della proliferazione, la Russia vedeva nel progetto la possibilità di salvare l'industria nucleare del paese e di ottenere un flusso di valuta forte per le disastrose casse dell'erario. Erano in particolare a rischio le città chiuse costruite attorno agli impianti di arricchimento dell'uranio.

Il negoziato governativo russo-americano, affidato a William Burns, capo della delegazione americana dell'*U.S. Safe and Secure Dismantlement (SSD)*⁶, e al ministro russo per l'energia atomica Viktor Mikhailov, iniziato nel corso del 1992 richiese 18 mesi di intensi contatti e ardue trattative per una molteplicità di cause:

- l'assoluta novità del progetto, cui le burocrazie russa e americana non erano preparate,
- le problematiche relative al segreto militare che in Russia coinvolgeva oltre alle armi anche la filiera della loro produzione, incluso l'arricchimento dell'uranio,
- competizioni interne fra le diverse agenzie in ciascuno dei due paesi,
- le implicazioni industriali ed economiche con le ripercussioni sul mercato americano e mondiale dell'uranio e dei servizi di arricchimento.

Si rese fra l'altro necessario:

⁵ T.L. Neff, *A Grand Uranium Bargain*, The New York Times, October 24, 1991.

⁶ Organizzazione prevista dal *Agreement between the Russian Federation and the United States of America on the Safe and Secure Transportation, Storage and Destruction of Weapons and the Prevention of Weapons Proliferation* (17 giugno 1992) nell'ambito del programma sviluppato a seguito della legislazione introdotta dai senatori Sam Nunn e Richard Lugar (*Soviet Threat Reduction Act*, novembre 1991) per la messa in sicurezza delle armi sovietiche di distruzione di massa (J.E. Goodby, S. Kile and H. Müller, 1995, *Nuclear arms control*, in *SIPRI Yearbook 1995: Armaments, Disarmament and International Security*, Oxford University Press, Oxford, pp. 645–653).

- concordare sulla tecnologia per la diluizione di HEU a LEU,
- risolvere i problemi legislativi interni ai due paesi riguardanti il commercio internazionale di materiale fissile, in particolare data la mancanza di un *Agreement 123* dell'USA con la Russia⁷,
- definire i rapporti con Ucraina, Bielorussia e Kazakistan per HEU di armi nucleari stazionate sui loro territori e in fase di trasferimento in Russia a seguito della loro adesione allo START I (Protocollo di Lisbona, 23 maggio 1992),
- individuare e convenire le procedure di controllo reciproco sul rispetto degli accordi, in particolare che il HEU russo provenisse effettivamente dallo smantellamento di bombe, e il LEU fosse utilizzato negli USA solo per combustibile elettro-nucleare,
- rendere compatibile il programma con le salvaguardie previste dal Trattato di non proliferazione, le norme della Convenzione per la protezione fisica del materiale nucleare⁸ e le procedure dell'Agenzia atomica internazionale di Vienna (IAEA),
- definire le procedure operative nei due paesi e realizzare gli impianti necessari, in particolare la conversione degli impianti per la produzione di HEU a quella di LEU,
- fissare una quantità di HEU da diluire abbastanza alta da generare un significativo ritorno economico alla Russia ma compatibile con l'esigenza di mantenere viva l'industria di arricchimento americana,
- individuare gli agenti esecutivi commerciali nei due paesi.

A complicare ulteriormente i negoziati hanno giocato due provvedimenti del governo americano⁹:

- a seguito di massicce importazioni di uranio sovietico, era stata presentata (8 novembre 1991) una petizione anti-dumping da produttori e sindacati americani del settore, il che portò a una misura protezionistica da parte del Dipartimento del commercio (maggio 1992) imponente un dazio del 115,82% sulle importazioni di uranio naturale o arricchito dai paesi

⁷ Le condizioni per la collaborazione degli USA con altri paesi nel campo delle applicazioni civili dell'energia nucleare sono fissate dal *U.S. Atomic Energy Act* del 1954 nella sezione 123, e dai successivi emendamenti (*Nuclear NonProliferation Act* del 1978), che richiedono dei precisi accordi formali (detti appunto *Agreement 123*) con garanzie per evitare i rischi di proliferazione militare, diretta o indiretta.

⁸ A. Pascolini, 2007, *Il disastro di Chernobyl e le iniziative internazionali per la sicurezza nucleare; parte seconda: accordi e convenzioni internazionali*, Pace diritti umani IV (2), pp. 49–74.

⁹ R.A. Falkenrath, 1995, *The U.S. –Russian HEU Purchase Agreement: Achievements, Problems, Prospects*, CSIA Discussion Paper 95-07, Kennedy School of Government, Harvard University, July 1995.

ex-sovietici. A fronte delle reazioni delle nuove repubbliche, il governo americano raggiunse accordi di “sospensione” fissando delle quote d’importazione per ciascun paese, accordo che creerà continui problemi per il programma *HEU to LEU*;

- l’8 ottobre 1992 il senato americano approvò nell’*Energy Policy Act* la privatizzazione delle attività di arricchimento commerciale del DOE, con la creazione di una compagnia indipendente, la *United States Enrichment Company* (USEC). Con la definitiva privatizzazione (luglio 1988) questa situazione di monopolio e di autonomia operativa dal governo porterà, come vedremo, l’USEC a ricercare nell’accordo con la Russia il massimo profitto, interferendo con gli obiettivi politici di sicurezza.

Il 18 febbraio 1993 si raggiunse l’accordo-quadro intergovernativo *Russian-U.S. Agreement concerning the disposition of highly enriched uranium extracted from nuclear weapons*¹⁰, firmato appunto da Burns e Mikhailov; l’accordo era finalizzato a prevenire i rischi di proliferazione e di terrorismo nucleari legati alla presenza di grandi quantità di HEU in Russia e precisava gli obiettivi:

- una rapida conversione di circa 500 t di HEU almeno al 90% proveniente da armi nucleari russe in LEU impiegabile in reattori nucleari commerciali, al ritmo di almeno 10 t di HEU annue nei primi 5 anni e di 30 t di HEU annue successivamente,
- la possibilità di utilizzare la tecnologia russa di diluizione anche negli USA per HEU americano,
- la creazione di appropriate misure per garantire il rispetto delle condizioni di non-proliferazione, sicurezza fisica, contabilità e controllo del materiale e di rispetto dell’ambiente.

Per quanto riguardava gli aspetti economici, ci si basava sui principi che nessuna delle parti finanziasse l’altra, che l’accordo commerciale non presentasse né profitti né perdite, coprendo in modo ragionevole i costi aggiustando i prezzi sulla base delle condizioni del mercato. Globalmente si prevedeva che la Russia avrebbe ricavato globalmente dal programma 8 miliardi di dollari per l’arricchimento e altri 4 miliardi per l’uranio naturale necessario per la produzione di LEU. Va osservato inoltre che il programma implicava da parte americana un sottoimpiego dei propri impianti di arricchimento, con i conseguenti problemi economici e sociali.

Il 14 gennaio 1994, risolte le problematiche relative ai rapporti con l’Ucraina e all’accordo di sospensione, venne firmato il contratto commerciale dettagliato (*Initial Implementing Contract* – Contract Number DE-AC01-93NE50067) fra USEC e Tenex per la realizzazione

¹⁰ Il testo dell’accordo *Russian-U.S. agreement concerning the disposition of highly enriched uranium extracted from nuclear weapons* si può trovare in *SIPRI Yearbook 1994*, Oxford University Press, Oxford, Appendix 16A, pp. 672–675.

della fase iniziale del programma *HEU to LEU*, con l'indicazione del prezzo per il primo anno, procedure per fissare prezzi, quantità e scadenze delle consegne negli anni successivi, termini di pagamento, e numerosi dettagli tecnici e commerciali. Il contratto è stato più volte modificato nel corso dello svolgimento del programma, sia fra le società gestori (con l'approvazione dei governi), sia con interventi governativi diretti, a seguito dell'evoluzione legislativa interna, di accordi bilaterali a livello governativo e dell'evoluzione del mercato.

3. Il processo di produzione di LEU da HEU

La radiazione di ogni singola arma nucleare dagli arsenali, il suo successivo smantellamento e il trattamento del materiale fissile richiedono procedure complesse da compiere nel rispetto della salute pubblica e dell'ambiente, con rischi e problemi di sicurezza a vario livello. La prima fase di smantellamento consiste nella rimozione di tutte (alcune migliaia) le componenti non nucleari, incluso l'esplosivo convenzionale ad alto potenziale che circonda i materiali fissili, isolando il nucleo fissile di HEU o/e plutonio e le bombole di deuterio e trizio.

Mentre è ancora aperto il problema della gestione del plutonio, che al momento viene immagazzinato in strutture di altissima sicurezza sia negli Stati Uniti che in Russia, esiste un metodo immediato per l'eliminazione definitiva di HEU: la sua riduzione a LEU mediante miscelamento con uranio a basso tenore di U-235, in modo da ottenere combustibile per gli impianti elettronucleari.

Il principio semplice in sé è tuttavia complicato dalla presenza nel HEU di contaminanti radioattivi e isotopi leggeri di uranio parassiti dovuti alla effettiva procedura di preparazione. Poiché parte dei contaminanti non può venir eliminata con metodi chimici, si richiede un'attenta strategia nel miscelamento di HEU con uranio a basso tenore di U-235, che in pratica deve venir prodotto a partire da uranio impoverito, ove gli isotopi leggeri sono presenti in minime frazioni.

L'approccio scelto per il programma *HEU to LEU* prevedeva la miscelazione in fase gassosa di esafluoruro di HEU con esafluoruro di LEU arricchito all'1,5%; per ridurre le componenti parassite di U-232, U-234 e U-236, il LEU diluente sarebbe stato prodotto a partire da DU al 2,5%, con un DU residuo all'1%, un processo difficile ma reso possibile dall'alta efficienza degli apparati di arricchimento russi. Il bilancio di questo procedimento porta a un lavoro dello stesso ordine di quello richiesto per produrre LEU al 4,4% a partire da uranio naturale e garantisce una presenza di U-234 inferiore al limite previsto dalle norme sul combustibile.

In sintesi, le principali fasi della procedura di conversione (schematizzate in fig. 2) partono dall'isolamento del HEU in forma metallica dagli altri componenti della bomba e la sua riduzione in trucioli, sottoposti a una prima analisi. I trucioli metallici sono quindi riscaldati in speciali fornaci e convertiti in ossido di HEU (U_3O_8), poi macinato e setacciato fino a essere ridotto a una polvere uniforme. La polvere viene campionata e, se il livello di impurità risulta inaccettabile, subisce una purificazione chimica mediante solventi. L'ossido di HEU viene

trasformato in esafluoruro di HEU (UF_6) in reattori a combustione. Verificato il tenore di U-235, i contenitori di UF_6 giungono agli impianti di arricchimento, ove la diluizione avviene in fase gassosa miscelando l'esafluoruro di HEU con l'esafluoruro di LEU all'1,5% (prodotto nello stesso impianto) in modo da ottenere UF_6 di LEU al 4,4%, che poi è pompato all'unità di de-sublimazione ove viene raffreddato a fase solida; una volta analizzato, l' UF_6 solido è caricato in contenitori industriali standard B30 da 2,5 t (lorde) per il trasferimento negli USA.

Negli impianti dell'USEC il materiale viene de-fluorizzato e ridotto a ossido di LEU (UO_2); verificata la qualità commerciale, eventualmente corretta con qualche intervento, il LEU viene reso disponibile agli impianti di produzione delle pastiglie del combustibile per reattori.

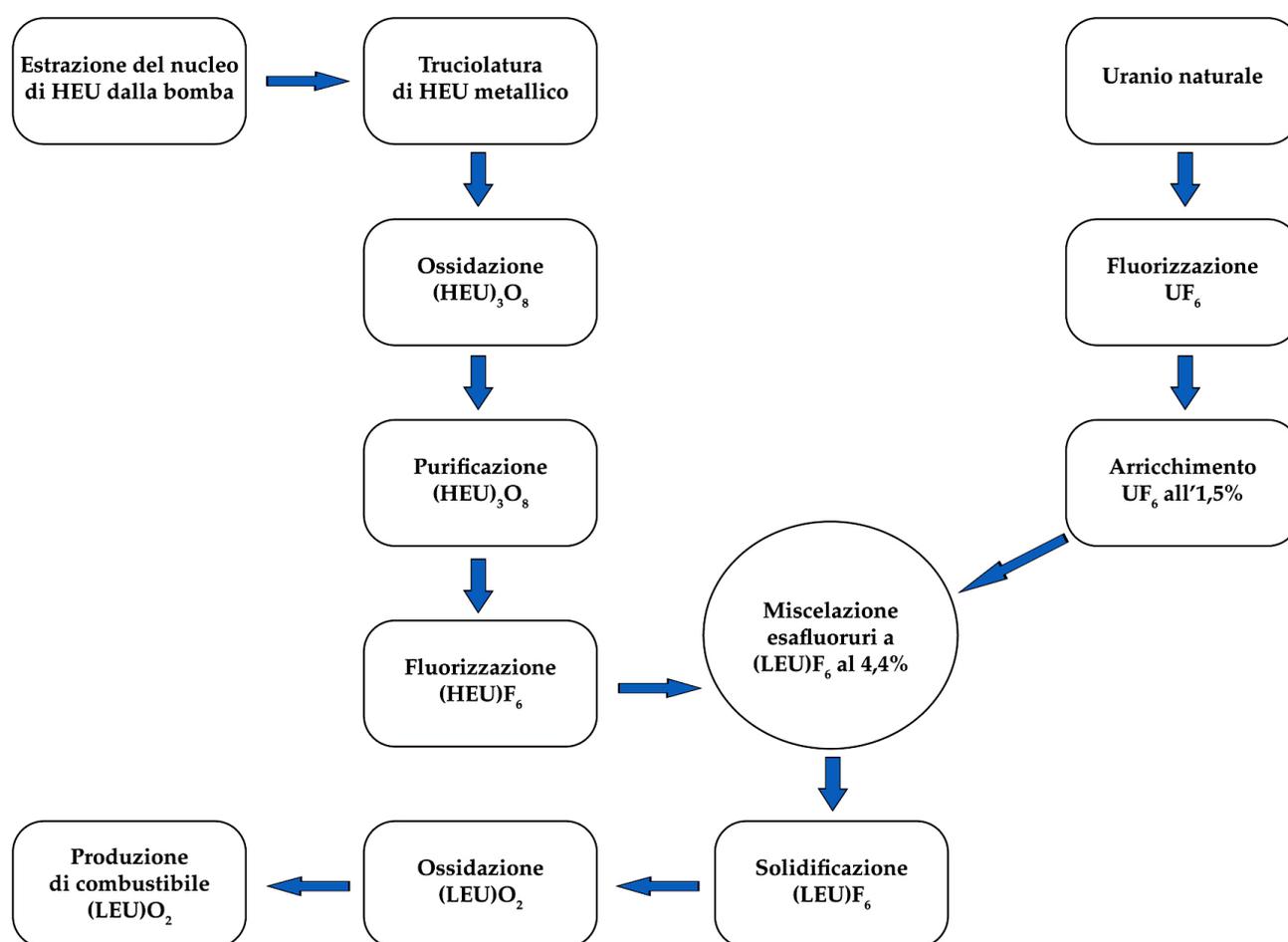


Figura 2. Schema delle fasi di diluizione di HEU a LEU

Nelle operazioni per il progetto *HEU to LEU* sono stati coinvolti più laboratori e impianti ex-militari russi: le bombe venivano smantellate a Zarechnly (già Penza-19), Trekhgorny (già Zlatoust-36), Sarov (Arzamas-16) e Lesnoy (già Sverlovsk-45), ove il materiale fissile veniva

raccolto e preparato per la spedizione; il HEU estratto era inviato per truciolatura, ossidazione e purificazione dalle scorie in parte alla SKhK di Severks e in parte alla Mayak PO a Ozersk (già Chelyabinsk-65, già Chelyabinsk-40), un impianto inizialmente destinato alla manifattura del nocciolo di HEU e plutonio delle armi nucleari; Mayak mandava l'ossido di HEU in parte a Severks e in parte all'EKhZ di Zelenogorks per la fluorizzazione e diluizione; Severks trasferiva gran parte del suo esafluoruro di HEU per la diluizione all'UEKhK di Novouralks; l'esafluoruro di LEU prodotto nei tre impianti procedeva infine per San Pietroburgo ove veniva imbarcato verso gli Stati Uniti.

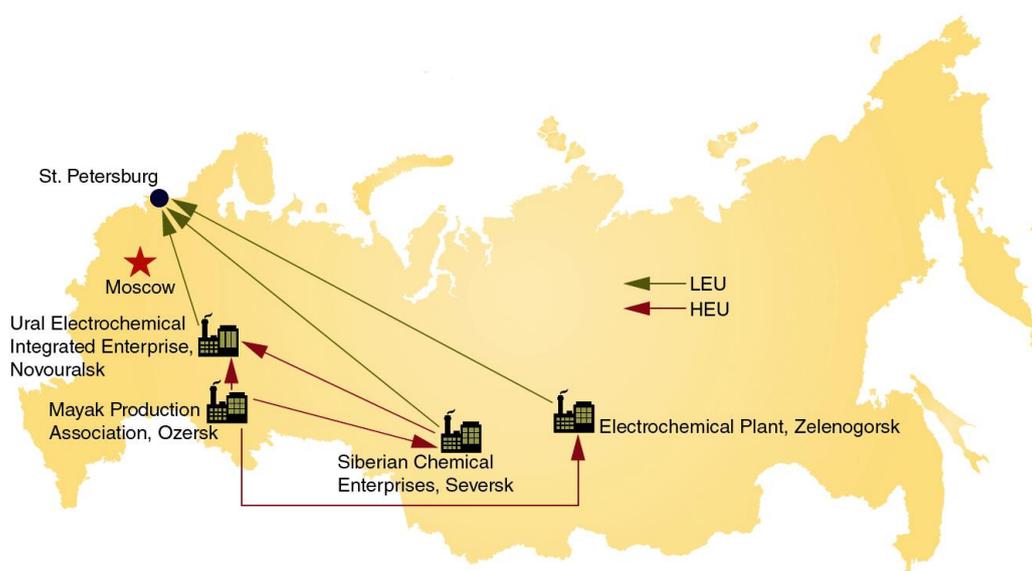


Figura 3. I laboratori russi coinvolti nel programma *Megatons to Megawatts* (immagine del Lawrence Livermore National Laboratory).

4. Garanzie di trasparenza e sicurezza

Affinché il programma *HEU to LEU* raggiungesse i suoi obiettivi di disarmo e di prevenzione della proliferazione nucleare si è reso necessario garantire due classi di sicurezze, una bilaterale inerente al rispetto dell'accordo e una relativa alla protezione fisica dell'uranio.

Gli USA richiedevano la certezza che il materiale di HEU provenisse effettivamente da armi nucleari e non da altre origini; inoltre gli USA volevano controllare che la diluizione a LEU avvenisse nei termini concordati e che il prodotto finale avesse il giusto tenore di U-235. A sua volta, a Russia richiedeva garanzie che il LEU prodotto finisse solo per la produzione di combustibile per impianti elettronucleari civili e non per applicazioni militari o, al limite, quale agevole punto di partenza per la produzione di nuovo HEU.

La seconda classe di problemi riguardava la garanzia che i materiali di uranio (e in particolare di HEU) nelle varie fasi di trattamento e trasporto non potessero finire nelle mani di potenziali proliferatori o terroristi a seguito di furti, diversioni o perdite.

Era quindi vitale per il programma la creazione di processo di costruzione della fiducia reciproca, superando il clima di diffidenza e l'onnipresenza del segreto militare e industriale frutto di 50 anni di guerra fredda. L'accordo istitutivo del programma richiese la definizione immediata di precisi accordi per il controllo del rispetto dei suoi principi e scopi e la piena trasparenza di tutto il processo di conversione e del flusso di materiale. Gli elementi principali del regime hanno incluso visite di familiarizzazione negli impianti coinvolti, visite speciali di monitoraggio fino a sei volte l'anno, ispezioni strumentali, l'installazione di sistemi di monitoraggio automatici.

5. Un bilancio e prospettive

La prima consegna di LEU prodotto nel contesto dell'accordo si ebbe nel giugno 1995 con 24 t di LEU derivante da 786 kg di HEU; le quantità di HEU trattato è andato crescendo fino a stabilizzarsi dal 2000 in poi al ritmo di circa 30 t di HEU trasformate annualmente in circa 900 t di LEU: da allora in poi il LEU prodotto ha coperto circa il 45% delle necessità americane di combustibile, ossia il 10% della produzione di energia elettrica. Alla fine del 2012 erano state convertite in 13604,6 t di LEU 472,32 t di HEU (da 18895 testate nucleari).

A regime veniva pagato annualmente alla Russia il valore per il lavoro di arricchimento e messe a disposizione 9.000 t di uranio naturale; globalmente la Russia ha ricevuto circa 17 miliardi di dollari (2/3 per l'arricchimento, 1/3 per l'uranio naturale), di cui circa 13 direttamente a disposizione del Tesoro. Il denaro è stato in parte utilizzato per finanziare programmi per accrescere la sicurezza degli impianti nucleari del paese, per la conversione ad attività civili delle strutture militari e per il recupero ambientale di aree contaminate, in particolare negli Urali¹¹.

Megatons to Megawatts è stato indubbiamente un significativo successo di collaborazione russo-americana per il disarmo e la lotta alla proliferazione nucleare. Fra i risultati ottenuti va posto in evidenza che ha permesso di:

- eliminare in via definitiva un'enorme quantità di uranio altamente arricchito, annullando così il rischio di un suo impiego per armi nucleari,
- accelerare lo smantellamento delle armi sovietiche in eccesso rispetto agli accordi START, il cui progresso si scontrava con i problemi economici russi del tempo,
- evitare l'accumulo di enormi quantità di materiale fissile militare a fronte di sistemi di controllo e protezione fisica non sempre adeguati,

¹¹ Pavlov and V. Rybachenkov, 2013, *The U.S.-Russian Uranium Deal: Results and Lessons*, Arms Control Today 43, pp. 33-37

Armi nucleari russe per combustibile elettronucleare americano

- agevolare la riconversione dei laboratori e degli scienziati russi dal settore militare a quello civile, riducendo il pericolo dell'esodo di esperti e di attrezzature sensibili verso potenziali proliferatori, mantenendo la stabilità sociale del complesso nucleare russo,
- incentivare gli stessi USA a trasformare proprio HEU in eccesso in LEU per usi civili,
- evitare la creazione di complesse e costose strutture di protezione e di controllo,
- fornire alla Russia delle risorse economiche nella difficile situazione economica alla fine dell'Unione Sovietica,
- sostenere gli sforzi interni alla Russia per ridurre l'infrastruttura per la produzione di armi nucleari e rafforzare la protezione del materiale nucleare,
- ridurre la produzione americana di LEU, con un notevole risparmio energetico,
- creare collaborazione fra industrie russe e americane nel settore nucleare civile,
- salvaguardare l'ambiente dal possibile inquinamento radioattivo a causa di dispersione di HEU senza le necessarie cautele.

Per motivi di natura economica, il programma non è stato esteso: sulla base di un nuovo accordo commerciale, la Russia continuerà a fornire LEU alla USEC per gli impianti americani, per quantità circa metà di quelle previste da *HEU to LEU* (20% del fabbisogno statunitense), ma utilizzando uranio naturale e non HEU dalle sue armi. Va osservato (tabella 1) che in Russia rimane una notevole quantità di HEU, la cui eliminazione sarebbe della massima urgenza e di altissimo interesse per la sicurezza mondiale.

Rimane a livello internazionale il problema di eliminare quanto prima le scorte di HEU esistenti sottraendolo sia dagli impieghi militari che dagli usi civili; varie iniziative sono in corso¹² ma rimangono ancora oltre 1.300 t di HEU (tabella 1), sufficienti per oltre 50.000 bombe, mentre continua la produzione di HEU a scopo militare in India, Pakistan e Corea del Nord e gli Stati Uniti procedono lentamente alla diluizione del HEU in eccesso e mantengono enormi quantità per impieghi navali.

Paese di impiego	Armi	Navale	Usi civili	Eccesso	Totale	Eliminato
Cina	16 ± 3,2				16 ± 3,2	
Francia	26 ± 5,2		4,7		30,7 ± 5,2	

¹² A. Pascolini, 2008, *Una pesante eredità della guerra fredda: le enormi scorte di materiali fissili con potenzialità militari*, Pace diritti umani V(3), pp. 53–93.

India	2,4 ± 0,96				2,4 ± 0,96	
Israele	0,3 ± 0,06				0,3 ± 0,06	
Pakistan	3 ± 0,9				3 ± 0,9	
Russia	616 ± 120	30	20	29	695 ± 120	488
UK	11,7	8,1	1,4		21,2	
USA	260	252	20	63	595	141
Altri			15		15	
Totale	935,4 ± 131	290,1	61,1	92	1378,6 ± 131	629

Tabella 1. Stima dell'International Panel on Fissile Material¹³ della quantità di HEU mondiale alla fine del 2012 (in tonnellate).

Ulteriori preoccupazioni vengono dalle scorte di plutonio separato, sia di origine militare che civile, che ormai sfiorano le 500 tonnellate; va osservato che il problema dell'eliminazione del plutonio è molto più arduo di quello del HEU e non vi sono concrete iniziative in corso.

Uno strumento internazionale importante per limitare proliferazione e sviluppo di armi nucleari è un trattato internazionale per la cessazione della produzione di materiale fissile militare e l'eliminazione di quello esistente, per il quale esistono negoziati in discussione alla Conferenza del disarmo (CD) dal 1994. Un tale trattato rafforzerebbe il regime di non proliferazione, ridurrebbe i rischi di terrorismo nucleare e favorirebbe la creazione di una base per il disarmo nucleare. I problemi che finora hanno ostacolato il progresso dei negoziati per un *Fissile Material (Cutoff) Treaty* (FMCT) sono essenzialmente le tecniche di verifica e le scorte esistenti, con posizioni differenti dei paesi coinvolti¹⁴. Il Pakistan, che considera necessaria per la propria sicurezza la produzione di un adeguato arsenale di armi nucleari, ricorrendo al diritto di veto sta bloccando dal 2009 i lavori della CD sul trattato.

Abbiamo così un'ulteriore conferma che il disarmo nucleare richiede una totale revisione del ruolo che tali armi hanno nelle correnti impostazioni del concetto di sicurezza di uno stato.

¹³ International Panel on Fissile Material, 2013, *Global Fissile Material Report 2013: Increasing Transparency of Nuclear Warhead and Fissile Material Stocks as a Step toward Disarmament*, Princeton University, Princeton.

¹⁴ International Panel on Fissile Material, 2008, *Country perspectives on the challenges to a fissile material (cutoff) treaty*, Princeton University, Princeton.