









LA BOMBA NUCLEARE OGGI:

COREA, IRAN, USA, RUSSIA, etc

Le testate nucleari nel mondo (2003)

	Country	Suspected Strategic Nuclear Weapons	Suspected Non-Strategic Nuclear Weapons	Suspected Total Nuclear Weapons
	China	250	120	400
	France	350	0	350
	India	60	?	60+?
	Israel	100-200	?	200+?
	Pakistan	24-48	?	24-48
	Russia	~ 6,000	~ 4,000	~10,000
	United Kingdom	180	5	185
	United States	8,646	2,010	10,656

L'arsenale nucleare (2006)

RUSSIA

TIPO DI MISSILE	VETTORI	TESTATE
ICBM in silos	248	1601
ICBM mobili	252	252
Sommergibili (12)	180	636
Bombardieri (79)	884	884

USA

TIPI DI MISSILE	VETTORI	TESTATE
ICBM in silos	475	998
Sommergibili (8)	192	1152
Bombardieri (58)	58	1096

La fissione nucleare

Nella fissione nucleare un nucleo colpito da un neutrone si divide in due nuclei ed emette da due a tre neutroni.

Nel processo si ha una perdita di massa, che produce energia secondo la formula:

$$E = m c^2$$

La massa critica (1)

Alcuni dei neutroni emessi nella fissione producono a loro volta un'altra fissione: si ha una *reazione a catena*.

Per una certa massa, detta *critica*, il numero dei neutroni prodotti è uguale a quello dei neutroni perduti.

Quando la massa è superiore a quella critica si producono più neutroni di quelli che si perdono: la reazione è divergente ed il numero delle fissioni aumenta esponenzialmente.

Si ha una *esplosione*.

La massa critica (2)

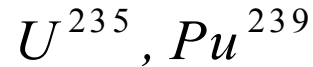
I neutroni prodotti dipendono dalla massa, cioè dal volume.

I neutroni *perduti* dipendono dalla superficie.

Il bilancio neutronico dipende dal rapporto tra il volume e la superficie.

Questo rapporto cresce con il volume e quindi con la massa.

Per fare una bomba



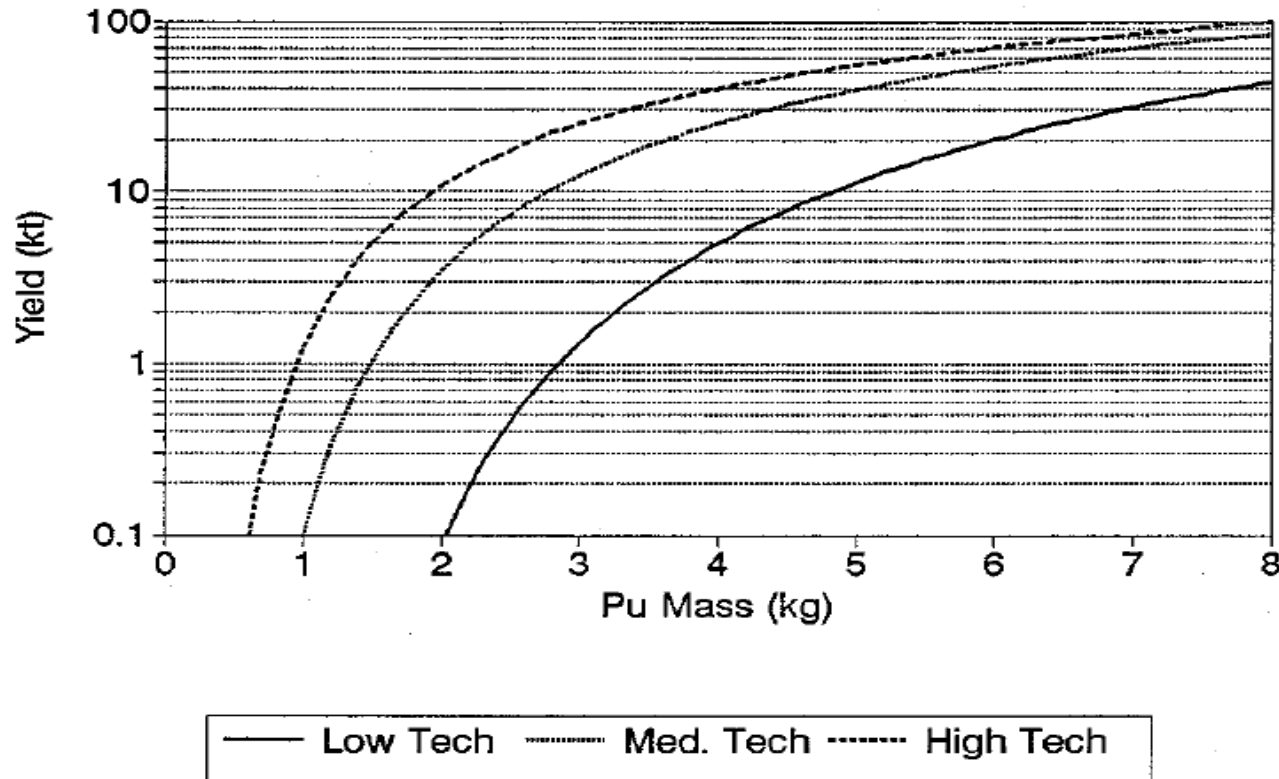
- 1) Possedere il materiale:
- 2) Riuscire ad ottenere una massa critica in tempi brevi
- 3) Disporre di laboratori e tecnici in grado di maneggiare materiali molto pericolosi

Ottenere un'esplosione

1. Mantenere il materiale fissionabile in condizioni sottocritiche prima della detonazione;
2. Portare il materiale fissionabile in condizioni supercritiche mantenendolo privo di neutroni;
3. Introdurre neutroni nella massa critica quando si trova nella condizione ottimale di massima supercriticità;
4. Mantenere la massa compatta fino a che una parte consistente della massa ha subito la fissione.

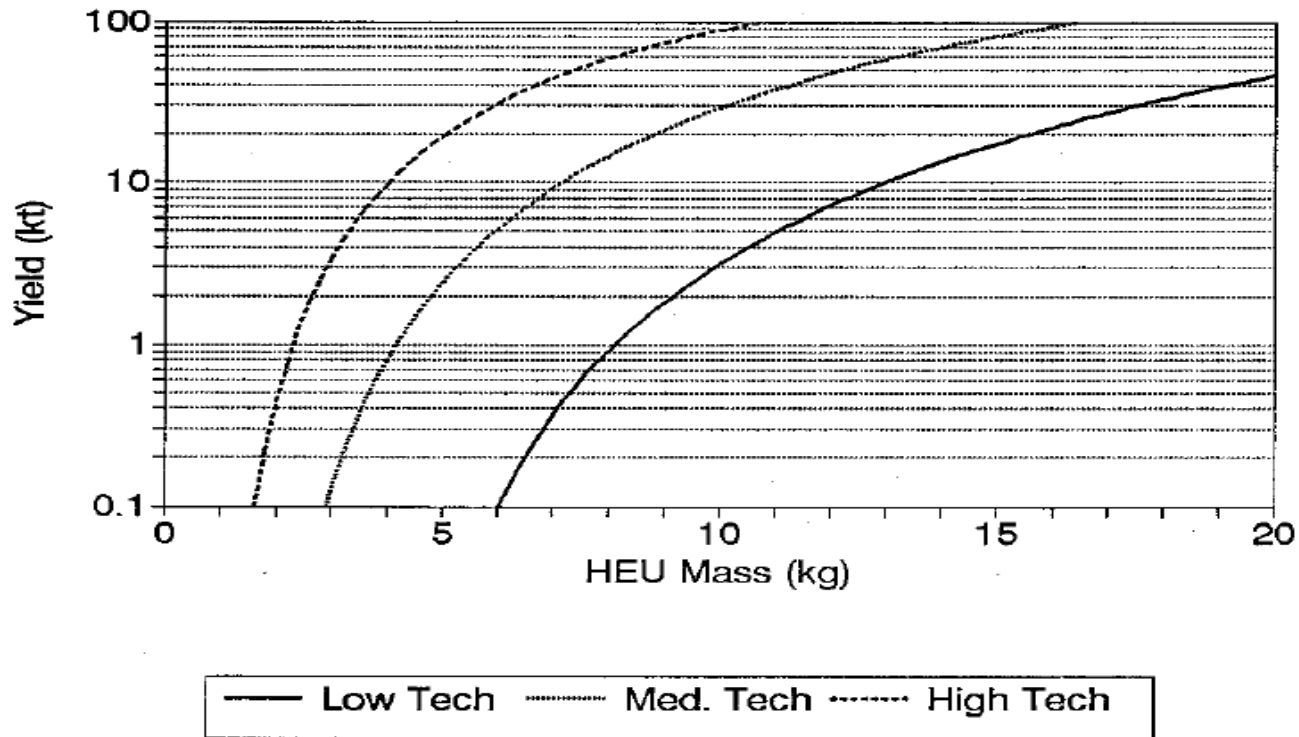
La massa critica (3)

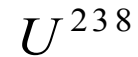
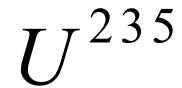
Figure 1. Yield vs. Pu Mass
(As a Function of Technical Capability)



La massa critica (4)

Figure 2. Yield vs. HEU Mass
(As a Function of Technical Capability)

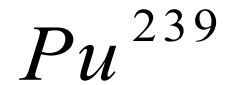




Il minerale che si trova in natura contiene il 99,3 % di U^{235} e il 0,7 % di U^{238}

Con un processo di **separazione isotopica** si ottiene LEU (low enriched uranium) che contiene meno del 5 % di U^{235}

Con una ulteriore separazione si ottiene HEU (highly enriched uranium) che contiene una percentuale di U^{235} superiore al 90%
LEU si utilizza nei reattori ad acqua leggera; HEU nei reattori e nelle bombe



Il Pu non esiste praticamente in natura ed è prodotto nei reattori nucleari.

Si ottiene dal **riprocessamento** del combustibile irradiato.

La produzione di Pu^{239}

Per produrre energia elettrica le sbarre di uranio stanno nei reattori per tre o quattro anni: il plutonio così prodotto ha una percentuale del 60% di Pu^{240} , del 25% di Pu^{241} , del 10% di Pu^{242} .

Il Pu^{240} ha una elevata probabilità di fissione spontanea e nelle bombe non deve superare il 6%; percentuali superiori rendono le bombe soggette ad una predetonazione, quindi poco affidabili e con potenza inferiore.

Per produrre Pu con poco Pu^{240} , le sbarre di uranio del reattore devono essere estratte frequentemente, ogni quattro o cinque mesi.

Il *Pu* dai reattori

Un reattore ad acqua leggera della potenza di 1000 MWe produce 25 t. di combustibile esaurito all'anno.

Questo combustibile contiene circa 290 kg di *Pu*.

IL NUCLEARE CIVILE

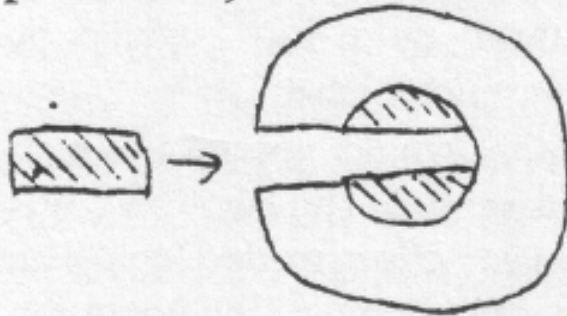
Centrali	Mod.	Ref.	Comb.	Pu239
A. leggera	A. leggera	A. leggera	U ar. al 3%	Inefficiente
A. pesante	A. pesante	A. pesante	U naturale	SI
A gas	Grafite	Gas	U naturale	SI
Gas HT	Grafite	He	U ar.	NO
Met. Liq.	No	Sodio	U o Pu ar.	SI

Il nucleare militare

Tutte le tecnologie e gli apparati utilizzati nel nucleare civile possono trovare utilizzazione nel nucleare militare.

20. Shooting

We now consider briefly the problem of the actual mechanics of shooting so that the pieces are brought together with a relative velocity of the order of 10^5 cm/sec or more. This is the part of the job about which we know least at present. One way is



to use a sphere and to shoot into it a cylindrical plug made of some active material and some tamper, as in the sketch. This avoids fancy shapes and gives the most favorable shape,

for shooting, to the projected piece whose mass would be of the order of 100 lbs.

UNCLASSIFIED

THIS IS COPY 11 OF 34

~~SECRET~~
~~LIMITED~~

The designated "LIMITED" indicator is report dealing with information which is more restricted than the information in the "SECRET" reports. Persons receiving these reports should not show them to members of the staff, even of the same laboratory, without special authorization.

THE LOS ALAMOS PRIMER

The following notes are based on a set of five lectures given by R. Serber during the first two weeks of April 1943, as an "indoctrination course" in connection with the starting of the Los Alamos Project. The notes were written up by E. U. Condon.

1. Object

The object of the project is to produce a practical military weapon in the form of a bomb in which the energy is released by a fast neutron chain reaction in one or more of the materials known to show nuclear fission.

2. Energy of Fission Process

The direct energy release in the fission process is of the order of 170 MEV per atom. This is considerably more than 10 times the heat of reaction per atom in ordinary combustion processes.

This is $170 \cdot 10^6 \cdot 4.8 \cdot 10^{-10} / 300 = 2.7 \cdot 10^{-4}$ erg/nucleus. Since the weight of 1 nucleus of 25 is $3.88 \cdot 10^{-22}$ gram/nucleus the energy release is

$$7 \cdot 10^{17} \text{ erg/gram}$$

The energy release in TNT is $4 \cdot 10^{10}$ erg/gram or $3.6 \cdot 10^{16}$ erg/ton.

Hence

$$1 \text{ kg of } 25 \approx 20000 \text{ tons of TNT}$$

3. Fast Neutron Chain Reaction

L'efficacia di una bomba

L'efficacia di una bomba dipende dalla sua potenza, ma molto dalla precisione con la quale si riesce a portare la bomba sull'obiettivo, che si misura con il CEP (*Circular Error Probable*).

Il CEP dipende dal livello della tecnologia missilistica.

La formula della Single-Shot Probability of Kill (SSKP)

$$SSKP = 1 - 0,5^{2,62 z^{-2} (y/x)^{2/3}}$$

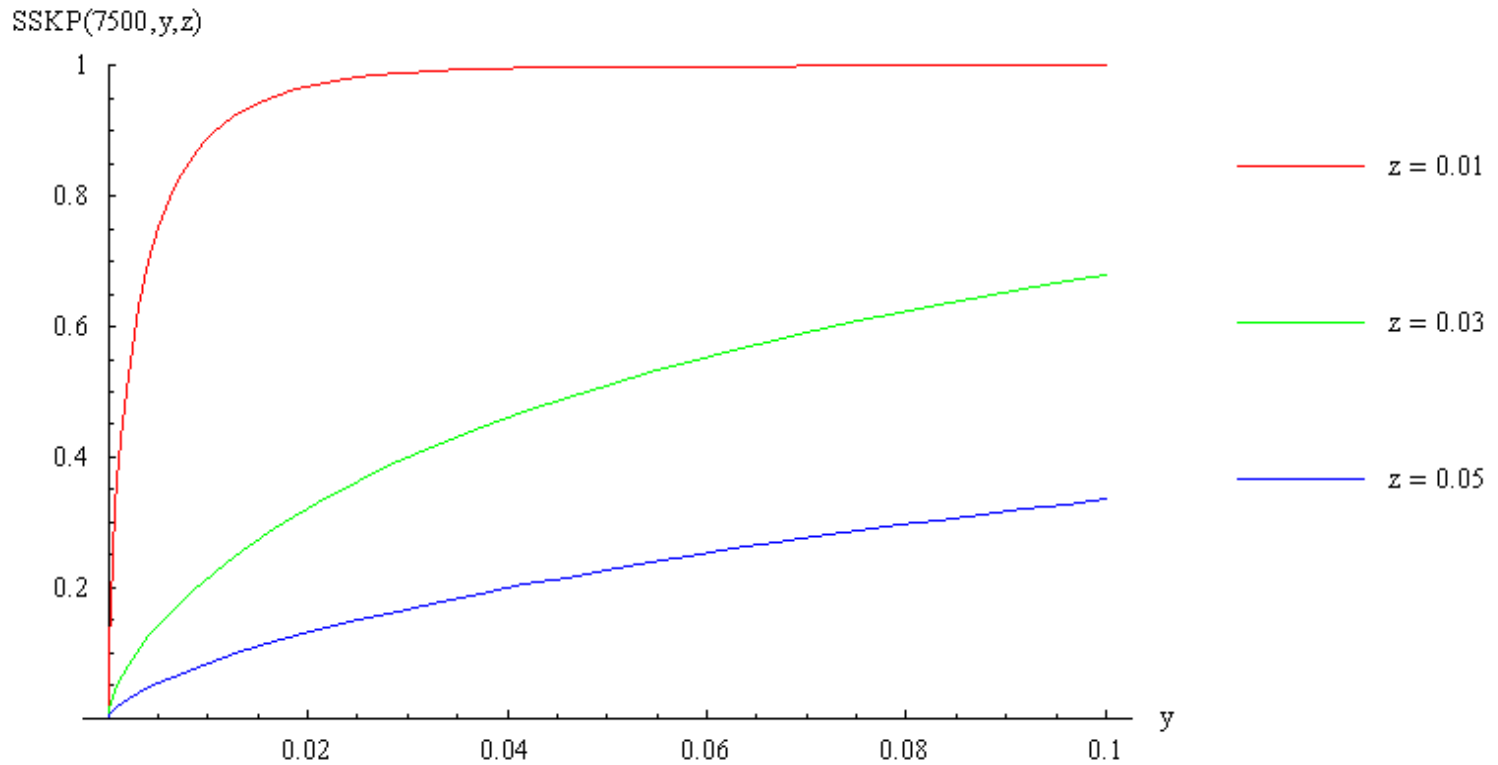
z è il CEP in miglia

y è la potenza in Megatoni

x è la resistenza del silo in psi

L'incertezza di SSKP

$x=7500$ psi



Come scoppia una guerra nucleare ?

1. Un attacco preventivo di una nazione contro un'altra nazione (*first strike*)
2. Una guerra accidentale in una situazione di crisi

FIRST STRIKE

Un primo colpo (*first strike*) può essere diretto contro obiettivi militari (*counterforce*) oppure civili (*countervalue*).

Per non essere suicida, deve essere *counterforce*.

Tutti i missili devono essere distrutti per evitare la rappresaglia.

Il trattato ABM (1)

Nel mondo bipolare (USA, URSS) le città dovevano essere indifese, per il trattato ABM, che proibiva l'installazione di sistemi contro i missili balistici.

Nel caso che un primo colpo non avesse distrutto totalmente l'apparato missilistico avversario, esse sarebbero state oggetto della rappresaglia.

Il trattato ABM (2)

Le proprie città, ostaggi indifesi ai missili dell'avversario, costituivano, nel mondo bipolare, una garanzia della propria sicurezza.

Gli USA si sono ritirati dal trattato ABM, che ha quindi cessato di essere in vigore il 3.6.2002.

Gli USA hanno sperimentato ed iniziato ad installare pezzi di un loro sistema antimissile.

Il trattato ABM (3)

Gli USA hanno motivato il loro ritiro dicendo che:

1. Esistono dirigenze politiche *irresponsabili*
2. *Non esiste più l'URSS*

Supremazia americana: nucleare o politica ?

Keir A Lieber, Daryl G. Press;

The End of MAD ? The Nuclear
Dimension of U.S. Primacy

International Security, Vol. 30, No. 4 (Spring 2006),
pp. 7-44.

Foreign Affairs

Le conclusioni di Lieber e Dress

1. Gli Stati Uniti hanno acquisito o stanno acquisendo una capacità di *primo colpo*.
2. *Questa capacità è stata acquisita intenzionalmente.*

Non ci possono essere dubbi che gli equilibri strategici tra USA e Russia si sono modificati a favore degli USA. Le cause di questo stato:

1. I continui miglioramenti tecnologici (per es. al CEP) degli USA,
2. Lo stato di abbandono, per alcuni anni alla fine dell'URSS, in cui è stato lasciato l'arsenale nucleare russo.

Problemi per il futuro

Non è pensabile che la Russia e la Cina accettino a lungo una condizione di inferiorità. Ciò produrrà:

1. Una nuova corsa al riarmo
2. Un aumentato rischio di guerra accidentale

Il caso della Corea del Nord

Non paiono esserci più dubbi sul fatto che la Corea ha fatto esplodere un congegno nucleare al *Pu*. *La bomba era mal fatta e la sua potenza è stata bassa.*

La Corea è riuscita a costruire la bomba nonostante i controlli dell'IAEA.

La Corea sta tentando di vendere la sua rinuncia alle bombe, ma la vicenda non pare ancora conclusa.

L'esempio della Corea può avere conseguenze inquietanti.

Il caso dell'Iran

L'Iran in quanto aderente al Trattato di Non Proliferazione (NPT) si è impegnato a non dotarsi di armi nucleari.

L'articolo IV del TNP

1. Nothing in this Treaty shall be interpreted as affecting the inalienable right of all the Parties to the Treaty to develop research, production and use of nuclear energy for peaceful purposes without discrimination and in conformity with articles I and II of this Treaty.

2. All the Parties to the Treaty undertake to facilitate, and have the right to participate in, the fullest possible exchange of equipment, materials and scientific and technological information for the peaceful uses of nuclear energy. Parties to the Treaty in a position to do so shall also cooperate in contributing alone or together with other States or international organizations to the further development of the applications of nuclear energy for peaceful purposes, especially in the territories of non-nuclear-weapon States Party to the Treaty, with due consideration for the needs of the developing areas of the world.

L'IRAN ed il TNP

L'IAEA, che controlla il rispetto del TNP da parte dei paesi aderenti, ha fatto all'Iran numerose contestazioni sulle base delle *clausole di salvaguardia*.

Si tratta di contestazioni formali ad alcune delle quali l'Iran ha risposto; resta il fatto che l'esistenza di alcuni impianti particolarmente critici è stata nascosta per vari anni agli ispettori dell'IAEA.

CONFERENZA STAMPA DEL 5.3.2007

Dr. ElBaradei told reporters that the IAEA continued to be in a "stalemate" when it came to verification of Iran's nuclear programme and that it was not in a position to resolve "outstanding issues of concerns".

"We have been going through the verification process for the last four years and unless Iran is able to provide answers to the Agency about our concerns, then we will continue to be in a position where we have to reserve judgment about their programme," the Director General said.

He called on Iran "to cooperate fully" with the Agency. "This would help a lot in diffusing the emerging crisis about Iran's programme. It would enable a comprehensive solution that on the one hand guarantees Iran's right to use nuclear energy for peaceful purposes but at the same time provides the international community with the confidence that is needed after many years of undeclared nuclear activities in Iran about its programme and future direction," he said.

Dr. ElBaradei said that to date in Iran, the Agency had "not seen any diversion of nuclear materials... nor the capacity to produce weapons usable materials". He said that these were also "important elements in assessing the situation, assessing the risk, and understanding how to address the Iranian question".

La storia del nucleare iraniano (1)

L'interesse per il nucleare dell'Iran risale alla fine degli anni '50. Lo Shaha Reza Pahlavi firma contratti con gli americani, i francesi, i tedeschi.

L'Iran firma il TNP il 1.7.1968 e lo ratifica il 2.2.1970, ma non ha mai ratificato il Protocollo addizionale del 2003.

Nel 1976 gli americani (tra i quali H. Kissinger, D. Rumsfeld, D. Cheney) firmano con lo Shaha Reza Pahlavi un trattato segreto che prevedeva addirittura la consegna di un impianto per il riprocessamento del Plutonio (*The Wash. Post* 27.3.2005).

Nel 1976, quando si ha la rivoluzione komeinista, il programma nucleare iraniano, che è tra i più sviluppati del Medio Oriente, viene bloccato.

La storia del nucleare iraniano (2)

Nel 1979 l'unico impianto nucleare è la centrale di Bushehr costruita dalla tedesca Siemens. Durante la guerra con gli irakeni, che bombardano anche gli impianti di Bushehr, l'Iran è isolato e matura la decisione di riaprire il dossier nucleare.

Nel gennaio del 1995 la federazione Russa firma un accordo con l'Iran per completare il reattore di Bushehr. Gli USA tentano di bloccare questi progetti, ma vi riescono solo in parte.

Nel 2002 un gruppo dell'opposizione iraniana a Parigi rivela l'esistenza di due impianti fino allora sconosciuti: l'impianto di arricchimenti di Natanz ed un impianto per la produzione di acqua pesante ad Arak. L'Iran ha frattanto scoperto un giacimento di uranio a Saghand e dichiara che intende essere autonoma nelle tecnologie nucleari.

La Middle East Nuclear-Weapon- Free-Zone

Sin dal 1974, in collaborazione con l'Egitto, l'Iran ha proposto la creazione nel Medio Oriente di una zona libera da armi nucleari: tale proposta è stata approvata da tutti gli stati della regione sin dal 1980 ed è approvata ogni anno (anche nella seduta del Dicembre 2006) dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite.

Il reattore di Bushehr

Il reattore di Bushehr è un reattore ad acqua leggera (PWR) della potenza di 1200 Mwe.

Gli accordi con la federazione Russa prevederebbero che i russi forniscano il combustibile, LEU, e ritirino il combustibile spento.

Avrebbe dovuto entrare in funzione vari mesi fa.

Data la stretta connessione tra tecnologie nucleari civili e militari non è facile imporre limiti allo sviluppo delle tecnologie nucleari iraniane che non limitino anche quegli sviluppi civili che sono permessi dal TNP.

Questi limiti appaiono infatti a molte nazioni del terzo mondo come limiti alla loro crescita tecnologica autonoma imposti dalle nazioni sviluppate.

Una soluzione possibile e permanente del problema deve basarsi su tre punti:

1) Garanzie sulla collaborazione allo sviluppo ed alla forniture delle tecnologie nucleari

2) Una garanzia rispetto ai vicini: Pakistan, India

3) La soluzione del problema delle bombe nucleari israeliane, con la creazione in Medio Oriente di una zona priva di armi nucleari

CONCLUSIONE

Con la fine della Guerra Fredda molti pensarono che il problema delle armi nucleari sarebbe stato risolto con l'inizio di ampi processi di disarmo.

Questa prospettiva non si è verificata: ci sono anzi molteplici indicazioni che si è aperto un nuovo periodo di corsa agli armamenti.