

CAPÍTULO CUARTO
COMPONENTES ESTRATÉGICOS
DE LA SEGURIDAD Y DEFENSA

COMPONENTES ESTRATÉGICOS DE LA SEGURIDAD Y DEFENSA

Proliferación Nuclear

Por GUILLERMO VELARDE PINACHO

Resumen

Después de los bombardeos de Hiroshima y Nagasaki, nueve países disponen actualmente de armamento nuclear, los cinco del Club Nuclear: Estados Unidos, Rusia, Reino Unido, Francia y China y los cuatro nuevos países nucleares: Israel, India, Pakistán y Corea del Norte.

Otros países han intentado con mayor o menor éxito poseer de un pequeño arsenal nuclear. Argelia dispone de un centro nuclear de Ain-Oussera donde puede obtener el plutonio para fabricar de una a dos bombas atómicas anuales, aunque actualmente está fuera de servicio; Libia lo ha intentado varias veces, aunque sin éxito; Irak tenía tres centros para el enriquecimiento del uranio, los de Al-Furat, Ash-Sharkal y Al-Tarmiya, que fueron destruidos en la primera guerra del Golfo y por último Irán tiene en Natanz y probablemente en Arak plantas de ultracentrifugadoras para el enriquecimiento de uranio en fase de puesta a punto, pero que una vez en operación podrían producir el uranio enriquecido para una a dos bombas atómicas al año.

El número máximo de cabezas nucleares que han tenido Estados Unidos fue de 32.000 en el año 1966, la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) tenía 45.000 en 1986; el Reino Unido 350 en 1975; Francia 540 en 1991 y China 435 en el año 1989. A partir de entonces, Estados Unidos y Rusia han reducido sus arsenales a unas 7.000 cabezas nucleares, acordando que para el año 2012 se reduzcan a unas 2000; el Reino Unido las ha reducido actualmente a 200; Francia a unas 348 y China a unas 400.

Sin embargo, los cuatro nuevos países nucleares han ido aumentando su arsenal nuclear. Israel dispone actualmente de cerca de 200 cabezas nucleares, entre las atómicas, las termonucleares y algunas de neutrones; India dispone de 30 a 65 bombas atómicas de plutonio; Pakistán de 26 a 47 bombas atómicas de uranio y Corea del Norte de dos a diez bombas atómicas con plutonio y quizás una con uranio.

Se analizan las ventajas e inconvenientes de desarrollar bombas atómicas de uranio o de plutonio y los métodos de obtención de uranio y plutonio altamente enriquecidos. Posteriormente se expondrá la proliferación nuclear en Argelia, Irak, Irán, Israel, Corea del Norte y la India

Bombas atómicas

Teniendo en cuenta que existe numerosa información contradictoria respecto a las bombas atómicas, los resultados que se presentan en este capítulo son los evaluados con nuestros códigos de cálculo.

Antes del año 1975, empleamos los códigos no clasificados Timoc (Monte Carlo), Timex, etc. Entre los años 1975 y 1979 desarrollamos en la Junta de Energía Nuclear los códigos Norma (hidrodinámico) y Clara (nuclear). Después del año 1980, empleamos el código integrado Norcla desarrollado por nosotros en el Instituto de Fusión Nuclear. Este último fue el primer código integrado internacional, no clasificado, para cálculos hidrodinámicos y nucleares.

Existen dos tipos de bombas atómicas (más correctamente bombas de fisión nuclear), las de *tipo proyectil* y las del *tipo de implosión*. En las primeras se emplea exclusivamente uranio enriquecido del 90% al 94% (del 90% al 94% en uranio 235 y del 10% al 6% en uranio 238), mientras que en las segundas se emplea generalmente plutonio enriquecido al 94% (94% de plutonio 239 y 6% del plutonio 240), aunque también podría emplearse uranio enriquecido al 50% pero resultarían muy voluminosas y con grandes probabilidades de fallar.

MASAS CRÍTICAS DE URANIO Y PLUTONIO

Para que una bomba atómica pueda explosionar tiene que tener una cantidad de uranio o plutonio superior a la llamada masa crítica (es la masa mínima de uranio o plutonio para que puedan establecerse las fisiones en cadena autosostenidas).

Esta masa crítica depende de la forma, enriquecimiento y si está o no rodeada de un material, llamado reflector, que reenvíe hacia dentro los neutrones que se iban a escapar. La masa crítica mínima corresponde a una esfera maciza. Si la esfera es hueca, o si se tiene otra forma geométrica distinta de la esfera (cilíndrica, cónica, etc.), la masa crítica aumenta considerablemente. En el cuadro 1 se indican estas masas críticas de esferas macizas.

Cuadro 1.– Masas y radios críticos de esferas macizas de uranio y plutonio enriquecidos al 94%, para diversos espesores de reflector de uranio.

Espesor del reflector de uranio (centímetros)	0		2		10	
	Masa (kilogramos)	Radio (centímetros)	Masa (kilogramos)	Radio (centímetros)	Masa (kilogramos)	Radio (centímetros)
Esfera de uranio	53	8,70	35	7,60	20	6,30
Esfera de plutonio	12	5,20	8	4,50	5	3,90

Por ejemplo, una esfera maciza de uranio enriquecido al 94% tiene una masa crítica de 53 kilogramos, pero si se la rodea con una capa de diez centímetros de espesor, su masa crítica se reduce a 20 kilogramos.

En el caso del plutonio enriquecido al 94%, estas masas son de 12 y cinco kilogramos. Por esta razón, las naciones del Club Nuclear, Israel, la India y Corea del Norte, prefieren desarrollar bombas atómicas de plutonio, que al ser mucho más compactas pueden emplearse como iniciadoras de las bombas termonucleares (o de hidrógeno, o más correctamente de fusión nuclear), que se emplean en las cabezas múltiples de los misiles.

OBTENCIÓN DEL URANIO PARA LAS BOMBAS ATÓMICAS

Para enriquecer el uranio natural los Estados Unidos, Reino Unido, Rusia, Francia y China emplearon desde el principio el método de difusión gaseosa, transformando el uranio metálico en un compuesto químico gaseoso (exafluoruro de uranio) y haciéndolo pasar millones de veces por membranas que facilitaban el paso del compuesto químico con uranio 235 y dificultaban el del uranio 238. Este método es el más eficaz pero tiene el inconveniente de que requiere una alta tecnología, solo asequible a las naciones del Club Nuclear.

Desde hace décadas se han ido perfeccionando otros métodos, como el de ultracentrifugación, menos eficaces pero más asequibles a los países de tecnología media, contando con la correspondiente ayuda de los países de alta tecnología.

Las plantas de ultracentrifugadoras constan de miles de ultracentrifugadoras, cada una de ellas es de unos 150 centímetros de longitud por 20 centímetros de diámetro que giran a más de 50.000 revoluciones por minuto. Al inyectar el compuesto gaseoso del uranio a lo largo del eje de la ultracentrifugadora, la fuerza centrífuga impulsa el componente con uranio más pesado, el uranio 238, hacia la superficie del tubo, separándole parcialmente de componentes con uranio 235 que se queda en las proximidades del eje. Aproximadamente con

unas 2.000 ultracentrifugadoras convenientemente acopladas se puede producir uranio enriquecido al 94% en cantidad suficiente para fabricar una bomba atómica al año.

Partiendo de una planta de ultracentrifugadoras para uso civil, con objeto de obtener uranio enriquecido al 3% empleado en los reactores nucleares para producir energía eléctrica, se puede obtener uranio enriquecido al 94% empleado en las bombas atómicas siguiendo dos procedimientos:

1. Desmontando y distribuyendo las ultracentrifugadoras para que en un *solo ciclo* produzcan uranio al 94%.
2. Sin desmontar las ultracentrifugadoras, pero empleando *varios ciclos*. Se alimenta la planta civil con uranio natural y se obtiene al final del primer ciclo uranio enriquecido al 3%. Se alimenta de nuevo la planta con este uranio al 3% en vez de con uranio natural y así sucesivamente se va alimentando la planta con el uranio enriquecido que se vaya obtenido. De este modo se puede pasar de uranio natural a uranio para bombas atómicas, sin modificar la planta de ultracentrifugadoras.

Por tanto lo que repetidamente se ha dicho en los medios de comunicación social y que han asumido determinados políticos, de que una planta de ultracentrifugadoras que funcione para uso civil no supone peligro de proliferación es totalmente falso. Toda planta de ultracentrifugadoras que obtenga uranio enriquecido para uso civil puede emplearse para obtener uranio altamente enriquecido para fabricar bombas atómicas por el método del proyectil.

OBTENCIÓN DEL PLUTONIO PARA LAS BOMBAS ATÓMICAS

El plutonio no se encuentra en la naturaleza, obteniéndose en el combustible irradiado o desechado de un reactor nuclear. Este combustible contiene productos de fisión altamente radiactivos, restos de uranio y plutonio 239 y 240. El plutonio 239, empleado como explosivo nuclear, se va formando durante la operación del reactor por colisión de los neutrones con el uranio 238. El plutonio 240 se obtiene, a su vez, por colisión de los neutrones con plutonio 239 recién formado. El plutonio 240 es muy perjudicial en las bombas atómicas, ya que se fisiona espontáneamente produciendo neutrones que inician a destiempo las fisiones en cadena autosostenidas dando lugar a un fogonazo en vez de una explosión nuclear. Por este motivo se debe llegar a los mayores enriquecimientos posibles en plutonio 239, del orden del 94%.

En un reactor nuclear comercial productor de energía eléctrica, el plutonio contenido en el combustible irradiado o desechado está enriquecido en un 60% en plutonio 239 (60% de plutonio 239 y 40% de plutonio 240). Si este plutonio se emplease en una bomba atómica habría más del 90% de probabilidades de que se produjera un fogonazo en vez de una explosión nuclear.

Para producir una explosión nuclear, según se indicó anteriormente, hay que emplear plutonio enriquecido a más del 92%, óptimamente al 94% en plutonio 239. Esto se consigue extrayendo el combustible del reactor nuclear al poco tiempo de arrancar el reactor, para que no haya tiempo suficiente para que el plutonio 239 se transforme en 240 (el tiempo de permanencia del combustible en el reactor sería un 5% del que debería permanecer para la producción óptima de energía eléctrica). Lo apropiado sería construir un reactor dedicado exclusivamente para producir plutonio para bombas, sin producir energía eléctrica.

Durante la Segunda Guerra Mundial Estados Unidos construyeron en Hanford (estado de Washington) una serie de reactores productores de plutonio (tipo Chernóbil, moderados por grafito y refrigerados por agua ligera), pero una vez que se obtuvo el plutonio necesario fueron desmantelados debido a que este tipo de reactor es inestable durante el arranque y si se produjese un fallo en el sistema de control se podría producir un accidente nuclear, fusionándose el núcleo del reactor, razón por la cual no deben emplearse para la producción de energía eléctrica.

La URSS no tuvo en cuenta estas condiciones de seguridad, obligatorias en los países occidentales y Japón, desarrolló estos reactores con objeto de obtener energía eléctrica barata y poder utilizarlos, en caso necesario, para producir plutonio para sus armas. De modo inexplicable, el operador de la central de Chernóbil desconectó los sistemas de control con objeto de que, si demostraba que el reactor era estable durante el arranque, recibiría la felicitación de las autoridades de Moscú. Y sucedió lo que tenía que suceder, se fundió el núcleo de uno de los reactores, liberándose a la atmósfera gran cantidad de productos radiactivos.

Algunas emisoras de televisión sectarias en su información sobre la energía nuclear dijeron en el último aniversario de Chernóbil, que el número de muertes hasta ahora era de "200.000". Esto no es una equivocación inocente, sino que obedece a un proceso de manipulación informativa con objeto de que subliminalmente la población rechace la energía nuclear. Una vez más se cumple el dicho churchilliano:

«Una mentira repetida suficiente número de veces vale tanto como una verdad.»

El 5 de septiembre de 2005 la Organización de Naciones Unidas (ONU) publicó un amplio informe sobre el accidente de Chernóbil realizado por siete organizaciones internacionales, la mayoría no muy propicias a la energía nuclear. El resultado fue que durante estos 20 años se han producido 56 muertes y 3.940 enfermos por radiactividad, principalmente de cáncer de tiroides, pero que debido al tratamiento médico, han sobrevivido.

DESCRIPCIÓN DE LAS BOMBAS ATÓMICAS

En la figura 1 se describe el mecanismo de una bomba atómica por el método del proyectil. Al explosionar el explosivo convencional, la onda de choque plana producida empuja al cilindro subcrítico de uranio enriquecido al 94% a lo largo del tubo que penetra en la esfera subcrítica de uranio enriquecido. Cuando han transcurrido 100 microsegundos, el cilindro ha penetrado parcialmente en la esfera, en cuyo momento el sistema es crítico. Después de otros 100 microsegundos, el cilindro ha penetrado totalmente en la esfera y el sistema es supercrítico. Una fuente auxiliar de neutrones, no representada en la figura, emite un haz de neutrones que inician las fisiones en cadena autosostenidas que dan lugar a la explosión nuclear. Durante este intervalo de tiempo de cien microsegundos transcurrido desde el momento en que el sistema es crítico hasta que es supercrítico, se ha de evitar que no se produzcan neutrones por fisión espontánea ya que iniciarían a destiempo las fisiones en cadena autosostenidas, produciendo un fogonazo, en vez de una verdadera explosión nuclear. Este intervalo de tiempo, de 100 microsegundos, llamado intervalo de explosión, es apropiado para el caso del uranio enriquecido pero no para el del plutonio, ya que contiene un mínimo de un 6% de plutonio 240 que se fisiona espontáneamente emitiendo neutrones. La figura 2 representa un mecanismo muy primitivo, empleando dos semiesferas subcríticas que chocan una contra otra formando una esfera supercrítica.

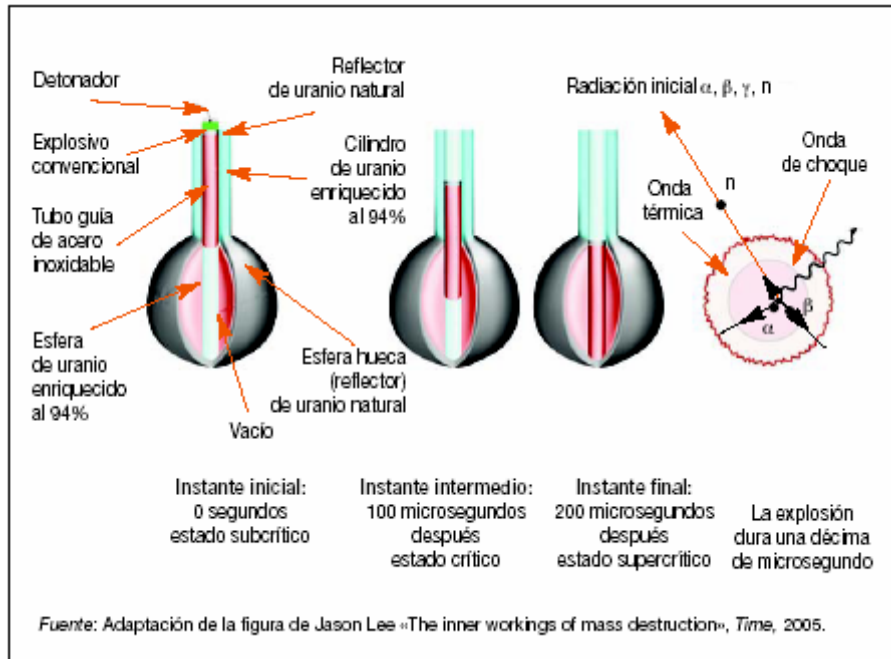


Figura 1.- Esfera de uranio enriquecido al 94% de más de 19,5 kilogramos de peso 6,3 centímetros de radio, rodeada por una capa de 10 centímetros de espesor.

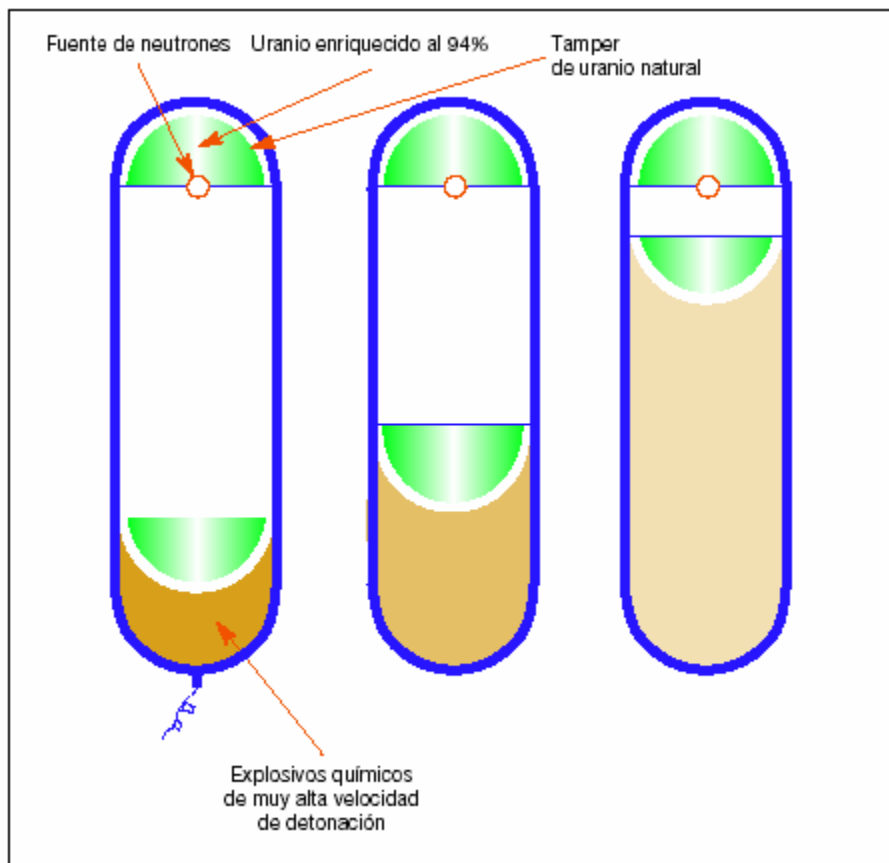


Figura 2.- Esquema del dispositivo basado en dos esferas subcríticas

Si se emplea plutonio enriquecido, es necesario reducir este intervalo de explosión de 100 a 10 microsegundos, lo cual no puede realizarse con el método del proyectil, debiendo emplearse el llamado método de implosión.

En las figuras 3 y 4 se describe este mecanismo por el método de implosión. Una esfera hueca subcrítica de plutonio enriquecido al 94% está rodeada de lentes de explosivo convencional que al explosionar, originan una onda de choque esférica que comprime la esfera hueca de plutonio, hasta que primeramente se cierra el hueco central y luego, una vez cerrado, la onda de choque comprime el plutonio enriquecido aumentando su densidad, en cuyo momento el sistema es supercrítico. El flujo de una fuente auxiliar de neutrones iniciaría la explosión nuclear. Si la onda de choque perdiese su esfericidad, la esfera hueca de plutonio se rompería en metralla sin llegar a comprimirse.

*Conclusiones sobre bombas atómicas de uranio
por el método del proyectil*

FABRICACIÓN

Pueden proyectarse y construirse por países de baja tecnología.

EXPLOSIVO NUCLEAR

Las plantas de ultracentrifugadoras requieren tecnología media, pero su puesta a punto es laboriosa y requiere especialistas con gran experiencia.

UTILIZACIÓN

Se pueden desmantelar y sus componentes transportar fácilmente. Son las bombas preferidas por los terroristas ya que sus componentes se pueden introducir separadamente a través de los medios de entrada de emigrantes ilegales, aeropuertos y puertos privados, etc.

DETECCIÓN

La planta de ultracentrifugadoras es difícil de detectar y en caso de emergencia, las ultracentrifugadoras pueden desmontarse y transportarse a otro lugar o país.

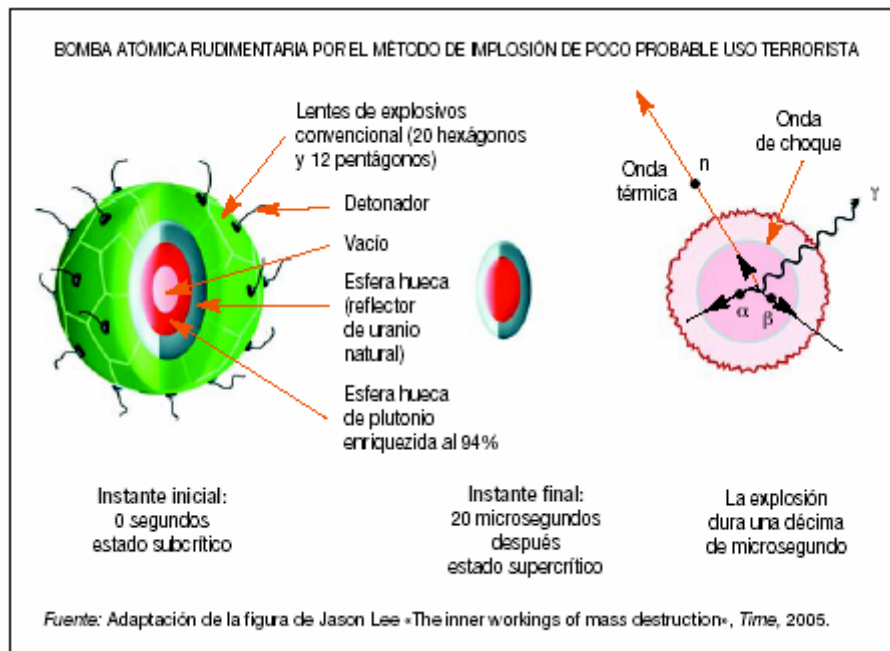
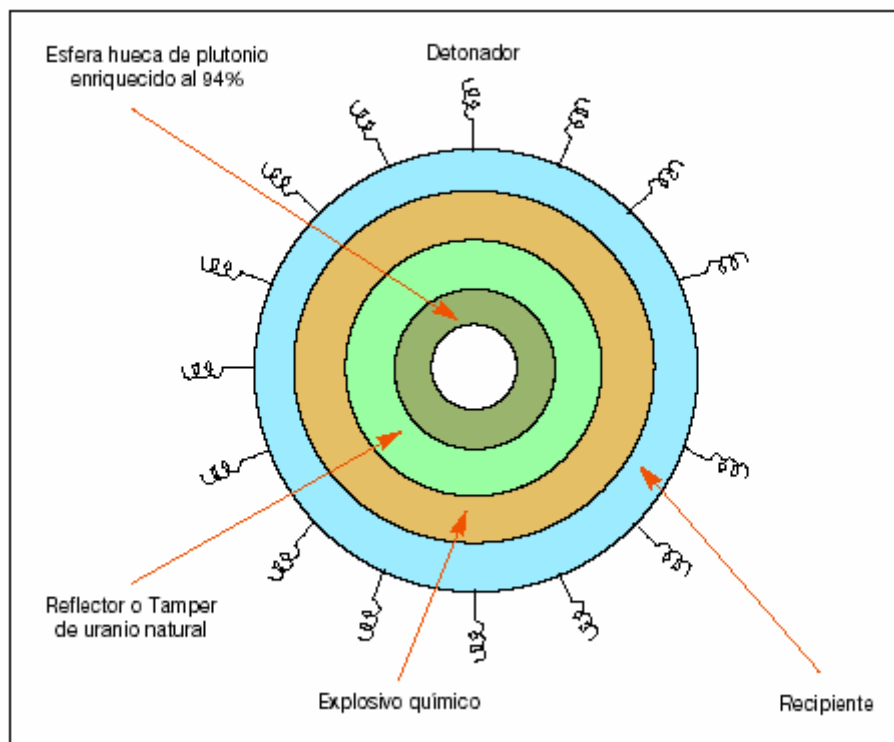


Figura 3.– Esfera hueca de plutonio enriquecido al 94% de más de cinco kilogramos de peso, rodeada por una capa de diez centímetros de espesor de uranio natural.



Conclusiones sobre bombas atómicas de plutonio por el método de la implosión

FABRICACIÓN

El proyecto y la fabricación es compleja. Los detonadores deben tener una *desviación estándar inferior al nanosegundo*. Las lentes de explosivo químico y la esfera hueca de plutonio deben obtenerse por *fusión en vacío* para evitar cavidades que distorsionen la propagación de la onda de choque de implosión. La mecanización de sus componentes requiere muy *alta precisión*. Pueden proyectarse y construirse por países de tecnología elevada.

EXPLOSIVO NUCLEAR

Se obtiene de los elementos combustibles de un reactor nuclear irradiados solamente un 3% a un 10% del tiempo que se les irradiaría cuando el reactor operase comercialmente. Como los elementos combustibles irradiados son altamente radiactivos, deben manejarse en celdas calientes.

UTILIZACIÓN

El desmantelamiento en componentes es muy complejo.

DETECCIÓN

Los reactores nucleares construídos en superficie son fácilmente detectados por satélites.

Política seguida en la proliferación nuclear

Israel, Pakistán y la India se han negado a firmar el Tratado de No-Proliferación (TNP), ya que desde un principio indicaron que fabricarían armamento nuclear en el momento que considerasen oportuno.

Argelia, Irak, Irán y Corea del Norte, prefirieron seguir una política distinta. Primeramente firmaron y ratificaron el TNP para ganarse la colaboración de los países occidentales. Posteriormente enviaron a centenares de científicos e ingenieros a los países occidentales para su formación en física e ingeniería nuclear. Al mismo tiempo firmaron contratos con los países occidentales, preferentemente europeos, para la importación de componentes e instalaciones de tecnología dual, para ello establecieron complejas técnicas bancarias para los pagos. Con objeto de dificultar la localización de las instalaciones nucleares, las dispersaron por todo el país, enterrando las más críticas en búnkeres que no puedan ser destruidos por bombas convencionales (sólo pueden serlo con bombas nucleares tácticas perforantes). Por último, se establecieron una larga y compleja política de confusión y desgaste, fomentando la desunión de los miembros del Consejo de Seguridad de la ONU.

Para evitar la proliferación nuclear, aparte del TNP, el Congreso de Estados Unidos aprobó tres enmiendas: la Symington (1976), la Pressler (1981) y la Solarz (1985) que prohíben la ayuda económica y militar a países que exporten o importen, legal o ilegalmente, tecnologías de doble uso.

Sin embargo, no se aplicaron a Israel ni a Pakistán. Por un lado, Carter ordenó a la Agencia Central de Inteligencia (CIA) de Estados Unidos que entregase al Mosad (Servicio Secreto Israelí) la información del Satélite KH-II obtenida de los países islámicos, en la cual se detectaba que Francia estaba construyendo el reactor *Osiraq* en Irak, lo que permitió a Israel bombardear y destruir este

reactor. Por otro lado, a cambio de que Pakistán facilitase que Estados Unidos enviase armas a los mujaidines para luchar contra las fuerzas soviéticas de Afganistán, no sólo recibió ayuda económica, sino que Estados Unidos no interfirieron en el desarrollo del armamento nuclear de Pakistán.

En la conferencia de prensa del 18 de abril de 2006, el presidente Bush anunció que para frenar la proliferación nuclear estaban sobre la mesa todas las opciones posibles, incluyendo el empleo de bombas nucleares tácticas, y en particular de las nuevas perforantes. Habló incluso desencadenar un ataque nuclear preventivo.

Un grupo de unos 1.800 científicos e intelectuales, principalmente de Estados Unidos, han firmado una carta oponiéndose al empleo de bombas nucleares tácticas, ya que las naciones que han firmado y ratificado el TNP no tendrían protección contra un ataque nuclear por una de las naciones nucleares, por lo que probablemente abandonarían el Tratado. Por otro lado, no hay una separación clara entre bombas nucleares tácticas y de otro tipo, ni entre las perforantes y las otras, lo que podría dar lugar a una escalada nuclear. Si después de 60 años Estados Unidos empleasen cualquier tipo de armas nucleares, no habría un freno moral para que otra nación que tenga armas nucleares pueda emplearlas.

Proliferación nuclear en Libia

Aunque en el año 1975 Libia ratificó el TNP siempre ha intentado colaborar con otras naciones musulmanas para desarrollar armamento nuclear, para lo cual invirtió centenares de millones de dólares, pero sin ningún éxito.

Desde un principio, Estados Unidos e Israel conocían las intenciones del coronel Muammar al Gaddafi, presidente del Consejo de la Revolución desde 1969, y la ayuda que prestaba a bandas terroristas. La CIA y el Mosad ejercieron un riguroso control sobre toda clase de acuerdos y negociaciones con empresas extranjeras, así como sobre instalaciones industriales que se construían en Libia.

En los años 1973 y 1978 Libia firmó sendos acuerdos con Pakistán y la India para la transferencia de tecnología nuclear, que no llegaron a cumplirse.

En los años 1975 y 1977 firmó dos acuerdos con la URSS para instalar en Tajoura y en el golfo de Sidra dos reactores nucleares de agua ligera de diez megavatios térmicos y de 400 megavatios eléctricos respectivamente. El primero entró en funcionamiento en el año 1981.

En el año 1984 firmó otro acuerdo con Belgonucleare, que se rompió al año siguiente por presiones de Estados Unidos. En 1982 intentó llegar a un acuerdo con Argentina para la instalación de un fábrica de reelaboración del plutonio, con el mismo resultado. En el año 2003, al atravesar el canal de Suez, fue interceptado un barco abanderado en Alemania que transportaba a Libia desde Malasia, vía Dubai componentes de una planta de ultracentrifugadoras fabricadas en Malasia a través de la red del paquistaní Abd al-Qadir Jan.

A pesar de que últimamente está intentando una nueva campaña de acuerdos con empresas extranjeras, es poco probable que, en un futuro próximo, pueda desarrollar armamento nuclear.

Proliferación nuclear en Argelia

En el año 1991 satélites norteamericanos KH-II, detectaron que en Ain Oussera, a 150 kilómetros al sur de Argel, se estaba construyendo el centro nuclear de Birine compuesto por un reactor nuclear no productor de energía eléctrica y varias celdas calientes, en las cuales se podrían reprocessar algunas barras de uranio irradiadas en este reactor y obtener, de este modo, pequeñas cantidades de plutonio. Ante la presión internacional, Argelia declaró que había firmado un acuerdo con China para la construcción de un reactor nuclear de 15 megavatios térmicos, dedicado a la producción de isótopos radiactivos para usos médicos e industriales. El reactor empezó a funcionar en los años 1993 y en 1996 se terminaron las celdas calientes y otras instalaciones del centro nuclear.

Del análisis de las torres de refrigeración de este reactor se deduce que su potencia podría alcanzar los 50 megavatios térmicos, excesiva para los fines pacíficos declarados. Según los estudios que hemos realizado en el Instituto de Fusión Nuclear, este reactor de 15 megavatios térmicos podría producir 5 kilogramos de plutonio enriquecido al 94%, suficientes para fabricar una bomba atómica al año.

Ante las presiones de Estados Unidos, Argelia firmó en el año 1995 el TNP y desde entonces parece ser que ha ido perdiendo interés en este centro nuclear, ya que de los 300 físicos e ingenieros nucleares que había entonces, actualmente sólo se detectan unos pocos. Sin embargo, existe el peligro latente de que en un futuro pueda reactivarse este centro y, soslayando las inspecciones de la Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA), pueda ir produciendo plutonio para las bombas atómicas.

Proliferación nuclear en Pakistán

Cuando en el año 1974 la India explosionó su primera bomba atómica, el presidente Ali Bhutto inició un programa militar para disponer en el año 1990 de armamento nuclear. Primeramente había que recuperar a los científicos paquistaníes que trabajaban en Europa y en Estados Unidos y establecer una amplia red comercial de empresas interpuestas, para importar componentes aparentemente de uso no militar.

En el año 1976 Abd al-Qadir Jan y varios ingenieros paquistaníes que trabajaban en la empresa holandesa FDO de ultracentrifugadoras para Urenco (en donde se enriquece el uranio para algunos reactores nucleares comerciales europeos), regresaron a Pakistán con centenares de kilogramos de documentación técnica. El presidente Ali Bhutto le nombró director del subprograma de obtención de uranio enriquecido. En 1978 se empezó la construcción de los laboratorios que, en el año 1981, se llamarían Laboratorios de Investigación pdb al-Qadir (KRL).

Desde un principio Jan empezó a establecer una amplia red para el suministro de componentes de ultracentrifugadoras. A través de esta red, se construyó en el año 1979 la fábrica de Sihala (experimental), en 1984 la de Kahuta y en 1987 la de Golra. En esta última fábrica de ultracentrifugadoras se empleó la tecnología más avanzada desarrollada por la empresa alemana Leybold-Hereaus y la suiza Metallwerke Buchs. Posteriormente, Jan aprovechó para beneficio propio esta extensa red de suministro, según se indica en el apartado «Terrorismo nuclear», p. 00.

En 1979 el depuesto Presidente Ali Bhutto fue ahorcado por orden del nuevo Presidente Muhammad Zia ul-Had. Ali Bhutto dejó escrito en su testamento:

“Las civilizaciones cristianas judía e hindú tienen la bomba atómica. El islam carece de ella, todo musulmán debe luchar por conseguirla.”

Esta petición ha sido el lema que ha guiado a todas las comunidades musulmanas, desde Marruecos hasta Indonesia.

Afganistán está rodeada por la URSS, Irán y Pakistán. Por este motivo, cuando en enero de 1979 fue destituido el sha de Persia, estableciéndose en Irán un régimen fundamentalista enemigo de Estados Unidos y cuando en diciembre de 1979 la URSS invadió Afganistán, la única frontera que había para ayudar a los *muyahidin* en su lucha contra el Ejército soviético, era la de Pakistán. El Presidente Zia aprovechó esta ocasión, permitiendo que Estados Unidos suministrasen armas (misiles *Stinger*) a los *mujyahidin*, a cambio de que ignorasen el desarrollo nuclear de Pakistán, no le aplicaran la Ley Syminton y de recibir una importante ayuda económica. En el año 1981 Reagan consiguió

que el Congreso aprobara una ayuda de 3.200 millones de dólares en seis años y en el año 1986 de 4.020 millones de dólares para otros seis años. Cuando en el año 1988 empezó la retirada soviética de Afganistán se suspendió la ayuda.

Esta ayuda económica y la postura tolerante de Estados Unidos con el desarrollo nuclear de Pakistán fue de gran importancia para completar la fabricación de sus primeras bombas atómicas. Sin embargo, la cambiante política interna de Pakistán retrasó esta fabricación.

En agosto de 1988 el presidente Zia fue asesinado y le sustituyó Benazir Bhutto que para evitar la suspensión de la ayuda americana ordenó que las fábricas de Kahuta y Golra produjesen solamente uranio de bajo enriquecimiento. En el año 1990, tras las escaramuzas entre la India y Pakistán por motivo de Cachemira, se destituyó a Benazir Bhutto siendo sustituida por Ghulam Isaac Jan quien ordenó que se volviese a producir uranio altamente enriquecido.

Debido a este cambio de política, el 28 de mayo de 1998 (15 días después de las cinco explosiones nucleares indias) Pakistán pudo explosionar cinco bombas atómicas con un total de 10 kilotones, (aunque la versión oficial fue de 27). El 30 de mayo de 1998 Pakistán explosionó una bomba atómica de cinco kilotones, (aunque oficialmente fue de 25). En la figura 5 se indican los centros nucleares de Pakistán.

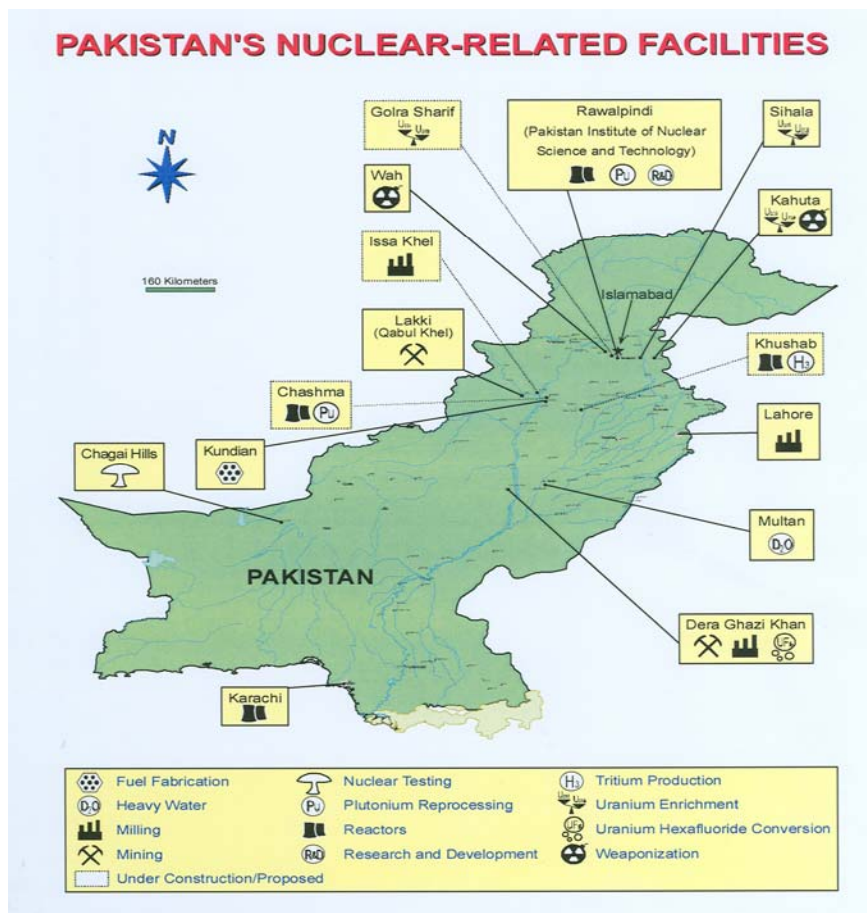


Figura 5.- Instalaciones nucleares en Pakistán

Proliferación nuclear en Irak

En el año 1968, Sadam Hussein, entonces vicepresidente de Irak y de su Consejo de Revolución, trazó un astuto plan para que a finales de siglo Irak tuviese un pequeño arsenal de armas nucleares. Primeramente, había que firmar (año 1968) y ratificar (año 1969) el TNP para ganarse la confianza de Estados Unidos y de Europa. Luego, había que ir adquiriendo materiales, componentes e instalaciones de tecnología dual con aplicación al desarrollo de armas nucleares. Por último, todas las instalaciones nucleares se dispersarían en centros repartidos por todo Irak (en 1991 había 24 centros nucleares, ocho de los cuales eran de gran tamaño). Al mismo tiempo se procedió a la formación de centenares de físicos e ingenieros nucleares en Estados Unidos, URSS y Europa.

Ante las sospechas de la CIA de que Irak podría estar desarrollando armamento nuclear, el presidente Carter ordenó que las informaciones recibidas a través del satélite KH-II sobre Asia Menor fuesen transmitidas al Mossad. Gracias a esta información se detectó que Francia estaba construyendo en Irak el reactor nuclear *Osiraq*, llamado por los iraquíes *Tammuz I*. El primer ministro de Israel Begin, temerosos de que pudiesen obtener de este reactor plutonio para las bombas atómicas, ordenó su destrucción. El 7 de junio de 1981, la aviación israelí bombardeó este reactor. A partir de entonces, todo el esfuerzo iraquí se dirigió a la obtención de uranio altamente enriquecido, el cual se obtenía en dos etapas: empleando calutrones para enriquecer el uranio natural al 20%, y empleando ultracentrifugadoras para enriquecerlo del 20% al 94%, apto para bombas atómicas.

En los centros de Al-Tarmiya y Ash-Sharkat se estaban desarrollando los calutrones y las ultracentrifugadoras y en los centros de Al-Tuwaittha y Al-Furat se estaban construyendo sendas plantas de ultracentrifugadoras a escala industrial. El uranio altamente enriquecido se iba a llevar al centro de Al-Atheer para fabricar las bombas atómicas. Solamente este centro constaba de decenas de edificios.

Después de la primera guerra del Golfo, los inspectores de la OIEA descubrieron que el desarrollo que había alcanzado el armamento nuclear iraquí era muy superior a lo que la CIA y el Mosad habían supuesto. Sadam Hussein había logrado engañar a la OIEA en la adquisición de componentes de tecnología dual y había conseguido camuflar las instalaciones nucleares para que pasasen desapercibidas a los satélites norteamericanos. 48 empresas de

20 países, principalmente europeos y en especial alemanas, contribuyeron al desarrollo nuclear de Irak.

Los inspectores de la OIEA encontraron componentes para fabricar centenares de calutrones y miles de ultracentrifugadoras. El programa establecido era el siguiente: en el año 1989 se efectuaron las pruebas de las ultracentrifugadoras, en 1992 se fabricarían 100 ultracentrifugadoras, en 1995 unas 500 y a partir de 1996 se fabricarían unas 2.000 al año. Teniendo en cuenta que 2.000 ultracentrifugadoras producen el uranio necesario para fabricar una bomba atómica, a partir del año 1998 habrían tenido las dos primeras bombas.

Durante la primera guerra del Golfo se destruyeron el 90% de las instalaciones nucleares y se exiliaron un 10% de los físicos e ingenieros nucleares. Irak nunca se repuso de esta destrucción tal, como se demostró después de la segunda guerra del Golfo.

En la figura 6 se indican los ocho centros nucleares que había en Irak antes de la primera guerra del Golfo.

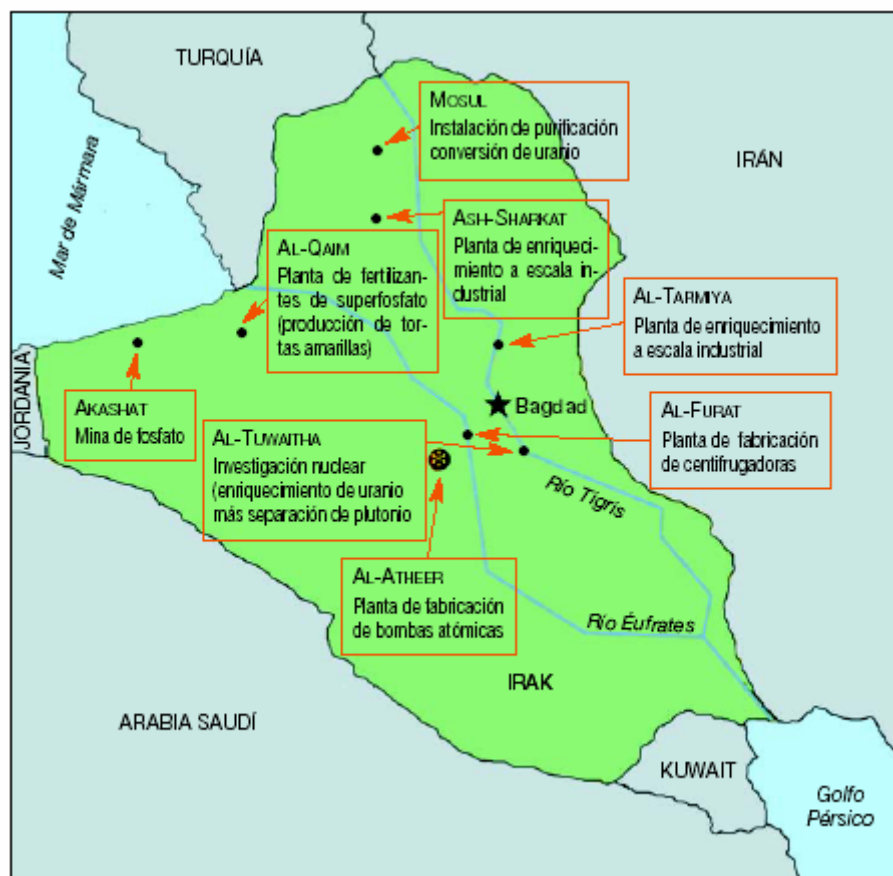


Figura 6.- Los ocho centros nucleares más importantes de los 24 construidos para el desarrollo y fabricación de bombas atómicas en Irak.

Proliferación nuclear en Irán

A mediados de la década de los años sesenta, Irán estableció un ambicioso programa de energía nuclear, cuyo objetivo era el de disponer a finales del siglo XX de 23 centrales nucleares y de las instalaciones necesarias para la primera parte del ciclo del combustible nuclear, desde la minería del uranio a la fabricación de los elementos combustibles de los reactores de su programa nuclear. Al mismo tiempo que Irán firmaba en el año 1970 el TNP, sometiendo sus instalaciones nucleares a las salvaguardias de la OIEA, iniciaba un programa secreto para el desarrollo de bombas atómicas de plutonio. El plutonio militar se pensaba obtener irradiando, en condiciones especiales, algunos elementos combustibles de estos reactores nucleares, soslayando las inspecciones de la OIEA.

Cuando en el año 1979 se produjo la caída del sha Reza Pahlevi, la empresa alemana Kraftweke Union había completado un 80% de las dos centrales nucleares de agua ligera a presión *Bushehr I y II* de 1.300 megavatios eléctricos, mientras que la empresa francesa Framatome sólo había completado un 10% de la central de agua ligera a presión *Darkhouin* de 835 megavatios eléctricos.

En el año 1979 el nuevo gobierno del ayatolá Jomeini desencadenó un movimiento fundamentalista que originó el exilio de numerosos científicos nucleares y el encarcelamiento de otros. Alemania y Francia decidieron, entonces, cancelar la ayuda necesaria para terminar las tres centrales nucleares en construcción. En noviembre de 1987 y julio de 1988, durante la guerra Irak-Irán, la aviación iraquí bombardeó las centrales nucleares, a medio construir, de *Bushehr I y II*, causando daños considerables.

En el entorno del año 1990, Irán solicitó la ayuda de Alemania y España para completar estas centrales nucleares estableciendo conversaciones bajo las salvaguardias de la OIEA. Al fracasar estas negociaciones Irán recurrió a Rusia, firmando un amplio acuerdo que incluía no solamente la reconstrucción de las centrales nucleares de *Bushehr I y II*, sino una planta de ultracentrifugadoras para producir uranio enriquecido. El presidente Clinton comunicó al presidente Yeltsin que suprimiría la ayuda económica a Rusia si ésta suministraba las ultracentrifugadoras. Yeltsin accedió a la petición de Clinton.

Por último, Irán recurrió a la red Abd al-Qadir Jan para construir una planta de ultracentrifugadoras con la ayuda, a través de empresas interpuestas, de empresas de Alemania, Suiza y China. En el año 2000 se empezó la construcción de la planta de ultracentrifugadoras de Natanz. Existen sospechas

de que Irán está construyendo otra planta de ultracentrifugadoras, quizás en Arak.

En octubre de 2006, Irán propuso que un consorcio franco-iraní se encargase de la puesta a punto y operación de la planta de Natanz, como prueba de que sólo quieren obtener uranio ligeramente enriquecido para sus centrales nucleares productoras de energía eléctrica.

Era una propuesta envenenada, ya que uno de los principales problemas que hay en una planta de ultracentrifugadoras, es su puesta a punto. Un equipo de expertos puede tardar más de dos años. Existe el peligro de que una vez que el equipo francés pusiese a punto la planta de Natanz y adiestrase al equipo iraní, el Gobierno de Irán rompiese el acuerdo. Al final, Irán conseguirá tener la planta de Natanz en plena operación y de disponer de un equipo que pudiera poner a punto otras plantas de ultracentrifugadoras, todas ellas preparadas para poder producir uranio para las armas nucleares.

En el año 2004 se empezó la construcción en Arak de un reactor nuclear de agua pesada y uranio natural de 40 megavatios térmicos, probablemente suministrado por China.

Se ha detectado en Natanz y Arak la construcción de búnkeres enterrados a gran profundidad para protegerse del ataque de las bombas convencionales. Sólo podrían ser destruidas con las actuales bombas nucleares tácticas de gran poder de penetración.

En el año 2006, Rusia ofreció a Irán que si cerraba la planta de Natanz, le suministraría el uranio ligeramente enriquecido necesario para sus centrales nucleares. Irán rehusó el ofrecimiento.

En la planta de Natanz se están instalando actualmente unas 2.000 ultracentrifugadoras, las cuales cuando puedan ponerse a punto, producirían el uranio enriquecido necesario para fabricar una bomba atómica al año. Por otro lado, el reactor de agua pesada de Arak puede producir el plutonio altamente enriquecido necesario para fabricar anualmente unas dos bombas atómicas. De este modo, Irán emplearía los dos tipos de bombas atómicas: el del proyectil con uranio enriquecido entre el 90% y el 94%, fáciles de fabricar y el de implosión, con plutonio enriquecido al 94% cuyo proyecto y fabricación requiere una alta tecnología, pero al ser mucho más compactas servirían de iniciador a unas futuras bombas termonucleares (de hidrógeno o de fusión nuclear). En 2007 Irán ha permitido la visita de los inspectores de la OIEA a instalaciones de Arak. En la figura 7 se indican los principales centros nucleares de Irán.



Figura 7.- Instalaciones nucleares en Irán.

Proliferación nuclear en Corea del Norte

El 12 de diciembre de 1985, Corea del Norte firmó el TNP, no permitiendo hasta 1992 las inspecciones de la OIEA estipuladas en el TNP. Actualmente, se han detectado más de dos docenas de instalaciones nucleares, de las cuales seis son grandes centros nucleares.

En el año 1990 los servicios de inteligencia de Estados Unidos detectaron que Corea del Norte podía haber obtenido del reactor de grafito-gas de cinco megavatios eléctricos (suministrado por China) y de la Fábrica de Reelaboración de Plutonio de Yongbyon (suministrada por China y la URSS), unos 12 kilogramos de plutonio altamente enriquecido, suficientes para fabricar dos bombas atómicas. En el año 1993 los inspectores de la OIEA confirmaron estos resultados, los cuales no coincidían con los facilitados por Corea del Norte. Corea del Norte rehusó, entonces, nuevas inspecciones y el 12 de marzo de 1993 anunció su retirada del TNP, aunque no llegó a efectuarse.

Después de laboriosas conversaciones, el 12 de octubre de 1994 se firmó entre Estados Unidos y Corea del Norte el AF (*Agreed Framework*), en el que se establecía lo siguiente: primeramente, para la operación del reactor de grafito-gas de cinco megavatios eléctricos (suministrado por China) en Yongbyon y la construcción de los reactores de grafito-gas (suministrados por China) de 50 megavatios eléctricos en Yongbyon y 200 megavatios eléctricos en Taechon, figura 8.

Al mismo tiempo, parar la operación de la fábrica de reelaboración de plutonio de Yongbyon (suministrado por China y URSS). Posteriormente, enviar fuera de Corea del Norte todo el combustible irradiado. Por último, permitir las inspecciones de la OIEA estipuladas en el TNP. A cambio, Estados Unidos establecerían con Corea del Norte un consorcio para la financiación y construcción en Sinpo de dos reactores de agua ligera a presión de 1.000 megavatios eléctricos.

Sin embargo, Corea del Norte consiguió que los acuerdos del AF, incluidas las inspecciones de la OIEA, no se realizasen hasta que los dos reactores de agua ligera a presión de 1.000 megavatios eléctricos no estuviesen *parcialmente* *construidos*. Lo impreciso del término: *parcialmente* *construidos*, ha permitido a Corea del Norte jugar con la fecha de aplicación del AF y mientras tanto, producir más plutonio altamente enriquecido.

El 10 de febrero de 2005, Corea del Norte declaró públicamente que estaba en posesión de armas nucleares, lo cual no despertó mucha credibilidad en el mundo occidental.

El 19 de septiembre de 2005, Corea del Norte anunció que aceptaría el AF y un acuerdo con los seis países: China, Rusia, Estados Unidos, Japón y las dos Coreas, para clausurar las instalaciones incluidas en el AF (método de producción de plutonio) y permitir la inspección de la OIEA en estas instalaciones.

Durante el año 2005, los Estados Unidos detectaron la construcción en Mount Chonma de una planta de ultracentrifugadoras, probablemente a través de la red Abd al-Qadir Jan de Pakistán.

De este modo, Corea del Norte podría cumplir el AF y el acuerdo con los seis países, renunciando al método del plutonio, pero iniciando, por otro lado, el método del uranio altamente enriquecido.

En medio de estas conversaciones, el 9 de octubre de 2006, Corea del Norte realizó una prueba nuclear de menos de un kilotón, en Hwaderi (Kilju).

El 14 de julio de 2007, Corea del Norte cerró el reactor de 5 megavatios eléctricos GCR y la planta de reelaboración de plutonio de Yongbyon a cambio de una importante ayuda económica. La probable planta de ultracentrifugadoras de Mount Chonma para bombas de uranio no entra en estos acuerdos al negar Corea de Norte su existencia.

En la figura 8 se indican los principales centros nucleares.



Figura 8.- Instalaciones nucleares en Corea del Norte.

Proliferación nuclear en Israel

El 29 de noviembre de 1947, la ONU aprobó el Plan de Partición de Palestina por el cual, la franja de Gaza y Cisjordania pasaron a control palestino, Jerusalén quedó como zona internacional bajo la jurisdicción de la ONU, y el resto del país bajo control judío. Aunque ninguna de las partes quedó satisfecha, la reacción de los judíos y palestinos fue radicalmente distinta, principalmente por el Estatuto de Jerusalén. Ben Gurion estaba convencido de poder resolver el problema de Jerusalén por vía diplomática. Los palestinos optaron por iniciar conversaciones con diversos países musulmanes, con objeto de organizar un poderoso ejército capaz de expulsar a los israelíes de Palestina.

El 14 de mayo de 1948 el Consejo Provisional Naciones Unidas proclamó el Estado de Israel, designando a Ben Gurion primer ministro y ministro de Defensa (1948-1953 y 1955-1963). Un día después, los Ejércitos de Egipto, Irak, Siria, Líbano, Palestina y Transjordania (denominada Jordania en 1949),

cuyas naciones tenían una población de cerca de 100 millones de habitantes, atacaron a Israel que entonces apenas tenía unos 800.000. Después de la inesperada victoria judía, la ONU estableció un armisticio reconociendo la anexión de parte de Cisjordania a Israel. Ben Gurion sabía que esta victoria se debía a la falta de coordinación los ejércitos musulmanes y a la incompetencia manifiesta de sus mandos; pero temía que en un futuro próximo apareciese un líder capaz de organizar un ejército disciplinado, con armamento moderno proporcionado por la URSS, que pudiese expulsar a los judíos de Palestina. Fue entonces, en el año 1956, cuando Ben Gurion decidió que Israel debería tener una fuerza de disuasión nuclear para evitar un segundo holocausto.

Antes de iniciar el programa de armamento nuclear, Ben Gurion se enfrentó a cuatro problemas decisivos: primeramente, elegir un jefe o coordinador del programa; después, reunir un pequeño grupo de físicos e ingenieros nucleares que pudiesen realizar el proyecto de una bomba atómica; luego, obtener de la comunidad judía internacional el dinero necesario para financiar el proyecto, ya que no podía obtenerse del escaso presupuesto del Estado, ni de la ayuda norteamericana (que entre los años 1949 y 1991 ascendió a 53.000 millones de dólares a fondo perdido); y por último, conseguir que Estados Unidos no interfiriesen en este proyecto, ni congelasen su ayuda económica.

Ante las rivalidades que existían entre los físicos nucleares israelíes, Ben Gurion decidió encargar de la coordinación del programa nuclear a un joven político de 33 años, llamado Simon Peres (1923-) que se había destacado en el Ministerio de Defensa como un hombre inteligente, buen negociador y con una enorme paciencia. Decían de él que siempre ganaba por el agotamiento de sus contrincantes.

Había entonces en Israel un grupo notable de físicos nucleares que con el tiempo llegarían a estar considerados entre los más prestigiosos de la comunidad científica internacional (Néemann, Racah, de Shalit, Talmi, Kipkin, etc.). Peres tuvo que reunir todas sus dotes persuasivas y emplear su enorme paciencia para conseguir la colaboración de algunos de ellos.

Antes de solicitar la ayuda económica de la comunidad judía internacional, Ben Gurion consiguió del Comisariado de Energía Atómica Francés la construcción en Dimona, en el desierto del Negev, de un reactor nuclear de agua pesada-uranio natural, que inicialmente tenía 24 megavatios térmicos, autorizando a la empresa St Gobain a que construyese, también en Dimona, la fábrica de reelaboración para la extracción del plutonio altamente enriquecido. Este reactor nuclear, al emplear uranio natural, no estaba sometido a salvaguardias.

Posteriormente, se aumentó la potencia de este reactor de 40 a 150 megavatios térmicos, con lo que podrían fabricarse de dos a diez bombas atómicas al año.

En 1960, el general De Gaulle invitó a físicos e ingenieros nucleares israelíes a que presenciasen la primera prueba nuclear francesa en Reggane, en el Sáhara argelino. El general De Gaulle, no veía con malos ojos que Israel y España pudiesen tener armamento nuclear, por ello autorizó la instalación en España del reactor nuclear de *Vandellós I* de 480 megavatios térmicos, alimentado con uranio natural de procedencia española y no sometido a salvaguardias. Haciendo funcionar apropiadamente la máquina de carga y descarga de elementos combustibles en el 10% del reactor, se produciría el plutonio necesario para fabricar anualmente 3 bombas atómicas.

El tercer problema que tenía que resolver Ben Gurion era conseguir de la comunidad judía internacional la financiación del proyecto. Sabía que sin un programa específico ya iniciado, era casi imposible obtener ayuda económica. Así pues, esperó a que empezasen las obras de Dimona y a tener firmado el acuerdo secreto con Francia. Con estos resultados, Peres se puso en contacto con los principales banqueros y hombres de negocios judíos de todo el mundo, consiguiendo una importante ayuda económica, que permitió iniciar el desarrollo del armamento nuclear.

La importancia de la comunidad judía norteamericana en los medios de comunicación social, que tanta influencia ejercen en el nombramiento presidencial, hizo que todos los presidentes norteamericanos, unos de buen grado y otros forzados por las circunstancias, desoyesen los informes de la CIA sobre el desarrollo del centro nuclear de Dimona y sobre el tráfico ilegal de componentes de la bomba.

En 1965, los inspectores de la Comisión de Energía Atómica norteamericana detectaron que en la fábrica norteamericana Numec de enriquecimiento de uranio, faltaban unos 100 kilogramos de uranio altamente enriquecido, con los cuales se podrían fabricar unas cuatro bombas atómicas. Se tenía la sospecha de que este uranio había ido a parar a Israel, ya que el presidente y propietario de Numec, Zelman Mordecai Shapiro era un devoto judío. Sin embargo, el presidente Johnson, preocupado por la guerra de Vietnam, no estaba dispuesto a que la prensa y la televisión controladas por los israelíes iniciasen una campaña contra él. La Comisión de Energía Atómica declaró, sin justificación técnica alguna, que era habitual en este tipo de instalaciones, que un centenar de kilogramos de uranio se diluyese entre los residuos.

Entre los años 1980 y 1985, 810 detonadores del tipo krytron, empleados en el mecanismo de disparo de una bomba atómica por el método de implosión, habían sido enviados clandestinamente a Israel. Los krytrons son sistemas electrónicos extraordinariamente complejos, capaces de iniciar las lentes de explosivo químico de las bombas atómicas de plutonio (con error estándar inferior a la 1.000 millonésima de segundo). El 16 de mayo de 1985 un juez federal condenó, en ausencia, al científico Richard Smyth por exportar ilegalmente estos detonadores. Poco antes del juicio, se permitió que Smyth huyese a Israel.

En la figura 9, se indica el centro nuclear de Dimona en donde se obtiene el plutonio altamente enriquecido y el centro de Nahal Soreq en donde se proyectan las bombas atómicas. Cerca de Nazaret se encuentran los centros de Yodefat donde se fabrican las bombas atómicas y el centro de Eilabun donde se almacenan las bombas nucleares tácticas.



Figura 9.- Producción de plutonio altamente enriquecido.

Proliferación nuclear en la India

La India es actualmente el único país, aparte de los cinco que integran el Club Nuclear (Estados Unidos, Rusia, Reino Unido, Francia y China), que puede desarrollar y construir, por sus propios medios, reactores nucleares, el ciclo completo nuclear y, además, fabricar bombas atómicas y termonucleares.

Bajo el Programa de Átomos por la Paz, Canadá construyó en Trombay el reactor *Cirus* de agua pesada-uranio natural de 40 megavatios térmicos, que entró en operación en el año 1963, adquiriendo el agua pesada de Estados Unidos. En el año 1964 la India construyó también, en Trombay una planta de reelaboración del plutonio, lo que la permitió obtener el plutonio altamente enriquecido para fabricar su primera bomba atómica, la cual explotó el 18 de mayo de 1974. El Gobierno indio declaró que era un explosión para fines pacíficos para su empleo en las obras públicas.

Inicialmente se instalaron cuatro reactores nucleares productores de energía eléctrica sometidos a salvaguardias lo que le impide utilizar el plutonio obtenido para fines militares. Uno fue suministrado por Francia (año 1969), otro por Estados Unidos (año 1969) y dos por Canadá (años 1972 y 1980). A partir de entonces, la India por sus propios medios, ha construido diez reactores productores de energía eléctrica, estando en fase de construcción otros cuatro, todos ellos de uranio natural-agua pesada, de unos 220 megavatios eléctricos cada uno, los cuales no están sometidos a salvaguardias.

Su programa de armamento nuclear se basa principalmente en la tecnología del plutonio y en menor escala en la del uranio, habiendo construido para ello una planta de ultracentrifugadoras en Rattehalli (año 1990).

El plutonio altamente enriquecido para las bombas atómicas se obtiene de dos reactores de agua pesada-uranio natural construídos en Trombay: el *Cirus* de 40 megavatios térmicos (año 1963) y el *Dhruva* de 100 megavatios térmicos (año 1988) y de tres plantas de reelaboración del plutonio: Trombay (año 1964), Tarapur (año 1977) y Kalpakkam (año 1997); que producían el plutonio necesario para fabricar hasta 9 bombas atómicas al año. De todos los centros nucleares, el más importante es el Centro de Investigación Atómica Babha en Trombay cerca de Bombay, uno de los más grandes del mundo, que empezó a construirse en el año 1955 y que alberga importantes laboratorios y el centro de Investigación y Desarrollo (I+D) de armas nucleares.

El 11 de mayo de 1998, la India efectuó 3 explosiones nucleares subterráneas, una de la fracción del kilotón, otra de unos cuatro kilotonnes (India informó que

era de 12) y la tercera de 12-25 kilotonnes (India informó que era de 43-60). Según las investigaciones realizadas en el Laboratorio Nacional Lawrence en Livermore (California), esta última era un bomba termonuclear cuyo iniciador o primera fase era una bomba atómica de plutonio, pero que en la explosión falló la segunda fase de deuterio-tritio, por lo que la energía producida no alcanzó los centenares de kilotonnes para la que estaba proyectada.

Dos días después, el 13 de mayo de 1998, la India explosionó dos bombas atómicas de la fracción del kilotón.

Instalaciones nucleares, número de armas nucleares y misiles de los países considerados

Teniendo en cuenta las incertidumbres asociadas a las armas nucleares, en el cuadro 2 se resumen los centros de producción de uranio y de plutonio para las bombas atómicas y en el cuadro 3 los misiles con su alcance, así como el arsenal de bombas atómicas de los países analizados anteriormente.

Entre los nuevos países nucleares, Israel es el primero en tecnología de armas nucleares seguido por la India; mientras que en la producción de plutonio para bombas es la India y en la producción de uranio altamente enriquecido es Pakistán.

Corea del Norte sigue los pasos de Pakistán, habiendo desarrollado una industria de misiles de medio alcance extraordinariamente competitiva.

Cuadro 2.- Centros de producción de uranio y plutonio para las bombas atómicas.

País	TNT	Uranio para bombas		Plutonio para bombas	
		Ultracentrifugadoras	Reactores nucleares	Reactores nucleares	Fábrica reelaboración de plutonio
India		Ratthalli año 1990	Cuatro sometidos a salvaguardias Diez no sometidos a salvaguardias Cuatro en construcción	Trombay 1966 (45 kg/a) Tarapur 1979 (150 kg/a) Kalpakkam 1991 (190 kg/a)	
Pakistán		Sihala año 1979 Kahuta laboratorio Khan año 1984 (57-93 kg/a) Go'ra año 1987	Khusab HWR (40-70 MWt) Karupp 1972 (HWR 125 MWe)	Chasma 1978 (100 kg/a) New Lab 1982 (10-20 kg/a) Pinstech	
Irán	1970	Natanz (empezó construcción en año 2000. Actualmente hay unas 2.000 ultracentrifugadoras)	Bushehr I (LWR, 1300 MWe destruido por Irak en 1987) Bushehr II (LWR, 1300 MWe destruido por Irak en 1987) Darakjain (LWR, 935 MWe destruido por Irak en 1987) Arak (HWR 40 MWt) empezó la construcción 2004		
Irak*	1969	Al-Furat* Al-Sharkat* A-Tarmiya*	Osirag/ (LWR 40 MWt destruido por Israel en 1981) IRT-2000 1968 (LWR 5 MWt) ISIS 1982 (LWR 800 kWt)	Al-Tuwaitha (8 kg/a)*	
Argelia	1995		Ain-Cussera 1991 (HWR 30 MWt)	Ain-Cussera 1991 (d)	

Cuadro 2.- (Continuación).

País	TNT	Uranio para bombas		Plutonio para bombas	
		Ultracentrifugadoras	Reactores nucleares	Fábrica reelaboración de plutonio	
Corea del Norte	1985	Mount Chonma, año ¿2005?	Yongbyon GGR (5 y 50*** MW(e)) Taechon GGR (200*** MW(e))	Yongbyon 1975	
Israel		Simona año 1981 (2-3 kg/a)	IRR2 Dimona 1963 (HWR 40-150 MWt)	Dimona (15-40 kg/a)	

Sometido a salvaguardas:

t: aprobado y en fabricación.

dt: en desarrollo.

f: las instalaciones nucleares fueron unas destruidas y otras desmanteladas durante y después de la guerra del Golfo.

**,: algunas de fusión y quizás de neutrones.

***: en construcción.

Cuadro 3.- Misiles con su alcance y arsenales de bombas atómicas de los países analizados con coterioridad.

País	Misiles		Números de bombas atómicas
	Tipo	Alcance (kilómetros)	
India	<i>Agni I</i>	800	30-65
	<i>Agni II (t)</i>	2.500	
	<i>Agni III (d)</i>	4.000	
Pakistán	<i>Ghauri I (Haft 5) Nodong</i>	1.200	26-47
	<i>Ghauri II (Haft 6) Taepo-Dong I (t)</i>	2.000	
Irán	<i>Scud B</i>	300	
	<i>Scud C</i>	500	
	<i>Zerdal 3, Tondar</i>	1.000	
	<i>Shahab 3 (t, años 1998 y 2000)</i>	1.300	
	<i>Shahab 4 (Taepo-Dong I) (d)</i>	2.000	
Irak	<i>Scud B*</i>	300	
	<i>Scud C (Al-Husseini)*</i>	600	
	<i>Scud C (Al-Abbas) (d)*</i>	900	
Argelia	<i>Scud B</i>	300	
Corea del Norte	<i>Taepo Dong I (t)</i>	2.000	1 de U? 2-10 de Pu
	<i>Taepo Dong II (d)</i>	6.000	
	<i>Taepo Dong II (año 2015)</i>	15.000	
Israel	<i>Jeriko I</i>	1.200	100-200**
	<i>Jeriko II</i>	1.800	
	<i>Jeriko III (d)</i>	2.500	

Sometido a salvaguardias:

t: aprobado y en fabricación. d: en desarrollo.

*: las instalaciones nucleares fueron unas destruidas y otras desmanteladas durante y después de la guerra del Golfo.

** : algunas de fusión y quizás de neutrones.

La red Abd al-Qadir Jan de Pakistán ha intentado vender, al mejor postor, la tecnología y los componentes de plantas de ultracentrifugadoras para el enriquecimiento del uranio y Corea del Norte está haciendo lo mismo con sus misiles de alcance medio.

Estos dos hechos suponen un grave peligro para el equilibrio nuclear que ha existido hasta ahora entre las cinco naciones del Club Nuclear, pues ponen en manos de gobiernos que pueden llegar a ser fundamentalistas o con ambiciones imperialistas estas armas de destrucción masiva.

Bibliografía

Burrows, W.E. y Windrem, R. *Critical Mass*. Simon & Schuster (1994).

Cohen, A. *Israel and the Bomb*. Columbia University Press (1998).

Hersh, S. *The Samson Option*. Ramdon House (1991).

Mark, J.C., Taylor, T., Eyster, E., Maraman, W., Wuchslar, J. *Nuclear Control Institute*, www.nci.org/k-m/makeab.htm (1986).

Spector, L.S. *Nuclear Ambitions*. Westview Press (1990).

Velarde, G., Ahnert, C. Aragonés, J.M., Gómez-Alonso, M., Leira, G., Martínez-Val, J.M., Perlado, J.M. *ICF of DT solid micropellets with tampers of Pu, U and Pb*. Trans. Am. Nucl. Soc. 38. 208 (1981).

El primer gráfico de las figuras 1 y 3 es una adaptación de la figura de Jason Lee "The inner workings of mass destruction". Time. (2005).

Terrorismo nuclear

Por GUILLERMO VELARDE PINACHO
y NATIVIDAD CARPINTERO SANTAMARÍA

Resumen

El terrorismo nuclear representa la cara más perversa de la energía nuclear, del mismo modo que las armas químicas y las biológicas son la perversión de la química farmacéutica y de la biología molecular y añade una dosis de miedo al inherente factor perseguido por los terroristas: la intimidación psicológica, que hace que la población amenazada se sienta más impotente ante la situación.

La amenaza del terrorismo nuclear se ha convertido en una sombra permanente que afecta mayormente a países occidentales. En este sentido, el Reino Unido ha sido el país que hasta la fecha se ha visto más veces amenazado abiertamente por el terrorismo islamista desde que llevara a cabo sus atentados en la ciudad de Londres en julio de 2005. El descubrimiento posterior de distintas tramas hechas públicas por el MI5 (Servicio de Inteligencia británico), como la del 10 de agosto de 2006, ponen de manifiesto que el terrorismo es la amenaza más peligrosa con la que el siglo XXI ha iniciado su andadura.

En este capítulo dedicado al terrorismo nuclear se analizan las iniciativas internacionales tomadas tras los atentados del 11 de septiembre de 2001 (11-S), aunque también se ha visto que a pesar de las condenas generales y la firma de tratados, la lucha contra el terrorismo internacional no termina de perfilarse con la contundencia que debería y finalmente esta cuestión queda bajo la responsabilidad individual de las naciones afectadas. En este punto surgen una serie de factores subjetivos en la consideración de lo que es o lo que no es terrorismo que hace bastante ineficaz la lucha contra él.

En medio de estas divergencias, el terrorismo internacional sigue sus cauces. En cuanto al terrorismo nuclear respecta, éste se abastece a través de redes de suministro de materiales radiactivos y de componentes nucleares que, unidas a grupos delictivos muy poderosos, aprovechan la laxitud legislativa o las limitaciones

de algunos gobiernos para hacer frente a estos problemas, especialmente en determinadas zonas geográficas como las euroasiáticas. En este sentido, se ha considerado la situación de las ciudades cerradas rusas, la problemática del estado de Georgia y la descubierta red de Abd al-Qadir Jan.

Respecto a las técnicas de terrorismo nuclear, se analiza el ataque con bombas sucias, radiactivas y con atómicas rudimentarias, así como el ataque convencional a las instalaciones nucleares, analizándose las probabilidades de que se produzcan estos ataques y los daños biológicos que originarían.

Las bombas sucias o radiactivas son bombas productoras de pánico y su interés para los terroristas radica en sus efectos psicológicos y económicos. En el caso de estas bombas se describen los radioisótopos empleados, los experimentos realizados y las medidas a tomar en el caso de la explosión de una bomba sucia. El resultado general es que los daños biológicos producidos son análogos a los que produciría el explosivo convencional que forma parte de la bomba sucia. La descontaminación de la zona afectada por la dispersión de los radioisótopos puede costar varios centenares de millones de euros.

En el caso de bombas atómicas rudimentarias, debido a un proyecto rudimentario y un control de calidad deficiente, al explosionar sólo produciría una fracción pequeña de la energía nominal para la que fueron proyectadas, generalmente de la fracción del kilotón. Es muy probable que, debido a las dificultades técnicas, de proyecto y fabricación de las bombas atómicas de plutonio, necesariamente empleando el método de implosión, los terroristas prefieran las bombas de uranio por el método del proyectil.

Considerando solamente las bombas de uranio por el método del proyectil, una vez que los terroristas dispongan del uranio altamente enriquecido, los restantes componentes de la bomba pueden fabricarse sin dificultad especial. Tanto el uranio enriquecido como los restantes componentes pueden transportarse e introducirse en el país elegido para el atentado, a través de los puertos y aeropuertos públicos y privados y de las fronteras terrestres, siguiendo, por ejemplo, el camino empleado en el tráfico de drogas. El montaje de los componentes de la bomba está al alcance de equipos con experiencia técnica. El problema para los grupos terroristas consiste en adquirir el uranio enriquecido y transformado en uranio metálico. Actualmente, el uranio enriquecido puede obtenerse en las plantas de enriquecimiento por

ultracentrifugación, bien clandestinamente con la ayuda del personal de estas plantas, o con el consentimiento del país que dispone de ellas y que mantenga con los grupos terroristas afinidades religiosas, intereses económicos o ambos casos a la vez.

Finalmente se analiza el tráfico ilegal de uranio y de plutonio y los efectos producidos por la explosión de una bomba atómica rudimentaria.

Introducción general

El terrorismo nuclear es una amenaza internacional que ha ido creciendo paulatinamente desde que Al Qaeda, el grupo islamista dirigido por Osama bin Laden, perpetrara el 11-S un atentado sin precedentes de la mano de 19 secuestradores suicidas que ocasionaron la muerte de unas 3.000 personas en la ciudad de Nueva York. Hasta la fecha Al Qaeda ha utilizado 71 terroristas suicidas en los atentados que ha llevado a cabo entre 1995 y 2003.

El terrorismo nuclear ha sido vinculado siempre a grupos islamistas relacionados con Bin Laden () que, a través de amenazas e insinuaciones por su parte, y de tramas reales descubiertas por otra, como ha sucedido en el Reino Unido, han puesto de manifiesto la factibilidad de un atentado con armas no convencionales. El 17 de noviembre de 2004, Abu Salma Al-Hijazi, uno de los jefes de Al Qaeda, en una entrevista que le realizaron en Faluja a 50 kilómetros de Bagdad, dijo que él esperaba por aquellos días un ataque terrorista en Estados Unidos que causaría unas 100.000 víctimas. Al final, todo quedó en una amenaza pero su mensaje guardaba implícitamente otra forma de terror más maquiavélico y perverso, el acoso psicológico.

El presidente George W. Bush, en un discurso dirigido a la nación el 13 de septiembre de 2006 dijo:

“Desde el horror del 11-S hemos aprendido mucho sobre el enemigo. La guerra contra este enemigo es más que un conflicto militar. Es una lucha ideológica decisiva del siglo XXI y la llamada de nuestra generación. Nuestra nación está a prueba de una manera que no experimentábamos desde la guerra fría. Y sabemos que si pudiesen obtener armas de destrucción masiva las utilizarían contra nosotros”.

La cuestión del terrorismo nuclear debe considerarse dentro de la evolución experimentada por el terrorismo convencional y, en este sentido, el final de la guerra fría supuso el surgimiento de una serie de factores que han potenciado su práctica. Entre ellos: el estallido de conflictos controlados durante la misma en determinados países y una evolución negativa de éstos, que ha dado lugar a lo que en el lenguaje de la diplomacia internacional se conoce como *Estados fallidos*. Tres de ellos, Somalia, Sudán y Yemen son punto de referencia para Al Qaeda donde, parece ser, tiene establecidas bases de operaciones (). Otra cuestión derivada del fin de la guerra fría es un terrorismo internacional cada vez más independiente en cuanto a sus fuentes de financiación y, por último, la posibilidad por parte de los terroristas de adquirir armas Nuclear, Biológicas y Químicas (NBQ) para perpetrar sus atentados.

ACUERDOS INTERNACIONALES

A lo largo del siglo XX el terrorismo se convirtió en un fenómeno de coacción cada vez más extendido que golpeaba allí donde creyera oportuno, especialmente en Europa, Suramérica y Asia. Por esta razón comenzaron a suscribirse una serie de convenciones, tratados y acuerdos que, desde los organismos oficiales, han intentado combatirlo a partir de la práctica del derecho internacional. El 14 de septiembre de 1963 se firmó en Tokio la I Convención Multilateral contra Actos de Terrorismo Cometidos a Bordo de los Aviones; el 16 de diciembre de 1970 se firmó en La Haya otra convención para la supresión del secuestro de aviones; el 22 de abril se firmó en El Cairo una convención árabe por parte de la Liga de los Estados Árabes para la supresión del terrorismo; el 1 de julio de 1999 se firmó en Ouagadougou una convención por parte de la Conferencia Islámica para combatir el terrorismo internacional; el 4 de junio de 1999 se suscribió en Minsk un tratado de cooperación entre los Estados miembros de la Comunidad de Estados Independientes (CEI) para combatir el terrorismo, etc.

La ONU, por su parte, el 17 de septiembre de 1979 adoptó una convención internacional contra la toma de rehenes; el 9 de diciembre de 1999 adoptó otra convención para la supresión de la financiación del terrorismo y el 13 de abril de 2005 adoptó otra para la supresión de actos de terrorismo nuclear (). Todo ello con el fondo de un debate general en el que los países miembros no terminan de ponerse de acuerdo sobre a qué llamar y no llamar terrorismo (). La resolución de la Asamblea General 44/29 de 4 de diciembre de 1989 decía que la lucha contra el

terrorismo sería más eficaz si se pusiesen de acuerdo sobre una definición uniforme del terrorismo internacional. En el Programa de Trabajo del Comité *Ad Hoc* para el Terrorismo establecido por la Asamblea General de la ONU, en su resolución 51/210 de 17 de diciembre de 1996, y en su decimoquinto encuentro, el delegado sirio Ghassan Obeid decía que Siria condenaba el terrorismo en todas sus formas por ser un acto criminal, pero acentuaba la necesidad de definir qué era en realidad terrorismo para distinguirlo de la lucha legítima de las naciones contra ocupaciones extranjeras. Obeid terminaba afirmando que ningún acuerdo sobre supresión del terrorismo o la financiación del mismo servirían para nada si no se encontraba un definición del término ().

Por su parte, el OIEA, creado en el año 1957 como respuesta a las amenazas y expectativas resultantes del descubrimiento de la energía nuclear, entre otras varias, el 24 de septiembre de 2004 adoptó la resolución GC (48)/RES/11 sobre Seguridad en Física Nuclear, medidas de protección contra el terrorismo nuclear y progresos realizados en las medidas de protección contra el terrorismo nuclear y radiológico.

El 15 de julio de 2006 y tras la cumbre del Grupo de los Ocho países más ricos, Vladimir V. Putin y George W. Bush anunciaron la creación de la Iniciativa Global para Combatir el Terrorismo Nuclear (). Como consecuencia de la misma y con la asistencia como observadora de la OIEA, los días 30 y 31 de octubre de 2006 se reunieron en Rabat los representantes de 13 naciones que se han adherido a esta Iniciativa: Estados Unidos, Federación Rusa, Australia, Canadá, China, Francia, Alemania, Italia, Japón, Kazajistán, Marruecos, Turquía y el Reino Unido ().

La Iniciativa Global para Combatir el Terrorismo Nuclear se verá reforzada por una serie de acuerdos multilaterales y otros bilaterales como los suscritos entre Rusia y Estados Unidos. Entre estos últimos estarían la Iniciativa de Cooperación de Seguridad Nuclear de Bratislava de 2005 y programas como la Iniciativa de Megapuertos y la Iniciativa para la Seguridad de los Contenedores que tienen como objetivos, entre otros, la implementación de sistemas de seguridad para la detección de materiales radiactivos o nucleares en buques mercantes. Los objetivos de la Iniciativa Global para Combatir el Terrorismo Nuclear son varios y, entre otros, incrementar la seguridad en las instalaciones nucleares; mejorar los sistemas de detección de materiales radiactivos con objeto de evitar su contrabando; desarrollar técnicas de detección de estos materiales que pudieran ser utilizados en un atentado

terrorista, y poner en marcha medidas que eviten la financiación de grupos terroristas que intenten adquirir o utilizar armas nucleares ().

España se ha adherido a esta Iniciativa Global para Combatir el Terrorismo Nuclear, como han hecho diversos países de la Unión Europea, lo cual nos coloca en una situación positiva desde el punto de vista de la cooperación internacional, en unos momentos de amenaza permanente por parte de Al Qaeda a países occidentales. No olvidemos que durante la década de los años noventa y el transcurso de los años dos mil, las acciones policiales llevadas a cabo en nuestro país contra grupos terroristas extranjeros pusieron de manifiesto que todos ellos pertenecían a organizaciones islamistas, entre ellas, el Grupo Islámico Armado argelino y la célula terrorista islámica *Meliani* vinculada a Bin Laden. El 25 de septiembre de 2001 se desarticuló y se detuvo a los miembros de otra célula del Grupo Salafista para la Predicación y el Combate. Una de las actuaciones más significativas de nuestros Cuerpos de Seguridad fue la acción policial llevada a cabo el 13 de noviembre de 2001 con la desarticulación de una infraestructura formada por miembros de Al Qaeda relacionados directamente con los atentados llevados a cabo el 11-S Estados Unidos ().

Inmediatamente después de los atentados de 11-S, Estados Unidos aprobaron el 26 de octubre de 2001 el Acta Unificar y Reforzar América Proveyéndola de las Herramientas Adecuadas para Interceptar y Obstruir el Terrorismo, PATRIOT (*Uniting and Strengthening America by Providing Appropriate Tools Required to Intercept and Obstruct Terrorism*) la cual fue ratificada el 2 de marzo de 2006 ().

En cuanto a la Federación Rusa, la Duma del Parlamento aprobó en febrero de 2006 una ley que permite abatir aviones con pasajeros secuestrados para cometer atentados terroristas y, en julio de ese mismo año, el Senado aprobó otra ley que permite al presidente de Rusia emplear su Ejército y los Servicios Secretos fuera de su país con fines antiterroristas ().

LAS CIUDADES NUCLEARES CERRADAS RUSAS

El sociólogo de la Academia de Ciencias Rusa, Valentin Tijonov, tras entrevistar en el año 1992 a diversos científicos del vasto complejo nuclear y de misiles ruso, definía así la situación:

“La economía rusa es todavía incapaz de brindar las condiciones necesarias para ofrecer un puesto de trabajo adecuado a los expertos de la gran red de Ciudades Cerradas Nucleares. Aunque el ISTC (*Centro Internacional de Ciencia y Tecnología*) y una variedad de proyectos unilaterales y multilaterales han mejorado el empleo de los expertos ex soviéticos, la situación en estas ciudades continua siendo una seria preocupación y una amenaza para la paz y la seguridad internacionales”.().

Tras la desintegración de la Unión Soviética en el año 1991, se hizo pública oficialmente la existencia de una serie de ciudades secretas que, al amparo de la nueva Constitución de la Federación Rusa de 1992, se agruparon bajo un nuevo estatus que les confería independencia política local pero sometida al control federal de sus instalaciones. A este conjunto de ciudades se le designó como Unidades Territorio-Administrativas Cerradas, ZATO (*Zakrytoe Administrativno Territorialnoye Obrazovanie*), que englobaba 10 ciudades nucleares bajo el control del Ministerio de Energía Atómica (MINATOM): Sarov (Arzamas, 16); Lesnoy (Sverdlovsk, 45); Snezhinsk (Cheliabinsk, 70); Zarechny (Penza 19) y Trejgorny (Zlatoust, 36) que se crearon para diseñar y producir armas nucleares a gran escala y Ozersk (Cheliabinsk, 65); Novouralsk (Sverdlovsk, 44); Seversk (Tomsk, 7); Zheleznogorsk (Krasnoyarsk, 26) y Zelenogorsk (Krasnoyarsk, 45) que se construyeron para la producción de uranio altamente enriquecido y reelaboración del plutonio a partir de los elementos combustibles irradiados en reactores nucleares (), principalmente del tipo grafito-agua ligera.

ZATO comprendía también otras 36 ciudades más que, bajo la tutela del Ministerio de Defensa, incluían bases navales y de misiles, almacenamiento de armas nucleares, centros de operaciones espaciales, centros de instalaciones sensibles, etc, (). Dentro del conjunto de ciudades dependientes de este ministerio, había unas 15 cuyos nombres nunca fueron revelados. Por su parte, el Cosmodromo Baykonur y el polígono de pruebas nucleares Semipalatinsk 21 que, aunque situadas en territorio kazajo se encuentran arrendadas a la Federación Rusa, formaban también parte del complejo de ciudades cerradas.

Desde Sarov, a 400 kilómetros de Moscú, hasta la Siberia profunda, ubicadas en zonas de complicado acceso y de clima muy severo, viven aproximadamente un millón trescientas mil personas, aunque esta cantidad varía bastante según las

fuentes, pues hay que tener en cuenta la existencia de una serie de centros sin identificar oficialmente. Durante el caos que imperó en la década de los años noventa en el territorio de la URSS, nadie sabía muy bien lo que estaba ocurriendo en estos centros secretos, en los cuales se concentraba el enorme arsenal nuclear soviético, sus armas estratégicas y el combustible de sus cabezas nucleares. En el año 1986, cuando ocurrió el accidente de Chernóbil, la URSS tenía aproximadamente 45.000 cabezas nucleares (), el máximo número alcanzado en la historia de la era nuclear y un número aproximado de 24.600 expertos en el campo nuclear ().

A lo largo de los años noventa, Rusia vivió un proceso de privatizaciones durante el cual los activos más importantes de la antigua URSS como Gazprom, Media-Most, Aluminio de Krasnoyarsk, etc... pasaron del control estatal a unas pocas manos privadas que los adquirieron por cantidades muy bajas:

“Hay quien ha señalado que en el decenio de 1990 se registró en Rusia el mayor robo verificado en la historia de la economía” ().

La nueva situación económica dura y caótica se hizo notar en todos los sectores y llegó a las ciudades cerradas. Uno de los casos más dramáticos, entre tantos otros, fue la situación en Cheliabinsk, 70, dedicado al diseño de cabezas nucleares, donde su director Vladimir Nechay se suicidó superado por los acontecimientos (año 1996). Hubo asimismo una serie de huelgas de los trabajadores (años 1997 y 1998) por el retraso de, hasta cuatro meses, en el recibo de su salario (). En agosto de 1998 el hundimiento de la Bolsa, la desintegración del sistema bancario y la devaluación del rublo generó la peor crisis económica de aquel proceso de transformación y el caos, la incertidumbre y la desesperación provocaron el surgimiento de actos delictivos dentro de este conglomerado secreto que pusieron de manifiesto la vulnerabilidad de la situación que se vivía.

Ese mismo año 1998, el general Alexander Lebed, gobernador de la región de Krasnoyarsk, fallecido en un accidente al estrellarse en Abakan (Siberia) el helicóptero en el que viajaba, el 28 de abril de 2002, advirtió al Kremlin sobre posibles motines que podrían darse dentro del Ejército, debido al hambre que pasaban los militares bajo su jurisdicción. Lebed amenazó:

“Con convertirse en un dolor de cabeza para la comunidad internacional, como la India y Pakistán. ¿Qué otra cosa podrían hacer? Oficiales hambrientos son oficiales muy enojados. A lo largo de 26 años de servicio militar he llegado a comprender esto a la perfección” ().

Las palabras de Lebed cobraban especial relevancia al darse el hecho de que en Krasnoyarsk se encuentran dos de las ciudades nucleares más importantes de todo ZATO: Zheleznogorsk y Zelenogorsk, la primera dedicada a la producción de plutonio y la segunda al enriquecimiento del uranio.

Los múltiples delitos publicados ocurridos en las ciudades cerradas hay que tomarlos con algunas reservas, pues ha habido mucha especulación al respecto. Destaquemos lo ocurrido el 18 de diciembre de 1998 cuando se arrestó a un empleado de Sarov (Arzamas, 16), donde se encuentra el Instituto Panruso de Investigación en Física Experimental (VNIIEF), el más emblemático e importante de la antigua URSS, donde se desarrolló su primera bomba atómica y el centro científico más relevante hoy en día. Este empleado fue acusado de espionaje por haber intentado vender los diseños de nuevas armas convencionales a agentes de Irak y de Afganistán, por un importe de tres millones de dólares. Sobre este asunto, el responsable de los órganos de seguridad, Confederación Federal de Normalización (FSB) de Estados Unidos, declaró:

“Ha habido otros casos similares en Sarov. Este tipo de espionaje se debe a la difícilísima situación económica de los trabajadores” ().

En el año 2000, Victor Yeratsov, director del Departamento de Contabilidad y Control del Material Nuclear del MINATOM, declaró que en Rusia se habían dado 52 casos de tráfico ilícito de material nuclear procedente de la antigua URSS:

“Las autoridades rusas explican el aumento de casos de tráfico ilícito por disfunciones en el programa de privatización debido a la presión de las mafias locales. Según este análisis, los traficantes incitaron a algunos empleados de MINATOM a vender materiales fisiónables y radiactivos robados, creyendo erróneamente que su precio era muy elevado y la operación rentable” ().

No obstante, si bien el acceso a las armas de destrucción masiva, parece ser, que en ningún momento estuvo fuera de control, la situación era lo suficientemente preocupante para que el Departamento de Energía de Estados Unidos comenzara a

tomar una serie de iniciativas que se materializaron en acuerdos de cooperación de alto nivel con la Federación Rusa con objeto, entre otros, de impedir lo que se esperaba sucediese: el robo o la venta de componentes de armas nucleares que llegasen a las manos de gobiernos financiadores del terrorismo o de organizaciones terroristas directamente.

El Acuerdo sobre Protección de Material, Control y Contabilidad (MPC&A) (1996) se creó para desarrollar tanto sistemas de seguridad física (verjas, puertas metálicas y sistemas de vigilancia por video), como de protección de los materiales en contenedores y sistemas de contabilidad de inventarios a través de bases de datos computerizadas. El objetivo era crear sistemas antirrobo análogos a los empleados en Estados Unidos. El Programa Iniciativa de las Ciudades Nucleares (NCI) (1998), el más importante de todos ellos, se estableció para ayudar a reducir la capacidad del arsenal nuclear en los centros de Sarov, Snezhninsk y Zheleznogorsk, a partir del desmantelamiento de sus cabezas nucleares. El Programa Iniciativa para la Prevención de la Proliferación (IPP) (1994) y el Centro Internacional de Ciencia y Tecnología (ISTC) (año 1992) tienen como objetivo reciclar a los profesionales expertos en diseño y fabricación de armas nucleares y ubicarlos en puestos de trabajo desde donde puedan desarrollar una investigación de carácter civil y comercial ().

En la conferencia de la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN) sobre terrorismo celebrada en Yerevan (Armenia) en el año 2006, asistimos al agradecimiento público de la representante del Comité Estatal para la Regulación Nuclear de Ucrania, que puso de manifiesto cómo esta ayuda norteamericana les había supuesto un incremento en la seguridad de sus instalaciones nucleares. Al oír sus palabras, en las que hablaba que se habían instalado sistemas de seguridad elementales, nos dimos cuenta de la situación de fácil acceso y falta de control que, hasta ese momento, habían tenido las centrales nucleares ucranianas.

Por otro lado y debido a los acuerdos de cooperación de nuestro Instituto de Fusión Nuclear de Madrid con el Instituto de Física Lebedev de Moscú, hemos visto también que estos programas conjuntos ruso-norteamericanos han cambiado favorablemente la situación de los científicos nucleares, pues les ha brindado la oportunidad de viajar fuera de su país sin los impedimentos impuestos en la época soviética.

Efectivamente, muchos de ellos tenían que firmar un documento por el cual se comprometían a no salir de su país en un mínimo de 25 años.

El 17 de julio de 2003 el Departamento de Energía norteamericano publicó el Acuerdo Eliminación de la Producción de Plutonio en Rusia EWGPP, (*Elimination of Plutonium Production in Russia Important Step In U.S.-Russia Nonproliferation Program*). Un paso importante en el Programa de Noproliferación Norteamericano-Ruso, suscrito entre Estados Unidos y Rusia. Este Acuerdo tenía como objetivo “abrir puertas de las ciudades nucleares rusas cerradas para comenzar el trabajo de reducción de los reactores de producción de plutonio”. En una ceremonia celebrada en Viena en marzo de 2003, el secretario de Energía norteamericano Spencer Abraham y el ministro para la Energía Nuclear ruso Alexandr Rumyantsev acordaron reducir la amenaza que suponen las armas de destrucción masiva, suspendiendo la producción de plutonio en los últimos 3 reactores rusos dedicados a ello (). Ese mismo mes de marzo, Rumyantsev había declarado ante la Duma que su país necesitaba invertir de cuatro a cinco veces más el presupuesto que tenía asignado para poder evitar sabotajes en las instalaciones nucleares, pues debido a los recortes del presupuesto, se había reducido el número de militares encargados de vigilar instalaciones nucleares clave ().

En el Documento publicado por el Departamento de Energía R-03-155, se ponía de manifiesto que los reactores a los que se refiere el Acuerdo son iguales al de Chernóbil y que originó el peor accidente nuclear desde el año 1945. Estos reactores, moderados por grafito y refrigerados por agua ligera, según se explica en «Proliferación nuclear», p. 00, fueron diseñados para producir plutonio para las bombas, pero que al ser inestables durante la puesta en marcha, no deben emplearse para la producción de energía eléctrica. Sin embargo, inexplicablemente, la URSS empleó estos reactores (conocidos como tipo Chernóbil), con algunas modificaciones, para su uso en calefacción y producción de electricidad, en contra de lo que aprobarían los Consejos de Seguridad Nuclear de los países occidentales y Japón.

El Programa EWGPP contempla suministrar calefacción y electricidad a las comunidades siberianas afectadas por esta situación, facilitando de este modo la clausura de los reactores:

“Estos [reactores] tienen deficiencias en las áreas de diseño, equipamiento y materiales y están considerados entre los de más alto riesgo en el mundo” ().

El accidente de Chernóbil tendría que haber servido para recordar a las autoridades rusas el grave error cometido por sus predecesoras soviéticas.

Septiembre de 2001 marcó un antes y un después en cuestiones de seguridad y control de centros militares o de almacenamiento de armas de destrucción masiva. Ciertamente la antigua URSS no requería del uso de sistemas de alta seguridad para controlar sus instalaciones sensibles, pues el aislamiento geográfico de los centros y el control policial, militar y del Comité de Seguridad del Estado (KGB) dificultaban notablemente el acceso. Sin embargo, la desintegración de este país lo dejó en un estado de vulnerabilidad alarmante. Ignoramos lo que ocurrió en esos años pero parece ser que, aparte de una serie de delitos de contrabando y tráfico ilegal de residuos radiactivos, no se dieron casos concretos de sustracción efectiva de armas nucleares. Por lo menos así lo han comunicado en varias ocasiones las autoridades rusas, especialmente cuando en septiembre de 1997 el general Lebed, en una entrevista con el corresponsal Steve Kroft, dijo que más de 100 bombas atómicas de un kilotón, transportables en una maleta de mano, habían:

“Dejado de estar bajo el control de las fuerzas armadas rusas y que podrían encontrarse ¿en Georgia? ¿en Ucrania? ¿en los países bálticos? O a lo mejor fuera de todos ellos” ().

Actualmente la situación de estas ciudades cerradas sigue siendo complicada. La descentralización de la URSS se encontró frente a una carencia de medios para hacer frente al control riguroso debido a estas instalaciones y si bien algunos de estos centros nucleares cerrados, más o menos, están saliendo adelante gracias a la cooperación internacional y a distintos acuerdos comerciales, a otros les amenaza la sombra del desempleo para aquellos expertos y trabajadores afectados por la reducción o la desaparición de sus instalaciones y la imposibilidad de reubicarlos a todos (). De hecho se calcula que más de 20.000 puestos de trabajo pueden perderse, entre los años 2005 y 2012, con la nueva reestructuración. En el complejo de ciudades secretas de la Federación Rusa siguen almacenándose a fecha de hoy unas 16.000 cabezas nucleares (), la mitad de las cuales están actualmente en proceso de desmantelamiento.

Contrabando de componentes nucleares

GEORGIA

En 1993 la OIEA creó el ITDB (*IAEA Illicit Trafficking Database*) que contiene información confirmada por parte de los países miembros acerca de actividades ilegales relacionadas con la adquisición, posesión, uso y tráfico ilegal de materiales radiactivos y nucleares. Siguiendo el ITDB, desde el año 1993 hasta el 31 de diciembre de 2004 se habían confirmado 662 casos de actividades delictivas entre robo, contrabando, posesión ilegal e intentos de vender clandestinamente este material. De los 662, 400 se refieren a tráfico de fuentes radiactivas de las cuales corresponden el 8% a usos médicos, el 29% a usos industriales, el 12% a laboratorios de física nuclear y biología y el resto a otras aplicaciones (). Esta importante base de datos pone de manifiesto el gran número de delitos que se han producido, refiriéndose sólo a los descubiertos y denunciados por parte de los países miembros, no todos los que se han producido en la realidad.

El 24 de junio de 2002 la OIEA se hacía eco del control inadecuado de las fuentes radiactivas en el mundo (9. En este comunicado explicaba que estas fuentes radiactivas podían ser utilizadas para fabricar *bombas sucias* y que en más de 100 países en el mundo no se estaba aplicando el control de seguridad necesario para evitar su robo, calificándolas como *fuentes huérfanas*. También hacía hincapié en que este tipo de fuentes huérfanas se dan especialmente en las antiguas repúblicas soviéticas y, de entre ellas, Georgia, es la que presentaría más problemas de seguridad (). Según la OIEA, desde mediados de los años noventa hasta el 2002 se habían recuperado en este Estado unas 280 fuentes radiactivas abandonadas. Con respecto a su manipulación, el director general de la OIEA, Mohammed el-Baradei decía:

“El peligro de manipular potentes fuentes radiactivas no debe verse ya como un elemento disuasorio, lo cual cambia radicalmente lo que se creía antes” ()

Efectivamente, como se verá más adelante, es posible que ciertos terroristas suicidas prefieran inmolarse manipulando plutonio que haciéndose volar por los aires con los explosivos de sus cinturones o mochilas.

Georgia plantea hoy en día una serie de cuestiones de inseguridad debido a la existencia en su territorio de una zona que podría llamarse “tierra de nadie” que se escapa a un control adecuado y que se corresponde con el paso de Pankisi:

“Combatientes árabes y grupos armados islamistas se mueven a sus anchas por el paso Pankisi, que conecta Chechenia y Georgia con otro desfiladero, situado entre Georgia y la región irredentista de Abjazia, el paso Kodori” ()

Según Loretta Napoleoni, gran especialista en economía del terrorismo, esta zona es una ruta principal de tránsito para el tráfico de armamento y de contrabando que va entre Georgia y Chechenia y para el tráfico de drogas que va desde Afganistán a Europa:

“Una manera de acabar con ambos tráficos ilícitos sería que la Administración rusa y la georgiana concedieran a Abjazia el derecho a patrullar sus propias fronteras, con lo que se bloquearía el acceso al paso de Pankisi. Pero esta decisión implicaría el reconocimiento oficial de Abjazia como Estado independiente y aunque no ha sido reconocida por las potencias internacionales, desde el año 1993 Abjazia viene funcionando de facto como protectorado ruso. Georgia afirma que esa región pertenece a su Estado, y teme comprometer su integridad territorial si permitiese la secesión de Abjazia. La consecuencia de todo ello es que esos grupos armados de la región siguen disfrutando de un tráfico multimillonario (en dólares) de armas y drogas” ().

También según datos de los servicios secretos rusos, por el desfiladero de Pankisi se dirigían a Chechenia mercenarios musulmanes y flujos de dinero procedentes de la organización Al Qaeda (), y según el ministro de Seguridad del estado de Georgia, Valeri Jaburdzania:

“En el desfiladero de Pankisi operan bases de adiestramiento de delincuentes y terroristas chechenos.”

Por su parte, Valentin Kunin, dice:

“Su financiación procede de grupos extremistas que actúan bajo la apariencia de organizaciones humanitarias, como por ejemplo, As Salam, que también suministra armas al desfiladero” ().

En diciembre de 1997 el MINATOM comprobó que 0,8 kilogramos de uranio enriquecido había desaparecido del Instituto de Física y Tecnología de Vekua en la región de Abjazia, cuando este centro había sido abandonado al comenzar la lucha del movimiento separatista cinco años antes ().

En abril de 2000 se detuvo a cuatro ciudadanos georgianos a las afueras de Batumi, la capital de la República Autónoma de Adzhariya en Georgia, que llevaban 0,9 kilogramos de uranio enriquecido ().

El 7 de julio de 2005, Soso Kakushadze, director del Servicio de Seguridad sobre Radiación del Ministerio de Protección Medioambiental y de Recursos Naturales georgiano, comunicó a la agencia Reuters que en los dos años anteriores se habían interceptado cuatro intentos de contrabando de uranio enriquecido y aunque no dio detalles sobre el nivel de enriquecimiento que tenía el uranio, sí dijo que no podía utilizarse en dispositivos de dispersión radiológica. También dijo que, posiblemente, procedía de Osetia del Sur ().

Otro de las cuestiones que se están produciendo en el Estado de Georgia según diversas fuentes, es la vinculación del crimen organizado con el contrabando de materiales radiactivos que ha puesto de manifiesto que las mafias disponen de redes de contrabando que actúan a través de Georgia hacia Turquía y de aquí a Europa Occidental y a países de Oriente Medio donde estos materiales son requeridos por grupos terroristas ().

LA RED PAQUISTANÍ

En una entrevista concedida a la CNN el 22 de octubre de 2001, el presidente paquistaní general Pervez Musharraf dijo:

“Es incuestionable el hecho de que los activos nucleares de Pakistán nunca caerán en manos de ningún fundamentalista.”

Aunque parece ser cierto que el armamento nuclear pakistani está bien protegido, el hecho de que un sector del Ejército y del Servicio de Inteligencia se encuentren próximos a la postura política de los talibanes ha hecho que una serie de observadores apunten a que:

“Si en Pakistán se diese un golpe de estado por fuerzas hostiles a Estados Unidos, el Ejército norteamericano debería estar preparado para asegurar el

arsenal nuclear o incluso sacar las armas nucleares del país sin el permiso de las autoridades pakistaníes. Otros suscitan la posibilidad de pedir al presidente Musharraf que permitiese a Estados Unidos o a China tomar posesión de las armas nucleares durante el tiempo que durase el golpe de estado” ().

El programa nuclear paquistaní se desarrolló a lo largo de unos 30 años, dirigiendo su subprograma de obtención de uranio enriquecido el ingeniero químico Abd al-Qadir Jan que, a partir de una serie de actuaciones ilegales como robo de documentos y transferencia de tecnología en el mercado negro, consiguió que Pakistán realizase en 1998 cinco explosiones atómicas. Sin embargo, la actividad nuclear de Jan siguió desarrollándose por otros derroteros más lucrativos hasta que, en enero de 2004, se descubrió oficialmente la gran red de tráfico ilegal que había establecido y fue condenado a arresto domiciliario en su villa de Islamabad. En febrero de ese año, Jan pidió perdón al presidente Musharraf delante de la televisión de su país y confesó que había estado vendiendo componentes para ultracentrifugadoras a distintos países. Jan asumió asimismo públicamente toda la responsabilidad, eximiendo al gobierno de Pakistán de cualquier tipo de vinculación en el contrabando. Tras esta declaración y teniendo en cuenta que en su país está considerado como un héroe nacional, el gobierno paquistaní impidió que tanto Estados Unidos como la OIEA le interrogaran ().

El descubrimiento de la red paquistaní en 2004 reveló la existencia de una enorme y compleja trama formada por traficantes de Alemania, Japón, Suráfrica, Suiza, Turquía y Pakistán y por empresas subsidiarias o camufladas en Bélgica, Holanda, Turquía y Malasia que adquirían los componentes a otras más importantes, creando de este modo una complicada red de aprovisionamiento y distribución de tecnologías de doble uso para su utilización en la fabricación de ultracentrifugadoras destinadas a los programas nucleares de Libia, Irán y Corea del Norte. Esta trama, que actuó durante más de 25 años, exportaba los componentes a través de Dubai, burlando las leyes internacionales y los controles gubernamentales.

CETEC y Traco Co. de Suiza; Elektronik Kontrol Aletleri de Turquía; Gulf Technical Industries establecida en Dubai; Hanbando Inc. y De Young Engineering de Corea del Sur; Döerrenberg Edelstahl, Krisch Engineering y Bikar Metalle de Alemania, establecidas en Singapur; Trade Fin Engineering de Sudáfrica y Mitutoyo de Japón, eran algunas de las principales empresas de la Red Jan, como se la conoce

públicamente. Y en cuanto a los colaboradores, son veintinueve las personas, entre presidentes, directores de departamento, financieros, etc., de estas empresas, que han sido juzgadas y algunas sentenciadas judicialmente, de semanas a años de cárcel, por fabricación y tráfico de componentes para la fabricación de bombas nucleares ().

El segundo responsable de la red de Abd al-Qadir Jan y su hombre de confianza parece ser que era BSA. Tahir, un ciudadano de Sri Lanka afincado en Dubai donde dirigía el Grupo SMB. Tahir era el ejecutivo más importante del SCOMI Group BHD de Malasia en cuya fábrica de Shah Alam se fabricaban los componentes de aluminio para las ultracentrifugadoras P-2 destinadas a Libia (). Esta empresa ubicada en Malasia:

“Les proporcionaba una cobertura perfecta para producir componentes de ultracentrifugadoras y enviarlos a los clientes de Jan por todo el mundo” ().

El empresario holandés Henk Slebos era el encargado de coordinar los suministros en la fábrica de Malasia que estaba dirigida técnicamente por, al menos, siete colaboradores de Jan pertenecientes su centro de investigación paquistaní KRL.

Tras varios años siguiendo pistas, en septiembre de 2003 agentes de Inteligencia norteamericanos y británicos interceptaron un barco cargado con dichos componentes, que procedente de Dubai atravesaba el canal de Suez con destino a Libia. A partir de ese momento se comenzó a dilucidar toda la red montada y salió a la luz que Libia estaba intentando desarrollar un programa nuclear clandestino, cuya infraestructura databa de los años ochenta cuando construyó, con la ayuda de la URSS, un centro de investigaciones nucleares en Tajoura, en la costa al este de Trípoli. Un par de meses más tarde y de forma sorpresiva, en diciembre de 2003, el coronel Muammar al Gaddafi renunciaba oficialmente al desarrollo de fabricación de armas NBQ ().

La red ilegal de Jan no parece haber desaparecido. Según el Subcomité Norteamericano para el Terrorismo Internacional y Noproliferación:

“Irán ha reconstruido la red con objeto de conseguir componentes prohibidos para su programa nuclear y de misiles balísticos, principalmente a partir de empresas europeas, norcoreanas, rusas, habiendo incluido algunos intermediarios de Jan en el proceso” ().

SITUACIÓN POLÍTICA ACTUAL CON RESPECTO AL TERRORISMO

La estabilidad de la que gozan determinados grupos terroristas en estos momentos es una consecuencia de la política de alto riesgo llevada a cabo por las dos potencias norteamericana y soviética durante la guerra fría. El fin de ésta y el colapso de la URSS abrió una especie de “caja de Pandora” donde sus estrategias para desestabilizarse mutuamente en escenarios con conflictos de baja intensidad, o el apoyo a regímenes corruptos para asegurarse el suministro de materias primas, o el patrocinio directo o indirecto a grupos terroristas, ha dado como resultado un desequilibrio cada vez más alarmante donde, por razones no tan fáciles de dilucidar, algunos países consideran a determinados grupos terroristas como representantes válidos de causas políticas o de reivindicaciones históricas. Esta actitud tiene como consecuencia la debilitación de sistemas fundamentales como la democracia y la actuación de la justicia vinculada a un derecho internacional cada vez más alejado de la realidad.

“Hemos entrado en un nuevo escenario donde se ha pasado, entre otras cosas, de la defensa territorial a la seguridad compartida y a la defensa colectiva, etc; de unas amenazas concretas a otras múltiples y complejas. Se han multiplicado los ataques terroristas, la guerra tradicional está dejando paso a las guerras asimétricas, actúan tanto sujetos estatales como no estatales... Se trata de dialogar, cooperar o asociarse con aquellos estados emergentes y poderes de segundo orden como pueden ser Brasil, Indonesia, Irán, México, Pakistán o Suráfrica con el propósito de alcanzar la máxima estabilidad mundial ().. Con estas palabras el general Jesús Rafael Argumosa define muy acertadamente la situación, que pone de manifiesto que el terrorismo internacional no puede ser tratado como un fenómeno aislado, sino como el responsable de la gran incertidumbre que sobre seguridad internacional se cierne sobre las naciones en el siglo XXI.

Técnicas de terrorismo nuclear

El terrorismo nuclear puede producirse de varias maneras: con bombas sucias o radiactivas, con bombas atómicas rudimentarias y a través del ataque con medios convencionales a las instalaciones nucleares.

Las *bombas sucias* o radiactivas (conocidas en la terminología anglosajona como RDD (*Radiological Dispersion Devices*) son bombas de explosivo convencional que

tienen adosadas un recipiente que contiene materiales radiactivos. Estos materiales pueden ser obtenidos principalmente de los desechos de los servicios de medicina nuclear de los hospitales, de determinadas industrias y más difícilmente de los residuos de las instalaciones nucleares.

Las *bombas atómicas rudimentarias* IND (*Improvised Nuclear Devices*) son bombas atómicas o de fisión nuclear que, debido a un proyecto deficiente y a un control inadecuado de sus componentes, producen al explotar una energía inferior al kilotón.

El *ataque convencional a instalaciones nucleares* ANF (*Attack to Nuclear Facilities*) es el realizado directamente con explosivos convencionales o por el impacto con vehículos con explosivos, gasolina, keroseno, etc., a estas instalaciones.

Sin embargo, no todas estas acciones terroristas tienen la misma probabilidad de que se lleven a cabo, ni tampoco producen daños biológicos análogos. La probabilidad de que los terroristas islamistas hagan explotar una bomba sucia es elevada, pero el daño biológico que produce puede hacerse que sea reducido. Sin embargo, la probabilidad de que hagan explotar una bomba atómica rudimentaria es muy pequeña, aunque el daño biológico que produciría sería considerable. En el caso de un ataque convencional a una instalación nuclear del mundo occidental, la probabilidad de que se produzca es intermedia entre los casos anteriores, pero el daño biológico producido sería pequeño.

Los medios que un país debe emplear para prevenir y, en último caso, atenuar los efectos del terrorismo nuclear deben ser proporcionales al riesgo nuclear que originan estos efectos, definido éste como el producto de los dos factores anteriores, la probabilidad de que se produzca por el daño biológico producido. Cuantificando los factores anteriores, se obtiene un riesgo nuclear análogo en el caso del empleo de bombas sucias y en el de bombas atómicas rudimentarias y algo menor en el caso de ataque a las instalaciones nucleares, según se indica en el cuadro 1.

	Probabilidad de que se produzca un ataque	Daño biológico producido	Riesgo nuclear prob. x daño
Bombas sucias RDD	grande	pequeño	Medio
bombas atómicas Rudimentarias IND	pequeña	grande	Medio
ataque convencional a instalaciones nucleares ANF	mediana	mediano	pequeño

Bombas sucias

Al explotar el explosivo convencional, los materiales radiactivos pueden vaporizarse o convertirse en aerosol dispersándose y contaminando una zona cuya extensión depende de la cantidad de explosivo convencional, de la clase de materiales radiactivos, si están en estado sólido o líquido, del viento local, de la disposición de las edificaciones, de la orografía del terreno, etc. Así pues, el cálculo de los efectos depende de tal cantidad de variables que todavía no se ha desarrollado un código de cálculo fidedigno que simule estos efectos.

RADIOISÓTOPOS EMPLEADOS EN LAS BOMBAS SUCIAS

Actualmente hay más de tres millones de fuentes radiactivas que pueden emplear los terroristas en la construcción de las bombas sucias y que han sido clasificadas por el OIEA en cinco categorías, de más a menos toxicidad radiológica. En la *categoría Primera*, se encuentran los radioisótopos de los generadores termoeléctricos empleados en los satélites (Sr-90, Pu-238); en la esterilización de alimentos y material sanitario (Co-60, Cs-137) y en la teleterapia para el tratamiento del cáncer (Co 60, Cs 137). En la *categoría Segunda*, están los radioisótopos empleados en la gammagrafía industrial para el análisis de soldaduras y para la prueba de materiales (Co-60 e Ir-192) y en la braquiterapia para el tratamiento del cáncer (Co-60, Ir-192). En las *categorías Tercera a Quinta*, se encuentran los radioisótopos empleados en los laboratorios de física nuclear y biología; en las moléculas marcadas en investigaciones médicas y biológicas y en la Tomografía por Emisión de Positrones (PET). A continuación se indican los principales radioisótopos empleados en las bombas sucias:

Al inhalar o ingerir emisores *alfa* o *gamma*, éstos se depositan preferentemente en los pulmones; mientras que los emisores *beta*, como el Sr-90, se depositan en los pulmones y en los huesos, el I-131 en el tiroides, etc. En el caso de que estos emisores estén en contacto con la piel, los emisores *alfa* no producen efectos apreciables, los *beta* pueden producir quemaduras graves y los *gamma* penetran profundamente en el cuerpo.

- Cobalto (Co_{27}^{60}), de semivida 5.3a, emite *beta* de 0.3 MeV y γ de 1,3 MeV*.
- Estroncio (Sr_{38}^{90}), de semivida 28.1a, emite *beta* de 0.5 MeV.

- Yodo (I^{131}_{53}), de semivida 8.0d, emite *beta de 0,6 MeV y gamma de 0,4 MeV*.
- Cesio (Cs^{137}_{55}), de semivida 30.0a, emite *beta de 1,2 MeV y gamma de 0,6 MeV*.
- Iridio (Ir^{192}_{77}), de semivida 74d, emite *beta de 0,7 MeV y gamma de 0,6 MeV*.
- Polonio (Po^{210}_{84}) de semivida 138.4d, emite *alfa de 5,31 MeV y gamma de 0,8 MeV*.
- Radio (Ra^{226}_{88}), de semivida 1600a, emite *alfa de 4,78 MeV y gamma de 0,2 MeV*.
- Plutonio (Pu^{238}_{94}), de semivida 86.4a, emite *alfa de 5,50 MeV y gamma de 0,1 MeV*.
- Americio (Am^{241}_{95}), de semivida 433a, emite *alfa de 5,49 MeV y gamma de 0,8 MeV*.

*En *cursiva* la partícula que produce mayor daño biológico.

EXPERIMENTOS CON BOMBAS SUCIAS

Al no existir ningún código de cálculo fidedigno que pueda simular los efectos de la explosión de una bomba sucia, se han llevado a cabo diversos experimentos. Entre ellos destacan los realizados en el año 1987 en Irak probando bombas sucias de hasta 100 kilogramos de explosivo convencional, pero sus efectos biológicos fueron escasos, por lo que se abandonó su fabricación. Durante años, Estados Unidos han experimentado con bombas sucias, pero debido a sus escasos efectos letales, fueron desechadas como armas militares. De los estudios y experimentos realizados se deduce que lo más probable es que los efectos letales producidos por la dispersión de los materiales radiactivos sean análogos ó inferiores a los producidos por el explosivo convencional, según se empleen fuentes radiactivas en las categorías *primera y segunda* o de las *categorías tercera a quinta*.

Debido a estos resultados, las bombas sucias no tienen interés militar como armas tácticas, sin embargo son de gran interés para los terroristas por sus efectos económicos y psicológicos. La descontaminación de la zona afectada puede costar desde varios centenares de millones de euros a unos pocos millones, según que la fuente radiactiva empleada sea de la *categoría primera a segunda* o de la *tercera a quinta*.

Un manejo adecuado de la situación por los terroristas puede crear situaciones de caos y pánico entre la población no adiestrada, por lo que las bombas sucias son consideradas como *bombas creadoras de pánico* produciendo costes de descontaminación muy elevados.

PÉRDIDA DE FUENTES RADIATIVAS

Antes del 11-S, solamente en Estados Unidos no habían sido localizadas más de 1.500 fuentes radiactivas denominadas por la OIEA *fuentes huérfanas*. Después del 11-S se fueron localizando muchas de ellas: una se encontró en la chatarra de una planta de reciclado de acero, otra pasó los controles de otra planta y fue fundida en barras de acero para hormigón armado, etc. En la antigua URSS habían zonas valladas en Siberia donde se almacenaban materiales radiactivos de desecho. En el año 1987 unos chatarreros cogieron de una clínica abandonada de Goiania (Brasil) una fuente de cesio 137 (de 450 TBq), produciendo la muerte a 4 personas, además la descontaminación de la zona costó varios millones de euros. En el año 2001 unos leñadores encontraron en los bosques de Georgia un generador isotópico (estroncio 90) que emplearon como estufa.

Existe el riesgo de que se produzcan pequeños descuidos, o que alguien del personal encargado de las fuentes radiactivas, bien porque pertenezca a grupos terroristas o por afinidad hacia ellos (religiosa, sentimental, etc.), vaya sustrayendo algunas de ellas, con las que los terroristas puedan fabricar bombas sucias.

MEDIDAS A TOMAR EN EL CASO DE LA EXPLOSIÓN DE UNA BOMBA SUCIA

En el caso de explotar una bomba sucia, deben de tomarse una serie de medidas eficaces y de fácil aplicación, con objeto de evitar la confusión y el caos.

Los Servicios de Protección Radiactiva deberían acudir inmediatamente al lugar de la explosión instalando una tienda de campaña con depósitos de agua a presión, ropa limpia y bolsas de plástico para aislar la ropa sucia.

Las personas próximas al lugar de la explosión deben dirigirse a la tienda de campaña par lavarse y ponerse ropa limpia, evitando de este modo contaminarse con las partículas que puedan haberse adherido a la ropa o a la piel. Posteriormente, deben ser examinadas para comprobar si han inhalado o ingerido partículas radiactivas.

La población más alejada del lugar de la explosión, debe alejarse de la zona, cubriéndose la boca y la nariz con un pañuelo y yendo lo antes posible a un lugar cerrado. En los locales próximos al lugar de la explosión, se deben cerrar puertas y ventanas y desconectar los aparatos de aire acondicionado, para evitar la entrada de partículas radiactivas.

Se debe encender la radio o la televisión para recibir instrucciones de las autoridades exclusivamente. Y nunca hacer caso a los rumores ni al sensacionalismo. Salvo el personal de protección radiactiva, en ningún caso debe permitirse que nadie se acerque al lugar de la explosión.

Tampoco debe salirse precipitadamente de la ciudad, ni coger el coche, ni ir a buscar a la familia. En los colegios, empresas y otros lugares de reunión se deben seguir las normas anteriores. En caso contrario sólo se conseguiría producir un caos circulatorio que entorpecería el movimiento de los equipos de protección.

Hay que tener en cuenta que, con objeto de sembrar el pánico y el caos, lo primero que van a hacer los terroristas es ponerse en contacto con las emisoras de radio y de televisión para comunicarles que la contaminación radiactiva se extiende por toda la ciudad, afectando a la mayoría de sus habitantes. Por lo tanto, las autoridades deben prevenir a todas las emisoras para que solamente transmitan sus instrucciones. No hay que olvidar que algunas televisiones son propicias a propagar noticias catastróficas, sobre todo cuando se trata de cuestiones nucleares.

Después de la explosión, los servicios de protección radiactiva deben comenzar la descontaminación de edificios en donde la dosis radiactiva sea superior a la permitida. La descontaminación puede costar de centenares de millones de euros a menos de un millón, según que la fuente empleada haya sido de la *categoría primera a segunda* o de la *tercera a quinta* (de unos 300 millones de euros a un millón de euros por kilómetro cuadrado).

Si se cumplen las normas anteriores, es muy probable que los casos letales producidos por la dispersión de los materiales radiactivos sean análogos o inferiores a los producidos por el explosivo convencional empleado.

Bombas atómicas rudimentarias

Son bombas atómicas o de fisión nuclear que se basan en los mismos principios que las descritas en el capítulo cuarto «Proliferación nuclear», p. 00, pero que debido a

un inadecuado control de calidad de sus materiales y a un proyecto deficiente, producen al explotar una pequeña fracción de la energía nominal para la que fueron construidas, generalmente sólo una fracción de kilotón.

Aunque existen dos métodos para explotar una bomba atómica: el de proyectil, empleando únicamente uranio enriquecido, y el de implosión con uranio o plutonio enriquecido, el primero es el preferido por los grupos terroristas.

Las bombas atómicas por el método del proyectil, figuras 1 y 2 de las pp. 00-00, pueden construirse en países de baja tecnología o por grupos terroristas con alguna capacidad técnica, siempre que dispongan de más de 20 kilogramos de uranio enriquecido al 94% (94% de uranio 235, 0,6% de uranio 238) o de más de 35 kilogramos de uranio enriquecido al 50%.

Una vez que dispongan del uranio enriquecido, los restantes componentes de la bomba pueden fabricarse sin dificultad especial. Tanto el uranio enriquecido como los restantes componentes pueden transportarse e introducirse en el país elegido para el atentado, a través de los puertos y aeropuertos públicos y privados y de las fronteras terrestres, siguiendo, por ejemplo, el camino empleado en el tráfico de drogas. El montaje de los componentes de la bomba está al alcance de equipos con experiencia técnica. El problema para los grupos terroristas consiste en adquirir el uranio enriquecido y transformado en uranio metálico. Actualmente, el uranio enriquecido puede obtenerse en las plantas de enriquecimiento por ultracentrifugación, bien clandestinamente con la ayuda del personal de estas plantas, o con el consentimiento del país que dispone de ellas y que mantenga con los grupos terroristas afinidades religiosas, intereses económicos, o ambos casos a la vez.

Las bombas atómicas por el método de implosión, figuras 3 y 4 de las pp. 00-00, emplean más de 5 kilogramos de plutonio enriquecido al 94% o más de 20 kilogramos de uranio enriquecido al 94%. Por cuestiones de tamaño que dificulta su construcción, estas bombas son casi exclusivamente de plutonio. El proyecto y fabricación de este tipo de bomba atómica es muy complejo. Para obtener una onda de choque que comprima la esfera hueca de plutonio hasta transformarla en una esfera maciza, se necesita colocar alrededor de la bola de plutonio un sistema de lentes de explosivo convencional (baratol y exógeno) con sus respectivos detonadores. Tanto las lentes de explosivo convencional como la bola hueca de

plutonio deben obtenerse por fusión en vacío para evitar cavidades que distorsionen la propagación de la onda de choque. Para hacer explotar la bomba hay que dar fuego simultáneamente a todos los detonadores de las lentes (técnicamente, con errores inferiores a la milmillonésima de segundo). Todo esto hace que la fabricación de estas bombas esté solamente al alcance de países de tecnología avanzada, pero difícilmente al alcance de grupos terroristas. Por otro lado, el plutonio apto para bombas atómicas debe estar enriquecido al 94% en Pu-239, obteniéndose de los elementos combustibles de un reactor nuclear irradiados solamente de un 3% a un 10% del tiempo que se les irradiaría cuando el reactor operase comercialmente. Como los elementos combustibles irradiados son altamente radiactivos, deben manejarse en celdas calientes. Aunque quizás esto no sería decisivo para los terroristas islamistas, ya que decenas de ellos escogerían inmortalizarse manejando el plutonio en vez de morir explotando sus cinturones o mochilas con explosivos convencionales. Por otro lado, el desmantelamiento en componentes de este tipo de bomba atómica es muy complejo.

TRÁFICO ILEGAL DE URANIO Y PLUTONIO

La ITDB de la OIEA detectó en el período 1993-2004, 196 casos de tráfico ilegal de uranio y plutonio, en cantidades muy inferiores a las necesarias para fabricar una bomba atómica (mas de 20 kilogramos de uranio y cinco kilogramos de plutonio, ambos enriquecidos al 94%). En el cuadro 2 se indican los 18 casos mas importantes, y entre estos, los casos de los 2.972 gramos de uranio altamente enriquecido robado a una instalación nuclear y detectado por la policía en San Petersburgo y los 363,4 gramos de plutonio comercial, en forma de óxidos mixtos de uranio y plutonio, detectados en la aduana del aeropuerto de Múnich.

24/05/1993	Vilna (Lituania)	150 g U altamente enriquecido
--/03/1994	San Petersburgo (Rusia)	2972 g U altamente enriquecido
10/05/1994	Tengen-Wiechs (Alemania)	6,2 g Pu comercial
13/06/1994	Lands Hut (Alemania)	0,8 g U altamente enriquecido
25/07/1994	Munich (Alemania)	0,24 g Pu en PuO ₂ -UO ₂ comercial
10/08/1994	Aeropuerto de Munich (Alemania)	363,4 g Pu en PuO ₂ -UO ₂ comercial
14/12/1994	Praga (República Checa)	2730 g U altamente enriquecido
--/06/1995	Moscú (Rusia)	1700 g U altamente enriquecido
06/06/1995	Praga (República Checa)	0,4 g U altamente enriquecido
08/06/1995	Ceske (República Checa)	16,9 g U altamente enriquecido
29/05/1999	Rousse (Bulgaria)	10 g U altamente enriquecido
02/10/1999	Kara-Balta (Kyrgyzstan)	¿ ? Pu comercial
19/04/2000	Batumi (Georgia)	770 g U altamente enriquecido
16/09/2000	Aeropuerto de Tbilisi (Georgia)	0,4 g Pu comercial
28/01/2001	Asvestochori (Grecia)	3 g Pu comercial
16/07/2001	París (Francia)	0,5 g U altamente enriquecido
26/06/2003	Sadahlo (Georgia)	170 g U altamente enriquecido

ROBO DE UNA BOMBA ATÓMICA O DE SUS COMPONENTES

Se ha escrito abundantemente sobre el posible robo en un país nuclear de una bomba atómica o de sus componentes, especialmente durante el desmoronamiento de la URSS. Sin embargo, aunque durante esta época sus dificultades económicas y el desorden fueron alarmantes, parece ser que se tuvo un control adecuado del arsenal nuclear.

Durante años, la URSS fue fabricando bombas atómicas de la fracción del kilotón, transportables en maletas de reducido tamaño. El general soviético Alexander Lebed, denunció, sin aportar ninguna prueba, que 134 de estas bombas habían desaparecido. Sin embargo, el Ministerio de Defensa ruso declaró que su arsenal estaba intacto.

En cuando al robo de componentes, el peligro radica en que por motivos económicos y principalmente religiosos, científicos y técnicos o el personal que interviene en la fabricación de armas nucleares, principalmente en países musulmanes, como Pakistán y, si no se evita en un futuro próximo, en Irán, puedan ir sustrayendo componentes que permitan a los terroristas islamistas montar una bomba atómica del tipo proyectil.

ROBO DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES IRRADIADOS

El robo por grupos terroristas de elementos combustibles irradiados tiene como objetivo su empleo en las bombas sucias o, en último caso, para fabricar una bomba atómica rudimentaria del tipo del proyectil que, según se indicó anteriormente, tendría una probabilidad prácticamente nula de que explosionase, pero podría producir un fogonazo con la liberación de radiactividad.

Sin embargo hay que señalar que el robo de estos elementos combustibles irradiados de la piscina de enfriamiento de una central nuclear o durante su transporte a una planta de reelaboración del plutonio, presenta grandes dificultades: su gran peso (cerca de una tonelada), su elevada radiactividad, tener que eludir los sistemas de vigilancia y seguridad, etc.

Hay que tener en cuenta que el manejo sin protección de cinco kilogramos de combustible irradiado hace 25 años, produciría actualmente una dosis letal del 50%.

SITUACIÓN ACTUAL DEL URANIO ALTAMENTE ENRIQUECIDO

EN LOS REACTORES EXPERIMENTALES Y PRODUCTORES DE RADIOISÓTOPOS

Existen en la actualidad unos 140 reactores experimentales o para la producción de radioisótopos repartidos por todo el mundo y diez de alto flujo neutrónico para prueba de materiales, los cuales consumen anualmente 400 kilogramos de uranio altamente enriquecido. Hay unos 70 conjuntos subcríticos y críticos repartidos por todo el mundo y varios reactores pulsados para la prueba de materiales que emplean todos ellos uranio altamente enriquecido.

En el año 1996, Estados Unidos, Rusia y la OIEA firmaron un acuerdo para transformar los elementos combustibles de estos reactores con uranio altamente enriquecido en otros con uranio de bajo enriquecimiento (<20%).

Después del ataque terrorista del 11-S, se fijaron los años 2010 y 2019 para que Rusia y Estados Unidos repatriasen, respectivamente, todo el uranio altamente enriquecido de estos reactores. En el año 2005 se habían transformado 41 reactores.

EFFECTOS DE LA EXPLOSIÓN NUCLEAR

En la explosión de una bomba atómica rudimentaria se produciría una energía que, como máximo, sería del orden del kilotón y cuyos efectos se reflejan en el cuadro 3.

Inicialmente, un 5% de la energía de la fisión se emite como radiación inicial de partículas *alfa* (núcleos de helio), *beta* (electrones), *gamma* y neutrones que producirían una dosis letal en un radio de unos 350 metros.

Después, un 35% de la energía de la fisión se emite como onda térmica, principalmente en la forma de rayos X blandos, que producirían quemaduras de segundo grado en un radio de unos 700 metros.

Por último, un 50% de la energía de la fisión se emite como onda de choque que destruiría irreparablemente los edificios situados en un radio de unos 650 metros. En el caso de que la explosión se produjese en una ciudad con gran densidad de edificios de hormigón armado, los radios anteriores se reducirían considerablemente.

Posteriormente, un 10% de la energía de fisión se emite como la lluvia radiactiva en la dirección del viento local que incrementaría el número de víctimas que no estuviesen en refugios adecuados.

La dosis radiactiva disminuye con el tiempo siguiendo aproximadamente la *Ley del Siete*; al cabo de siete horas la dosis radiactiva se reduce a 1/10 de la dosis que

habría en la primera hora; al cabo de 7 por 7 = 49 horas, unos dos días, se reduce a 1/100; al cabo de 7 por 7 por 7 = 343 horas, unos 14 días, se reduce a 1/1.000; al cabo de 7 por 7 por 7 por 7 = 2.401 horas, unos 100 días, se reduce a 1/10.000, etc. Es decir, al cabo de dos semanas las Fuerzas Armadas no protegidas frente a la radiactividad podrían transitar (sin pararse) por la zona afectada. A los tres meses se podrían ocupar temporalmente los edificios no afectados por la explosión.

Si se lleva a cabo una descontaminación eficaz, estos tiempos se pueden reducir adecuadamente.

Cuadro 3.- Efectos producidos por la explosión de una bomba atómica rudimentaria (de un kilotón) de posible uso terrorista.

Fenómeno	Efecto	Radio de cada efecto (metros)
Radiación inicial de partículas <i>alfa</i> , <i>beta</i> , <i>gamma</i> , <i>n</i> (5% de la energía producida)	Dosis letal del 100%	350
Onda térmica (35% de la energía producida)	Quemaduras de segundo grado	700
Onda de choque (50% de la energía producida)	Sobrepresión de 0,35 atmósfera destrucción irreparable de edificios	650

Estos radios pueden reducirse a menos de la mitad cuando la explosión se produce en zonas de alta concentración de edificios con estructuras de hormigón armado o acero.

Bibliografía

1. Albright, D. *Securing Pakistan's Nuclear Weapons Complex*. Paper commissioned and sponsored by the Stanley Foundation for the 42nd Strategy of Peace Conference. October 25-27, 2001. Institute for Science and International Security.
2. Albright, D and Higgins, H. *Does Al Qaeda Have Nuclear Materials?*. Institute for Science and International Security. March 1, 2002.
3. Allison, G. *Nuclear Terrorism. The ultimate preventable catastrophe*. Owl Books. New York. 2005.
4. Argumosa Pila, Jesús R. El "Gran Juego" del Siglo XXI. Revista Ejército – N. 789. Diciembre de 2006.
5. Bukharin, O., von Hippel, F. and Weiner, S. K. *Conversion and Job Creation in Russia's Closed Nuclear Cities: An Update Based on a Workshop Held in Obninsk, Russia, June 27-29, 2000* (Princeton, NJ: November 2000).
6. Butler, K, Salama, S. & Spector, L.S.. *Special Report: The Khan Network. Where is the Justice?*. Bulletin of the Atomic Scientists. November/December 2006.
7. Escudé, C. Estado del Mundo. Ariel. Grupo Editorial Planeta. Buenos Aires. Noviembre de 1999.

8. García San Pedro, J. *Concepto de Terrorismo*. Terrorismo Internacional en el siglo XXI. X Curso Internacional de Defensa. Jaca, 16-20 de septiembre de 2002. Ministerio de Defensa. Secretaría General Técnica. 2003.
9. Martín, A. *Terrorismo en la Unión Europea. El caso español*. Terrorismo Internacional en el siglo XXI. X Curso Internacional de Defensa. Jaca, 16-20 de septiembre de 2002. Ministerio de Defensa. Secretaría General Técnica. 2003.
10. Kraser, G. Planning for Countering Nuclear Terrorism. Motivation and Redirection: Rationale and Achievements in the Russian Closed Cities. Countering Nuclear and Radiological Terrorism. NATO Security through Science Series-B: Physics and Biophysics. Springer. 2006.
11. Kunin, V. *¿Se dejará de subdividir a los terroristas en malos y buenos?*. El Mensajero ruso. N° 2 (13) Febrero de 2002.
- Napoleoni, L. Yihad. Cómo se financia el terrorismo en la nueva economía. Urano Tendencias.2004.
13. Norris, R.S. and Kristensen, H.M. Global nuclear stockpiles, 1945-2006. Nuclear Notebook. Prepared by the Natural Resources Defense Council. Bulletin of Atomic Scientists. July/August 2006.
14. Parfitt, T. *The Nuclear Nightmare*. The Times (London), 3 March 2004.
- Rowland, R. "Secret Cities of Russia and Kazahstan in 1998", Post-Soviet Geography and Economics, 1999, 40, N° 4, pp. 281-304.
- Ryan, M. States of Failure. Bulletin of the Atomic Scientists. May/June 2007. Pp.52-57.
17. Shelley, L. and Orttung, R. Criminal Acts. How organized crime is a nuclear smuggler's new best friend. The Bulletin of Atomic Scientists. September/October 2006.
18. Serebrennikov, R. "2002 Saw Several Thefts of Nuclear Materials, Isotope Products in Russia". ITAR-TASS, March 5, 2003.
19. Pape, Robert A. *Dying to Win. The Strategic Logic of Suicide Terrorism*. Random House. N. York. 2005.
20. Taibo, C. *Rusia en la era de Putin*. Catarata. Madrid 2006.
21. Taibo, C. Putin. *Un zar en el imperio de los espías*. Magazine. XL Semanal. ABC. N° 1004. 21-27 de enero de 2007.
22. The Wall Street Journal. *Kofi and U.N. 'Ideals'. Rwanda, Dafur, Iraq and Oil for Food* December 14, 2006.
23. Velarde, G., Carpintero Santamaría, N. *Aspects on the non-proliferation measures*. NATO Workshop on Countering Nuclear/Radiological Terrorism. Yerevan (Armenia) 2-6 October 2005.
24. Velarde, G., Carpintero Santamaría, N. *Terrorismo Nuclear*. Rev. Aero. y Astron. Marzo 2006.
25. Wolfsthal, J.B. *Surveying the nuclear cities*. Bulletin of Atomic Scientists. July/August 2001. pp.15-17.
http://www.securitydefenceagenda.org/news_detail.asp?ID=828&frame=yes
www.iaea.org
www.whitehouse.gov/news/releases/2006/07/print/20060715-3.html
<http://www.state.gov/t/isn/rls/fs/75845.htm>
<http://nti.org/db/nistralf/2005/20050250.htm>
http://www.nti.org/e_research/cnwm/threat/anecdote.asp
www.centroculturalruso.org
<http://www.whitehouse.gov>
<http://www.un.org>
<http://www.nti.org>
<http://actualidad.terra.es/articulo/htm/av2755397.htm>
<http://untreaty.un.org>