

17/2016

10 de octubre de 2016

Marcos Gómez Casal\*

Corea del Norte, diez años de  
explosiones nucleares

[Visitar la WEB](#)

[Recibir BOLETÍN ELECTRÓNICO](#)

## Corea del Norte, diez años de explosiones nucleares

### Resumen:

Corea del Norte realizó su primera explosión nuclear el 9 de octubre de 2006. Desde entonces su capacidad nuclear no ha hecho más que evolucionar, a pesar de una política de sanciones tanto por parte de Estados Unidos como de Naciones Unidas, con un programa de misiles y otro nuclear. Si bien el más crítico es el segundo, de nada sirve una cabeza nuclear en caso de no disponer de un vector de lanzamiento que permita hacerla detonar donde se pretende.

El régimen norcoreano hace que sea bastante difícil conocer con exactitud la situación de sus programas, obteniéndose información de los mismos de las visitas realizadas por inspectores internacionales a las instalaciones nucleares, así como del análisis de imágenes de satélite y de los diferentes ensayos realizados.

En este documento se expone cuál podría ser el estado actual del programa nuclear norcoreano, con un análisis de cada uno de sus elementos, así como la política llevada a cabo por el régimen en este asunto. Se hace también un análisis de los posibles avances técnicos y científicos que han superado los problemas propios de un desarrollo armamentístico nuclear, exponiendo que es posible que disponga actualmente de la tecnología suficiente como para desarrollar cabezas termonucleares.

### *Abstract:*

*North Korea conducted its first nuclear explosion on October 9, 2006. Since then its nuclear capability has only evolved, despite a sanctions policy by both the US and the UN, with missiles and nuclear programs. Being the most critical the second one, a nuclear warhead is useless whether no launch vector allows it to be detonated where intended.*

*North Korean regime makes it quite difficult to know exactly the status of their programs, obtaining information of visits by international inspectors to nuclear facilities, as well as analysis of satellite images and tests done.*

*This document analyses the current state of the North Korean nuclear program, including its elements, as well as the policy carried out by the regime. An analysis of possible technical and scientific advances that have overcome the problems of a nuclear weapons development is also made, including the possibility that enough technology to develop thermonuclear warheads may be now available.*

**\*NOTA:** Las ideas contenidas en los **Documentos Marco** son de responsabilidad de sus autores, sin que reflejen, necesariamente, el pensamiento del IEEE o del Ministerio de Defensa.

### Palabras clave:

Política nuclear de Corea del Norte. Programa nuclear de Corea del Norte. Producción de tritio. Cabezas nucleares. Yongbyon. Armas nucleares.

### *Keywords:*

*North Korea nuclear policy. North Korea nuclear program. Tritium production. Nuclear warheads. Yongbyon. Nuclear weapons.*

## Introducción

Trascurridos más de 50 años de su fin, lejos parece quedar la guerra donde Corea del Norte fue doblegada de sus intentos de dominar la totalidad de la península de Corea. Con el devenir de los años Corea del Norte, consecuencia de las políticas totalitarias mantenidas por sus dirigentes, se ha sumido en un hermetismo casi absoluto. Una de las peores derivadas del régimen norcoreano es la de ser uno de los países más pobres del mundo, soportando su población fuertes hambrunas y una gran carencia de fuentes de energía.

Con un gran gasto en defensa, llegándose a alcanzar en distintas épocas entre el 25 y el 40% del PIB, en el año 2016 alcanzará el 15,8%<sup>1</sup>. Esto le permite disponer de unas Fuerzas Armadas desproporcionadas<sup>2</sup> y desarrollar de forma indígena una gran capacidad en las áreas de misiles y nuclear. Recientes hechos acontecidos parecen indicar que poseen capacidades en las áreas de misiles balísticos lanzados desde submarinos (SLBM) y misiles intercontinentales (ICMB), así como cierta capacidad nuclear.

En cuanto a las explosiones nucleares, a la primera de ellas (9 de octubre de 2006) le sucedieron otras cuatro, la última de ellas (9 de septiembre de 2016) ha sido la más potente de todas con una potencia estimada entre los 15 y los 20 Kilotones (Kt)<sup>3</sup>, similar a las de Hiroshima y Nagasaki. Desde la primera hasta la tercera explosión transcurrieron 7 años, mientras que en los últimos 3 años se han producido otras tres y recientemente se han acelerado los lanzamientos de misiles desde tierra y desde submarinos... ¿Cuál parece ser el motivo para ello?

Es bien conocido que en el tablero de la diplomacia y las relaciones internacionales Corea del Norte no es del todo fiable, ya que a lo largo de muchos años ha aplicado una política incierta, en la que prometía unas actuaciones a cambio de contrapartidas, incluso a veces sin contrapartidas, para en un breve espacio de tiempo desdecirse aludiendo a una pretendida falta de cumplimiento de los compromisos adquiridos por la parte contraria, o realizando acciones que a su entender no se enmarcan en los acuerdos

---

<sup>1</sup> <http://www.larazon.es/internacional/corea-del-norte-dedicara-a-defensa-una-sexta-parte-de-su-presupuesto-de-2016-BA12304050#.Ttt1K6QGimvAF0k>

<sup>2</sup> La mayoría de sus Fuerzas Armadas disponen de material bastante obsoleto.

<sup>3</sup> <http://38north.org/2016/09/shecker091216/>

contraídos. Todo ello desembocaba en una especie de ingeniería diplomática que a la postre parecía estar destinada a ganar tiempo para poder desarrollar su programa nuclear, deteniéndolo cuando era “necesario”, ya que su economía no permite explotar todas sus capacidades nucleares al 100% de manera continuada y sostenida.

## Conceptos generales

### *Materiales nucleares*

Los materiales nucleares<sup>4</sup> son los que permiten producir una explosión nuclear, son el U-233, U-235, Pu-239<sup>5</sup>, Pu-241, o cualquier combinación de estos.

### *Reactor nuclear*

Un reactor nuclear es una instalación capaz de iniciar, mantener y controlar las reacciones de fisión nuclear en cadena que tienen lugar en el núcleo del mismo. Está compuesto por: combustible nuclear, refrigerante, elementos de control, materiales estructurales y moderador<sup>6</sup>.

Todo reactor nuclear precisa refrigerar su núcleo, en caso contrario se alcanzarían temperaturas tan elevadas que por un lado no permitirían una correcta operación de los mismos y por otro lado desencadenarían en accidentes nucleares que supondrían la fusión del núcleo, dejándolo totalmente inoperativo. El reactor de 5 MWe de Yongbyon (tipo Calder Hall) fue construido con una torre de refrigeración.

Además es imprescindible tener sistema de control que permita controlar o detener las reacciones nucleares. Básicamente son de dos tipos:

- Soluciones líquidas, fundamentalmente soluciones de boro.
- Barras de control.

Las barras de control permiten el efectuar cambios rápidos de potencia del reactor y su parada eventual en caso de emergencia en escasos segundos. Están fabricadas con materiales absorbentes de neutrones y suelen tener las mismas dimensiones que los

---

<sup>4</sup> Definido en: <http://www.nrc.gov/materials/sp-nucmaterials.html>

<sup>5</sup> El elemento químico plutonio se representa por “Pu”

<sup>6</sup> Un reactor nuclear precisa de moderador solamente en el caso de los reactores nucleares térmicos.

elementos de combustible. Las barras de control son accionadas y controladas por el mecanismo de control de barras de control.

### **Enriquecimiento de uranio**

Se conoce por uranio natural (NU) el existente en la naturaleza. Consta de tres isótopos radiactivos: U-238 (99,285%), U-235 (0,71%) y U-234 (0,005%).

Al no existir el uranio 233 en la naturaleza, se tendría que obtener artificialmente, lo que hace mucho más sencillo proceder a enriquecer el uranio natural en su isótopo 235. El enriquecimiento de Uranio es un proceso por el cual se incrementa el porcentaje del U-235 respecto al NU.

Dependiendo del grado de enriquecimiento, se puede destinar a centrales nucleares, reactores de investigación, submarinos nucleares o armamento nuclear. Varias han sido las técnicas de enriquecimiento, estando algunas de ellas en desuso por considerarse obsoletas debido al alto consumo energético y la poca eficiencia. Actualmente la técnica de enriquecimiento más extendida es la centrifugación, si bien en un futuro no muy lejano puede ser desplazada por el enriquecimiento por láser.

Según el porcentaje del U-235, se clasifica en:

- Uranio empobrecido (DU) <0,71%
- Uranio natural 0,71%
- Uranio ligeramente enriquecido (SEU) <2%
- Uranio poco enriquecido (LEU) <20%
- Uranio altamente enriquecido (HEU) >20%
- Uranio de uso armamentístico (WGU) >90%

### **Obtención de plutonio**

El reactor nuclear funciona gracias al material combustible de su núcleo. Durante el tiempo que permanece en el núcleo en operación el combustible se está irradiando. Con el tiempo se genera plutonio, por capturas neutrónicas sucesivas. Al no existir en la naturaleza sólo se puede obtener mediante reacciones nucleares. Existen varios isótopos del plutonio, entre ellos se encuentran: el Pu-239, que es material nuclear y el Pu-240 que es auto-fisionable, por lo que genera neutrones espontáneamente.

Cuanto más tiempo permanezca irradiado el material nuclear en el interior de un reactor, el porcentaje de Pu-240 respecto de Pu-239 se incrementa. Se considera plutonio de uso armamentístico (WGPu) el que tiene menos del 8% de PU-240<sup>7</sup>.

Una vez se extrae el contenido de las barras de combustible irradiado se tiene que remitir a una planta donde se pueda procesar convenientemente. Este material es muy radiactivo e implica un gran peligro, tanto de irradiación como de contaminación, por lo que el tratamiento del contenido se tiene que realizar en celdas calientes. Corea del Norte emplea el proceso de reprocesado denominado PUREX (*Plutonium and Uranium Redox EXtraction*).

### ***Tipos de cabezas nucleares***

Existen dos grandes tipos de cabezas nucleares: de fisión pura y termonuclear.

Las primeras liberan gran cantidad de energía al fisionarse los núcleos atómicos del material nuclear, generándose así dos núcleos “hijos” más ligeros y entre 2 y 3 neutrones por núcleo fisionado. Las segundas añaden a las primeras el proceso de la fusión nuclear, donde dos núcleos ligeros se combinan para formar uno más pesado y liberar gran cantidad de energía (comparativamente mucha más que en el caso de la fisión) y neutrones. Para producirse una fusión nuclear se precisa de una temperatura del orden de millones de grados, lo que solamente se puede conseguir mediante la fisión.

### ***Dispositivos nucleares<sup>8</sup>***

Existen dos tipos diferentes de dispositivos nucleares: tipo cañón y tipo implosión.

#### Tipo cañón

El material nuclear está dividido en dos elementos ubicados en extremos de un tubo, separados una determinada distancia. Ambos elementos por separado son un sistema subcrítico, es decir, no son capaces por sí mismos de desarrollar una reacción nuclear en cadena. Cuando se acciona el dispositivo, mediante ayuda de explosivo convencional, uno de los dos elementos se proyecta por el interior del tubo contra sobre el otro. Cuando las dos masas se acoplan, constituyen un sistema supercrítico, es decir, pueden producir

<sup>7</sup> <http://nuclearweaponarchive.org/Nwfaq/Nfaq4-1.html#Nfaq4.1.7.1>

<sup>8</sup> <http://nuclearweaponarchive.org/Nwfaq/Nfaq4-2.html#Nfaq4.2>

y mantener una reacción nuclear en cadena. Haciendo incidir un flujo neutrónico en este sistema supercrítico se produce la detonación nuclear.

Este dispositivo sólo sirve para producir explosiones con bombas de uranio. Las de plutonio no pueden emplear este dispositivo debido a que las auto-fisiones del Pu-240 generan un flujo neutrónico, antes de que las masas subcríticas se unan, provocando la fisión del Pu-239 y lográndose explosiones de escasa potencia, incluso menos de un kilotón.

#### Tipo implosión

Según se indicó en el párrafo anterior, los dispositivos de plutonio sólo pueden ser de implosión. De este tipo también pueden ser los de uranio.

El sistema necesario para la implosión es mucho más complejo que el de tipo cañón, siendo más lógico emplear los dispositivos de tipo cañón en las bombas de fusión puras con uranio y los de implosión para las de plutonio.

En este tipo, el material nuclear tiene forma de esfera hueca. Externamente a ella se encuentra una capa cuyo finalidad es la de confinar el mayor número de neutrones en el interior y tras ello otra capa de un absorbente neutrónico, de manera que evite que los neutrones la atraviesen, evitando dañar los elementos externos. Finalmente se encuentra un conjunto de elementos explosivos convencionales (lentes explosivas), con la finalidad de generar una onda de choque centrípeta, de manera que la masa de material nuclear se comprime y pasa a ser supercrítica, momento en el que incide un flujo neutrónico sobre ella y se produce la detonación nuclear.

Un inconveniente es lograr la onda de choque centrípeta “perfecta”. Para ello se requiere un diseño complejo, explosivos de muy alta calidad y diseño y que todas las lentes se activen al mismo tiempo. Un pequeño fallo o desfase en algún elemento del sistema, podría desarticular el dispositivo no logrando la detonación o siendo esta de escasa potencia.

#### ***Tratados nucleares***

En relación a los ensayos nucleares, actualmente existen tratados internacionales que prohíben ensayos nucleares submarinos, en fondos marinos, en la Antártida, en la superficie terrestre, en la atmósfera y en los cuerpos celestes y el espacio exterior. Estos tratados son:

- Tratado de la Antártida (1959)
- Tratado de prohibición parcial de ensayos nucleares (1963)
- Tratado sobre los principios y utilización del espacio ultraterrestre (1967)
- Tratado sobre la prohibición de emplazar armas nucleares y otras armas de destrucción masiva en los fondos marinos y oceánicos y su subsuelo (1971)
- Tratado de prohibición total de ensayos nucleares (1996)

Según ello, si Corea del Norte tuviera ratificado el tratado de 1996, no “podrían” haber realizado ninguno de sus ensayos nucleares subterráneos.

Existe un grupo de tratados en los que los países de determinadas áreas geográficas acuerdan que sea una zona libre de armas nucleares (NWFZ), si bien tratan asuntos muchos más amplios que el de los ensayos nucleares, tienen en común que en dichas zonas no se desarrollarán ensayos nucleares, incluyendo los subterráneos. Estas zonas afectan:

- América Latina y el Caribe
- Oceanía
- Sureste asiático
- Asia central
- Mongolia

El Tratado de No Proliferación Nuclear (TNP) 1968 establece dos tipos de estados, los nucleares (NWS) que habían realizado algún ensayo nuclear antes de dicha fecha y los no nucleares (NNWS), que son el resto. El TNP prohíbe a los NWS el proporcionar a los NNWS material nuclear de cualquier tipo, así como asesoramiento en materia nuclear de cualquier índole.

El TNP establece que los NNWS pueden tener acceso a la energía nuclear para fines pacíficos, pero también indica que para poder acceder al mismo, el estado firmante no debe disponer, entre otros, de armamento nuclear, cabezas nucleares o instalaciones nucleares para el uso armamentístico.

### ***Estimación de la potencia de una explosión nuclear***

El Sistema de Monitorización Internacional (IMS) permite la detección de explosiones nucleares subterráneas, submarinas, en la superficie terrestre o en la atmósfera. Dispone de 4 redes de estaciones que reportan al Centro de Datos Internacional (IDC). Cada una de estas 4 redes consta de un amplio número de estaciones distribuidas por toda la superficie terrestre. Las redes son las siguientes<sup>9</sup>:

- Sísmica: Capaz de detectar explosiones subterráneas, consta a su vez de una red “Alfa” (50 estaciones) y una red “Beta” (120 estaciones).
- De radionúclidos: Capaz de detectar partículas radiactivas y gases nobles. Existen dos redes, la de radionúclidos (80 estaciones) de gases nobles (79 estaciones), si bien algunas estaciones son comunes a ambas redes.
- De infrasonidos: Capaz de detectar explosiones en la atmósfera (60 estaciones).
- Hidroacústica: Capaz de detectar explosiones submarinas. Son unas estaciones que proporcionan una información muy precisa, por lo que un reducido número es suficiente (11 estaciones).

En caso de producirse una explosión nuclear, el IDC es capaz de estimar con bastante aproximación la potencia de la explosión.

### **Política nuclear de Corea del Norte**

Puede considerarse que se inicia en 1948, cuando pidió a la extinta Unión Soviética que le proporcionase asistencia en el campo de la prospección del uranio. Se respondió que el uranio de Corea del Norte era pobre y escaso, siendo la minería del uranio extremadamente cara para los norcoreanos.

A mediados de los 60<sup>10</sup> los científicos e ingenieros norcoreanos reciben en la URSS conocimientos básicos para su programa nuclear, pudiéndose considerar este el inicio del mismo. Para desarrollar armamento nuclear necesitarían un programa de misiles y un programa nuclear.

---

<sup>9</sup> <http://www.state.gov/t/avc/rls/159267.htm>

<sup>10</sup> <https://web.archive.org/web/20130425162315/http://americansecurityproject.org/ASP%20Reports/Ref%200072%20-%20North%20Korea%E2%80%99s%20Nuclear%20Program%20.pdf>

### ***El “tira y afloja” de Kim Jong Il***

Como Corea del Norte no realizó ensayos nucleares, ni participó en el desarrollo del armamento nuclear de las potencias nucleares antes de 1968 tenía muy complicado poder disponer de armamento nuclear, ya que ni URSS ni China podrían asistirle en esta área. Aun así sus líderes políticos se embarcaron en esa aventura y parece que han alcanzado un grado de éxito más que razonable para las capacidades del país.

Corea del Norte firmó el TNP el 12 de diciembre de 1985. Para no perder las capacidades nucleares alcanzadas, el gobierno norcoreano procedió simplemente a no declarar la instalación de Yongbyon en dicha fecha, ya que no se conocía su existencia.

Esto permitió a ingenieros y físicos norcoreanos cursar estudios de física e ingeniería nuclear en diferentes centros de China, URSS y Europa, con fines pacíficos, según el TNP. Todo iba bien hasta que satélites espaciales norteamericanos detectaron la presencia del reactor de 5 MWe en Yongbyon, permitiendo descubrir un complejo nuclear con instalaciones necesarias para obtener plutonio.

Pyongyang indicó que se trataba de un complejo para la producción de radioisótopos con fines pacíficos, aplicables al ámbito de la medicina, esterilización de alimentos y material sanitario, así como permitir formar físicos e ingenieros nucleares. Pero lo cierto es que no se precisaba un reactor de tanta potencia para todo ello, por lo que se inició el primer grupo de sanciones a Corea del Norte.

Corea del Norte inició una política de hacer lo justo para que resultase lo necesario, de manera que no se llegase a “romper la cuerda”, evitando así una posible intervención militar y la destrucción de todas sus instalaciones nucleares.

Comenzaron entonces unas acciones favorables y otras contrarias a la seguridad mundial. En 1992 la Organización Internacional de la Energía Atómica (OIEA) acusa a Corea del Norte de violar el TNP. Corea del Norte accedió a firmar el acuerdo de salvaguardias de la Organización Internacional de la Energía Atómica (OIEA), habilitando a equipos de inspectores de la OIEA a visitar los centros nucleares. En 1993 prohibió las inspecciones de la OIEA y en medio de las sospechas de estar desarrollando un programa nuclear amenazó con salirse del TNP, finalmente no solo no lo hizo sino que admitió las inspecciones en 1994.

En 1994 se firma el acuerdo marco<sup>11</sup> (*Agreed Framework*, AF) entre Estados Unidos y Corea del Norte, prometiendo congelar y desmantelar eventualmente su programa nuclear y aplicar una moratoria de los ensayos de misiles, a cambio EE.UU. suministraría medio billón de toneladas de petróleo anualmente hasta la finalización de construcción de 2 reactores nucleares de agua ligera.

Corea del Norte amenazó en 2000 con reiniciar su programa nuclear, si no era compensada por Estados Unidos por las demoras en la construcción de los reactores nucleares y en 2001 con abandonar la moratoria de ensayos de misiles si EE.UU. no normalizaba las relaciones y seguían las demoras en de los reactores nucleares. George Bush contestó en el discurso del estado de la nación (29/01/2002) con indicar que pertenecía al “eje del mal”<sup>12</sup>, ya que Corea del Norte había estado desarrollando misiles de alcance intermedio para terceros países.

Corea del Norte abandona el TNP (2003), aludiendo a que el desarrollo de dichos misiles no era parte del AF e indicando que EE.UU. lo incumplía respecto a los reactores nucleares y el envío del petróleo prometido. Reanuda el programa nuclear y seguidamente indica que dispone de cabezas nucleares.

Ante la gran necesidad energética, se “abre” el AF a Rusia, China, Corea del Sur y Japón, reuniéndose por primera vez todas las partes el 27 de agosto del 2003 sin más acuerdo que el de volver a reunirse para alcanzar una solución. En febrero y junio de 2004 se volvieron a reunir sin progresos. Esto permitía a Corea del Norte seguir desarrollando su programa nuclear. En agosto de 2004 Corea propone congelar su programa nuclear y reanudar las visitas de los inspectores a cambio de ayuda, alivio de las sanciones y ser eliminada de la lista del “eje del mal”.

En 2005 se sucede la expulsión de inspectores con promesas de paralizar totalmente los programas nucleares y volver en fechas próximas al TNP y al sistema de salvaguardias de la OIEA... Hasta que el 9 de octubre de 2006 Corea del Norte reclama haber realizado su primer ensayo nuclear<sup>13</sup>, supuestamente en Hwaderi, próximo a Kilju. Al ser la potencia estimada inferior a 1 KT, se discutió mucho sobre si había sido un fracaso o la explosión de una gran acumulación de explosivo convencional. La realidad se confirmó

---

<sup>11</sup> <https://www.armscontrol.org/system/files/agreedframework.pdf>

<sup>12</sup> <http://millercenter.org/president/speeches/speech-4540>

<sup>13</sup> <https://www.theguardian.com/world/2006/oct/09/northkorea>

que fue una explosión nuclear<sup>14</sup> y esto suponía un gran éxito para Corea del Norte, ya que demostraba disponer de plutonio, dominar su metalúrgica y desarrollar un dispositivo nuclear de implosión.

Si bien no se podía calificar como de éxito profundo, éste se podría alcanzar en corto período de tiempo tras el análisis de los posibles fallos, posiblemente la activación de los detonadores o el diseño del explosivo no permitió lograr una onda suficientemente esférica de forma centrípeta. Ante esto el Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas (UNSC) aprobó sanciones en el comercio de lujo y armamento con Corea del Norte, así como que pusiera fin a todos los ensayos nucleares y de misiles. Esta resolución no fue respaldada por China ni por Rusia, lo que suponía un balón de oxígeno para Corea del Norte.

En este punto ya estaba demostrado que Corea del Norte tenía la capacidad de construir dispositivos nucleares. El debate ahora era si disponía capacidad, en caso negativo cuándo la podría tener, de lograr miniaturizar cabezas nucleares fiables y en que vectores, sólo en bombas de gravedad o también en misiles de alcance intermedio, SLBM o ICBM... Las cabezas nucleares de los ICBM son las más complejas, al precisar un vehículo de reentrada en la atmósfera capaz de soportar las condiciones de la reentrada.

En febrero de 2007 Corea del Norte ofrece, de manera inesperada, cerrar totalmente su programa nuclear a cambio de 400 millones de dólares<sup>15</sup>. Se mantuvo un encuentro con Estados Unidos al respecto y se acuerda en las conversaciones del G-6 liberar unos 25 millones de dólares congelados al gobierno norcoreano. Tras ello se reiteró la intención de inutilizar totalmente el programa por parte norcoreana antes de finales del 2007. A tal fin se firmó en septiembre un acuerdo constaba de 12 medidas enfocadas a inhabilitar el programa nuclear, así como permitir la inspección de un equipo de expertos en este campo, compuesto por técnicos de Estados Unidos. Cuatro de estas medidas estaban enfocadas al reactor de 5 MWe de Yongbyon. Este reactor era el que permitía tener la “materia prima” del programa nuclear. Inhabilitando este reactor desaparecería la capacidad de obtener plutonio. Estas cuatro medidas eran:

---

<sup>14</sup> <https://www.armscontrol.org/factsheets/Nuclear-Testing-and-Comprehensive-Test-Ban-Treaty-CTBT-Timeline>

<sup>15</sup> <http://www.iai.it/sites/default/files/iai1607.pdf>

Inhabilitar el circuito secundario de refrigeración

Retirada de la torre de refrigeración

Descarga del combustible gastado

Retirar el mecanismo de control de accionamiento de las barras de control.

Tras la firma de un acuerdo entre el presidente norcoreano Kim Jong Il y el surcoreano Roh Moo-Hyun en Pyongyang, la apertura en las relaciones internacionales también parecían dirigirse a su vecino del sur. Entre sus 10 puntos se establecía el total cumplimiento del acuerdo anteriormente firmado con el G-6, así como la sustitución del acuerdo de armisticio actual entre las dos Coreas por una paz permanente. Como consecuencia del acuerdo bilateral se anunciaron una serie de proyectos económicos como activar el servicio ferroviario de mercancías entre ambos países, reparación de carreteras en Corea del Norte y la construcción de un complejo industrial de Kaesung<sup>16</sup>.

Entre los puntos que se consideraban claves en el acuerdo con el G-6 se encontraba la destrucción de la torre de refrigeración del reactor de 5 MWe de Yongbyon. Su destrucción el 27 de junio del 2008 conllevó la eliminación de Corea del Norte de la lista de estados que apoyaban al terrorismo. Esta destrucción no suponía la destrucción de ninguno de los componentes del edificio del reactor ni de los de los edificios de turbinas ni de control, es decir, si se construía un sistema de refrigeración nuevo, el reactor podría volver a operar sin ningún problema. Esto se pensaba que estaba controlado ya la construcción de una nueva torre de refrigeración sería fácilmente detectable por los satélites. Lo que no se imaginaban es que al a postre se dotaría al reactor de 5 MWe de un sistema de refrigeración subterráneo, aprovechando la construcción del reactor experimental de agua ligera (ELWR), tomando agua del río Kuryong.

Este ambiente de buenas intenciones por parte de los implicados en el asunto del programa nuclear norcoreano cambia sustancialmente a finales del 2008, cuando en diciembre Corea del Norte se niega a permitir a inspectores internacionales a acceder sin restricciones a los emplazamientos nucleares.

En enero del 2009 Corea del Norte proclama que han realizado cabezas nucleares con la mayoría del plutonio y poco después anuncia que inicia el reprocesado de material

---

<sup>16</sup> <http://www.dailynk.com/english/read.php?catald=nk00400&num=2739>

irradiado, debido al tiempo de irradiación de estas barras, se estimó que disponían de plutonio suficiente como para construir como máximo dos cabezas nucleares. El reprocesado se completó ese año. El 25 de mayo de 2009 realiza su segundo ensayo nuclear, unas cinco veces más potente que el primero<sup>17</sup>, habiéndose solventado problemas. Ante ello se aprobó la resolución 1874 del UNSC, por la que se condenaba el ensayo nuclear con la finalidad de ahogar el desarrollo militar de Corea del Norte, y entre cuyas medidas se prohibía la venta de armas a/de Corea del Norte.

Corea del Norte dispone de una pequeña planta de enriquecimiento de uranio de 2000 centrifugadoras. La finalidad de la misma, según el gobierno norcoreano, es la de enriquecer uranio para su ELWR. En 2010 Corea ofrece suspender su programa de enriquecimiento de uranio a cambio de alimentos, pero cuando se está en medio de las conversaciones para tratar el acuerdo correspondiente fallece el presidente norcoreano Kim Jong Il (17 de diciembre de 2011) y le sucede su hijo Kim Jong Un.

### ***El endurecimiento en la política de Kim Jong Un***

Formado en universidades occidentales, Occidente esperaba que pudiera colaborar más que su padre en materia nuclear, reduciendo la tensión en la región. A los dos meses de ser el líder de la nación acordó con Estados Unidos (febrero de 2012) una moratoria en relación al lanzamiento de misiles de largo alcance y de las instalaciones nucleares.

La esperanza occidental se desvaneció pronto. Tan solo tres meses más tarde del acuerdo, un representante de defensa de Corea del Sur indicó que imágenes de satélites mostraban que el emplazamiento de ensayos nucleares de Corea del Norte estaba preparado para llevar a cabo un nuevo ensayo nuclear en cualquier momento. La cual tuvo lugar el 12 de febrero de 2013, con una potencia estimada de entre 2'5 y 3 veces superior al anterior<sup>18</sup>. Este ensayo nuclear parece indicar que ya tenían todos los problemas solucionados en relación a un dispositivo nuclear de plutonio.

En respuesta a ello el UNSC aprueba la resolución 2094<sup>19</sup>, en la que impone sanciones financieras específicas; amplía la lista de artículos prohibidos en relación con actividades

---

<sup>17</sup> MacKenzie, D., 'North Korea's nuke test could have positive outcome', *New Scientist*, 26 May 2009

<sup>18</sup> <http://www.nti.org/gsn/article/north-korea-nuke-test-estimated-25-times-more-powerful-2009-blast/>

<sup>19</sup> <http://www.un.org/press/en/2013/sc10934.doc.htm>

nucleares, misiles balísticos y otras armas de destrucción masiva artículos relacionados; proporciona una lista de productos de lujo prohibidas.

Tras ello los siguientes ensayos a llevar a cabo dependerían de la política a seguir. Si solamente pretendía disponerse de cabezas nucleares de plutonio posiblemente necesitasen probar una capaz de ser instalada en un ICBM o en un SLBM, sino había sido ya motivo del último ensayo. Si era disponer de cabezas nucleares de uranio, posiblemente no tendrían necesidad de realizar ensayo alguno, de hecho Estados Unidos no probó previamente la *Little Boy* (bomba de uranio), lanzada sobre Hiroshima y sí la *Fat Man* (bomba de plutonio), lanzada sobre Nagasaki el 9 de agosto de 1945, mediante la prueba Trinity en Alamogordo (EE.UU., 16 de julio de 1945). Trinity estaba diseñado para una explosión de unos 20 KT, lográndose menos de la mitad.

En mayo de 2015 representantes norcoreanos indican que su país dispone de misiles capaces de alcanzar la parte continental de Estados Unidos y que lo harían si Estados Unidos fuerza a Corea del Norte a ello y que tiene la capacidad de disponer de cabezas nucleares para ser transportadas en misiles. Ante ello un representante del Consejo de Seguridad Nacional norteamericano indicó que EE.UU. lo consideraba como no creíble. En una escalada de declaraciones Corea del Norte indica, en diciembre, que dispone de cabezas termonucleares. Esta afirmación, caso de ser cierta, supondría el mayor salto norcoreano, ya que este tipo de armamento puede tener una potencia de varios cientos o miles de Kt.

En este punto, el 6 de enero de 2016, Corea del Norte proclama haber realizado una explosión de una cabeza termonuclear. Si bien no ha podido ser confirmado por ser su potencia bastante reducida, podría entenderse como un ensayo parcialmente fallido. El 9 de septiembre de 2016 realizó su quinto y hasta el momento último ensayo nuclear, indicando que también era la explosión de una cabeza termonuclear, si bien este último logró más potencia que el ensayo anterior tampoco la potencia ha sido suficientemente alta (15 a 20 Kt<sup>20</sup>) como para descartar una explosión de fisión. Aunque es cierto que ha podido ocurrir algún fallo de manera que no se lograra la potencia deseada, también pudiera ser que el material necesario para la fusión fuese intencionadamente reducido, bien porque no dispongan de mucha cantidad o bien para evitar un terremoto de elevada

---

<sup>20</sup> <http://38north.org/2016/09/shecker091216/>

magnitud (el último ensayo provocó un terremoto de magnitud 5,3 en la escala Richter), ya que Corea del Norte realiza los ensayos bajo tierra y a mayor potencia de la explosión, de mayor magnitud serán los terremotos.

Un paso previo para la fabricación de cabezas termonucleares es disponer de material fusible, en concreto el tritio. En caso de ser cierto que las dos explosiones llevadas a cabo en enero y septiembre de 2016 hayan sido termonucleares y que intencionadamente la potencia se haya reducido, puede considerarse exitoso el último ensayo nuclear norcoreano. Pudiendo disponer en un breve período de tiempo de armamento nuclear termonuclear. Hay que tener en cuenta que en diez años se han realizado 5 ensayos nucleares suficientemente espaciados como para poder analizarlos convenientemente.

La emisora norcoreana KCNA informó el día del quinto ensayo nuclear que el Instituto de Armamento Nuclear (*North Korea's Nuclear Weapons Institute*) indicó que “la estandarización de la cabeza nuclear permitirá a la República Popular de Corea del Norte a producir a voluntad y cuantas sean requeridas una variedad de cabezas nucleares diversificadas más pequeñas y ligeras de mayor poder destructivo con un firme control sobre la tecnología para la producción y uso de varios materiales físiles. Esto definitivamente ha posicionado en un nivel más elevado a la tecnología de montaje de cabezas nucleares de la República Popular de Corea del Norte en cohetes balísticos”<sup>21</sup>.

El análisis de este párrafo es especialmente interesante. Gracias a la información de los inspectores a las instalaciones de Yongbyon y los tiempos de operación del reactor de 5 MWe, se puede estimar con bastante precisión, deduciendo el posible plutonio empleado en los ensayos nucleares, que Corea del Norte dispone entre 32 y 54 kilogramos de plutonio, suficiente para 6 u 8 cabezas nucleares.

Por el contrario, la estimación del uranio enriquecido de uso armamentístico es mucho más difícil de determinar. Se desconoce si en la planta de enriquecimiento de Yongbyon se ha obtenido uranio de uso armamentístico. Tampoco se conoce si su uso es únicamente para obtener uranio ligeramente enriquecido para dar servicio al ELWR o si se emplea parte a ser más enriquecido en una planta secreta o una combinación de

---

<sup>21</sup> “DPRK Succeeds in Nuclear Warhead Explosion Test,” KCNA, September 9, 2016

ambas. Podría existir alguna planta secreta de enriquecimiento de uranio de grado armamentístico totalmente independiente de la de Yongbyon.

A estas y otras incertidumbres del programa nuclear norcoreano John Bistline les aplicó un modelo bayesiano<sup>22</sup>, indicando podría disponer de entre 150 y 300-400 kilogramos de uranio suficientemente enriquecido. Esta cantidad, unida al plutonio, podría conferir una capacidad de entre 12 y 20 cabezas nucleares, pudiéndose incrementar en un máximo de 7 por año en condiciones ideales.

En relación a la aseveración de que Corea del Norte puede producir cabezas nucleares diversificadas pequeñas y ligeras de mayor poder destructivo, hay que indicar que induce a entender que tiene capacidad de producir cabezas termonucleares. Esto se podría confirmar en el caso de una explosión nuclear de una potencia muy superior a la del último ensayo realizado, con ello no se puede desmentir ni confirmar tal punto con las pruebas realizadas.

Muy posiblemente los ensayos realizados en este año se hayan realizado con cabezas nucleares que puedan ser montadas en misiles de corto o medio alcance. La comunidad científica internacional no estima que actualmente tenga la capacidad de montar cabezas nucleares en ICBMs, debido a la complejidad de poder desarrollar un vehículo de reentrada en la atmósfera, pero no se descarta que en un período de unos pocos años pueda adquirirla.

Así la situación actual es muy diferente a la de 2006, en la que Corea del Norte proclamaba haber alcanzado una disuasión frente a Estados Unidos. Entonces las perspectivas de disponer de armamento nuclear en el medio plazo no pasaban por más que poder disponer de bombas de fisión por gravedad. La respuesta a esta amenaza es relativamente fácil de hacer frente por parte de EE.UU. Actualmente, en caso de que no disponga ya de capacidad armamentística nuclear, no se puede descartar que puedan contar con cabezas termonucleares y que en un corto período de tiempo no puedan ser montadas en misiles de corto y medio alcance, así como en SLBMs teniendo en mente que esa capacidad podría hacerse extensible a ICBMs en no muchos años. Con ello una vasta extensión de la parte continental de EE.UU. estaría al alcance de dichos ICBMs.

---

<sup>22</sup> John Bistline, et al. "A Bayesian Model to Assess the Size of North Korea's Uranium Enrichment Program," *Science and Global Security* 23 (2015): 71-100.

Por todo ello el último test debe ser visto con gran preocupación, no por la capacidad específica demostrada, sino como parte del enorme aumento de las capacidades de su programa nuclear.

A la luz del análisis cabe plantearse cuales podrían ser las principales amenazas de la rápida expansión del programa nuclear norcoreano. No hay confirmada nada respecto la actual política nuclear de Corea del Norte, pero podría pretender desarrollar la capacidad de alcanzar la parte continental de Estados Unidos con un misil nuclear puntero. También es preocupante que los recientes éxitos nucleares y misilísticos confieran una falsa sensación de seguridad a Corea del Norte, que modifique la dinámica de seguridad en la región, con el hipotético empleo de armamento nuclear sobre Corea del Sur, Japón o incluso algunos territorios norteamericanos en el Pacífico.

### **El programa nuclear de Corea del Norte**

Si bien la finalidad no es la de exponer pormenorizadamente todo el desarrollo nuclear de Corea del Norte, se desgranarán los elementos y sucesos más significativos relacionados con el citado programa.

El mayor exponente del programa nuclear norcoreano es el complejo nuclear de Yongbyon, en el cual se encuentran un *reactor de experimentación de 5 MWe*, un *reactor experimental de agua ligera*, una *fábrica de elementos combustibles* (que contienen el material nuclear), un *laboratorio de reprocesado radio-químico (RCL)* de los elementos combustibles irradiados (permite la separación del plutonio del resto del material), un *laboratorio de producción de radioisótopos* y una *planta de enriquecimiento de uranio*.

Completan las diferentes instalaciones nucleares norcoreanas las *minas de uranio* de Pyongsan y Wolbisan, las *instalaciones de concentrados de uranio* de Pyongsan y Pakchon, un *reactor de 50 MWe* y otro *reactor de 200 MWe* (estos dos últimos no se han construido en su totalidad se encuentran en un estado que es más seguro y económico iniciar la construcción de unos nuevos) y finalmente el *polígono de ensayos nucleares* de Punggye-ri.

#### ***Reactor de experimentación de 5 MWe***

Es un reactor tipo Calder Hall en pequeño, refrigerado por gas y moderado por grafito que emplea una aleación aluminio y uranio natural como combustible (MAGNOX). Se

diseñó con la finalidad de obtener un elevado porcentaje de plutonio de uso armamentístico. Tanto el diseño como la construcción fueron realizadas de forma indígena, iniciándose su construcción en 1973 y estando operativo en 1986.

Un inconveniente del MAGNOX es que se corroe si se almacena en agua durante mucho tiempo, debiendo por tanto reprocesarse. En operación es capaz de generar 6 kg de plutonio armamentístico al año. El período de operación óptimo del reactor de 3 años, transcurrido el mismo se debe proceder a retirar los elementos combustibles, y almacenarse temporalmente en una piscina durante unos meses. Transcurrido dicho plazo se remiten al RCL, donde se extrae el plutonio, que al ser de grado armamentístico, tiene por finalidad la elaboración de cabezas nucleares. Así se obtuvo el plutonio necesario para los dispositivos nucleares ensayados.

Todos los indicadores hacen creer que este reactor podría seguir funcionando durante varios años más. Precizando cargas de combustible fresco cada 2 o 3 años.

Corea del Norte tiene que plantear que hacer con su uranio: abastecer al reactor de 5 MWe o al ELWR; enriquecerlo para uso armamentístico; una combinación de ambas. Para poder dar servicio al reactor de 5 MWe se precisa revitalizar las capacidades de fabricación de barras de combustible, que fue inhabilitada durante el 2007-2008. Esto supone un esfuerzo importante, pero alcanzable sin mucha dificultad.

El retraso en la puesta en marcha del ELWR hace que el mantener este reactor operativo sea muy probable. Pero existen algunas sombras en relación a su operación. Al ser un modelo obsoleto hace que elementos críticos (el soplador, el generador de vapor o el sistema de control del reactor) puedan fallar. El coste de reemplazar dichos elementos junto con el estado del reactor hace que posiblemente no merezca la pena sustituirlos.

La decisión de operar este reactor o no es mucho más una decisión política que técnica, dependiendo si la política de obtención de material fisible se quiere centrar en el plutonio o en el uranio enriquecido o una combinación de ambos.

En caso que se alcanzase algún acuerdo y se paralizase totalmente el programa nuclear norcoreano, habría que determinar cómo solventar la gestión del combustible irradiado. Como se comentó anteriormente, no puede almacenarse indefinidamente, debiendo reprocesarse. Una solución sería hacerlo en Corea del Norte, transportando con posterioridad una pequeña cantidad de plutonio a donde se determinase. De no ser así,

el coste sería muchísimo más elevado, además al no reprocesarse actualmente combustible gastado MAGNOX más que en Corea del Norte, podrían existir serias dificultades para encontrar instalaciones que aceptasen dicho encargo.

### ***Reactor de investigación IRT-2000.***

Es un reactor de investigación moderado y refrigerado por agua ligera del tipo piscina de 2 MWt, suministrado por la extinta Unión Soviética, construido entre 1963 y 1965. Inicialmente precisaba de uranio enriquecido al 10%. Los norcoreanos mejoraron su diseño en tres ocasiones: tras la primera (1974) operaba con uranio al 80% y una potencia de 4 MWt; tras la segunda (1984) el combustible era uranio enriquecido al 36%. Finalmente tras la tercera (1987) la potencia se subió a 8 MWt y el combustible necesario era una mezcla de uranio enriquecido al 10%, 36% y 80%.

Entre las aplicaciones del reactor se encuentran:

- Producción de radioisótopos (principalmente para aplicaciones médicas)
- Terapia del cáncer por radiación neutrónica
- Investigación de procesos físico químicos sometidos a radiación
- Apoyo a programas de reactores nucleares de potencia
- Estudios de combustible nuclear

Para la primera se introducen en el interior del mismo una serie de elementos “blanco”. Al interaccionar los neutrones del reactor con estos elementos, su contenido se va transformando en los radioisótopos deseados. Asociado al IRT está el Laboratorio de Producción Isotópica (*Isotopic Production Laboratory: IPL*), donde se realiza la separación del contenido de los elementos “blanco”, obteniéndose así los radioisótopos requeridos.

Actualmente existen varias limitaciones en el reactor. Una es el revestimiento del reactor, que si se modificase, la vida útil podría ser unos 20 a 30 años. Otra mucho más restrictiva es la de disponer de uranio enriquecido, ya que no existe posibilidad de recarga de combustible fresco del IRT debido a las sanciones internacionales. Todo su combustible fue proporcionado por la Unión soviética antes de 1991. Sólo se opera esporádicamente, “conservando” el combustible nuclear que está en el interior del reactor, para cubrir las necesidades de producción de radioisótopos de vida corta que no pueda atender el

ciclotrón que a tal efecto existe en Pyongyang. Los técnicos norcoreanos disponen de capacidad suficiente para rediseñar el reactor de manera que se opere con uranio enriquecido al 10% (bajamente enriquecido).

### ***Reactor experimentación de agua ligera***

Entre 2008 y 2009 Corea del Norte toma la determinación de construir un reactor experimental de potencia de 25-30 MWe, entre los motivos para ello se encontraba la de intentar cubrir las necesidades energéticas del país. En esta ocasión las autoridades norcoreanas se decantaron por un diseño de agua ligera, en el que el moderador y el refrigerante es agua ligera, frente a los diseños anteriores de quera de moderador de grafico refrigerado por gas. Está diseñado para ser operado con 4 toneladas de uranio enriquecido al 3,5%.

Este reactor tiene un diseño netamente civil, enfocado a generar electricidad y no plutonio. Hay que tener en cuenta que todo reactor nuclear genera plutonio, pero en este tipo de reactores ni la cuantía ni el tipo del mismo lo hacen óptimo para la obtención de plutonio armamentístico.

La construcción se inició en julio de 2010 y la información satélite parece indicar que está finalizada. Durante la construcción se realizó un sistema de refrigeración que permite refrigerar tanto este reactor como el de 5 MWe, lo que permitió su normal operación tras destruir la torre su torre de refrigeración. La información que se deriva de las imágenes de satélite confirma que actualmente no se encuentra operativo este reactor.

La determinación de construir esta instalación iba en paralelo con la construcción de una instalación de enriquecimiento de uranio que abasteciera las necesidades del reactor.

### ***Capacidad de enriquecimiento de uranio***

En 2010 autoridades norcoreanas mostraron a la delegación norteamericana, que visitó el complejo nuclear de Yongbyon, lo que se denominó como Taller de Enriquecimiento de Uranio (*Uranium Enrichment Workshop*, UEW), que tenía por finalidad abastecer de uranio enriquecido al ELWR, sin dicho uranio el ELWR no podría entrar en operación.

En su interior se encontraban instaladas 2000 centrifugadoras que se parecían a las centrifugadoras P-2 pakistaníes. El edificio tenía unas dimensiones aproximadas de 120 x 16 metros. Esta instalación, según el jefe del proyecto de ingeniería, tenía por objeto enriquecer uranio al 3,5% pudiendo modificarse el enriquecimiento en un rango de 2,2 al

4%, a requerimiento de los ingenieros del ELWR. Este número de centrifugadoras permitiría obtener 2 toneladas de uranio enriquecido al 3,5% al año, cantidad que considera como necesaria para dar servicio al ELWR, que está diseñado para ser operado con 4 toneladas de uranio enriquecido al 3,5%, siendo el tiempo entre recargas de combustible fresco de 2 años. Esta misma instalación, en caso de ser diseñada para obtener uranio de uso armamentístico, podría obtener 40 kilogramos de uranio al 90%.

En 2013 se amplió 14 metros de ancho, lo que permitiría duplicar el número de centrifugadoras que fueron mostradas en 2010. No está confirmado que su número haya incrementado, en caso que así fuera, el UEW podría contar con 4000 centrifugadoras en total, lo que dotaría a Corea del Norte del doble de la capacidad de enriquecimiento al 3,5% requerida, según su actual política nuclear de uso civil.

Es probable que previo a la construcción del UEW Corea del Norte haya construido en algún lugar una planta piloto de enriquecimiento de uranio, la cual, según el diseño del UEW, podría constar de dos cascadas de 330 centrifugadoras cada una. Esta planta permitiría alcanzar experiencia en el enriquecimiento de uranio, previa al manejo del UEW.

Es posible que pudiera existir una planta clandestina de enriquecimiento de uranio, de un tamaño similar al UEW, con la finalidad de obtener uranio de uso armamentístico. La cual podría recibir uranio del UEW, enriquecido al 3,5%, o bien ser alimentado con uranio natural. Según estos analistas 2000 centrifugadoras podrían haber sido instaladas en el período 2013-15 y otras 2000 en el período 2015-17.

Si todas estas suposiciones fueran ciertas, Corea del Norte podría disponer de 4000 centrifugadoras en Yongbyon y la existencia de una planta clandestina. Con ellas la capacidad de obtención de uranio de uso armamentístico podría ser de unos 75 kg en 2015 y 2016, procedentes del UEW, duplicándose a partir de 2017 (75 procedentes del UEW y 75 de la planta clandestina), siempre y cuando no se produzca uranio enriquecido al 3,5% para dar servicio al ELWR.

### ***Posible producción de tritio***

La irradiación neutrónica de litio 6 (Li-6) produce tritio y helio. Este proceso se suele realizar introduciendo una barra de litio en un flujo neutrónico. A tal efecto se podrían introducir barras de Li-6 en el interior tanto del reactor de 5 MWe como del IRT. El tercer

reactor donde podría realizarse el proceso es el ELWR, pero no ha entrado en operación hasta la fecha.

El IRT dispone de varios tubos de irradiación que cruzan el centro del reactor. El Li-6 podría insertarse en dichos tubos para obtener tritio. Esta opción ofrece una capacidad de producción de tritio limitada, debido al pequeño tamaño de los tubos de irradiación. Como se indicó anteriormente, el IRT, se opera durante unos pocos días de manera esporádica. Este modo de operación no es adecuado para la producción de tritio, que requiere una irradiación continuada durante varios meses o años, dependiendo de la cantidad de tritio requerido. De esto se desprende que si se pretende obtener tritio del IRT, para la fabricación de cabezas termonucleares, se deberían producir barras de combustible con combustible enriquecido al 80%, 36% y 10%, sacrificando parte del potencial de enriquecimiento de uranio del programa militar.

La otra opción de obtener tritio es irradiar blancos de Li-6 en el reactor de 5 MWe. Esto se podría producir de dos maneras diferentes:

- Blancos insertados en los canales de los elementos combustibles, que se retirarían cuando se considere que están suficientemente irradiados.
- Construir tubos de irradiación que pasen por el centro del núcleo del reactor y que sean accesible desde el exterior del reactor

Si bien la segunda opción es factible y mucho más segura que la primera, la cantidad del Li-6 que podría ser irradiado a la vez sería más limitada que en el primer caso, siendo por tanto la producción de tritio inferior.

Independientemente de la opción empleada, los neutrones absorbidos por el Li-6 para generar tritio no son útiles para la producción de plutonio, lo que implica que emplear el reactor de 5 MWe para la obtención de tritio, supone una menor producción de plutonio, siendo ésta la misión principal del mismo.

Una vez analizadas las posibles vías de cómo podría Corea del Norte obtener tritio, solo resta analizar cómo se podría extraer. Si el tritio procede del IRT, lo más lógico es extraerlo en las celdas calientes existentes en el IPL, que fue construido próximo al IRT para extraer los radioisótopos generados en el mismo, según las necesidades de cada momento.

Si el tritio procediera del reactor de 5 MWe, habría que tener en cuenta si se ha obtenido en tubos de irradiación o en blancos insertados en elementos combustibles. En el primer caso lo lógico sería emplear el IPL. En el segundo caso se debería tratar en una instalación con celdas calientes que ofrezcan una mayor protección a la radiación ionizante. Esto lo ofrece el RCL, pero hay que tener en cuenta que fue diseñado para la extracción de plutonio mediante empleando el proceso PUREX, lo que hace que sea complejo el obtener el tritio. Esta opción podría encajar en la interpretación de imágenes satélite de septiembre de 2014 y 2015, que mostraban un camión, específico para el transporte de elementos combustibles irradiados del reactor de 5 MWe transportando elementos combustibles irradiados al RCL. Esto da pie a especular sobre una descarga parcial del reactor, posiblemente se tratase de movimiento de elementos combustibles irradiados defectuosos hacia el RCL para realizar reproceso de los mismos antes de la recarga programada del reactor. Si esto fuera así sería la primera vez que ocurriera. Otra posibilidad sería la de la retirada de elementos combustibles donde algunas de sus barras de combustible fueran sustituidas por barras blanco de Li-6, siendo la finalidad del reprocesado la obtención de tritio, aparte de la de plutonio. Esto permitiría a Corea del Norte hacer explotar dispositivos termonucleares en sus ensayos de enero y septiembre del 2016.

La segunda posibilidad de extraer el tritio obtenido en el reactor de 5 MWe es la de emplear las celdas calientes de lo que parece ser una nueva instalación. Se inició su construcción en Yongbyon en 2014. En 2015 fue cubierto con un tejado, no pudiendo determinar desde entonces su estado de construcción, su misión específica, ni la puesta en servicio. Podría entenderse que esta nueva instalación con celdas calientes podría estar diseñada específicamente para la extracción del tritio, según el origen del mismo.

## Conclusiones

Con una visión retrospectiva podría afirmarse que Corea del Norte, a pesar de grandes limitaciones y carestías, ha conseguido un programa nuclear mucho más avanzado de lo que muchos hubieran pensado hace unos años, cuando abandonó en TNP. Mientras aplicaba una política de tira y afloja, a veces de manera totalmente imprevisible, en silencio iba madurando unos programas (misiles y nuclear) que se consideran que están muy desarrollados actualmente.

Hace diez años se debatía si su primera explosión nuclear era realmente nuclear o no, y se daba por sentado que estaba muy lejos de lograr militarizar un dispositivo nuclear para ser empleado en un misil. Actualmente el debate se centra en si ya ha alcanzado de forma plena la capacidad termonuclear, mediante cabezas nucleares capaces de ser colocadas en misiles de corto y medio alcance; y el tiempo que podrían tardar en que esa capacidad se extendiera a los ICBM, pudiendo alcanzar cualquier punto de la parte continental de Estados Unidos.

Kim Jong Un ha dado muestras de acciones imprevisibles y a veces viscerales que, unido a la situación del país no permite descartar ninguna hipótesis sobre el programa de armamento nuclear. Se ha visto que la política de sanciones ha servido de poco desde el punto de vista nuclear. A su actual dirigente no parece importarles tensar la cuerda hasta niveles irracionales, según las acciones y reacciones de su presidente. De todo ello se desprende que no parece que a corto o medio plazo pueda reducirse la tensión en la zona, por lo que se estima que la diplomacia internacional debe jugar un papel fundamental.

El objetivo diplomático debería ser que Corea del Norte vuelva a pertenecer al grupo de los NNWS del TNP y cumplir con las salvaguardias de la OIEA. Esto implicaría la destrucción o inhabilitación definitiva de las instalaciones nucleares que no sean para uso pacífico. Existen sobradas herramientas y posibilidades, la principal limitación es que todo ello pasa por la aceptación del actual e imprevisible presidente, Kim Jong Un.

*Marcos Gómez Casal\**  
*Jefe Depto. Nuclear Escuela Militar Defensa-NBQ*

## Bibliografía

### **Artículos y libros:**

Albright, David. "North Korea Plutonium and Weapons Grade Uranium Inventories", ISIS Report, Washington DC, Revised October 5, 2015. Disponible en [http://www.isis-online.org/uploads/isisreports/documents/North\\_Korean\\_Fissile\\_Material\\_Stocks\\_Jan\\_30\\_2015\\_revised\\_Oct\\_5\\_2015-Final.pdf](http://www.isis-online.org/uploads/isisreports/documents/North_Korean_Fissile_Material_Stocks_Jan_30_2015_revised_Oct_5_2015-Final.pdf), último acceso el 20 de septiembre de 2016

Albright, David and Kelleher-Vergantini, Serena. "Update on North Korea's Yongbyon Nuclear Site," Institute for Science and International Security, September 15, 2015.

Disponible en [http://www.isis-online.org/uploads/isis-reports/documents/Update\\_on\\_North\\_Koreas\\_Yongbyon\\_Nuclear\\_Site\\_September15\\_2015\\_Final.pdf](http://www.isis-online.org/uploads/isis-reports/documents/Update_on_North_Koreas_Yongbyon_Nuclear_Site_September15_2015_Final.pdf), último acceso el 20 de septiembre de 2016

Bistline, John et al. "A Bayesian Model to Assess the Size of North Korea's Uranium Enrichment Program," Science and Global Security 23 (2015): 71-100.

Choppin, Gregory and Liljenzin, Jan-Olov and Rydberg, Jan. Radiochemistry and Nuclear Chemistry, Third Edition, (2002).

### **Páginas web:**

<http://38north.org/>

<http://thebulletin.org/>

<http://www.businessinsider.com/north-koreas-nuclear-program-is-way-more-sophisticated-than-you-think-2016-9>

[http://www.elconfidencial.com/tecnologia/2016-03-14/el-obsoleto-pero-letal-armamento-de-corea-del-norte-que-amenaza-a-occidente\\_1167910/](http://www.elconfidencial.com/tecnologia/2016-03-14/el-obsoleto-pero-letal-armamento-de-corea-del-norte-que-amenaza-a-occidente_1167910/)

<http://www.larazon.es/internacional/corea-del-norte-dedicara-a-defensa-una-sexta-parte-de-su-presupuesto-de-2016-BA12304050#.Tt1K6QGimvAF0k>

<http://www.nrc.gov/materials/sp-nucmaterials.html>

<http://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/fuel-recycling/plutonium.aspx>

### **Noticias en emisora de televisión:**

"DPRK Succeeds in Nuclear Warhead Explosion Test," KCNA, September 9, 2016