



Tecnologías de desmilitarización

JM NAVARRO

Gobiernos y fuerzas armadas se enfrentan a menudo al problema de gestionar municiones, dispositivos explosivos o minas, que o bien se encuentran enterradas, están caducadas o son el resultado de la finalización de conflictos armados o acuerdos internacionales.

Las Fuerzas Armadas poseen en sus polvorines reservas de municiones y explosivos de distintos tipos para entrenamiento y contingencias, pero estas tienen un período de vida determinado. Finalizado éste, su gestión se convierte en un problema, puesto que la degradación de sus compuestos hace que ya no sean estables, por lo que es necesaria su destrucción. Lo mismo sucede con otras municiones que simplemente son consideradas ya obsoletas y cuyo empleo ya no se contempla.

Igualmente, cuando los gobiernos se adhieren a tratados internacionales de control de armas, como la convención sobre la prohibición de minas antipersonal, más conocida como Tratado de Ottawa, o la Declaración de Oslo sobre las llamadas bombas de racimo, se da la circunstancia de que estos dispositivos deben ser igualmente destruidos, aunque se encuentren aún en perfectas condiciones de almacenamiento y dispuestos para su empleo en caso necesario.

Por otra parte, la finalización de conflictos armados (conocidos ahora como postconflictos) suele suponer la aparición de importantes cantidades de armas y municiones o la necesidad de dismantelar campos minados. En este sentido hay que recordar que más de sesenta países están afectados por las minas antipersonal o los restos explosivos de guerra *ERW* (*Explosive Remnants of War*), calculándose que hay en torno a cien millones de esas minas sin explotar y un número no

calculado de dispositivos explosivos enterrados aún por localizar.

Entre los *ERW* encontramos principalmente tres categorías: municiones no explotadas *UXO* (*Unexploded Ordnance*), limpieza de áreas de batalla *BAC* (*Battle Area Clearance*) y dispositivos explosivos abandonados *AXO* (*Abandoned Explosive Ordnance*). Cada problema requerirá soluciones distintas y diferentes técnicas (cuando no una combinación de varias), que van desde la limpieza manual, el empleo de maquinaria pesada, la localización mediante animales adiestrados u otras más sofisticadas, como la magnetometría de flujo empleada en la industria minera o los radares de penetración del terreno *GPR* (*Ground Penetrating Radar*).

Ante muchos de estos retos, originalmente se optaba por la destrucción de estas municiones, granadas, minas o bombas, pero ahora la aproximación es distinta, ya que existe una mayor conciencia



medioambiental, apoyada por una estricta regulación que impide el uso de métodos tradicionales de destrucción por detonación a cielo abierto y también, como años atrás, el fondeo en alta mar. En la actualidad existen tecnologías y procesos desarrollados que permiten aprovechar los materiales energéticos contenidos en las municiones, recuperando el explosivo y reinsertándolo en un nuevo ciclo de vida con aplicación civil, reaprovechándose en la industria de la minería o las obras públicas e, incluso, para la fabricación de cartuchería de caza.

Recuperación, reciclado y reutilización

Así, hoy el concepto de desmilitarización (*demilitarisation*, *demilitarization* o, simplemente, *demil*), debe basarse en el respeto a los acuerdos internacionales, como los anteriormente mencionados, pero también en el estricto cumplimiento de las normativas medioambientales y, por supuesto, de la seguridad laboral. Aunque durante las operaciones militares se empleen medios mucho más expeditivos para destruir estos arsenales o neutralizar campos



Curso internacional de desminado en Tayikistán (foto US Army).

minados, por ejemplo con armamento pesado o dispositivos explosivos, ahora la estrategia pasa por las llamadas tres erres, o R3, recuperación, reciclado y reutilización. En última instancia, las empresas tratan de extraer el máximo valor de productos cuya vida útil en defensa ya ha finalizado.

En el caso de los campos minados, ya sea con amas anticarro, antipersonal o una combinación de ambas, una vez localizados, el trabajo comienza por la limpieza de los terrenos para su reutilización por la población. Esta tarea se puede realizar manualmente, con medios mecánicos o combinando ambos métodos. En cualquier caso, sirva de ejemplo orientativo que de promedio hay que limpiar 678 m². de terreno para encontrar una sola mina y de ahí que resulte lógico comenzar empleando medios mecánicos, con un mayor rendimiento por persona y por hora. Una misión de desminado manual puede limpiar 25 m². por persona al día, mientras que una máquina de las que emplean rodillos con cadenas procesa hasta 3.500 m²/h. Sin embargo, la normativa internacional suele requerir el empleo de al menos dos métodos distintos para declarar una zona limpia, por lo que siempre que sea posible se comenzará usando maquinaria y luego se realizará una revisión con perros y u otros animales adiestrados, acompañados de personal técnico.

En el caso de los *stocks* almacenados por Fuerzas Armadas, las municiones caducadas o que deben ser destruidas por los compromisos adquiridos están fácilmente localizables y su estado de conservación es conocido, pero existe el problema del transporte seguro hasta las plantas de desmilitarización. Ante esta situación, las empresas recurren a servicios especializados de

transporte y logística, aunque también hay algunas que ofrecen una solución más segura y económica, que es construir plantas móviles que puedan ser desplazadas a la zona de trabajo, evitando así el recorrido que deberían hacer la planta de desmilitarización y eliminando los costosos gastos habituales en este tipo de transporte.

Esta aproximación está justificada por otros aspectos económicos. Una planta de desmilitarización será tan rentable cuanto más material haya que procesar, pero si la cantidad no justifica la instalación de una fija, se opta por una móvil, que puede ser luego desmantelada y empleada en otro proyecto. Las empresas del sector ofrecen ahora diferentes soluciones, que van desde los proyectos completos del tipo llave en mano, el diseño, instalación y gestión de plantas de desmilitarización, la formación del personal local que trabajará en dichas plantas, su supervisión, así como el transporte especializado, la gestión de residuos o el apoyo durante el ciclo de vida. Todo ello cumpliendo estrictos estándares nacionales e internacionales medioambientales, a menudo bajo la supervisión de organismos internacionales y buscando en última instancia la rentabilidad económica de la inversión.

El mercado de desmilitarización ha crecido considerablemente en los últimos veinte años, entre otros motivos por la aplicación del Tratado de Ottawa, que entró en vigor en 1999, y la Declaración de Oslo en 2007. Es un sector en el que no hay más de treinta empresas a nivel mundial, con algunas conocidas como la española EXPAL, la noruega NAMMO, la estadounidense General Dynamics Ordnance and Tactical Systems (GD-OTS) o la alemana Rheinmetall.



Un dispositivo articulado operado a distancia en una planta de tratamiento (foto NAMMO).

Ante los compromisos internacionales, cada país ponía en marcha diferentes iniciativas. En el caso de España, en el momento de la adhesión al Tratado de Ottawa solo había una planta desmilitarización, la que tiene el grupo EXPAL en la localidad cacereña de El Gordo. Esta empresa fue la primera en Europa en destruir minas antipersonales, por lo que esta experiencia le sirvió para desarrollar programas internacionales y posicionarse como uno de los líderes del mercado. Allí también se destruyó la munición de racimo que el Gobierno español tenía almacenada, cumpliendo así con el compromiso adquirido en Oslo en relación con la erradicación de este tipo de municiones.

Procesos

Entre los dispositivos a neutralizar encontramos desde minas antipersonal y anticarro, municiones para armas portátiles caducadas u obsoletas, bombas *cluster* o de racimo (de artillería o aviación que dispersan submuniciones para atacar objetivos blindados, infantería desprotegida o crear campos minados), empleadas para la negación de zona al enemigo, cohetes de artillería, bombas de aviación y misiles. Sobra decir que cuanto más complejo sea el dispositivo a neutralizar, más laboriosa será la tarea de desmilitarización.

Siguiendo la filosofía mencionada de R3, las municiones son sometidas a distintos procesos, que comienzan con la retirada del material explosivo y de las partes metálicas para aprovechar la mayor energía almacenada posible. Aunque estén técnicamente obsoletos para su uso en defensa, los explosivos conservan aún potencial y pueden ser empleados como materia prima para la fabricación de productos para el sector civil. Los restos metálicos de la desmilitarización son aprovechados y gestionados como cualquier material metálico.

Dependiendo, como hemos dicho, del tipo y complejidad del dispositivo, las empresas abordarán su desmilitarización de distintas maneras. En algunos casos es posible emplear máquinas que realizan el desmontado automatizado previo a la reutilización de sus elementos, más aún si se trata de un elevado número de ellos. Una de las instalaciones típicas de las plantas de desmilitarización son las llamadas cámaras de detonación, donde se hacen explotar los dispositivos que no pueden ser reutilizados, todo ello en lugares reforzados donde se concentra en un espacio reducido una elevada temperatura y presión, que aseguran la destrucción de cualquier explosivo.

Estas plantas están diseñadas para filtrar los gases producidos por la explosión para que no resulten nocivos para la población o el medio ambiente. Se da la circunstancia, como dijimos antes, que ya no se suele realizar la detonación en espacios abiertos, precisamente porque no se puede garantizar el tratamiento de los gases resultantes. Algunas compañías las realizan a gran profundidad, como es el caso de NAMMO, detonando de forma controlada dispositivos a 900 m.

El trabajo sobre dispositivos complejos, como cohetes o misiles, requiere procesos especiales, donde se puede actuar, por ejemplo, sobre el combustible de los motores. Igualmente compleja es la tarea de separar del cohete o misil la cabeza de combate o retirar la espoleta de esta última. Hay también diferencias si se actúa sobre explosivos sólidos o líquidos, que se deterioran y pierden estabilidad de diferente manera con el paso de los años.

La seguridad es una prioridad en este tipo de actividad y en la mayoría de los trabajos los operadores actúan a distancia desde cabinas protegidas y monitorizando desde centros de control con cámaras de vídeo y sensores. Igualmente, las instalaciones están compartimentadas de tal manera que se pueda contener cualquier accidente y no se provoque una reacción en cadena. De ahí que existan también líneas de suministro automatizadas que van entregando los dispositivos a neutralizar de manera secuencial.

Utilicemos como ejemplo del funcionamiento de una de estas



plantas la que EXPAL construyó en Bielorrusia para la eliminación de 3,4 millones de minas antipersonal del tipo *PFM-1*. Se trata de una instalación desmontable que se encuentra actualmente en la Base de Ingenieros 4970 de Rechitsa. Comenzó a ser construida en febrero de 2011, fue inaugurada en mayo de 2014 y finalizó la destrucción el pasado mes de abril, por lo que ahora está previsto su desmontaje y traslado a España, donde estará lista para formar parte de otros proyectos. Esta planta incluye una cámara de detonación fría de 89 m³., en la que se emplearon 100 ton. de acero y que fue reforzada con 136 ton. de arena a su alrededor. El objetivo es soportar las enormes presiones derivadas de la detonación de las minas, explosiones que se producen, además, una vez tras otra.

El proceso comienza con la retirada de las minas de sus almacenes, el transporte en camión diariamente hasta la planta y su almacenamiento. Las minas vienen en contenedores en los que hay 72, que están acondicionados parcialmente para añadir un dispositivo explosivo y son transportadas a la cámara de



Tareas de desmilitarización de un cohete M26 del sistema MLRS (foto US Army).



detonación, donde entran automáticamente. Siguiendo estrictos procedimientos de seguridad, la cámara se cierra y se produce la detonación, para, posteriormente, procesar el gas generado y eliminar los posibles contaminantes. Luego los restos, formados principalmente por aluminio y acero, son almacenados para una posterior gestión de residuos.

Existen otras tecnologías para el tratamiento específico de los explosivos, como la criogenización desarrollada por la citada EXPAL. Se trata de someterlos a temperaturas extremadamente bajas para ser cristalizados y posteriormente triturarlos y, una vez tratados, aprovecharlos en la fabricación de explosivo para uso civil. Esta tecnología de frío-fractura y molienda ya ha sido validada por la compañía e industrializada.

La experiencia de EXPAL

La española EXPAL lleva desde los años sesenta en el área de desmilitarización de dispositivos y tratamiento de terrenos con más de 5 millones de m². de superficie y muchísimas municiones no explotadas eliminadas. Ha diseñado más de cuarenta líneas de desmilitarización, que ha aplicado a en torno a mil tipos de municiones, entre las que destacan por su complejidad las de racimo. El conocimiento del sector le permite conseguir la regeneración del 90 por ciento de los materiales inertes y una buena parte de los explosivos o materiales energéticos, de ahí que se haya posicionado como uno de los líderes internacionales en el sector, habiendo desarrollado tecnologías y procedimientos propios, que ha aplicado en proyectos para Europa, América y Asia.

Precisamente la empresa concluyó el pasado 18 de marzo la destrucción de 3,4 millones de minas del tipo *PFM-1* en su planta de Rechitsa (Bielorrusia). Posteriormente, el 5 de abril tuvo lugar la ceremonia oficial de clausura de esa planta de procesamiento de minas, diseñada y



El acceso a la cámara de detonación de la planta de Bielorrusia (foto EXPAL).

construida en el marco de un proyecto encargado por la Unión Europea. Las de diseño ruso *PFM-1*, más conocidas como mariposa por su diseño llamativo, son un tipo de minas antipersonal usuales, sobre todo por su empleo en Afganistán. Están fabricadas principalmente con plástico verde o marrón, lo que unido a su forma las hace muy características. Tienen un peso de 75 gr., de los que 37 corresponden a explosivo líquido. La versión *PFM-1S* incluye un mecanismo de autodestrucción. La empresa española se encargó de la construcción de la planta y de la formación del personal local responsable de su funcionamiento. Una vez que el trabajo se complete, será desmontada y traída a España de nuevo y los terrenos en los que se encontraba retornarán al estado anterior.

Actualmente la empresa tiene plantas de desmilitarización en España, Dinamarca, Estados Unidos, Bulgaria, Italia, Bielorrusia y Brasil. Entre los proyectos más destacados de los últimos años están el mencionado del arsenal de minas antipersonal de Bielorrusia, apoyado con fondos de la Unión Europea, y la implantación de

una línea de munición militar obsoleta y fuera de uso en Brasil junto a la estatal EMGEPRON, proyecto que posicionó a EXPAL como pionera en esos servicios en Iberoamérica. En 2015 se adjudicó un contrato del *US Army* para la desmilitarización de munición hasta el año 2018 por 156 millones de dólares, tarea que realiza en una de sus plantas más modernas, la que tiene en Hooks (Texas).

Una de las propuestas que la empresa llevó a la edición del año pasado de la feria FIDAE fue la construcción de una planta móvil de desmilitarización en Chile, que podría desplazarse a otros países de la región, reduciendo los costes asociados al desplazamiento del material a reciclar. Aunque los polvorines latinoamericanos disponen de *stocks* limitados en comparación a los de Europa o Estados Unidos, la obsolescencia plantea los mismos problemas. En España, la empresa tiene actualmente en marcha un acuerdo marco con el Ejército de Tierra, que cubre hasta 2018 la recogida, desmilitarización y eliminación de municiones, minas, explosivos y artificios, valorado en 3,6 millones de euros. ★