

# Depósitos antiexplosión y autosellantes

Autor: Juan Carlos Mañero Moreno, Explostop Protection, S.L.

Palabras clave: depósito antiexplosión, depósito autosellante, depósito combustible protegido.

Metas Tecnológicas relacionadas: MT 3.1.2.

## Introducción

La búsqueda de una constante mejora de las capacidades de nuestras Fuerzas Armadas y su participación en zonas de riesgo de sufrir ataques, aconseja buscar soluciones que ofrezcan mayor seguridad tanto a los vehículos como al equipo humano que va en ellos.

La utilización de munición perforante e incendiaria disponible en la actualidad puede atravesar grandes espesores de acero blindado, pudiendo llegar a alcanzar los depósitos de combustible y hacerlos explotar bien por el efecto de la bala incendiaria o por el incendio del combustible derramado. Por otra parte, la autonomía de un vehículo cuyo depósito ha sido alcanzado por el impacto de un proyectil, depende de la cantidad de combustible que pueda conservar y almacenar.

Pruebas oficiales realizadas en el Campus La Marañosa del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) han puesto de manifiesto el aumento de seguridad de la tecnología de protección de depósitos de combustible de depósitos autosellantes y antiexplosión frente a los depósitos blindados.

Las ventajas que ofrecen estos ensayos permiten al Ministerio de Defensa añadir como requisito en los concur-

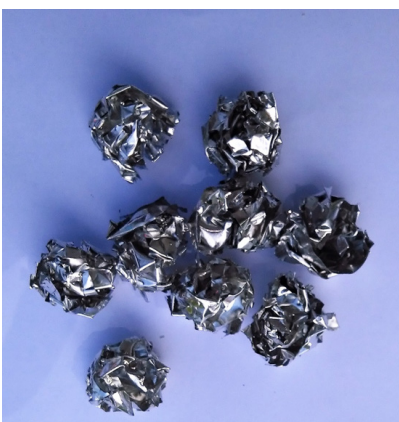


Fig. 1. Esferas metálicas de material antiexplosión. (Fuente: Explostop Protection, S.L.).

CARACTERÍSTICAS DE ESFERAS DE PROTECCION	
Peso por litro	45g ± 1g
Tamaño medio	30mm ± 5mm
Volumen ocupado en un litro de gasolina o gasoil	20 cc (2% ± 0,5%)
Volumen retenido de gasolina por litro	35 cc (3,5% ± 0,5%)
Volumen retenido de gasoil por litro	45 cc (4,5% ± 0,5%)

Fig. 2. Características volumétricas de las esferas antiexplosión. (Fuente: Explostop Protection, S.L.).

sos para adquirir vehículos militares blindados, que los depósitos además de no explotar, se autosellen, respondiendo así a la necesidad de tener una mayor seguridad de sus depósitos de combustible, a la vez reduce peso del vehículo.

## Descripción de la solución

La empresa española Explostop Protection SL ha realizado pruebas desde el año 2009 en depósitos con diferentes combustibles para demostrar el buen funcionamiento de un sistema antiexplosión, que consta de esferas metálicas que proceden de láminas perforadas de una aleación de aluminio especialmente elaborada para esta aplicación.

La colaboración entre esta empresa con estas esferas para evitar las explosiones y Pyrotect (USA) con un material sintético autosellante que recubre el exterior del depósito, ha permitido ofrecer un depósito que responde al objetivo del Ministerio de Defensa: con capacidad autosellante,

antiexplosión y ligero.

Pese a lo que pudiera parecer, se han hecho pruebas tanto en gasolina como en diésel que demuestran que la pérdida de volumen real del recipiente es sólo de aproximadamente un 2%. Esta y otras características aparecen reflejadas en la figura 2.

El material autosellante es una combinación de tejidos y polímeros que se funden y deforman de tal manera que cubren el agujero que deja el proyectil a su paso. El espesor de recubrimiento es de 2 cm, lo que supone un peso añadido al depósito de 17 kg/m<sup>2</sup>.

Estos materiales se pueden aplicar fácilmente sobre depósitos de combustible de aluminio, acero convencional e incluso acero blindado.

## Pruebas realizadas

Las pruebas a las que se hace referencia en este artículo tuvieron lugar en la plaza de ensayos del Área de Modelado y Simulación en el Campus La Marañosa del ITM, en mayo del 2017. Corrieron a cargo del Departamento de Sistemas de Armas y Balística de la Subdirección General de Sistemas Terrestres del INTA. Se siguió la normativa OTAN, concretamente el STANAG 4241 Ed. 2 "Bullet Impact, munition test procedure". También se aplicó el procedimiento interno del INTA relativo al impacto de bala sobre municiones, ajustado a las características del ensayo.

Se utilizaron dos tipos de depósitos de combustible: uno de aluminio lleno de

Nº muestra de ensayo	MATERIAL DEPÓSITO	CONFIGURACION ENSAYO	ARMA	MUNICIÓN
MS-26/17-1	ALUMINIO	GASOIL ESFERAS Y PYROTECT	7,62x51	7,62 PERFORANTE
MS-26/17-2	ALUMINIO	GASOLINA ESFERAS Y PYROTECT	7,62x51	7,62 PERFORANTE
MS-26/17-3	ACERO BLINDADO	GASOLINA CON ESFERAS	7,62x51	7,62 ORDINARIA
MS-26/17-4	ALUMINIO	GASOLINA CON ESFERAS Y PYROTECT	7,62x39	7,62 PERFORANTE E INCENDIARIA
MS-26/17-5	ACERO BLINDADO	GASOLINA SIN ESFERAS	7,62x51	7,62 ORDINARIA
MS-26/17-6	ALUMINIO	GASOLINA CON ESFERAS Y PYROTECT	5,56	5,56 SEMIPERFORANTE

Fig. 3. Tabla de ensayos realizados. (Fuente: Explostop Protection, S.L.).

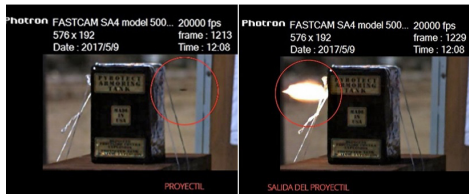


Fig. 4. En las instantáneas puede observarse que el proyectil incendiario atraviesa el depósito sin generar explosión. (Fuente: Explostop Protection, S.L.).

material antiexplosión y recubrimiento autosellante exterior y otro de acero con blindaje Mars 240 y un espesor de 4,2 mm, relleno con material antiexplosión. Ambos depósitos tienen una capacidad de 18,5 litros de combustible pero se llenaron a un tercio de su capacidad con gasoil y gasolina de 98 octanos.

Se utilizaron cámaras de video de alta velocidad y normal y un radar Doppler para calcular la velocidad tanto de salida como de impacto del proyectil, para registrar correctamente los datos obtenidos.

Se empleó un arma de laboratorio con municiones de calibre 7,62 x 51 mm ordinaria y perforante, munición rusa 7,62 x 39 mm perforante e incendiaria y 5,56 x 45 semi-perforante (munición habitualmente utilizada en zonas de riesgo).

Se realizaron dos disparos con cada tipo de munición desde 25 metros a los depósitos de aluminio, uno en la zona líquida para observar el autosellado y otro en la parte gaseosa para ver si explota, mientras que a los depósitos de acero blindado se les hizo un único disparo en la zona de gases para comprobar si explotaban o no. La figura 3 refleja los ensayos que se llevaron a cabo.

Tras la realización de los disparos, se observó que en todos los ensayos realizados no se produjo ninguna explosión, no habiéndose destruido los depósitos y presentando agujeros de entrada y salida o solo entrada (figura 4).

En la tabla (figura 5) se muestran los principales resultados y observaciones.

Las pruebas resultaron satisfactorias en todos los depósitos protegidos con esferas antiexplosión. En cuanto al autosellante, se pudo ver que, o no hubo derrame o hubo pequeñas pérdidas que van de 0,366 a 0,42 litros/hora. Se calcula que el agujero generado por una bala ordinaria donde solo realiza un orificio evacua de media de 40 ml/sg, es decir, que un depósito de combustible de 130 litros totalmente lleno tardaría en vaciarse 54 minutos (si el depósito fuese alcanzado por un proyectil perforante se producirían dos agujeros, lo que significa que su tiempo de vaciado sería de 27 minutos).

Con un depósito con protección autosellante, en el caso más desfavorable la salida de combustible sería de 0,117 ml/sg, es decir, tardaría en vaciarse más de 300 horas. Estas pequeñas pérdidas ofrecen una ventaja interesante e importante desde un punto de vista operativo si se compara con el derrame que se produce en un depósito blindado convencional, ya que permitiría a un vehículo salir de la zona de conflicto y circular durante más tiempo, aunque su depósito haya sido alcanzado por un proyectil.

## Conclusiones

La utilización de depósitos de combustible blindados en vehículos militares no asegura totalmente que cierta munición de arma ligera no los atraviese generando pérdidas importantes de combustible. Las pruebas realizadas en las que se han empleado de manera combinada material antiexplosión y autosellante aseguran la no explosión o la ausencia o pérdidas mínimas de combustible, pudiendo disponer del mismo para completar la operación o salir con rapidez de la zona de riesgo, ofrecien-

do una mayor seguridad a nuestras fuerzas armadas durante una misión.

En la actualidad, este tipo de sistemas protegen los VAMTAC ST5 que Urovesa está suministrando al Ministerio de Defensa y embarcaciones marítimas para la Armada de la *Royal Navy* de Arabia Saudita. En el Acuerdo Marco del suministro de vehículos autobastidores de 1.500 kg de carga útil se incluía la especificación de que el depósito de combustible contemple medidas que eviten sobrepresiones, fatigas por el movimiento de combustible y mínimos riesgos de incendio y explosión frente a impactos de munición ligera. Entonces se propuso utilizar esferas antiexplosión con motivo de la seguridad que aportaron las pruebas de calentamiento rápido realizadas en los laboratorios del Ministerio de Defensa en el 2009.

Según se ha podido observar, la utilización de estas bolas en el relleno de los depósitos desde 2012 hasta la fecha en los más de 500 vehículos adquiridos no ha generado ningún problema en el correcto funcionamiento de los mismos.

Todos estos resultados fueron presentados durante el VI Congreso Nacional de I+D en Defensa y Seguridad, celebrado del 20 al 22 de noviembre de 2018. A corto plazo, la empresa Explostop Protección SL espera poder realizar más pruebas que permitan realizar una evaluación técnica más profunda para ampliar su campo de aplicación a distintas plataformas aéreas.

Nº test	Nº muestra de ensayo	Nº de disparos	Zona de disparo	Munición	Resultado
1	MS- 26/17-1	1	Gas	7,62 perforante	Presenta orificio de entrada y salida
1	MS- 26/17-1	2	Líquido	7,62 perforante	Presenta orificio de entrada y salida. Derrame de combustible por el orificio de salida
2	MS- 26/17-2	1	Gas	7,62 perforante	Presenta orificio de entrada y salida
2	MS- 26/17-2	2	Líquido	7,62 perforante	Presenta orificio de entrada y salida. Derrame de combustible por el orificio de salida
3	MS- 26/17-4	1	Gas	7,62 perforante-incendiaria	Presenta orificio de entrada y salida
3	MS- 26/17-4	2	Líquido	7,62 perforante-incendiaria	Presenta orificio de entrada y salida. NO se produce derrame de combustible
4	MS- 26/17-3	1	Gas	7,62 ordinaria	Presenta orificio de entrada, la bala se queda dentro
5	MS- 26/17-5	1	Gas	7,62 ordinaria	Presenta orificio de entrada, la bala se queda dentro
6	MS- 26/17-6	1	Gas	5,56 semi-perforante	Presenta orificio de entrada y salida
6	MS- 26/17-6	2	Líquido	5,56 semi-perforante	Se produce un derrame de gotas de combustible que posteriormente se sella. Presenta orificio de entrada y salida.

Fig. 5. Tabla de resultados y observaciones obtenidas tras la ejecución de los ensayos. (Fuente: Explostop Protection, S.L.).