



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

IMPLEMENTACIÓN DE MAQUINARIA PESADA EN AMBIENTE TÁCTICO

CAC SANTIAGO MILLÁN DE MEER

Director académico: Domenico Sicignano

Director militar: Juan Carlos Laguardia Serrano

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar



Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecer a D. Domenico Sicignano por la atención dedicada, el tiempo invertido y la paciencia a la hora de revisar, corregir y supervisar el trabajo tantas veces como fuera necesario y su ayuda durante la realización del proyecto.

En segundo lugar, al Regimiento de Ingenieros nº 7 de Ceuta, en especial al Capitán D. Juan Carlos Laguardia Serrano y al Sargento 1º D. Diego Rubiales, por la ayuda prestada en la búsqueda de información, corrección de la memoria y también por su disponibilidad y servicio constante.

Por último, me gustaría agradecer a mi familia el incesante apoyo durante todos estos años, haciendo las dificultades más sencillas y llevaderas. A mis amigos, que han estado siempre cuando se les necesitaba en buenos y malos momentos. Por último, a mi abuelo, que ayudó en todo cuando estaba cerca y lo sigue haciendo desde arriba.



RESUMEN

El presente proyecto tiene como finalidad dar una respuesta a la viabilidad de implementar maquinaria pesada de ingenieros en operaciones militares, tanto en ambiente urbano como operaciones híbridas. De esta finalidad se desglosa como objetivo del proyecto el que el presente estudio sirva también para dar a conocer la empujadora blindada y se domine en nuestro ejército, poco instruido en esta materia.

Actualmente la empujadora es empleada únicamente en tareas de protección y de apoyo general de ingenieros en sus despliegues en operaciones. Bien es cierto que estos cometidos que se desempeñan son de vital importancia e imprescindibles, pero se debe adaptar a la situación y los ambientes en los que se darán situaciones de conflicto, donde la empujadora blindada puede llevar a cabo un papel fundamental. Estos cambios a los que se debe adaptar el Ejército surgen por las modificaciones constantes de los conflictos futuros, que pasarán a ser en ambientes urbanos e híbridos.

Es por esto por lo que se debe estudiar las capacidades de la máquina en estos tipos de ambiente, donde los vehículos que actualmente se utilizan se están quedando en desuso o tienen habilidades menos adecuadas o distintas para los ambientes a los que nos referimos.

Por tanto, el objetivo fundamental que se quiere llevar a cabo en este trabajo es el estudio y evaluación de la máquina, comparándola con los medios de los que se dispone actualmente y relacionándolos con los escenarios en los que se actuará.

Para ello se han realizado distintos análisis en el desarrollo del proyecto. Estas metodologías son de carácter cuantitativo y cualitativo, para poder conocer los máximos datos posibles y poder extraer conclusiones mejor fundamentadas. Esta evaluación se ha llevado a cabo mediante entrevistas e expertos conocedores de la máquina en cuestión, encuestas, análisis de las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades que ofrece la empujadora, un análisis modal para conocer las causas de fallo y sus efectos (análisis modal de fallos y efectos), una comparación con los medios en dotación presentes en las secciones de zapadores y un estudio sobre las acciones que otros países han llevado a cabo con la empujadora y las distintas lecciones que obtuvieron de estos usos.

Se ha de destacar que estas herramientas se han realizado con ayuda de expertos y personal militar conocedores y trabajadores de la materia día, puesto que actúan con los medios tratados en el proyecto.

Por último, al final del trabajo se presentan las conclusiones extraídas a raíz de las evaluaciones realizadas.

Palabras clave

Movilidad: El apoyo a la movilidad, son acciones realizadas para facilitar el movimiento de las unidades propias

Contramovilidad: El apoyo a la contramovilidad son actividades para dificultar la maniobra enemiga.

Empujadora blindada: máquina comercial a la que se adosa un kit de blindaje y que consta de una hoja topadora delantera que le permite abrirse paso removiendo obstáculos. Se



conoce también como **buldócer**.



ABSTRACT

The purpose of this project is to ascertain the viability of implementing heavy engineering machinery in military operations, both urban and hybrid operations. From this purpose we can break down another goal of the project: that the present study serves as means to publicise the armoured pusher, so that it is better known and mastered by our Army, little instructed in this matter.

Nowadays the armoured pusher is only used for protection and general support to engineers in their operative deployments. It is true that these roles are of vital importance and essential to military activity; but we must adapt their use to the different situations and environments of each conflict where the armoured pusher can have a fundamental role. These changes, to which the Army must adapt, arise from the constant development of future conflicts, which will probably happen in urban and hybrid environments.

Consequently, we must study the machine's abilities in these environments where our other vehicles' abilities are less adequate and not the better fit for the previously mentioned environments of future conflicts.

Therefore, the fundamental goal of this project is to study and evaluate the machines and to compare them with other up-to-date machines and at the same time relating them all to the different environments where they will act.

For this purpose, we have realised different analysis in the development of the project. The methodologies used in our research are of quantitative and qualitative character, in order to be able to reach the maximum possible data and extract well-funded conclusions. This evaluation has been achieved by interviewing experts, compiling surveys and SWOT (strength, weaknesses, opportunities, threats) analysis of the armoured pusher, as well as a modal analysis to understand the causes and defects of the defaults, a comparison with the means in endowment present in the sappers' sections and a study of the actions other countries have carried out with the pusher and the lessons they have reached from their experience.

We must underline that these means of information have been obtained with the help of experts and military personnel whose everyday knowledge is key, as they interact constantly with these machines.

Finally, at the end of the project we will draw the conclusions of our work.

KEYWORDS

Mobility: Mobility support are actions which enable the Army's own and friendly units' movement.

Countermobility: Countermobility support are actions which tend to hinder the enemies' movement.

Armoured pusher: Commercial machine packed with an armoured kit and a backhoe. It is also known as **bulldozer**.



INDICE DE CONTENIDO

<i>Agradecimientos</i>	<i>I</i>
<i>RESUMEN</i>	<i>II</i>
<i>Palabras clave</i>	<i>II</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>IV</i>
KEYWORDS	IV
<i>INDICE DE FIGURAS</i>	<i>VII</i>
<i>INDICE DE TABLAS</i>	<i>X</i>
<i>ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS</i>	<i>XI</i>
<i>1. INTRODUCCIÓN</i>	<i>1</i>
1.1 Concepto de combate urbano	3
1.2 Maquinaria pesada de ingenieros	3
1.3 Los ingenieros zapadores. Cometidos.....	5
1.3.1 Apoyo a la movilidad	5
1.3.2 Apoyo a la contramovilidad	6
1.3.3 Apoyo a la protección	6
1.3.4 Apoyo General de Ingenieros.....	7
<i>2. OBJETIVOS Y ALCANCE</i>	<i>9</i>
2.1 Objetivos.....	9
2.2 Alcance.....	9
<i>3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO</i>	<i>10</i>
<i>4. METODOLOGÍA</i>	<i>13</i>
4.1 Entrevistas.....	13



4.2 Encuestas	14
4.3 Estudio de viabilidad	14
4.4 Análisis DAFO	14
4.5 Análisis Modal de Fallos y Efectos	14
4.6 Análisis comparativo de países.....	15
4.7 Tabla comparativa.....	15
5. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	16
5.1 ENTREVISTAS.....	16
5.1.1 Preguntas.....	16
5.1.2 Conclusiones de las respuestas.....	16
5.2 ENCUESTAS	18
5.2.1 Características de la encuesta.....	18
5.2.2 Análisis de la encuesta. Conclusiones.....	20
5.3 Análisis de viabilidad.....	25
5.3.3 Análisis económico.....	27
5.4 Análisis DAFO	28
5.5 Análisis Modal de Fallos y Efectos	28
5.6 Análisis de países	32
6. CONCLUSIONES	39
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41



INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Retrocargadora JCB del Regimiento de Ingenieros 7 en actividades de instrucción de combate urbanizado. Fuente: Jefe del ejercicio.....	2
Figura 2: Dotación de vehículos y máquinas de la Sección de Máquinas de la Compañía de Apoyo, Batallón de Zapadores. Fuente: Confección propia.	4
Figura 3: Dozer Caterpillar D5k2, del Regimiento de Ingenieros nº7, realizando ejercicios de movimiento de tierra para la construcción de una obra. Fuente: jefe del ejercicio.....	4
Figura 4: Buldocer estadounidense rehabilitando una ruta para su uso logístico en Paktika, Afganistán. Fuente: U.S. Department of Defense.....	6
Figura 5: Retroexcavadora JCB del Regimiento de Ingenieros nº7 realizando un abrigo para vehículo en una posición defensiva, para mejorar las condiciones de seguridad del personal y material. Fuente: Periódico local El Faro de Ceuta.....	7
Figura 6: Base Miguel de Cervantes, Líbano. Base construida por ingenieros zapadores pertenecientes al REI 11. Está considerada la mejor base de las que dispone la Organización de Naciones Unidas. Fuente: ejercito.defensa.gob.es en “Regimiento de Especialidades Nº 11. Unidades en operaciones”.....	8
Figura 7: Tractor Hornsby de la época al que se le añadía la hoja de empuje. Fuente: Universidad Politécnica de Valencia, Blog de Víctor Yepes.....	10
Figura 8: Una empujadora Caterpillar del 237º Batallón del 1er Ejército de Estados Unidos despejando una carretera empujando un carro de combate alemán (King Tiger) fuera del camino transitable. Fuente: WW2 en imágenes, Bulldozers USA en la 2ª Guerra Mundial.	11
Figura 9: Buldócer israelí armada con una ametralladora ligera durante un ejercicio de las fuerzas de defensa israelíes. Fuente: army-technology.com	12
Figura 10: Gráfico que muestra los años de servicio de la población encuestada. Fuente: elaboración propia.....	19
Figura 11: Gráfico que muestra el número de misiones en el exterior de los encuestados. Elaboración propia	20
Figura 12: Encuestados que desplegaron en misiones en ambiente urbanizado. Fuente: elaboración propia.....	21
Figura 13: Gráfico que muestra el porcentaje de los encuestados que utilizaron maquinaria específica del arma de Ingenieros en sus despliegues en misiones en el exterior. Fuente: elaboración propia.....	21
Figura 14: Gráfico que muestra los porcentajes acerca de ejercicios y maniobras realizados con una empujadora con cometidos de apoyo a la movilidad y a la contramovilidad. Fuente: elaboración propia.....	22



Figura 15: Gráfico que muestra el porcentaje de encuestados que realizaron actividades de apoyo a la movilidad o contramovilidad con empujadoras en las operaciones en las que España ha participado. Fuente: elaboración propia. 22

Figura 16: Camión con cabeza tractora utilizado para transportes especiales, en nuestro caso empujadoras blindadas. Fuente: ejercito.defensa.gob 23

Figura 17: Camión Volquete de la Unidad Militar de Emergencias, con un semirremolque para transporte de máquinas. Fuente: ejercito.defensa.gob..... 23

Figura 18: Gráfico que representa los porcentajes sobre la utilidad de trabajar con la empujadora blindada en operaciones exteriores desempeñando todos los cometidos de ingenieros. Fuente: elaboración propia. 24

Figura 19: Gráfico en el que se observa el conocimiento por parte de los encuestados sobre los usos, actuales y pasados, de la empujadora blindada. Fuente: elaboración propia. 25

Figura 20: Gráfico en el que se puede observar la opinión de los encuestados sobre si dotaría a los Batallones de una empujadora blindada en vez de centralizarse. Fuente: elaboración propia. 25

Figura 21: Análisis de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades de la implementación de la empujadora blindada. Fuente: elaboración propia en la página dafo.ipyme.org 28

Figura 22: Buldócer israelí abriendo paso a vehículos de infantería. Fuente: fdra.blogspot..... 33

Figura 23: Buldócer israelí atacando edificaciones en una operación similar a la de Hebrón. Fuente: fdra.blogspot 34

Figura 24: Vehículo de asalto de brechas estadounidense en Afganistán. Fuente: defensenews.com 35

Figura 25: Empujadora blindada americana abriendo paso en áreas urbanas. Fuente: Libro New Dawn. The battle for Fallujah, de Richard S. Lowry 35

Figura 26: Un buldócer de la 37º Brigada, 9ª División Iraquí avanza limpiando la ruta al norte de Al Asthana Ridge. Fuente: Capitán Timothy Irish, U.S Marine Corps 36

Figura 27: Vehículo de ingenieros ruso UR-77. Fuente: Blog Spanish al Manar. 38

Figura 28: Localización del Regimiento donde se desarrollaron las prácticas externas. Fuente: defensa.gob..... 43

Figura 29: Organización Regimiento de Ingenieros nº7. Fuente: elaboración propia 44

Figura 30: Camión cisterna marca Iveco o Pegaso de 6.000 litros. Fuente: defensa.gob 45

Figura 31: Camión volquete marca Iveco. Fuente: defensa.gob 45

Figura 32: Tracto camion Iveco. Fuente: defensa.gob..... 46

Figura 33: Empujadora sobre cadenas Caterpillar modelo D5. Fuente: defensa.gob..... 46



Figura 34: Cargadora Hitachi. Fuente: defensa.gob	46
Figura 35: Minimáquina Gehl. Fuente: defensa.gob	47
Figura 36: Grúa Luna. Fuente: defensa.gob	47
Figura 37: Rodillos vibrantes. Fuente: defensa.gob.....	48
Figura 38: Motoniveladora. Fuente: defensa.gob	48
Figura 39: Retrocargadora mixta. Fuente: defensa.gob	49
Figura 40: Metodología para llevar a cabo un análisis modal de fallos y efectos. Fuente: Presentaciones Centro Universitario de la Defensa Unizar. Asignatura de calidad	51
Figura 41: Criterio aplicado para conocer el valor de la probabilidad de ocurrencia del fallo. Fuente: Presentaciones Centro Universitario de la Defensa Unizar. Asignatura de calidad.....	52
Figura 42: Criterio aplicado para conocer el valor de la gravedad del efecto. Fuente: Presentaciones Centro Universitario de la Defensa Unizar. Asignatura de calidad	52
Figura 43: Criterio aplicado para conocer el valor de la probabilidad de detección del fallo. Fuente: Presentaciones Centro Universitario de la Defensa Unizar. Asignatura de calidad.	53



INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Listado de expertos a los que se les realizó la entrevista.....	13
Tabla 2: Análisis Modal de Fallos y Efectos para la instrucción en la unidad. Fuente: elaboración propia.....	30
Tabla 3: Análisis Modal de Fallos y Efectos para la implementación en operaciones. Fuente: elaboración propia.....	31
Tabla 4: Encuesta realizada al personal de respuesta anónima. Fuente: elaboración propia ...	50
Tabla 5: Tabla comparativa medios actuales y empujadora blindada	55



ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

- AMFE: Análisis modal de fallos y efectos
- ATP: Allied Tactical Procedures, Tácticas y Procedimientos de los aliados
- CZ: Carro de zapadores
- DAFO: Análisis de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades
- I/A: Instrucción y adiestramiento
- MADOC: Mando de Adiestramiento y Doctrina
- NPR: Número de prioridad de riesgo
- REI: Regimiento de Especialidades de Ingenieros
- ROEs: Reglas de Enfrentamiento
- TOA: Transporte oruga acorazado
- TTPs: Tácticas, Técnicas y Procedimientos
- USA: United States of America, Estados Unidos de América
- ZURB: Zona urbanizada





1 INTRODUCCIÓN

El estudio de la implementación de maquinaria pesada en ambiente táctico debe iniciarse definiendo primero el concepto de maquinaria pesada, el uso de estas máquinas en el Ejército de Tierra español, así como de cuáles se disponen en las unidades de la Especialidad Fundamental de Ingenieros. También se ha de explicar qué es el combate urbano y definir las características de este tipo de combate cuya importancia manifestó el entonces Jefe de Estado Mayor del Ejército de Tierra, General Coll Bucher, quien en la Visión del Ejército para el año 2025, ya anticipó que serían “frecuentes [los] escenarios donde las operaciones se desarrollen en entornos de contrainsurgencia y de combate en zonas urbanas” (Coll Bucher, 2010, p.I). Esta perspectiva fue refrendada por el también General Varela Salas, en su visión 2035, donde se analizan cuatro ámbitos de actuación, entre ellos las áreas urbanizadas. Por último, se debe relacionar la utilización de estas máquinas en este tipo de ambiente, puesto que el objetivo principal del proyecto es dar una respuesta a esta implementación.

El Ejército de Tierra dispone de numerosos tipos de máquinas en las unidades de Ingenieros desplegadas en nuestro país. Éstas están divididas según su funcionalidad (excavar, empujar, cargar...) y según el tipo de misión para la que están concebidas (ofensivas, defensivas, protección...). Las máquinas son un recurso de crucial importancia para la acción de los Ingenieros; proporcionan agilidad y eficacia en la realización de los trabajos para cumplimentar la misión, por lo que son un activo crítico en el combate urbano (Marine Corps Intelligence Activity, 1999).

Las grandes batallas del futuro se desarrollarán en áreas urbanas. La historia reciente es clara y el escenario de los últimos conflictos ha sido zonas urbanizadas: Raqqa (2013-2017) y Alepo (2012-2016), Siria; Mosul, Irak (2014); Kabul, Afganistán (2001-2021). Los centros de poder, y por tanto de decisión y la población se están concentrando en las grandes ciudades. Las posibles crisis y gobiernos inestables que no puedan controlar el auge del radicalismo en su población acaban en una situación de conflicto urbano. Concentrarán y generarán en sus epicentros la fricción que conlleva a la intervención militar (Harris et al., 2014).

El combate urbano tiene su origen en la modernidad. Nació en las barricadas urbanas de París. Tras la caída de Napoleón en 1815, el nuevo régimen impuso una serie de condiciones en las que se excluía al proletariado. Esto, sumado a los fusilamientos de republicanos, provocó el levantamiento de los sectores de París en 1830, que bloquearon las calles parisinas con barricadas. En 1848 se produjo un nuevo levantamiento; los revolucionarios usaron la misma táctica de casi 20 años atrás (Nievas, sin fecha).

Este tipo de combate urbano es el mismo que se da hoy en día y que se dará en el futuro, aunque asumiendo los cambios en la tecnología, armamento y, por tanto, de las tácticas y procedimientos de combate (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2018). El ejército de los Estados Unidos de América, una de las primeras potencias mundiales en materia de defensa, define el combate urbano como aquel que se planea y conduce hacia objetivos ubicados en un terreno donde las características dominantes del entorno son construcciones hechas por el hombre o con alta densidad de población (Department of the Army Headquarters and United States Marine Corps, 2017).

Este ámbito de aplicación acentúa la necesidad de relacionar el combate en zonas urbanizadas con el uso de maquinaria de ingenieros. Las armas de combate precisan de las armas de apoyo al combate en las operaciones que se llevan a cabo. El apoyo de ingenieros es muy específico y se ha de coordinar para este tipo de ambiente. No todas las máquinas son de



vanguardia o aptas para un escenario urbano. Por ello, se deberá distinguir qué máquinas son aptas para este ambiente, entre las existentes en el Ejército. Este estudio diferencia entre las máquinas de vanguardia (empujadora y la retrocargadora mixta) y las de retaguardia, y centra el proyecto en las primeras.

Con esta visión del futuro, y sabiendo que la mayor parte de los conflictos en los siguientes serán en zonas urbanizadas, es necesario determinar las funciones de los Ingenieros en este tipo de escenarios. Muchos países están adiestrando a sus unidades en la ejecución de cometidos con este equipamiento y son cada vez más los ejércitos que integran la maquinaria específica de Ingenieros en apoyo a vanguardia. No obstante, tras estudiar los documentos existentes en relación con el combate urbano y la normativa del Ejército de Tierra, cabe destacar la falta de un documento que especifique el apoyo de los zapadores (movilidad, contramovilidad, apoyo a la protección) en combate urbano (ver *Figura 1*).



Figura 1. Retrocargadora JCB del Regimiento de Ingenieros 7 en actividades de instrucción de combate urbanizado. Fuente: Jefe del ejercicio.

El presente estudio y desarrollo del proyecto se ha efectuado en el Regimiento de Ingenieros nº 7, que dispone de una empujadora D5¹. En el **Anexo I**, se encuentra la localización y orgánica del Regimiento dentro del Ejército de Tierra.

La información conseguida y la documentación plasmada en el trabajo ha sido facilitada

¹ D5 hace referencia al modelo de la empujadora de la marca Caterpillar. Los modelos de la marca varían, encontrando desde D5 hasta D7 en el ET español. Otros ejércitos como el israelí disponen del modelo D9.



por el personal del Regimiento. Además, se ha contactado con personal destinado en el Regimiento de Ingenieros nº1, que cuenta en su orgánica con una empujadora blindada D7 y una retroexcavadora JCB HMEE también protegida.

1.1 Concepto de combate urbano

Las operaciones en zonas urbanas (ZURB) abarcan, en su concepción más amplia, todas las acciones militares que son planeadas y conducidas sobre un terreno complejo donde las construcciones u otras modificaciones permanentes, debidas a la actividad humana, inciden sobre las operaciones tácticas. Incluye el combate en las áreas edificadas y poblaciones de cualquier categoría (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2021).

Además de la estructura peculiar del escenario donde se va a desarrollar la acción, la zona urbana, la característica más importante del combate en este tipo de ambiente es la alta posibilidad de que se desarrolle en presencia de población civil (U.S.A Training and Doctrine Command, 2012). De esto deriva la necesidad de limitar las operaciones urbanas y sus efectos de modo notable. Este hecho afecta al planeamiento y por supuesto, a la ejecución de las operaciones, que deben realizarse con un control de daños exhaustivo orientado a reducirlos, tanto en las personas como en los bienes.

No obstante, cuando el impacto en la población sea inevitable o las fuerzas propias se vean situadas en una zona completamente destruida, se hace completamente necesaria la utilización de maquinaria pesada específica de Ingenieros que abran nuevas rutas, como es el caso de la empujadora.

1.2 Maquinaria pesada de ingenieros

El trabajo en vanguardia de una operación urbana obliga a blindar este tipo de maquinaria. Por ejemplo, la empujadora blindada D9 es una de las máquinas más utilizadas por las Fuerzas de Defensa Israelíes en sus actividades en la Blue Line².

En el Ejército de Tierra, las Compañías de Apoyo de todos los Batallones de Zapadores, disponen de una Sección de Máquinas mandada por un teniente Jefe de Sección. Los Pelotones de Máquinas están a cargo de dos suboficiales, que le asesoran y dirigen los trabajos. La tropa (soldados, cabos y cabos primeros) son los operadores, instruidos en el manejo y trabajo con las distintas máquinas.

Por lo general, y tomando como ejemplo la Sección de Máquinas del Regimiento de Ingenieros 7, lugar donde el autor del presente trabajo ha realizado las prácticas externas y recabado la información necesaria para el proyecto, las máquinas de dotación son las representadas en la figura (ver Figura 2).

² La BL es la demarcación entre Israel y Líbano establecida por las Naciones Unidas (ONU), el 7 de junio del 2000, para determinar si las fuerzas israelíes se habían retirado del territorio libanés.



Figura 2: Dotación de vehículos y máquinas de la Sección de Máquinas de la Compañía de Apoyo, Batallón de Zapadores. Fuente: Confección propia.

Además de los vehículos de mando y transporte de carga general (los vehículos ligero Aníbal y URO VAMTAC), cuenta con un vehículo de suministro de carburante (camión cisterna Pegaso de 6000 litros), un camión volquete Iveco, un tracto camión Iveco, y remolques 20 TM y 4 TM; un semirremolque de 25 TM Góndola. Las máquinas en dotación son la empujadora Dozer Caterpillar D5k2 (ver Figura 3), una autogrúa 35 TM, una minimáquina Gehl, dos motoniveladoras (Champion y New Holland), una cargadora Hitachi, dos retrocargadoras mixtas (Hidromek y JCB), dos rodillos vibrantes (BOMAG y LEBRERO) y una retro excavadora de cadenas Guría. En el **Anexo II** se han recogido las diferentes máquinas en dotación en las Compañías de Apoyo de los Batallones de Zapadores.



Figura 3: Dozer Caterpillar D5k2, del Regimiento de Ingenieros nº7, realizando ejercicios de movimiento de tierra para la construcción de una obra. Fuente: jefe del ejercicio.

La sección de máquinas es la que incrementa, fundamentalmente, su capacidad de trabajo para la ejecución de las obras que exijan un elevado movimiento de tierra. Asimismo, contribuyen a crear y mantener la infraestructura táctica necesaria para la proyección, sostenimiento y las operaciones, a proteger las fuerzas propias construyendo y preparando



obras de fortificación.

1.3 Los ingenieros zapadores. Cometidos

Ingenieros es por excelencia el Arma del trabajo técnico y por ende especializado. Las Unidades de Ingenieros son unidades de apoyo al combate, que permiten incrementar o complementar la capacidad de combate de las unidades, facilitan la maniobra propia y dificultan la del enemigo mediante acciones que modifican las condiciones del terreno realizando cometidos de apoyo a la movilidad, contramovilidad y protección (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2021). Estas actividades cobran mayor importancia dentro de la maniobra y la protección. Además de las acciones anteriores, los ingenieros desarrollan otros cometidos englobados dentro de lo que se denomina “Apoyo General”. Así, se puede hablar de las siguientes misiones de ingenieros:

- Apoyo a la movilidad.
- Apoyo a la contramovilidad.
- Apoyo a la protección.
- Apoyo general de ingenieros.

1.3.1 Apoyo a la movilidad

Se define como el conjunto de actividades orientadas a facilitar el movimiento de las fuerzas propias a la velocidad precisa para llegar en el momento oportuno al lugar conveniente, en condiciones de cumplir la misión. Este apoyo es necesario para conseguir los movimientos tácticos y logísticos y desplegar rápidamente. Los cometidos principales de los ingenieros que engloba este apoyo, según el ATP (allied tactical procedures) – 3.12.1, son los siguientes:

- Paso de cortaduras.
- Acciones contraobstáculos³, como aperturas de brechas⁴.
- Mantenimiento y rehabilitación de itinerarios (ver Figura 4).
- Apoyo a elementos aéreos avanzados.
- Gestión de la amenaza explosiva.
- Limpieza de rutas.
- Búsqueda militar.
- Reconocimiento de ingenieros.

De estos cometidos de apoyo a la movilidad, el empleo más común de la empujadora

³ Eliminación progresiva de todo tipo de obstáculo.

⁴ Vencer mediante la destrucción un obstáculo.



blindada está orientado al mantenimiento y rehabilitación de itinerarios que utilizan las fuerzas propias.



Figura 4: Bulldozer estadounidense rehabilitando una ruta para su uso logístico en Paktika, Afganistán. Fuente: U.S. Department of Defense.

1.3.2 Apoyo a la contramovilidad

Las actividades que engloba el apoyo a la contramovilidad se dirigen a entorpecer o dificultar la maniobra enemiga, obstaculizando el uso libre del terreno, con la finalidad de desarticular sus planes, retenerle o canalizarle donde pueda ser batido por las armas de fuego propias, para neutralizar o desolar su capacidad de combate (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2021). La contramovilidad se materializa con la ejecución de obstrucciones. Las obstrucciones son muy variadas, pero las enfocadas al concepto de contramovilidad van orientadas a las vías de comunicación, demoliciones o inutilización de material. Los cometidos derivados de este apoyo son los que a continuación se señalan, según el ATP – 3.12.1:

- Creación de obstrucciones.
- Mejora de obstrucciones permanentes.

1.3.3 Apoyo a la protección

Su finalidad es el incrementar o mejorar la seguridad y la capacidad de actuación preservando al personal, armamento, material e infraestructura (ver Figura 5). Las unidades son responsables de su propia protección. Los ingenieros mejoran las medidas de protección dentro del tiempo disponible y el límite de material que exista, además de las prioridades establecidas por el jefe.

Los cometidos principales que se incluyen en el ATP – 3.12.1 son:



- Apoyo a la preparación y construcción de fortificaciones.
- Apoyo al despeje de campos de tiro.
- Asesoramiento para la selección de edificaciones.
- Apoyo y ejecución de medidas de enmascaramiento, ocultación y decepción.

Este apoyo es el más común en cuanto a uso de máquinas se refiere. Todas las máquinas,



Figura 5: Retroexcavadora JCB del Regimiento de Ingenieros nº7 realizando un abrigo para vehículo en una posición defensiva, para mejorar las condiciones de seguridad del personal y material. Fuente: Periódico local El Faro de Ceuta.

sean de vanguardia o de retaguardia se aprovechan en la construcción de fortificaciones o para continuar enmascarando y protegiendo las instalaciones, para la construcción de abrigos naturales u observatorios adelantados para obtener información del enemigo. La maquinaria es fundamental para este apoyo, siendo el único equipo de movimiento de tierras y de modificación del terreno.

1.3.4 Apoyo General de Ingenieros

Las actividades características de este apoyo son las que realizan los ingenieros en beneficio de la fuerza en su conjunto. Es decir, las acciones para adecuar y mantener la infraestructura para la proyección de la fuerza y las actividades de movilidad, contramovilidad y protección cuando se hagan en beneficio de la fuerza en su conjunto. Los cometidos principales son:

- Habilitación y mantenimiento de líneas de comunicación.
- Explotación del transporte por ferrocarril.
- Habilitación, mantenimiento y construcción de infraestructura vertical (ver Figura 6).
- Captación, depuración de agua.
- Suministro de energía eléctrica y alumbrado.
- Instalación y mantenimiento de redes de oleoductos.
- Habilitación, mantenimiento y construcción de instalaciones de apoyo al



despliegue aéreo.

- Eliminación de amenazas explosivas.
- Reconocimiento de Ingenieros.



Figura 6: Base Miguel de Cervantes, Líbano. Base construida por ingenieros zapadores pertenecientes al REI 11. Está considerada la mejor base de las que dispone la Organización de Naciones Unidas. Fuente: ejercito.defensa.gob.es en "Regimiento de Especialidades Nº 11. Unidades en operaciones".

Se expondrán a continuación los objetivos del proyecto y su alcance, especificando justificadamente la razón de centrar su enfoque en la empujadora blindada. Después se explicarán las distintas metodologías utilizadas y el estado del arte actual en relación con la empujadora blindada. Se desarrollarán a continuación, las metodologías señaladas anteriormente. El trabajo finaliza con las conclusiones del autor.



2 OBJETIVOS Y ALCANCE

2.1 Objetivos

El objetivo principal del presente proyecto es desarrollar el empleo de máquinas pesadas de Ingenieros en acciones ofensivas en zonas urbanizadas. Para lograr este fin se definen los siguientes propósitos:

- Evaluar la maquinaria pesada del Ejército de Tierra y determinar su validez en vanguardia de una operación de combate urbano.
- Estudiar la validez de la empujadora blindada en operaciones que se lleven a cabo en zonas urbanizadas.
- Analizar las experiencias de otros países con esta máquina en operaciones ofensivas en áreas urbanizadas, para defender la viabilidad de la implementación.

2.2 Alcance

En el Ejército de Tierra hay una gran variedad de tipos y modelos de máquinas de ingenieros. Sin embargo, en el presente proyecto se estudiará únicamente la implementación de la empujadora blindada en operaciones de apoyo a la movilidad y a la contramovilidad, en ambiente urbano.

Esta limitación autoimpuesta se sigue para adaptar el estudio al tipo de proyecto, que elimina la posibilidad de realizar un estudio completo de toda la maquinaria existente en el Ejército. Por otro lado, carece de tiene sentido táctico desplegar maquinaria de obras públicas en la vanguardia de operaciones urbanas por varios motivos, muchos de ellos obvios. Por ejemplo, la velocidad de movimiento, que retrasaría en gran medida a la unidad a la que se apoya, además sería una unidad sin agilidad, ya que el redespigue de este tipo de equipamiento (dumpers, motoniveladoras, rodillos, etc) requiere siempre de vehículos especiales de transporte. Asimismo, al resto de maquinaria, no se le encuentra una funcionalidad táctica que justifique una posible implementación en este tipo de operaciones.

No es el caso de la empujadora, máquina cuyas características la hacen más apta por otro lado, para las limitadas posibilidades de movimiento que ofrece el ambiente urbano. Las zonas urbanizadas en donde se desarrollan operaciones militares suelen tener grandes obstáculos e impedimentos para la movilidad de los vehículos. La empujadora, con su capacidad de arrastrar o empujar muchas toneladas de peso no encontraría impedimento alguno y ya se han dado casos donde se ha usado esta máquina para derribar edificios; su capacidad de remoción de obstáculos le permite abrirse espacios para su propio movimiento, tanto en su modalidad de ruedas como cadenas, hallando de esta manera el sentido táctico para su implementación.

Por lo general, la huella logística necesaria para lanzar a zona de operaciones la maquinaria y después desplazarla en convoy suele ser muy superior a otros tipos de vehículos. A todo esto, hay que añadir que cuando una unidad de zapadores despliega en apoyo de una unidad de combate (infantería o caballería) se desplaza dentro del convoy de ésta, imponiéndole sus limitaciones de movilidad, velocidad, gálibos, etc.



3 ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO.

La historia de la empujadora se remonta a 1920, cuando en los tractores de la época (ver Figura 7), de los cuales alguno ya tenía incluido el sistema de oruga para mejorar la tracción, se les empieza a instalar las primeras cuchillas, dando lugar al buldócer actual. En 1925, se fundó la empresa Caterpillar, tras la unión de las dos compañías más avanzadas en este sector, Holt Manufacturing Company y C.L Best Tractor Company, que ya habían

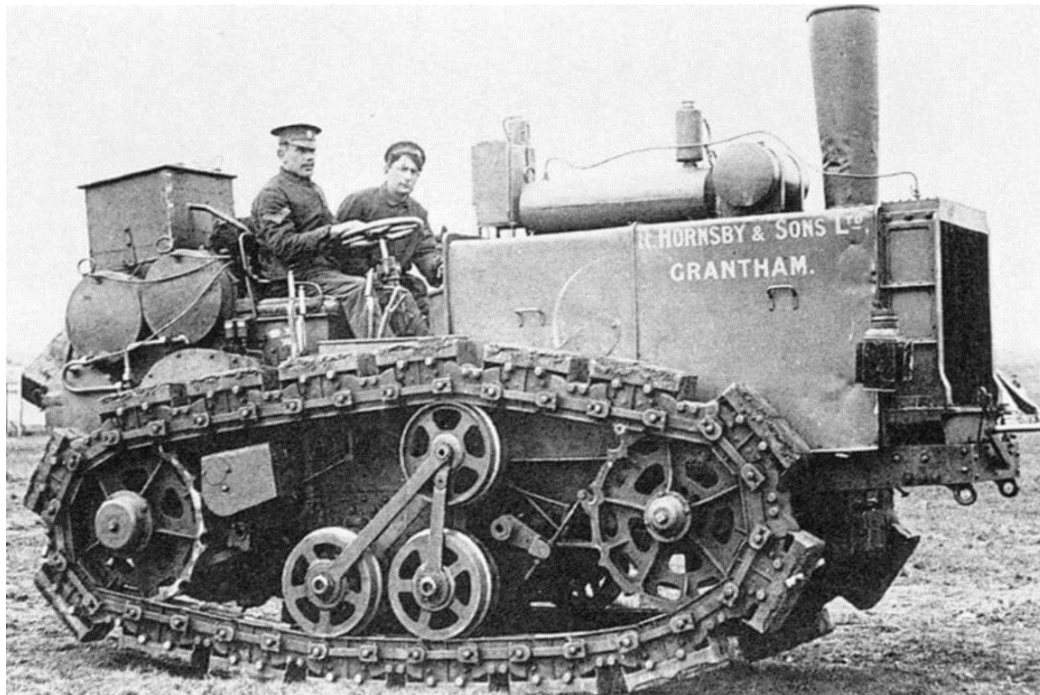


Figura 7: Tractor Hornsby de la época al que se le añadía la hoja de empuje. Fuente: Universidad Politécnica de Valencia, Blog de Víctor Yepes.

proporcionado apoyo a los aliados en la I Guerra Mundial (Caterpillar, sin fecha). Cuatro años más tarde, en 1927, se empezó a fabricar el primer modelo buldócer. A mediados de 1940, la empresa Caterpillar modificaba la hoja de empuje de la época y presentaba la primera hoja topadora de la empresa, similar a la actual (Yepes, 2009 y 2014).

El uso militar de la empujadora se generalizó tras la II Guerra Mundial (ver Figura 8). Durante este conflicto, los aliados desplegaron con profusión buldóceres que fueron empleados en la limpieza de rutas y en la construcción, cometidos asignados a los ingenieros militares. Entre 1942 y 1945, la empresa Caterpillar produjo 56.306 vehículos oruga de este tipo, convirtiéndose en la principal empresa del mercado de las empujadoras.

En 1954, el buldócer Caterpillar D9 sale al mercado. Movidó por la necesidad operativa, Israel le encontró rápidamente un uso distinto al de la construcción e ingeniería en obras civiles. Esta máquina, integrada en los ingenieros de las fuerzas de defensa israelíes, participó en la Guerra del Sinaí, en 1956, y en conflictos posteriores. Fue en la batalla de Yom Kippur donde a la empujadora D9 se le otorgó un papel más importante. Los buldóceres D9 cumplieron cometidos de apertura de rutas en apoyo a las fuerzas israelíes, limpieza de minas en caminos y barricadas y eliminación de obstáculos que impidieran el paso de las fuerzas propias.



Las empujadoras fueron consideradas determinantes en la victoria contra Egipto. Fueron el primer vehículo en cruzar la frontera en esta guerra. Tras el éxito que supuso la implementación de los buldóceres en estas operaciones, el ejército israelí fue mejorando sus capacidades y otorgándoles más protección a la vez que cometidos.



*Figura 8: Una empujadora Caterpillar del 237º Batallón del 1er Ejército de Estados Unidos despejando una carretera empujando un carro de combate alemán (King Tiger) fuera del camino transitable.
Fuente: WW2 en imágenes, Bulldozers USA en la 2ª Guerra Mundial.*

La empujadora D9 israelí (ver Figura 9) consta de un conjunto de blindaje que se adosa al vehículo, con el que proporciona protección a los componentes mecánicos y a la cabina. El jefe del vehículo y el conductor están cubiertos por el blindaje de la cabina, lo que les protege de artefactos explosivos improvisados, de impactos de fusilería, granadas y otros proyectiles. A todo esto, se añade la posibilidad de instalar una ametralladora o un lanzagranadas en la parte superior de la cabina, lo que le otorga cierta capacidad de reacción inmediata (Army Technology, 2012).



Figura 9: Buldócer israelí armada con una ametralladora ligera durante un ejercicio de las fuerzas de defensa israelíes. Fuente: army-technology.com

Israel no es el único país que le da un uso distinto a la empujadora. Otros países, a raíz de las acciones de Israel y de las lecciones extraídas de conflictos anteriores, han implementado el uso de esta máquina a sus operaciones en vanguardia. Se pueden registrar buldócer blindados luchando contra el Estado Islámico en Iraq o apoyando a la movilidad de tropas americanas en Afganistán o en la batalla de Faluya (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2012).

España dispone únicamente de dos máquinas blindadas, la JCB HMEE y una empujadora D7R, ambas en el Regimiento de Ingenieros 1 de Burgos. En los despliegues españoles en operaciones, ninguna de estas dos máquinas ha participado.



4 METODOLOGÍA

Para conseguir los objetivos marcados en el apartado anterior se han llevado a cabo una serie de análisis y un estudio que, a continuación, van a ser tratados en detalle. Se han seleccionado estos métodos porque permiten un estudio en profundidad sobre la implementación de la empujadora blindada en operaciones de vanguardia.

Los métodos que proporcionan la información necesaria para este estudio son cualitativos en su gran mayoría, aunque también se realizan métodos cuantitativos como la encuesta. Además, se hace un análisis minucioso de las actividades que otros países, aliados de España o que han entablado o sufrido un conflicto bélico recientemente.

4.1 Entrevistas

Se han realizado entrevistas a oficiales y suboficiales que han tenido bajo su responsabilidad estas máquinas (ver Tabla 1), conocen el planeamiento de las operaciones, y las tácticas, técnicas y procedimientos en el empleo de la maquinaria. Son expertos en la materia por sus años de destino en las unidades donde se encuentra la empujadora y proponen el uso de maquinaria específica de ingenieros no sólo en actividades a la protección, sino también a la movilidad y a la contramovilidad en la vanguardia del despliegue.

EMPLEO	DESTINO	JUSTIFICACIÓN Y EXPERIENCIA
CAPITÁN	JEFE COMPAÑÍA DE APOYO REGIMIENTO DE INGENIEROS Nº7	La unidad bajo su mando incluye una Sección de Máquinas
TENIENTE	JEFE SECCIÓN DE MÁQUINAS REGIMIENTO DE INGENIEROS Nº7	La Unidad bajo su mando dispone de una empujadora D5
SARGENTO 1º	JEFE SECCIÓN DE MÁQUINAS REGIMIENTO DE INGENIEROS Nº1	La Unidad bajo su mando dispone de una empujadora blindada
SARGENTO 1º	JEFE ACCIDENTAL Y MANDO DE LA SECCIÓN DE MÁQUINAS REGIMIENTO DE INGENIEROS Nº7	Ha desempeñado su mando en una Sección de Máquinas
SARGENTO	MANDO DE LA SECCIÓN DE MÁQUINAS REGIMIENTO DE INGENIEROS Nº 7	Tiene bajo su mando una empujadora D5

Tabla 1: Listado de expertos a los que se les realizó la entrevista.

Esta experiencia, enriquecida por su participación en operaciones en el exterior y el conocimiento del ambiente en que se desarrollan actualmente los conflictos, les proporciona una



perspectiva práctica que se ha querido volcar en este proyecto.

4.2 Encuestas

Las encuestas se realizan al personal de la Especialidad Fundamental de Ingenieros que está destinado o lo ha estado en la Sección de Máquinas de las Compañías de Apoyo de los Batallones de Zapadores. Los encuestados son personal de tropa, suboficiales y oficiales, todos ellos con experiencia variable en el objeto del trabajo.

La encuesta consta de doce preguntas de respuesta afirmativa o negativa en relación a la implementación que se trata en el presente trabajo, si se han realizado ejercicios, maniobras u operaciones con la máquina tratada. Las preguntas que se realizaron están recogidas en el **Anexo III**.

4.3 Estudio de viabilidad

Se realizará también un estudio de viabilidad que permitirá obtener conocimiento sobre si realmente la implementación aportará los beneficios que se esperan de ella. Este estudio se realiza antes de comenzar el proyecto para saber si es rentable o no. Se compone de cuatro análisis: análisis técnico operativo, análisis económico financiero y análisis socio económico.

No se desarrolla un análisis de mercado, debido a que ya existe una empujadora blindada en unidades españolas, en el Regimiento de Ingenieros 1, ubicado en Burgos, y la intención de este proyecto no es determinar proveedores, sino estudiar la validez operativa de esta máquina pesada.

4.4 Análisis DAFO

El análisis DAFO (debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) tal y como recoge el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, es una herramienta cualitativa muy extendida en la toma de decisiones. Es una técnica cuya utilidad es analizar y poner de relieve la situación actual del producto o servicio. Es un método muy habitual en elaboraciones de planes estratégicos.

Se analiza el entorno externo y las características internas del producto objeto de estudio para poder obtener una representación gráfica de las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades, definidas de la siguiente manera:

- Debilidades: son las limitaciones de las capacidades de desarrollo del producto debido a las características internas.
- Amenazas: son factores externos que pueden impedir la viabilidad del producto.
- Fortalezas: son el conjunto de ventajas con las que cuenta el producto.
- Oportunidades: son los factores ajenos al producto que favorecen su implementación, facilitan su desarrollo o brindan posibilidades de mejora.

4.5 Análisis Modal de Fallos y Efectos

El Análisis Modal de Fallos y Efectos es una técnica de calidad que intenta detectar y prevenir los fallos que puedan tener lugar en la utilización de un producto o servicio.



Considerando la implementación de la empujadora blindada como el servicio objeto de estudio, se evaluará con el método AMFE para conocer, analizar y cuantificar los fallos inherentes a la utilización de la empujadora y así ser capaz de adoptar acciones correctivas antes de futuras operaciones.

Consultados los Oficiales y Suboficiales las Secciones de Máquinas y con los Jefes de las Compañías de Apoyo donde éstas se encuadran, se estudian los diversos modos de fallo que pueden impedir la implementación de la empujadora en operaciones y en vanguardia.

Para cada modo de fallo que se analice, se calculará un parámetro NPR (Número de Prioridad de Riesgo), que indica sobre qué causas de fallo hay que actuar en primer lugar para evitar su advenimiento o disminuir los efectos negativos que produzcan. Para ello, se generan medidas correctivas y se evalúa de nuevo la efectividad de estas con un nuevo NPR (Acero, R. et al., 2015).

Este indicador NPR se obtiene multiplicando tres índices que son, la gravedad del efecto (G), la probabilidad de ocurrencia (O) y la dificultad de detección (D).

$$G * O * D = NPR$$

Analizando los riesgos principales que puedan ocurrir y evaluándolos, siguiendo la metodología AMFE, se determinan las acciones a realizar previas a la implementación de la máquina y así intentar evitar los riesgos con mayor NPR a 100. Las tablas utilizadas para la evaluación y la realización de este análisis se pueden encontrar en el **Anexo IV**.

4.6 Análisis comparativo de países

La empujadora blindada como apoyo en vanguardia ha sido usada anteriormente por otros países en conflictos en los que han intervenido. Como hemos tenido ocasión de citar, ya hay casos de uso en las dos guerras mundiales. A lo largo de los años se han ido introduciendo mejoras a la empujadora en distintos ejércitos y, actualmente, es una de las máquinas más utilizadas en vanguardia en las fuerzas armadas israelíes, quienes utilizan en profusión todo tipo de maquinaria pesada de ingenieros. Otros países utilizan esta máquina en distintas situaciones de conflicto, como Irak en su lucha contra el Daesh.

En el presente trabajo fin de grado se analizarán los usos que se ha dado a la empujadora en el pasado y actualmente en otros Estados, comparándolos con la actividad que se les ha dado en España, con la finalidad de confirmar las ventajas de su utilización en operaciones de vanguardia y combate urbano.

4.7 Tabla comparativa

Se incluye también una tabla comparando los medios actuales del Ejército de Tierra según los manuales de cada vehículo. De esta manera se analizan las prestaciones de cada uno en comparación con la empujadora. Se encuentra este análisis en el **Anexo V**.



5 DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este apartado se exponen los análisis llevados a cabo y los resultados obtenidos de cada herramienta aplicada al proyecto, con el fin de obtener unas conclusiones claras y concisas sobre el tema tratado.

Se procederá, en primer lugar, a analizar las entrevistas realizadas a los cuadros de mando que han trabajado o trabajan con esta maquinaria. A continuación, se expondrán los datos extraídos de la encuesta y los resultados de los análisis de las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades y el análisis modal de fallos y efectos realizados; las conclusiones del estudio de viabilidad y, por último, se analizarán las experiencias de otros países acerca de la viabilidad de la empujadora. Además, se añade una tabla comparativa de los vehículos de ingenieros actuales con la empujadora blindada sobre las capacidades que aportan y sus características (ver Anexo V).

5.1 ENTREVISTAS

Las entrevistas se han realizado a personas con alta experiencia en maquinaria de ingenieros, por lo que son expertos en el objeto del presente proyecto. De cada una de las preguntas realizadas se pueden obtener conclusiones particulares, que se pueden añadir la experiencia que cada uno tiene sumado a los años sirviendo y trabajando con maquinaria de este tipo en acciones similares a las propuestas en el proyecto.

5.1.1 Preguntas

La entrevista constó de las siguientes preguntas:

- ¿Conoce qué máquinas blindadas tiene el ET español y actualmente en qué operaciones son empleadas? En caso afirmativo, especifíquelas.
- ¿Ha utilizado en alguna ocasión maquinaria pesada en acciones de apoyo a la movilidad o a la contramovilidad? En caso afirmativo, especifíquelas.
- ¿Cree útil el uso de una empujadora blindada en operaciones en el exterior, en un escenario de combate urbano?
- ¿Por qué cree que esta máquina no se usa en operaciones en vanguardia en apoyo a la movilidad y a la contramovilidad?
- ¿Ve usted útil esta implementación? Por qué.
- ¿Qué opción ve usted más viable, centralizar la maquinaria pesada, en este caso la empujadora blindada, o dotar con este material a los Batallones de Zapadores?

5.1.2 Conclusiones de las respuestas

Analizadas las respuestas, se obtienen las siguientes conclusiones:

- **Buen conocimiento del problema y ausencia de experiencia en operaciones.**

Todos los entrevistados son conocedores de la situación actual en lo que se refiere a maquinaria blindada en el Ejército de Tierra. Son conscientes de que las dos únicas máquinas blindadas disponibles forman parte del Regimiento de Ingenieros 1 y resaltan la escasez de maquinaria con estas características. También destacan la escasa experiencia



del Ejército de Tierra en este ámbito y el hecho de que no se hayan desplegado en operaciones en las que ha participado nuestro Ejército en el exterior. A esto se suma la errónea opinión de que una máquina de ingenieros de este tipo no sirve para apoyar en cometidos de movilidad y contramovilidad.

- **Escasa experiencia en el uso de empujadoras blindadas**

La mayoría de los expertos han utilizado las máquinas de las que dispone su Compañía en apoyo a la movilidad y a la contramovilidad. Sin embargo, al no existir más que una empujadora blindada que se encuentra en Burgos, los entrevistados destinados en otras unidades han realizado estos ejercicios con empujadoras no blindadas de modelo D5.

Uno de los entrevistados, que ha estado en las dos unidades de las que se han conseguido los expertos, señaló que en el tiempo en el que estuvo destinado con la empujadora blindada, se empezó a instruir a la Unidad con este material en apoyo a la movilidad y contramovilidad en ambiente urbano. La empujadora blindada demostró una gran habilidad en la remoción de obstáculos, formación de barricadas, creación de obstrucciones para el cierre de avenidas de aproximación enemigas, y barreamientos.

- **Utilidad de la empujadora blindada en operaciones**

Todos los expertos consideran útil la implementación de la empujadora blindada en operaciones. Alguno incluso le añade la característica de “imprescindible”. Son muchos los casos donde puede usarse la empujadora. A los ejemplos mencionados anteriormente, se suma el movimiento de tierras y la apertura de brechas, apoyando la movilidad de la unidad propia. Además, siendo esta máquina blindada, ofrece protección al operador. Es una máquina que incrementa la capacidad de combate de las unidades a las que apoya.

- **Dificultad del despliegue por desconocimiento de técnicas, tácticas y procedimientos**

En cuanto a los motivos de que no se esté empleando este material en operaciones de nuestro Ejército, las razones apuntan a que la única unidad de España que dispone de maquinaria blindada es el Regimiento de Ingenieros 1, en Burgos, lo que hace más difícil que se pueda extender la experiencia a otras unidades. Para actuar en operaciones con una empujadora blindada es imprescindible trabajar antes con ella y practicar, realizando ejercicios de Instrucción y Adiestramiento (I/A) y ejercicios con ambientación táctica. Solamente así se puede instruir correctamente en este ambiente y con estos medios. No es posible que los Batallones de Zapadores puedan obtener los conocimientos necesarios para trabajar con ella, tanto los operadores de la máquina para conducirla en condiciones, saber cómo y cuándo usarla y conocer los detalles que hacen más eficiente su uso. Por su parte, los cuadros de mando no pueden planear correctamente las misiones tácticas que se les encomienden ni calcular con datos previos fiables las condiciones de trabajo que proporciona la máquina. En conclusión, todos coinciden en señalar la falta de medios en dotación y la falta de experiencia en territorio nacional.

- **Coincidencia en la utilidad y en la necesidad de que se dote con este material a las Unidades**

Todos los expertos coinciden en la utilidad de esta implementación, incluso alguno lo señala como necesidad, dada la gran variedad de soluciones que ofrece.

- **Coincidencia en su aptitud para diversos escenarios**

Los expertos coinciden también en que las capacidades de la máquina le proporcionan multitud de capacidades para realizar distintas tareas. Es apta para escenarios muy diversos, resaltando el combate convencional y asimétrico y en ambiente urbano y periurbano. Además,



también señalan que estas capacidades se aprovecharán plenamente cuando se apoye a unidades mecanizadas o acorazadas, puesto que son las que mejor se pueden servir de esta máquina.

- **Descentralización de esta capacidad**

Todos los entrevistados coinciden en dotar a los Batallones de Zapadores con esta máquina. Los medios se centralizan cuando son escasos o necesitan una gran especialización por parte de los usuarios o del escalón de mantenimiento. No siendo este el caso, los expertos coinciden en dotar a todos los Batallones de Zapadores con este equipamiento, para incrementar las capacidades de las unidades de combate.

Además, uno de los expertos señala que, el Mando de Ingenieros, donde se encuadra el Regimiento de Ingenieros 1, que dispone de la empujadora blindada D7, no tiene entre sus cometidos el combate en primera línea, que corresponde a las Brigadas, donde se encuadran los Batallones de Zapadores; luego difícilmente, entre los trabajos que lleve a cabo el Mando de Ingenieros en operaciones, va a ser necesario el blindaje en máquinas.

Si se quiere que estos estén instruidos en el manejo de esta máquina, se deben disponer de ellas en la propia unidad, en caso contrario, nunca se alcanzará un nivel de instrucción suficiente. Los Batallones de Zapadores de las Brigadas deberían disponer en sus secciones de apoyo de al menos una empujadora blindada con la que se puedan instruir en el manejo de la máquina en acciones de movilidad y contramovilidad, siendo deseable dos, para tener la capacidad de agregar a cada sección de zapadores una empujadora blindada. Con esta adquisición se multiplicaría la capacidad de movilidad y contramovilidad de las unidades de ingenieros y, por tanto, la capacidad de combate de las brigadas.

5.2 ENCUESTAS

5.2.1 Características de la encuesta

La encuesta fue realizada a los componentes de la Sección de Organización del Terreno del Regimiento de Ingenieros 7, personal que trabaja a diario con la máquina objeto del estudio, aunque como se ha repetido ya, no esté blindada. También fueron encuestados los mandos de la sección y el capitán de la Compañía. Además, dado que el Regimiento de Ingenieros 1 dispone de esta máquina blindada, se contactó con personal de esta Unidad con la finalidad de obtener más información y se encuestó a otros componentes de la Sección de Organización del Terreno de ese Regimiento y a sus mandos.

En total, la población encuestada es de 20 individuos, lo que ha permitido considerar de forma más precisa los siguientes aspectos:

- Evaluar el grado de conocimiento de los encuestados sobre el tema tratado, para poder alcanzar unas conclusiones lógicas y viables, basadas en los conocimientos y la experiencia de la población de la encuesta.
- Conocer los usos actuales de la máquina, así como las posibles acciones que con la empujadora blindada se pueden realizar, desde el punto de vista de los operadores de esta máquina, que son los que mejor conocen sus prestaciones y los que mayor rendimiento le pueden sacar cuando se trabaje en operaciones con ella.
- Extraer de las respuestas obtenidas pequeñas soluciones o medidas para mejorar los procedimientos del Ejército de Tierra con la empujadora e implementarla y sacarle partido en todos los posibles usos de los que consta.



La población sometida a estudio considerarse experta en cuanto a la empujadora se refiere. Sabiendo que todos ellos han trabajado y trabajan con la máquina, de la encuesta se extrae que el 55% de la población ha trabajado con maquinaria de Ingenieros más de 10 años, tanto en maniobras como en operaciones en el exterior. Tan solo un 15% tiene menos de 5 años de servicio y un 30% de la población entrevistada tiene una experiencia considerable, entre 5 y 10 años de servicio a España (ver Figura 10).

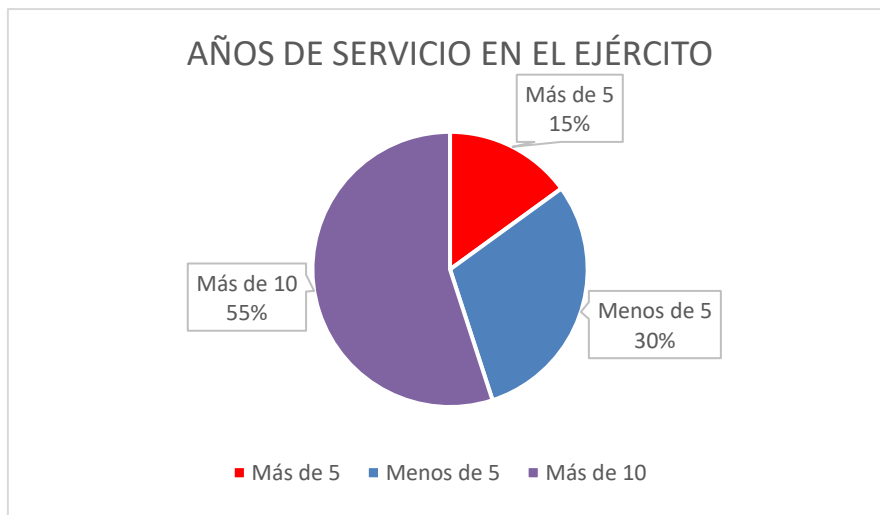


Figura 10: Gráfico que muestra los años de servicio de la población encuestada.
Fuente: elaboración propia

Todos ellos han trabajado, en mayor o menor medida, y durante más o menos tiempo con la empujadora, en algunos casos blindada, durante maniobras o ejercicios propios de Instrucción y Adiestramiento de la propia unidad en cuanto a Ingenieros se refiere.

La experiencia en misiones en el exterior es muy significativa. Las últimas tendencias en las operaciones en las que participa nuestro Ejército se están desarrollando en ambiente urbano o periurbano. En estos despliegues se gana una rica experiencia, complementaria a la consecuente a ejercicios y maniobras en territorio nacional, por el propio trabajo llevado a cabo en ellas, y por tener la ocasión de observar los procedimientos de otros ejércitos aliados, los cuales en muchas ocasiones tienen más medios técnicos y experiencia de combate.

Tres cuartas partes de los encuestados ha estado desplegado en operaciones exteriores en algún momento de su carrera militar. De ellos, más de un tercio lo ha hecho en tres o más ocasiones. Un 40% ha estado desplegado dos veces y el 27% restante ha salido de misión en al menos una ocasión (ver Figura 11).

Conociendo el nivel de experiencia de la mayoría de los encuestados, así como los diferentes casos en los que han adquirido y desarrollado sus conocimientos, ya sea en ejercicios en territorio nacional o en el exterior, se puede afirmar que las conclusiones que se obtengan de



la encuesta, están contrastadas con expertos y son fiables y coherentes.



*Figura 11: Gráfico que muestra el número de misiones en el exterior de los encuestados.
Elaboración propia*

5.2.2 Análisis de la encuesta. Conclusiones.

Del estudio de la encuesta realizada se extraen las siguientes conclusiones:

En primer lugar, cabe destacar que todos los encuestados que han sido desplegados en operaciones en el exterior, el 75% del total de encuestados, han trabajado con maquinaria específica de Ingenieros en estas acciones tácticas (ver Figura 13).

No obstante, y teniendo en cuenta el alcance del proyecto, más de la mitad de los encuestados, un 55%, han realizado misiones en un ambiente urbano (ver Figura 12) por lo que se puede afirmar que es un escenario trabajado suficientemente en cuanto a la posibilidad de implementar maquinaria pesada de Ingenieros, en concreto, la empujadora blindada.

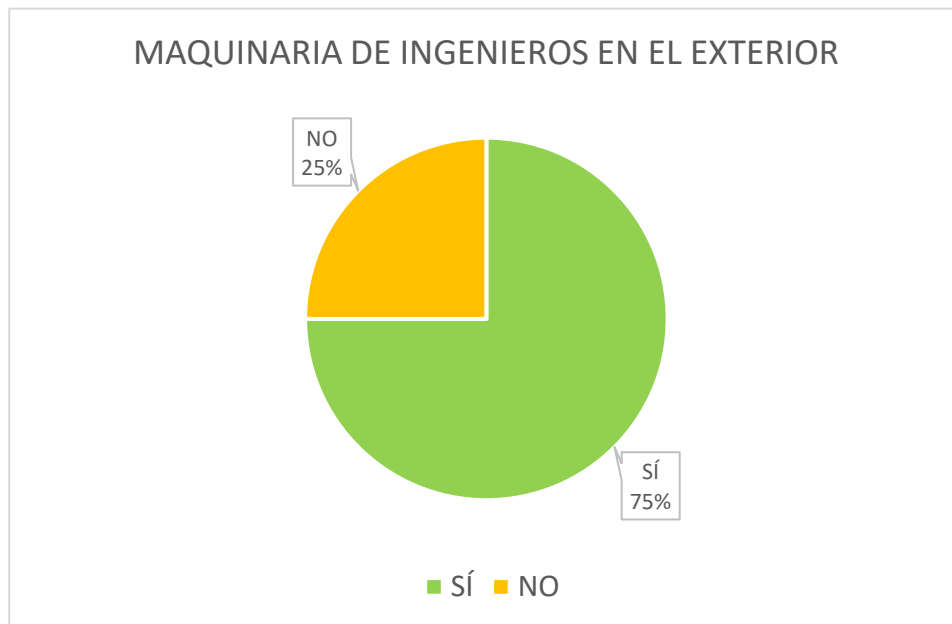


Figura 13: Gráfico que muestra el porcentaje de los encuestados que utilizaron maquinaria específica del arma de Ingenieros en sus despliegues en misiones en el exterior. Fuente: elaboración propia.



Figura 12: Encuestados que desplegaron en misiones en ambiente urbanizado. Fuente: elaboración propia.

A pesar de que ninguno de los encuestados desarrolló trabajos con esta máquina en operaciones, el 65% de ellos ha llevado a cabo ejercicios o maniobras, dentro de las actividades de Instrucción y Adiestramiento prestando apoyos de movilidad y contramovilidad con una empujadora. El modelo de la empujadora que se utilizó varía según la unidad en la que se esté destinado, habiendo utilizado: una empujadora D7 blindada (Regimiento de Ingenieros 1) y una D5 sin blindaje (Regimiento de Ingenieros 7). Cabe destacar el elevado porcentaje de



encuestados, el 30%, que no ha tenido este tipo de actividad de instrucción en su unidad (ver Figura 14).

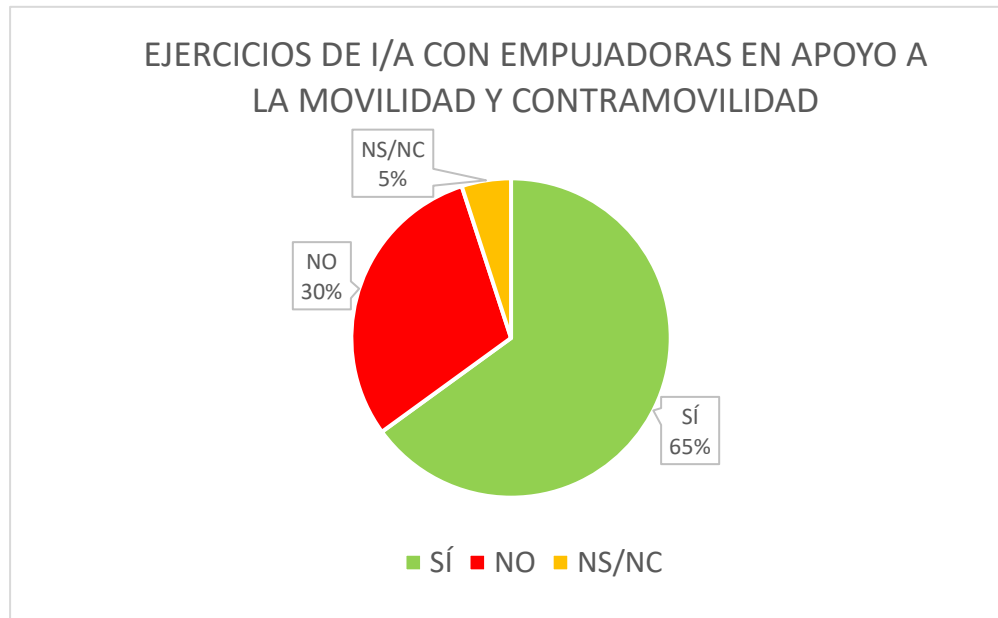


Figura 14: Gráfico que muestra los porcentajes acerca de ejercicios y maniobras realizados con una empujadora con cometidos de apoyo a la movilidad y a la contramovilidad. Fuente: elaboración propia.

Esto puede ser debido a varios motivos. En primer lugar, puede deberse a un escaso conocimiento de las posibilidades que puede brindar este tipo de maquinaria. Las experiencias de otros ejércitos que sirven como ejemplo y guía de funcionamiento es un conocimiento poco difundido. A esto hay que añadir que ningún encuestado desempeñó cometidos de apoyo a la movilidad o contramovilidad con la empujadora blindada cuando fue desplegado en el exterior (ver Figura 15).

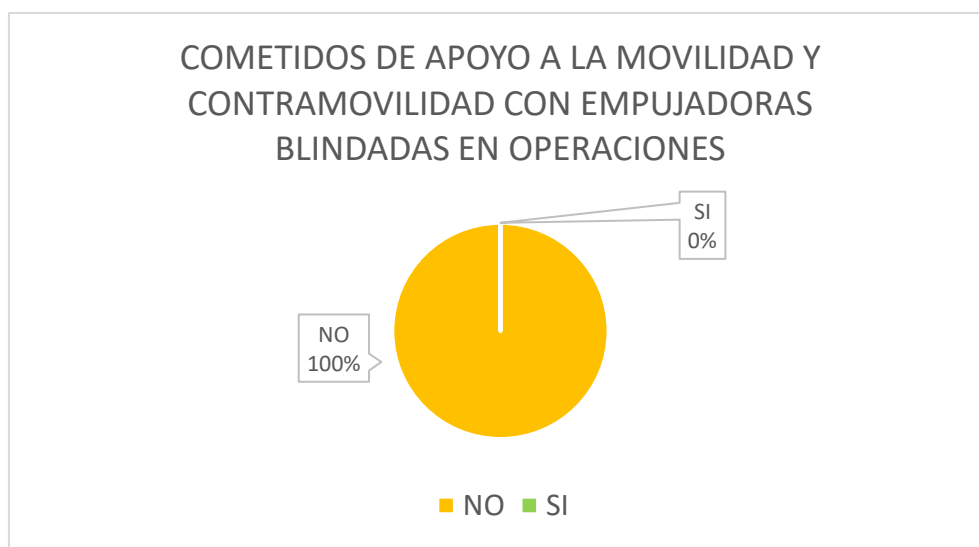


Figura 15: Gráfico que muestra el porcentaje de encuestados que realizaron actividades de apoyo a la movilidad o contramovilidad con empujadoras en las operaciones en las que España ha participado. Fuente: elaboración propia.



A esto hay que añadir que las empujadoras actuales en el Ejército de Tierra son vehículos de cadenas, lo que dificulta su transporte. Solo si la unidad tiene un fácil acceso al campo de maniobras donde se desarrollan las actividades de Instrucción y Adiestramiento se puede obviar este problema. El transporte por ciudad de un vehículo de estas características es complicado y requiere de un semirremolque enganchado a un camión con volquete (ver Figura 17) o un transporte especial con un camión de cabeza tractora (ver Figura 16).



Figura 16: Camión con cabeza tractora utilizado para transportes especiales, en nuestro caso empujadoras blindadas. Fuente: ejercito.defensa.gob



Figura 17: Camión Volquete de la Unidad Militar de Emergencias, con un semirremolque para transporte de máquinas. Fuente: ejercito.defensa.gob

Una de las preguntas que componían la encuesta perseguía conocer la opinión de mandos y operadores de la empujadora sobre una posible implementación de esta máquina en operaciones donde se le asignen cometidos de apoyo a la movilidad o a la contramovilidad.



Los resultados de la encuesta fueron altamente positivos con respecto a esta posibilidad. El 85% de los operadores y los cuadros de mando de la Compañía de Apoyo considera que sí se deben aprovechar las capacidades de la máquina en apoyo a vanguardia y no solo en cometidos de fortificación, sino también en los de a movilidad y contramovilidad de la unidad a la que se apoya. Cabe añadir a lo anterior, que ni un solo encuestado considera que no se deban prestar estos apoyos en misiones en el exterior y tan solo un 15% no supo contestar a la pregunta (ver Figura 18).

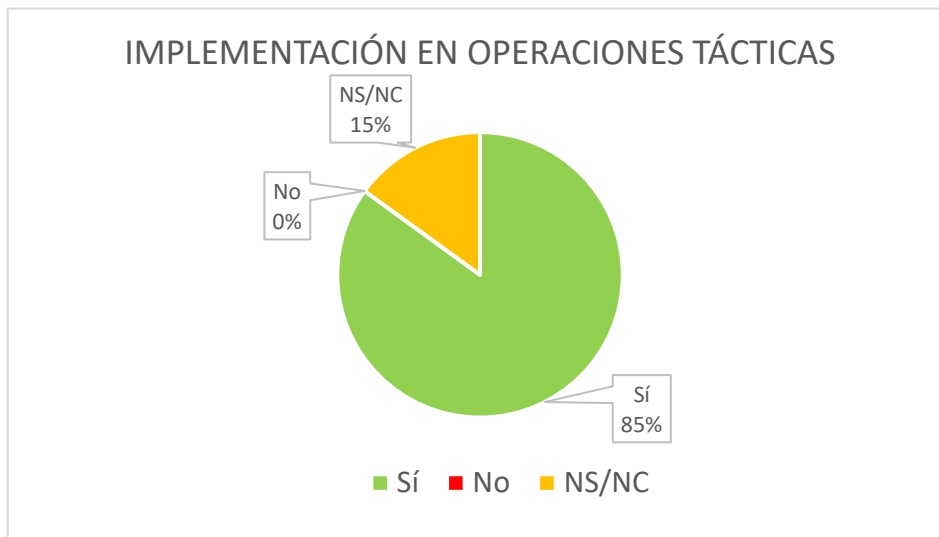


Figura 18: Gráfico que representa los porcentajes sobre la utilidad de trabajar con la empujadora blindada en operaciones exteriores desempeñando todos los cometidos de ingenieros. Fuente: elaboración propia.

Otra de las preguntas realizadas fue si se conocían casos de uso por parte de otros países con la empujadora blindada, para conocer el grado de conocimiento de la población en estudio. El 55% conocía que países como Israel o Estados Unidos utilizan la máquina en cometidos de movilidad y contramovilidad.

Muchos de este 55% son conocedores de estos casos debido a la puesta en práctica de estos ejercicios en su unidad, puesto que, contando con una empujadora blindada en el Regimiento de Ingenieros 1, se empezó a trabajar en este tipo de cometidos e instruyendo a los componentes de la sección. Del restante 45%, muchos han realizado ejercicios cumpliendo estos cometidos, pero no sabían las misiones que llevan a cabo países como los mencionados anteriormente. De aquí se puede sacar una pequeña conclusión que muestra el desconocimiento de una parte de los componentes del Ejército acerca de las posibilidades que una empujadora blindada ofrece. Se indagó más en esta pregunta de la encuesta y el 85% de los que respondieron de manera afirmativa en la pregunta estaban destinados en el Regimiento de Ingenieros nº1, donde llegó información acerca de los usos que le daban a la empujadora blindada otros países y se empezó a instruir al personal con la D7 blindada que existe en dotación en la propia unidad (ver Figura 19).

Por último, se quiso saber la opinión de los encuestados sobre si considerarían más beneficioso tener en dotación empujadoras blindadas en los Batallones de Zapadores. Los resultados fueron abrumadores y el 100% de los encuestados opina que la empujadora blindada debería estar en las Compañías de Apoyo de los Batallones de Zapadores (ver Figura 20). De esta manera se lograría una mejor instrucción del personal en este medio. A

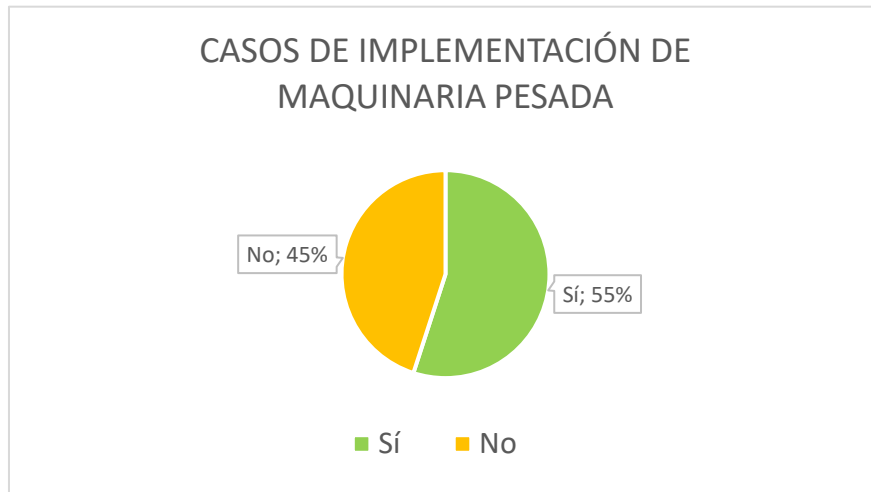


Figura 19: Gráfico en el que se observa el conocimiento por parte de los encuestados sobre los usos, actuales y pasados, de la empujadora blindada. Fuente: elaboración propia.

esto se añade la existencia de un especialista en el escalón de mantenimiento, pues los Batallones de Zapadores cuentan con una empujadora D5 sin blindaje, por lo que en caso de que se decidiera dotar a todas las unidades de ingenieros de una empujadora blindada D7, ya se tendría un especialista.

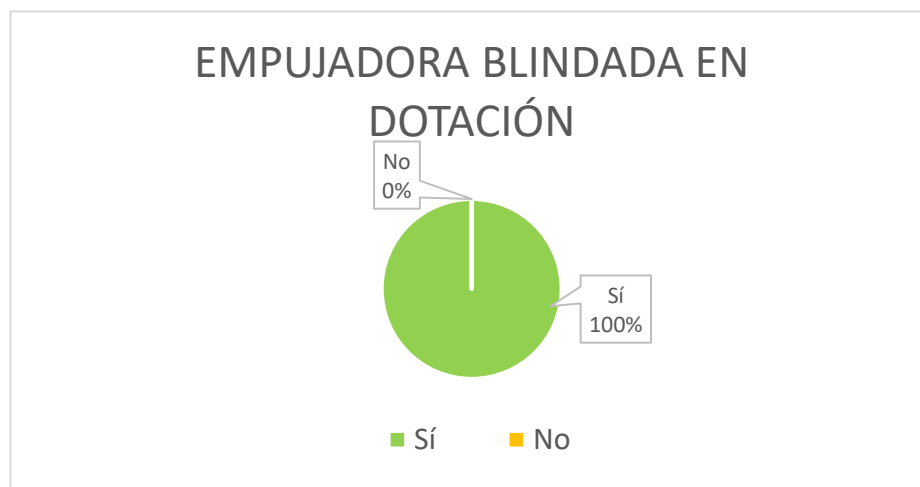


Figura 20: Gráfico en el que se puede observar la opinión de los encuestados sobre si dotaría a los Batallones de una empujadora blindada en vez de centralizarse. Fuente: elaboración propia.

5.3 Análisis de viabilidad

Tras estudiar las características de la máquina y su operatividad, y, habiendo sacado conclusiones y lecciones aprendidas de los usos de otros países con la misma máquina en operaciones, se debe realizar un análisis de viabilidad en el que se desarrollen análisis de tipo técnico y operativo, social y económico. Con la ayuda de los expertos (ver Tabla 1) y, en especial, con el tutor militar del presente proyecto, se han obtenido los siguientes frutos que a continuación se desarrollan.



5.3.1 Análisis técnico operativo

Tras estudiar esta aplicación en todos los posibles escenarios de conflicto actuales y analizando los posibles conflictos que puedan surgir, con la ayuda de los expertos se ha llegado a los siguientes resultados:

En los conflictos en zonas urbanizadas, las secciones trabajan normalmente divididas en pelotones que se reagrupan cuando las condiciones de la zona urbana así lo permiten, sin poner en riesgo su seguridad. Por esta razón, se debe adaptar el trabajo de la empujadora a este tipo de acciones desarrollando unas nuevas Tácticas, Técnicas y Procedimientos para que no surjan dudas en el momento de actuar.

En combate urbano son muchas las calles estrechas que dificultan el paso y condicionan en gran medida la movilidad de la unidad. Por esto es necesario determinar qué modelo de empujadora es el más adecuado para estos ambientes. Habiendo estudiado los distintos modelos existentes en el Ejército y los que se usan en ejércitos extranjeros, los modelos más adecuados son todos ellos blindados, puesto que se trabaja en primera línea con presencia enemiga, los siguientes a la D5, sin incluir ésta, es decir, D7, D9, D10 o D11. Actualmente el Ejército de Tierra tiene únicamente en dotación una D7 blindada y en los Batallones de Zapadores se pueden encontrar D5.

Los operadores de la máquina pueden no estar acostumbrados a trabajar con ella en operaciones con cometidos de apoyo a la movilidad o a la contramovilidad, por lo que, habría que instruir correctamente a este personal en cuanto a las acciones que se quieran llevar a cabo con la máquina y mentalizándolos de la cierta y segura posibilidad de encontrarse una situación de más riesgo y con ello mayor tensión.

Desde el punto de vista técnico se debe considerar que la forma de actuar no varía significativamente, puesto que se puede seguir dando el mismo uso a la empujadora blindada, por lo que los operadores pueden seguir instruyéndose con los mismos cometidos con los que realizan los trabajos actualmente. Sin embargo, se añadirían las técnicas necesarias para las nuevas Tácticas, Técnicas y Procedimientos (TTPs) que se desarrollen.

Un aspecto técnico relevante que se ha de someter a estudio es el hecho de que, a modelos de la empujadora blindada como la D9, se le pueden añadir un módulo complementario de puesto de tirador para ametralladoras u otro armamento, como lanzagranadas. Esto modificaría la forma de actuar con la máquina, puesto que el operador ya no trabaja solo en ella, debiendo tener en consideración que lleva un tripulante. Además, el hecho de disponer de un elemento de defensa, en el caso de que se le añada un puesto de tirador, podría cambiar su situación en el despliegue en el que vaya encuadrada, por lo que se modificaría tanto el aspecto técnico como el operativo.

5.3.2 Análisis social y marco legal

De nuevo con el apoyo de los mandos del Regimiento de Ingenieros 7 se han alcanzado los resultados que a continuación se desgranar:

Debido al hecho de que al operador se le otorga una mayor responsabilidad, unido a su posible exposición directa al enemigo, puesto que trabajará en primera línea de los conflictos, esta implementación puede suponer un cierto rechazo por parte de éstos.

También se podría dar un conflicto de intereses entre distintas partes, cuando en operaciones unidades diferentes soliciten el apoyo de una empujadora blindada para distintos cometidos, lo que se solventaría dotando en una cantidad suficiente a las unidades



de zapadores.

Si finalmente la máquina se expone a todas las actividades en las que es útil, habría que tener en consideración a los operadores. No se podría desgastarles mandándoles un trabajo excesivo dando descansos e instruyendo más personal en este tipo de acciones.

El uso negligente de estas máquinas podría desencadenar un rechazo por parte de la población civil hacia el contingente español en operaciones, lo que afectaría a nivel estratégico de la operación y dificultaría la consecución de las distintas misiones que se vayan asignando, en muchas de las cuales el tener el apoyo de la población civil puede llegar a ser la clave del éxito.

Con respecto al marco legal, se han estudiado las acciones que otros países han llevado a cabo para conocer los problemas que estos han afrontado, obteniéndose los siguientes puntos a resaltar:

Las entrevistas con el personal experto (mandos que han trabajado con la empujadora) cabe resaltar que se debe hacer especial énfasis a las Reglas de Enfrentamiento (ROEs). La empujadora blindada D7 es una máquina de grandes dimensiones y ha habido casos de accidentes con población civil en lugares donde ésta desplegaba. Por ejemplo, en el transcurso de la investigación se han encontrado evidencias de varias acusaciones a las Fuerzas Israelíes de provocar la muerte de población palestina con el uso de esta máquina al retirar obstáculos y edificaciones (Zacune y Fauset, 2005).

Esto último podría desencadenar problemas judiciales y provocar un rechazo civil a nuestras Fuerzas Armadas en los despliegues.

5.3.3 Análisis económico

Con ayuda del tutor militar se extrajeron los siguientes resultados al realizar el análisis económico pertinente.

La implantación de una empujadora blindada en las unidades de ingenieros podría tener un rechazo generalizado económicamente hablando. En las unidades, el presupuesto existente es bastante ajustado y, en la instrucción, una empujadora de estas características supondría un coste más para la unidad, que ya destina una alta cantidad del presupuesto a realizar los ejercicios de Instrucción y Adiestramiento (I/A) con los vehículos que ya posee. A esto se suma el coste de las reparaciones que se tengan que llevar a cabo y el combustible de los vehículos.

La consecución de esta implantación podría verse afectada también por la existencia de otros proyectos que se consideren más prioritarios. El responsable de discriminar y priorizar estos proyectos en el Ejército de Tierra es el Mando de Apoyo Logístico, organización que es hasta cierto punto ajena a las unidades de Ingenieros.

No se ha podido conseguir un análisis económico que cuantifique el coste de esta implementación y su dotación a todos los Batallones de Zapadores. No se han encontrado evidencias del coste del equipamiento estudiado, ni de los gastos concurrentes de mantenimiento, por estar agregados con el resto de consumos de la única unidad que tiene esta máquina blindada en dotación. Sin embargo, el coste de obtención y de sostenimiento es bajo. Es decir, los costes derivados de la obtención de una máquina comercial como es una empujadora son siempre mucho más reducidos que los correspondientes al desarrollo de equipamiento específico militar (un carro de zapadores), aun incluyendo los costes de las modificaciones de la protección balística (en recursos económicos y en tiempo de desarrollo).



No obstante, habría que evaluar si la suma de dinero total que costaría dotar de más empujadoras al Ejército de Tierra y su posterior despliegue es beneficiosa teniendo en cuenta todos los usos que se le pueden dar a la empujadora, pues puede cubrir las necesidades de otros vehículos. El ejército canadiense en Kandahar, Afganistán, empleó los buldóceres ante la falta de otros vehículos de ingenieros (Gasparotto, 2010).

5.4 Análisis DAFO

Se muestra el análisis donde se obtienen fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades del proyecto, para poder tomar una decisión más apoyada (ver Figura 21).



Figura 21: Análisis de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades de la implementación de la empujadora blindada. Fuente: elaboración propia en la página dafo.ipyme.org

5.5 Análisis Modal de Fallos y Efectos

En un principio se pensó en realizar un único análisis modal de fallos y efectos de la implementación de la máquina en operaciones, tomando esta situación como un proceso. Sin embargo, tras estudiarlo, se vio necesario llevar a cabo otro análisis modal de fallos y efectos de instrucción en las unidades, puesto que las posibles causas de fallo en operaciones estaban directamente relacionadas con la instrucción en las unidades. Por esta razón, se ha decidido dividir el presente análisis en dos situaciones o etapas: la fase de instrucción en las unidades y su aplicación en operaciones en el exterior.

Recordando la nomenclatura utilizada en el presente análisis, de la gravedad (G), la



ocurrencia (O) y la detección (D), se obtiene un valor NPR. Si este valor supera el límite de 100, se le aplicarán unas medidas correctivas para reducir este número de prioridad de riesgo.

Los valores que definen el número de prioridad de riesgo se decidieron con el asesoramiento del Capitán Jefe de la Compañía de Apoyo y tutor militar del presente proyecto.

Instrucción con las máquinas en la unidad

La fase de instrucción comprende el período de tiempo desde que se dota la máquina a las unidades de ingenieros hasta que ésta se despliega en operaciones. En esta etapa se realizan todas las actividades para una completa preparación del personal, tanto los operadores que las dirigen, los mandos que las emplean tácticamente en función de la misión, como los encargados del mantenimiento y reparación de la empujadora para, en caso de que se produzcan diferentes situaciones en el exterior, la unidad esté adiestrada para responder en el menor tiempo posible.

PROCESO	INSTRUCCIÓN			
	Personal	Económico (presupuesto)	Personal	Mantenimiento
MODO DE FALLO				
EFFECTO DE FALLO	Falta de conocimiento de los operadores	Falta de presupuesto para la instrucción	Rechazo a la implementación	Retrasos en talleres
G	8	7	8	6
CAUSA DEL FALLO	Escasa formación	Bajo presupuesto o destinado a otros fines	Falta de conocimiento de la empujadora	Falta de operadores
O	4	6	4	4
MEDIDAS DE CONTROL	Maniobras y ejercicios I/A	-	-	-
D	4	3	2	5
NPR	128	126	64	120
MEDIDAS SUGERIDAS	Introducir más ejercicios orientados a la empujadora	Presentar este nuevo uso para darlo a conocer y que de esta forma se priorice frente a otros proyectos	-	Contratar expertos en esta máquina y que tengan una dedicación exclusiva



RESPONSABLE	Mandos instructores	Unidad	-	Fuerza Terrestre (Jefe de Estado Mayor del Ejército)
MEDIDAS	Introducir más ejercicios orientados a la empujadora	Presentar este nuevo uso para darlo a conocer y que de esta forma se priorice frente a otros proyectos	-	Contratar expertos en esta máquina y que tengan una dedicación exclusiva
G	8	7	-	6
O	2	3	-	2
D	4	3	-	5
NPR	64	63	-	60

Tabla 2: Análisis Modal de Fallos y Efectos para la instrucción en la unidad. Fuente: elaboración propia.

Implementación de las máquinas en operaciones

En esta fase se estudiarán los posibles riesgos que conlleva implantar la empujadora en operaciones en el exterior. Se evalúa esta situación porque es la finalidad del proyecto y donde más consecuencias puede desencadenar asumir un riesgo, teniendo en cuenta su gravedad u ocurrencia, puesto que se daría en ambientes urbanos, donde en muchas ocasiones, la máquina puede entrañar grandes peligros.

PROCESO	IMPLEMENTACIÓN EN OPERACIONES			
MODO DE FALLO	Personal	Logística	Personal	Personal
EFECTO DE FALLO	Instrucción escasa	Falta de empujadoras blindadas (Apoyo Logístico insuficiente)	Falta de personal cualificado	Decisiones erróneas que afecten a la población o núcleos de población
G	7	8	7	10
CAUSA DEL FALLO	Maniobras y ejercicios I/A escasos en territorio nacional	Dotación insuficiente de medios	Pocos operadores instruidos	Falta de instrucción y de conocimiento TTPs



O	4	4	5	4
MEDIDAS DE CONTROL	Preparación de la unidad para la operación	-	-	Formación mandos y subordinados
D	4	6	4	5
NPR	112	224	140	210
MEDIDAS SUGERIDAS	Aumentar horas de I/A	Pedir apoyo de otras unidades o aumentar la dotación	Cursos de empleo de la empujadora a tropa	Realizar teóricas de ROEs, usos de la máquina y toma de decisiones
RESPONSABLE	Mandos instructores	Unidad	Instructores	Unidad
MEDIDAS	Aumentar horas de I/A	Pedir apoyo de otras unidades o aumentar la dotación	Cursos básicos de empleo de la empujadora a tropa	Realizar teóricas de las ROEs, usos de la máquina y toma de decisiones
G	7	8	7	10
O	2	2	3	3
D	4	6	4	5
NPR	56	96	84	150

Tabla 3: Análisis Modal de Fallos y Efectos para la implementación en operaciones. Fuente: elaboración propia.

Tras haber sido evaluadas las dos fases, se observa que, a pesar de las medidas correctivas aplicadas para cada modo de fallo, se puede encontrar un riesgo cuyo NPR no es posible reducirlo a un valor menor que 100. Una decisión errónea en un ambiente urbano puede tener fatales consecuencias, desde graves secuelas en los civiles, hasta opiniones negativas en la población, tanto dentro de territorio nacional, como en el que se opera. Es por esto por lo que se ha de hacer especial énfasis en el estudio de las Reglas de Enfrentamiento y de la situación cultural del país donde se despliega para evitar de esta manera enfrentamientos o causar daños no intencionados a la población civil.



5.6 Análisis de países

El uso de la empujadora blindada por parte de ejércitos extranjeros se ha ido extendiendo a lo largo de los años. Si bien los primeros casos se dieron en la Segunda Guerra Mundial, los israelíes son uno de los países con más experiencia y conocimientos en este ámbito. Los estadounidenses copiaron a su aliado y empezaron a utilizar las empujadoras como un apoyo en acciones de movilidad y contramovilidad. Como se ha comentado, los canadienses, en su despliegue en Kandahar, Afganistán, utilizaron la empujadora en este tipo de cometidos, ante la falta de otros vehículos de ingenieros.

Son varios los países que, tras las lecciones aprendidas de otros conflictos externos o propios, implementan el uso de la empujadora en sus operaciones ante los resultados que se consiguen con esta.

A continuación, se desarrolla un estudio sobre los usos que otros países le dan a la empujadora blindada y las acciones que con ella realizan en apoyo a la movilidad y a la contramovilidad.

Israel

Las Fuerzas de Defensa Israelíes han adquirido cierta notoriedad en el uso de las empujadoras blindadas. El buldócer de la marca Caterpillar han sido utilizadas por el ejército israelí desde 1967, en la Guerra de los Seis Días hasta hoy, pasando por operaciones como la Segunda Intifada o la Operación Muro Defensivo⁵. Actualmente son utilizadas en la mayoría de las operaciones que desarrollan.

La empujadora D9 ha sido desarrollada y modificada por el ejército israelí. Consta de una protección para el sistema hidráulico externo (pala) y para la cabina del conductor, que soporta ataques de fusilería, impactos de ametralladoras, francotiradores o RPG's⁶ e incluso, en algunos casos soporta la detonación de minas.

Han sido utilizadas para limpiar campos de minas y zonas de trampas explosivas en vanguardia de las operaciones, lo que significa un elevado riesgo por la posibilidad de tener contacto con el enemigo. Sin embargo, la armadura instalada permite la supervivencia de la tripulación y continuar el trabajo bajo intenso fuego enemigo. El éxito del kit de blindaje está demostrado por el hecho de que ningún operador de estas máquinas cayó en combate en las operaciones que ha entablado Israel habiendo desplegado el buldócer.

Las empujadoras blindadas son activos críticos en el combate urbano que plantean las Fuerzas de Defensa Israelíes. Los zapadores israelíes utilizan la empujadora blindada, también conocida como Doobie, para limpiar barricadas que cierran avenidas de aproximación, algunas de ellas minadas, limpieza de obstrucciones que ralentizan el paso de las fuerzas propias o establecer posiciones de tiro, búnkeres o nivelar y ensanchar

⁵ La operación Muro Defensivo, en el año 2002, fue una intervención militar israelí por tierra y aire contra los territorios de Cisjordania para evitar el flujo constante de cohetes y ataques desde los territorios palestinos.

⁶ RPG: arma anticarro portátil, capaz de ser disparada desde el hombro; consiste en un cohete no guiado, equipado con una ojiva explosiva.



caminos (ver Figura 22).

Otra actividad que llevan a cabo con esta maquinaria es la creación de avenidas alternativas para eludir la infraestructura urbana. (MARINE CORPS INTELLIGENCE ACTIVITY, 1999). Cuando no hay más alternativa que el asalto frontal, las Fuerzas de Defensa Israelíes utilizan las Doobies como principal apoyo de la infantería. Varias D9 junto con otros blindados de ingenieros avanzan contra las fortificaciones enemigas o construcciones de hasta dos alturas irrumpiendo contra ellas hasta demolerlas, mientras la infantería aporta protección y cobertura a los ingenieros frente a las amenazas que éstos no pueden detectar.



Figura 22: Bulldócer israelí abriendo paso a vehículos de infantería. Fuente: fdra.blogspot

Son muchas las operaciones exitosas con el bulldócer, empujada como apoyo para las fuerzas israelíes en cuanto a movilidad y contramovilidad se refiere. Además, en algunas ocasiones se usa cuando es más seguro utilizar una empujadora que mandar soldados a pie.

En zonas urbanas, muchos vehículos carecen de la movilidad suficiente. Las obstrucciones emplazadas por el enemigo y los destrozos provocados por el combate provocan que, en numerosas ocasiones, sea complicado el desplazamiento de las unidades, debiendo éstas asumir riesgos y avanzar a pie. El ejército israelí en ocasiones similares, han utilizado la D9 no solo como un elemento de vanguardia para remover todos los obstáculos que impedían el paso, sino también como una alternativa más segura que infiltrar soldados a pie cuando la situación lo requería. En atrincheramientos del enemigo en edificios, las fuerzas israelíes evitaban enviar unidades a pie utilizando la empujadora hasta que el enemigo se entregaba. Este método fue utilizado en Hebrón, para detener al líder local de la tribu de Hamas (ver Figura 23).



Figura 23: Buldócer israelí atacando edificaciones en una operación similar a la de Hebrón. Fuente: fdra.blogspot

Sin embargo, a pesar de las grandes capacidades de la máquina y su innegable utilidad en un combate urbano y en las inmediaciones de éste, la empujadora blindada es una peligrosa máquina que ha de utilizarse con precaución, en especial en zonas urbanizadas, donde la población civil reside. Son numerosas las acusaciones contra el ejército israelí por la muerte de civiles palestinos cuando se enviaban estas máquinas a desalojar los campamentos de éstos. Las empujadoras blindadas israelíes son culpables de la destrucción de hogares, escuelas y plantaciones agrícolas palestinas. (Zacune y Fauset, 2005). Si finalmente se apostara por la implementación de esta maquinaria, habría que especificar y aclarar los usos y los riesgos asumibles a la hora de actuar con una empujadora.

Estados Unidos

Las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos empezaron a utilizar la empujadora blindada en la Segunda Guerra Mundial. A raíz de las acciones israelitas con su buldócer, los americanos adquirieron kits de blindaje de las Fuerzas de Defensa Israelíes para producir D9 equipados de forma similar a los israelíes. A esto se suman todos los estudios de lecciones aprendidas que los estadounidenses han realizado sobre otros países en combate urbano, donde en ellos resaltan la criticidad de este tipo de maquinaria, en concreto el buldócer. El equipo de combate de zapadores es un activo crítico en combate urbano, especialmente las empujadoras blindadas (Marine Corps Intelligence Activity, 1999)

El ejército estadounidense ha realizado diversos cometidos de apoyo a la movilidad y contramovilidad en los teatros de operaciones. Desde limpiezas de rutas, apertura de brechas, emplazamiento de obstáculos o creación de fosos contra carro. A esto hay que añadir la implementación de un nuevo vehículo blindado, el Vehículo de Asalto de Brechas (Assault Breacher Vehicle), el cual incorpora la misma pala empujadora que el buldócer (ver Figura 24).



Figura 24: Vehículo de asalto de brechas estadounidense en Afganistán.
Fuente: defensenews.com

Es un vehículo con una alta movilidad que permite mantener la velocidad de las unidades a las que apoya con una protección idéntica, al tener blindaje pesado. Incorpora un complejo sistema para la limpieza de obstáculos y apertura de brechas. Es un avance de las empujadoras buldócer de la marca Caterpillar, pues teniendo la misma finalidad y medios (pala empujadora), se le añade mayor protección, como son el blindaje de la barcaza del tanque y las torretas con dos sistemas de carga de demolición.

A pesar de haber diseñado un vehículo específico para el apoyo a la movilidad y contramovilidad de los ingenieros en operaciones, Estados Unidos sigue desplegando buldócer en zonas de operaciones con diversos cometidos, como lo hizo en Iraq en la batalla de Faluya o en Afganistán.

En combate urbano, el ejército estadounidense desarrolla una estrategia similar a las Fuerzas Israelíes (ver Figura 25). Priman la seguridad de sus tropas y utilizan empujadoras para la limpieza de obstáculos de los que sospechan pueden estar minados. También, en apertura de



Figura 25: Empujadora blindada americana abriendo paso en áreas urbanas. Fuente: Libro *New Dawn. The battle for Fallujah*, de Richard S. Lowry



brechas, donde en vez de mandar directamente al personal para que crucen la brecha, pasa una empujadora verificando dicha apertura. Asimismo, se pueden encontrar imágenes de empujadoras americanas utilizadas para abrir paso en edificaciones a las fuerzas propias y no poner en riesgo de esta manera al personal designado para abrir puertas mediante otros métodos. El ATP 3-06 es la publicación doctrinal estadounidense que marca la forma de proceder en el ambiente urbano. Un manual que proporciona a las tropas americanas muchos de los conceptos y técnicas asociadas a la conducción de operaciones en zonas urbanas.

Iraq

Iraq, ayudado y mentorizado por otros países, se ha visto sumido en los últimos años en una guerra frente al Estado Islámico. Las empujadoras blindadas han permitido el avance de la maniobra de las fuerzas iraquíes (ver Figura 26), convirtiéndose en un elemento esencial de la combinación de armas y proporcionando una gran capacidad de protección en defensas apresuradas. Los buldóceres blindados concedían a las fuerzas iraquíes capacidades de apertura de brecha, apoyo a la movilidad y capacidad de limpieza, convirtiéndose por estas razones en un objetivo de alto valor para las fuerzas enemigas. En Mosul, las empujadoras blindadas de ingenieros fueron vitales y supusieron un gran problema para el adversario (U.S Army, 2017).



Figura 26: Un buldócer de la 37ª Brigada, 9ª División Iraquí avanza limpiando la ruta al norte de Al Asthana Ridge. Fuente: Capitán Timothy Irish, U.S Marine Corps

Los ingenieros militares son un valioso activo en operaciones urbanas. Las capacidades, que poseen y que proporcionan a las fuerzas que apoyan, para conducir aperturas de brechas, limpiezas de rutas, limpiezas de escombros y la reducción de obstáculos, ayudan a restaurar la movilidad al campo de batalla urbano. Los buldóceres blindados tienen un rol muy importante en estas tareas, tal y como han demostrado los países en estudio, gracias a su idoneidad para limpiar avenidas o conducir la apertura de una brecha bajo fuego enemigo.



El escritor francés Bernard Henry-Levy acompañó al ejército iraquí y a los peshmergas⁷ en su persecución lucha contra el Estado Islámico. En las entregas que publicó de este conflicto se puede apreciar como el escritor francés relata cómo las empujadoras abrían el camino en terrenos completamente minados, siendo un ejemplo más de las capacidades de la empujadora.

Francia

Del ejército francés se ha podido encontrar información acerca de esta máquina, pero no de los usos actuales que se le está dando. Francia no ha realizado misiones donde los buldóceres hayan tenido un importante papel. Sin embargo, el país vecino está desarrollando empujadoras aerolanzables para desplegarlas más fácilmente en vanguardia de las operaciones.

Reino Unido

Los británicos desarrollaron operaciones similares a los norteamericanos con el buldócer. Los norteamericanos introdujeron este ingenio que sería esencial a partir de entonces: el buldócer, un tractor sobre cadenas con una pala empujadora que le permitía remover tierras y realizar explanaciones con múltiples finalidades: desde construir pistas de aterrizaje hasta preparar asentamientos para carros o artillería.

La versatilidad de los ingenieros les hizo cada vez más imprescindibles, y se convirtió en práctica habitual agregar pequeñas unidades de zapadores del tipo sección a los batallones de carros o de infantería. (MARTINEZ TEIXIDÓ, ROMERO SERRANO y CALVO ALBERO, 2001). De esta manera, es conocido el uso de buldócer británicas en las guerras de las Malvinas y en el conflicto que mantuvieron con el Ejército Republicano Irlandés. En algunas operaciones que se llevaron a cabo en Irlanda del Norte (combate urbano), fue necesario el uso de la pala empujadora para retirar las distintas barricadas que impedían el paso de las fuerzas inglesas, muchas de ellas bajo la sospecha de estar minadas.

No hay información relativa a despliegues de empujadoras británicas en operaciones bajo los cometidos de apoyo a la movilidad y a la contramovilidad. No obstante, conociendo los usos que se les dio en el pasado y teniendo en cuenta las mejoras en todos los ámbitos de la maquinaria y, en concreto, de la empujadora, sería extraño el desuso de esta máquina para estos fines.

Rusia

En la Segunda Guerra Chechena los rusos se dieron cuenta de que los vehículos blindados de combate de ingenieros podían desempeñar funciones muy especializadas en combate urbano.

Pensaron que el equipo de ingenieros era indispensable en zonas urbanas para retirar obstáculos de las avenidas (un serio impedimento para la movilidad urbana) y para la limpieza de minas. Utilizaron el IMR, un vehículo blindado de ingenieros multitarea, que consta de una pala empujadora del buldócer. También utilizaron el UR-77 (ver Figura 27), un vehículo específico para la apertura de brechas en campos minados. Los rusos recomendaban en sus operaciones a todos los grupos de asalto llevar consigo dos vehículos tipo IMR y otro UR-77.

⁷ Combatiente armado kurdo.



Figura 27: Vehículo de ingenieros ruso UR-77. Fuente: Blog Spanish al Manar.

En el año 2015, el ejército ruso presentó en una exhibición el nuevo modelo de empujadora que utilizaría en adelante. No siendo de la marca Caterpillar, era similar al buldócer que usaba (y usa) el ejército israelí. Otra característica del buldócer ruso que se presentó fue el blindaje que presentaba en la cabina, que había tomado como claro ejemplo el de la máquina de las Fuerzas de Defensa Israelíes.

No se ha encontrado información acerca de los usos actuales que se le da al buldócer ruso, aunque se puede conocer que sigue en dotación en su ejército.



6 CONCLUSIONES

La empujadora blindada es capaz de llevar a cabo acciones de todos los tipos de cometidos de ingenieros. Se puede utilizar en acciones de apoyo a la protección y en apoyo general, pero también es apta para realizar los apoyos de movilidad y contramovilidad que se precisen, reduciendo los tiempos de ejecución y reacción y proporcionando cierta protección al personal operador.

Son varios los países que consideran a la empujadora como un elemento más en las unidades que despliegan en vanguardia; disponen de tácticas y procedimientos para actuar con la máquina, proporcionándole seguridad táctica mediante protección balística y el acompañamiento de otros vehículos de combate de infantería. La experiencia adquirida en operaciones tras varios años usando esta máquina en apoyo a la movilidad, es rica y las numerosas lecciones aprendidas se comparten entre ejércitos aliados, lo que está generalizando el empleo de la empujadora blindada en ambiente urbano.

Además de los encuadrados en el apoyo a la protección y en el apoyo general de ingenieros, los cometidos en los que se podría utilizar una empujadora de manera eficiente son:

- Aperturas de brechas en áreas minadas, muros o edificaciones y acciones contraobstáculo
- Limpieza de rutas, remoción de escombros
- Mantenimiento y rehabilitación de itinerarios
- Creación de obstrucciones, de obstáculos permanentes y cierres de avenidas

A la ventaja que supone utilizar la empujadora en cometidos distintos y tácticamente variados, se añade el bajo coste de obtención y de sostenimiento. Es decir, los costes derivados de la obtención de una máquina comercial como es una empujadora son siempre mucho más reducidos que los correspondientes al desarrollo de equipamiento específico militar (un carro de zapadores), aun incluyendo los costes de las modificaciones de la protección balística (en recursos económicos y en tiempo de desarrollo).

Al ser un elemento civil y comercial, es muy sencillo encontrar piezas de repuesto en territorio nacional. A esto se suma la situación de los despliegues españoles, ubicados en zonas donde también es fácil encontrar incluso establecimientos de la compañía fabricante. Esto supone una agilización de los procesos logísticos de mantenimiento de la empujadora en zonas de operaciones y en territorio nacional, lo que permitiría obtener una alta operatividad de estos vehículos.

Además de la ventaja económica que se acaba de exponer, hay que considerar la dificultad tecnológica del desarrollo de vehículos específicamente militares (carros de zapadores), que en realidad supone producir un vehículo completamente distinto, pues se modifican muchas características del vehículo original (peso, potencia, centro de gravedad...) al añadirle implementos de zapadores y retirar la cámara de combate lo que termina por incrementar el precio final del carro.

El empleo de la empujadora en estas condiciones y operaciones amplía la formación que se otorgaría al personal de tropa, añadiendo una posibilidad más para su futuro laboral en caso de que decidan no continuar su compromiso con las Fuerzas Armadas.

España está desplegada en zonas de operaciones en las cuales se podría utilizar la empujadora blindada. En ellas, la reducida velocidad de la empujadora no sería un gran



inconveniente para la maniobra. Como quiera que el empleo del carro de zapadores en zonas urbanas es muy limitado, por sus dimensiones, la empujadora blindada proporciona una protección satisfactoria para el zapador en la apertura de brechas y en la remoción y limpieza de obstáculos. Los zapadores dejan de estar tan expuestos al enemigo como si fueran a pie.

Por otro lado, se han de señalar los inconvenientes del empleo de la empujadora blindada, que se han puesto de manifiesto a lo largo del presente proyecto.

En primer lugar, la empujadora blindada es un vehículo poco versátil porque solo empuja tierras o remueve obstáculos. Otros vehículos especiales de ingenieros (como el carro de zapadores) son capaces de llevar a cabo otras actividades en función del implemento que se emplee.

Destaca también la escasa experiencia de las unidades de ingenieros del ejército español en el empleo de maquinaria de obras públicas en cometidos de movilidad y contramovilidad, a pesar de la facilidad con la que esta máquina se adapta a estos cometidos.

Sería muy conveniente desarrollar una norma operativa que desglosase y explicase el empleo de la empujadora en estos cometidos, para aumentar el conocimiento de las unidades de combate sobre las capacidades de ingenieros. Esta norma operativa sería también de utilidad para los operadores de las empujadoras. Otro aspecto interesante que debe destacarse es el de la formación de los operadores, porque debe incluir la concienciación de que sus actividades tienen un impacto especial en la opinión pública y en medios de comunicación social, al encontrarse en zona urbanizada. Los operarios podrían recibir cursos de formación sobre estas situaciones, para evitar acontecimientos negativos para la población del lugar y dañinos a la imagen del Ejército.

Otro inconveniente de la empujadora blindada es la velocidad de movimiento en operaciones con largos desplazamientos. Se retrasaría a la unidad a la que se apoya, que tiene capacidad para ir a velocidades mayores. En estos casos, se ha de sumar, además, el incremento de la carga logística por el consumo de carburante.

Consideramos que sería muy interesante llevar a cabo ejercicios de instrucción con los países aliados que utilizan la empujadora blindada en zonas de operaciones. De las actuaciones de estos países se extraen lecciones aprendidas que enriquecen el conocimiento y evitan cometer los mismos errores de otros ejércitos. También sería oportuno publicar y difundir las lecciones aprendidas propias de la empujadora cuando se hagan ejercicios de instrucción y adiestramiento para compartir conocimientos.

Sería necesario estudiar con mayor profundidad cómo afecta el blindaje a las características y especificaciones técnicas de una empujadora comercial, lo cual no puede hacerse sin unas imprescindibles prácticas. No hay ningún manual que recoja las especificaciones técnicas reales de la única empujadora blindada del Ejército.

En conclusión, se considera que el empleo de la empujadora blindada en operaciones urbanas proporciona evidentes ventajas que compensan ampliamente los inconvenientes: tiempos de obtención y de puesta en operación reducidos, menores costes de obtención y sostenimiento, facilidad en la formación de operadores y, sobre todo, en la enorme potencia de trabajo que proporciona a los zapadores y proporcionaría a las unidades una clara ventaja operativa en las misiones que desempeñan.



7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PUBLICACIONES Y TRABAJOS ESPECIALIZADOS

- Acero, R. et al. (2015). *Ingeniería de la calidad*. Zaragoza: Centro Universitario de la Defensa
- Caterpillar ®. (2000). *Manual de Rendimiento*. Peoria, Illinois. Estados Unidos: Caterpillar.
- Caterpillar ®. (2016). *D&FP Military Machine Programs*.
- Caterpillar ®. (sin fecha). *D7R. Tractor de Cadenas. Serie II*.
- Coll Bucher, F. (2010). *El Ejército del año 2025: La visión del JEME*. Madrid: Ministerio de Defensa.
- Department of the Army Headquarters and United States Marine Corps (2017). *ATP 3-06 Urban Operations*. Washington DC: U.S Marine Corps
- Gasparotto, M. (2010). *CLEARING THE WAY. Combat engineers in Kandahar*. Ardith publishing
- Harris, M. et al. (2014). *MEGACITIES AND THE UNITED STATES ARMY PREPARING FOR A COMPLEX AND UNCERTAIN FUTURE*. Washington DC: Chief of Staff of the Army, Strategic Studies
- Mando de Adiestramiento y Doctrina (2018). *Entorno operativo terrestre futuro 2035*. Granada: MADOC
- Mando de Adiestramiento y Doctrina. (2012). *Lecciones aprendidas de Grozny y Faluya*. Granada: MADOC
- Mando de Adiestramiento y Doctrina. (2018). *Empleo de pequeñas unidades en ambiente urbano*. Granada: MADOC
- Mando de Adiestramiento y Doctrina. (2021). *Táctica y Logística de Ingenieros*. Zaragoza: MADOC
- Marine Corps Intelligence Activity. (1999). *Urban Warfare Study: City Case Studies Compilation*. Quantico: Intelligence Production Division
- Mosul Study Group. (2017). *What the Battle for Mosul teaches the Force*. Virginia: Training and Doctrine Command.
- Nievas, F. (sin fecha). *El combate urbano*.
- W. Cone, R. (2012). *Operational Environments to 2028: The Strategic Environment for Unified Land Operations*. Virginia: Training and Doctrine Command.



- Yepes, V. (2009). *Breve historia de la ingeniería civil y sus procedimientos*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Yepes, V. (2014). *Maquinaria de movimiento de tierras*. Apuntes de la Universidad Politécnica de Valencia
- Zacune, J y Fauset, C. (2005). Caterpillar. The Alternative Report. Londres: War on Want

PÁGINAS WEB ESPECIALIZADAS

- Army Technology. (2012). *Armoured D9R Dozer*. Disponible en: <https://www.army-technology.com/> [Consultado el 02/10/2021]
- Caterpillar ®. *Historia. Nuestro Legado*. Disponible en: <https://www.caterpillar.com/es.html> [Consultado el 28/09/2021]
- II Guerra Mundial en imágenes. Disponible en: <http://www.ww2enimagenes.com/>



ANEXOS

ANEXO I

Organización y localización del Regimiento de Ingenieros nº7 de Ceuta



Organización Básica 2020

Figura 28: Localización del Regimiento donde se desarrollaron las prácticas externas. Fuente: defensa.gob

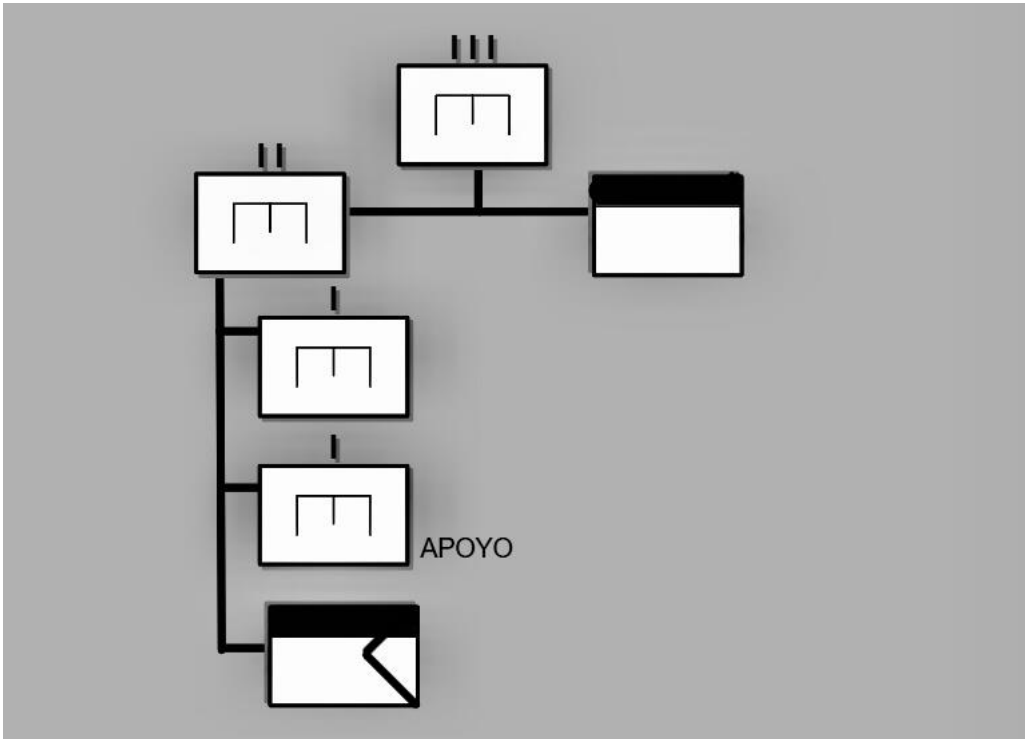


Figura 29: Organización Regimiento de Ingenieros nº7. Fuente: elaboración propia



ANEXO II

Medios del Regimiento de Ingenieros nº 7



Figura 30: Camión cisterna marca Iveco o Pegaso de 6.000 litros. Fuente: defensa.gob



Figura 31: Camión volquete marca Iveco. Fuente: defensa.gob



Figura 32: Tracto camion Iveco. Fuente: defensa.gob



Figura 33: Empujadora sobre cadenas Caterpillar modelo D5. Fuente: defensa.gob



Figura 34: Cargadora Hitachi. Fuente: defensa.gob



Figura 35: Minimáquina Gehl. Fuente: defensa.gob



Figura 36: Grúa Luna. Fuente: defensa.gob



Figura 37: Rodillos vibrantes. Fuente: defensa.gob



Figura 38: Motoniveladora. Fuente: defensa.gob



Figura 39: Retrocargadora mixta. Fuente: defensa.gob



ANEXO III

Encuesta

ENCUESTA MAQUINARIA BLINDADA					
1	¿Cuántos años lleva en el ejército?	MENOS DE 5 AÑOS	MÁS DE 5 AÑOS	MÁS DE 10 AÑOS	
2	¿Ha participado en misiones en el exterior?	SÍ	NO	NO CONTESTA	
3	¿En cuántas misiones ha participado?	UNA	DOS	TRES	MÁS DE TRES
4	¿Ha realizado ejercicios o misiones en un escenario de combate urbano?	SÍ	NO	NO CONTESTA	
5	¿Ha trabajado con maquinaria específica de ingenieros en el exterior?	SÍ	NO	NO CONTESTA	
6	¿Sabe si se dispone en nuestro ejército de maquinaria blindada?	SÍ	NO	NO CONTESTA	
7	¿Ha trabajado alguna vez en operaciones con empujadoras blindadas en acciones de apoyo a la movilidad o a la contramovilidad?	SÍ	NO	NO CONTESTA	
8	Siguiendo con la pregunta anterior, ¿alguna de estas operaciones fue en áreas urbanas?	SÍ	NO	NO CONTESTA	
9	¿Ha realizado alguna vez maniobras o ejercicios en donde se utilizara este tipo de maquinaria en apoyo a la movilidad o a la contramovilidad?	SÍ	NO	NO CONTESTA	
10	¿Cree útil la implementación de la empujadora blindada en operaciones tácticas?	SÍ	NO	NO CONTESTA	
11	¿Sabía que otros ejércitos en conflictos armados, actuales y pasados, utilizan y utilizaron maquinaria pesada en la vanguardia de un despliegue, para realizar apoyos a la movilidad y a la contramovilidad?	SÍ	NO	NO CONTESTA	
12	¿Dotaría a los batallones de ingenieros del ET español de máquinas blindadas?	SÍ	NO	NO CONTESTA	

Tabla 4: Encuesta realizada al personal de respuesta anónima. Fuente: elaboración propia



ANEXO IV

Análisis Modal de Fallos y Efectos

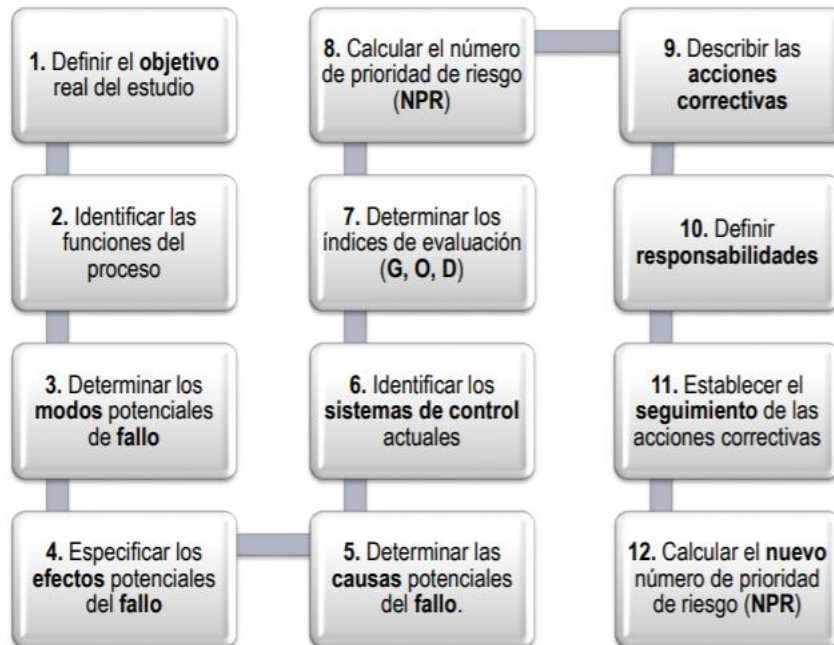


Figura 40: Metodología para llevar a cabo un análisis modal de fallos y efectos. Fuente: Presentaciones Centro Universitario de la Defensa Unizar. Asignatura de calidad



GRAVEDAD DEL EFECTO (G)	CRITERIO	VALOR
MUY BAJA (Repercusiones imperceptibles)	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
BAJA (Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles)	El tipo de fallo origina un ligero inconveniente al usuario o cliente. Probablemente, éste observará un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable.	2-3
MODERADA (Defectos de relativa importancia)	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción al cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema.	4-6
ALTA	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7-8
MUY ALTA	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta al funcionamiento de seguridad del producto o proceso, y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves, corresponde a un 10.	9-10

Figura 42: Criterio aplicado para conocer el valor de la gravedad del efecto. Fuente: Presentaciones Centro Universitario de la Defensa Unizar. Asignatura de calidad



PROBABILIDAD DE APARICIÓN (O)	CRITERIO	VALOR
MUY BAJA	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
BAJA	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
MODERADA	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente o sistema.	4-6
ALTA	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o procesos previos que han fallado.	7-8
MUY ALTA	Fallo casi inevitable.	9-10

Figura 41: Criterio aplicado para conocer el valor de la probabilidad de ocurrencia del fallo. Fuente: Presentaciones Centro Universitario de la Defensa Unizar. Asignatura de calidad



PROBABILIDAD DE DETECCIÓN (D)	CRITERIO	VALOR
MUY ALTA	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
ALTA	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2-3
MODERADA	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente y se detecte en los últimos estadios de la producción	4-6
BAJA	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
MUY BAJA	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final.	9-10

Figura 43: Criterio aplicado para conocer el valor de la probabilidad de detección del fallo. Fuente: Presentaciones Centro Universitario de la Defensa Unizar. Asignatura de calidad.



Anexo V

Tabla comparativa

Una vez estudiados los cometidos que otros países otorgan a la empujadora blindada y las acciones que realizan con este tipo de maquinaria, así como otros tipos de vehículos, se procede a analizar los vehículos de ingenieros que posee el Ejército de Tierra español para comparar sus capacidades con las de la empujadora (ver Tabla 5). Los vehículos que poseen las unidades de ingenieros españolas y que disponen de competencias similares son el carro de combate de zapadores “Alacrán” y el transporte oruga acorazado con implemento de Zapadores

Los datos se han obtenidos de distintos manuales técnicos de la empujadora (Caterpillar®, 2016) (Caterpillar®, no date), del Manual Técnico del Carro de Zapadores y del Transporte Oruga Acorazado.

Alacrán

A principios de 1990 el Ejército de Tierra español adquirió, del ejército estadounidense una serie de carros de combate M-60 A1. Posteriormente, el Ministerio de Defensa español acordó la transformación de estos carros de combate en carros de zapadores, creando el Alacrán, CZ-10/25. Surgía así el primer vehículo de zapadores y se satisfacía la necesidad de los ingenieros de combate españoles, que hasta ese momento carecían de un vehículo acorazado para hacer sus cometidos en primera línea de combate. Al carro de combate M-60 se le añadió una pala empujadora, un cabestrante y la cuchara de una retroexcavadora con accionamiento hidráulico.

Transporte oruga acorazado

El transporte oruga acorazado es un vehículo de transporte blindado de personal y fue desarrollado por Estados Unidos. Está concebido para operar en terrenos irregulares. A este vehículo se le añadió una pala empujadora para dotar a las unidades de zapadores de un vehículo de mayor movilidad para poder realizar las misiones específicas que se le encomendaban.



VEHÍCULO PROPIEDADES	ALACRÁN	TRANSPORTE ORUGA ACORAZADO	EMPUJADORA BLINDADA
COSTE	-	100.000	100.000
VELOCIDAD	45 Km/h	67,6 Km/h	30 Km/h
POTENCIA	760 CV	210 CV	270 CV
PESO	50 T	12,880 T	25 T
BLINDAJE	Chapa de acero de 13 a 110 mm	Fusilería y ametralladoras ligeras	Fusilería y ametralladoras ligeras y fragmentación
ARMA PRIMARIA	Ametralladora 12,70 mm	Ametralladora Browning	Capacidad para ametralladora Browning
AUTONOMÍA	550 Km	480 Km	580 Km
CONSUMO	3,16 L/Km	0,7 L/Km	16 L/h = 0,8 L/Km
TRIPULACIÓN	3 PAX	Pelotón (10 PAX)	2 PAX
CARACTERÍSTICAS GENERALES	Escasa movilidad en ambiente urbano Gran silueta	Fácil manejo No incrementa la silueta del vehículo Gran movilidad	Fácil manejo Repuestos comerciales y de fácil acceso
PALA EMPUJADORA	4m x 0,9	250 x 22 x 66 cm	7 m ³

Tabla 5: Tabla comparativa medios actuales y empujadora blindada

En la tabla se pueden observar las características y especificaciones técnicas de cada vehículo.

El precio de una empujadora se aproxima a los 100.000 euros y el transporte oruga acorazado se adquirió por una cifra cercana a la anterior. Por el contrario, un carro de zapadores Alacrán no tiene un precio fijo al ser una transformación de un carro de combate a uno de zapadores. El coste se estima mucho mayor, al no ser una pieza comercial o de fácil acceso, pues son pocos los carros de zapadores existentes, lo que conllevaría a una producción completa.

El Alacrán consta de una mayor protección, llegando a tener chapas de acero de 110 mm, frente al blindaje característico de la empujadora y el transporte oruga acorazado, entre 15 y 20 mm (fusilería y armamento ligero). El armamento de los vehículos es en los tres medios del mismo calibre.

En cuanto a la velocidad máxima que alcanzan los medios sometidos a estudio, son similares, a excepción del transporte oruga acorazado con 70 km/h. En operaciones, los desplazamientos en convoy se suelen realizar a velocidades cercanas a 40 km/h, por lo que el



único vehículo con más dificultad en este sentido sería la empujadora blindada, que retrasaría a la unidad. No obstante, en escenarios urbanos y periurbanos las velocidades son lentas, debido a las obstrucciones y edificios que caracterizan a estos ambientes, y la empujadora no entorpecería a la velocidad del convoy.

La autonomía de los vehículos es similar. Se ha de señalar que la autonomía de la empujadora varía en función de la cantidad de trabajo que realice. Los consumos son también muy parecidos, excepto para el Alacrán, que de los medios comparados es el que más combustible utiliza. También se ha de destacar que el consumo de la empujadora aumentaría según la cantidad de trabajos que se desempeñen. El consumo de la empujadora se ha calculado con el consumo que aparece en el manual en L/h. Dividiendo la capacidad total del depósito (465 L) entre el consumo el L/h y multiplicando por la velocidad de la máquina obtenemos el consumo en L/Km (Caterpillar®, 2000).

Se ha de diferenciar que el transporte oruga acorazado es un vehículo que transporta personal, por lo que las capacidades son muy distintas a las de la empujadora, que consta, al igual que el Alacrán, de menos tripulación. La empujadora es un apoyo a la unidad y puede desempeñar cometidos de movilidad y contramovilidad, mientras que el transporte oruga es un vehículo de transporte de personal y el apoyo a la movilidad y contramovilidad serían los zapadores.

La pala de la empujadora tiene mayor capacidad que las de los otros dos medios. El Alacrán tiene más capacidad de empuje que el transporte oruga, unido a su gran potencia. La pala del transporte oruga es útil en movimientos de tierra y retirada de pequeñas obstrucciones, pero no es un vehículo capaz de sustituir el trabajo de una empujadora.