

Trabajo Fin de Grado

COMPAÑÍA DE ZAPADORES MECANIZADA Y SU ROBOTIZACIÓN

Juan Pedro Martín Herrera

Director académico: Dr. Don Danilo Tardioli

Director militar: Capitán Don José Carlos Navas Avellaneda

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2021





AGRADECIMIENTOS

A los componentes del Batallón de Zapadores XI por su aporte, experiencia y dedicación a todos mis requerimientos sin los cuales no hubiera sido posible este trabajo.

Al Capitán Don José Carlos Navas Avellaneda, por su trabajo como tutor militar y su labor de asesoramiento.

Al Doctor Don Danilo Tardioli por su consideración y dedicación como tutor académico en la orientación de este trabajo.

A mi familia por brindarme la ayuda, el apoyo y el cariño necesario de forma incondicional.



RESUMEN

El desarrollo en los campos de la robótica y los nuevos entornos operativos a los que se enfrentan las unidades militares han hecho necesario afrontar los nuevos retos que suponen la armonización de la doctrina militar actual y su adaptación a la robótica. Las unidades mecanizadas de zapadores, como uno de los eslabones fundamentales en el futuro de la guerra acorazada, deben de ser capaces de incorporar y adaptar la robótica entre sus medios con el fin de lograr una mayor adaptación a un nuevo entorno de conflicto cambiante y diverso.

Por ello, el presente trabajo representa un estudio y exposición de los medios robóticos terrestres actualmente existentes y en desarrollo, valorando sus características y capacidades, y realizando un análisis de aquellos posibles cometidos tácticos, propios de las unidades mecanizadas de zapadores, que podrían ser susceptibles de ser realizados con la ayuda de los mismos.

Se ha partido de la observación y obtención de información de primera mano con un estudio de las necesidades de las unidades de zapadores realizado in situ en el Batallón de Zapadores XI, para luego armonizar las lecciones aprendidas con el estudio del estado del arte del mundo de los vehículos terrestres no tripulados. Teniendo en cuenta además las peculiaridades de los nuevos medios, las posibilidades, las limitaciones y las capacidades que aportan. Para ello se han tenido en cuenta proyectos extranjeros y nacionales, de carácter privado meramente empresarial y con participación pública, así como la experiencia de otras fuerzas armadas y cuerpos y fuerzas de seguridad que hayan utilizado estos medios, evaluando su opinión de los mismos y las posibilidades que les han ofrecido, valorando aquellas adecuadas para su uso en unidades de ingenieros.

De todo lo anterior puede deducirse la importancia que este sector presenta no solo para el futuro, sino en la actualidad misma, y cómo puede representar un importante input para las unidades de zapadores, dotándolas de unos medios que sean capaces de multiplicar sus capacidades.

PALABRAS CLAVE

- Robot.
- Zapadores.
- Futuro.
- Capacidades.



ABSTRACT

Developments in the fields of robotics and the new operating environments that military units are facing have made it necessary to face the new challenges of harmonizing current military doctrine and its adaptation to robotics. Mechanized sapper units, as one of the key links in the future of armored warfare, must be able to incorporate and adapt robotics among their means in order to achieve greater adaptation to a new and diverse conflict environment.

Therefore, the present work represents a study and exposition of the land robotic means currently existing and developing, evaluating their characteristics and capabilities, and carrying out an analysis of those possible tactical tasks, typical of mechanized units of sappers, that could be carried out with their help.

First-hand observation and information-gathering has been the starting point of an on-site survey of the requirements of the Batallón de Zapadores XI. The lessons learned have been harmonized with the state-of-the-art survey of the unmanned land vehicle world. Taking into account also the peculiarities of the new means, the possibilities, limitations and capacities they bring. This has been done on the basis of foreign and national projects of a purely private nature with public participation, as well as the experience of other armed forces and security forces that have used these means, evaluating those suitable for use in engineering units.

From all the above, it can be deduced how important this sector is not only for the future, but also today, and how it can represent an important input for the sappers units, providing them with the means to multiply their capacities.

KEYWORDS

- Robot
- Combat engineers
- Future
- Capacities



INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	I
RESUMEN	II
PALABRAS CLAVE	II
ABSTRACT	III
KEYWORDS	III
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS	IX
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	3
2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE	3
2.2 METODOLOGÍA	3
3. ANTECEDENTES	4
3.1 LAS COMPAÑÍAS DE ZAPADORES	4
3.2 MEDIOS DE UNA COMPAÑÍA DE ZAPADORES MECANIZADA	4
3.3 USO DE MEDIOS ROBÓTICOS POR OTRAS NACIONES	6
4. ESTUDIO DE LA ROBOTIZACIÓN	8
4.1 GENERALIDADES SOBRE LOS MEDIOS UGV	8
4.1.1 Clases de UGV's	8
4.2 IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES	9



4.3 PROPUESTA DE EMPLEO DE UGV'S LIGEROS O CLASE I	12
4.3.1 UGV's Clase I en desarrollo y uso por otros ejércitos.....	13
4.3.2 Conclusión medios UGV clase I	18
4.4 Propuesta de empleo medios UGV medios o de clase 2.....	19
4.4.1 UGV's Clase II en desarrollo y uso por otros ejércitos.....	20
4.4.2 Conclusión medios UGV clase II	23
4.5 Propuesta de empleo de medios UGV de clase III.	24
4.5.1 Proyectos de robotización de medios ya existentes	24
4.5.2 Proyectos de robotización de medios nuevos.....	29
4.5.3 Conclusión de los UGV clase III.....	31
5. CONCLUSIONES.....	34
5.1 TRABAJO FUTURO	34
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36



ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Vehículo de Combate de Zapadores TOA M113. (Ejército de Tierra, 2020).....	5
Ilustración 2: Carro de Zapadores "Alacrán". (Model Armor, 2013).....	5
Ilustración 3: Vehículo Lanzapuentes sobre barcaza M 60. (Ejército de Tierra, 2012)	6
Ilustración 4: TOA de carga M-548. (Ejército de Tierra, 2012).....	6
Ilustración 5: Zapadores Rusos en Siria utilizando UGV's Clase I. (N, 2019)	7
Ilustración 6: UGV Clase I. (CBRNE Central Staff, 2019).....	8
Ilustración 7: UGV Clase II. (Sanz, 2019).....	9
Ilustración 8: Procedimiento de sondeo para reconocer un campo de minas. (Elaboración propia).....	13
Ilustración 9 MiniRoGen. (ECA Group, 2021)	14
Ilustración 10 Nerva LG. (Nexter Robotics, 2020).....	14
Ilustración 11 Zapadores franceses realizando instrucción de combate urbano con el UGV MiniRoGen (Ministerio de Defensa de Francia, 2012)	15
Ilustración 12 Zapadores rusos realizando el reconocimiento de una posible zona trampeada. (Malyasov, 2017).....	15
Ilustración 13: D. Runner 10. (EPE Trusted to Protect, s.f.).....	16
Ilustración 14: Dragon Runner 20 (Quinetic, 2021).....	16
Ilustración 15: Dragon Runner 10 lanzado para hacer un reconocimiento en zona urbana. (EPE, 2021) ..	17
Ilustración 16: Dragon Runner 10 realizando reconocimiento de un posible IED. ((EPE, 2021).....	17
Ilustración 17: Flir Centaur realizando un reconocimiento de un posible IED. (EDR Online, 2020).....	18
Ilustración 18: DAFO UGV's clase I. (Elaboración propia).....	19
Ilustración 19: Soldados estadounidenses preparando minas para su instalación. (South, 2019)	19
Ilustración 20: Parte del lote de una sección de zapadores. (Elaboración propia).....	20
Ilustración 21: RS2-H1 Robot ((ArtStation, 2021)	21
Ilustración 22: RS2 H1 cargado con equipo (Mcguire, 2017)	21
Ilustración 23: THeMIS siendo teleoperado por el ejército estonio en Malí. (García, 2019).....	22
Ilustración 24 THeMIS desplegado en Mali por el ejército de Estonia. (García, 2019)	22
Ilustración 25 Mission Master SP (Top War, 2019).....	23
Ilustración 26 Vehículos M 113 y Bradley durante los experimentos en Fort Carson (Mizokamy, 2021)....	25
Ilustración 27 Arquitectura de sistema del AUGV (DSTA, 2020)	26



Ilustración 28 Disposición de los sensores en el vehículo para su teleoperación. (DSTA, 2020)	27
Ilustración 29 VCZ Castor (CórdovaHoy, 2019).....	28
Ilustración 30 Ventajas del sistema Remote-Drive (UPM, 2021)	28
Ilustración 31 Esquema del Software Remote-Drive (Felipe Jimenez y José Naranjo, 2020).....	29
Ilustración 32 Uran 6 realizando labores de contraminado en Siria. (Shámporova, 2018).....	29
Ilustración 33 Uran 14 (Army Guide, 2015).....	30
Ilustración 34 Type X con rodillos detonadores de minas. (MilitaryLeak, 2021).....	30
Ilustración 35 Concepto de distintas versiones del Type X (Valpolini, 2020)	31
Ilustración 36 Lanzamiento de una manguera (Forocoques, 2017).....	32
Ilustración 37: Manguera pesada (Forocoques, 2017).....	32
Ilustración 38 Detonación de la manguera (Defensa.com, 2018)	32
Ilustración 39 VLP Castor (CirculoTrubia, 2019).....	33



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Empleos de los participantes (Elaboración propia).....	10
Tabla 2 Porcentaje de valoración de necesidades. (Elaboración propia).....	111
Tabla 3 Puntuaciones obtenidas en la encuesta. (Elaboración propia).....	11
Tabla 4 Características del MiniRoGen. (Elaboración propia).....	144
Tabla 5 Características del Nerva LG. (Elaboración propia).....	155
Tabla 6 Características del Dragon Runner 10. (Elaboración propia).....	166
Tabla 7 Características del D. Runner 20. (Elaboración propia).....	16
Tabla 8 Características del FLIR Centaur. (Elaboración propia).....	188



ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AUGV: Autonomous unmanned ground vehicle.

EOD: Explosive Ordnance Disposal.

ET: Ejército de Tierra.

IDT: Indirect driving tesbted.

IED: Improvised Explosive Device.

IR: Infrarojo.

OTAN: Organización del Tratado del Atlántico Norte.

RAS: Robotics and Autonomous Systems.

TCS: Teleoperation control system.

TOA: Transporte oruga acorazado.

UAV: Unmanned air vehicle.

UGV: Unmanned ground vehicle.

VCS: Vehicle control system.

VCZ: Vehículo de combate de zapadores.

VGS: Visual guidance system.

VLP: Vehículo lanzapuentes.

VPS: Vehicle piloting system.



1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo material y técnico de campos como la robótica es una realidad que está abriendo nuevas posibilidades al sector industrial. Por otro lado, el abaratamiento de costes y las mejoras en hardware y software están haciendo posible que las tecnologías derivadas de la robótica estén cada vez más generalizadas.

Son muchas las industrias que ya implementan la robotización en sus líneas de producción desde hace años, coches de conducción autónoma o la utilización de drones para portar cámaras y grabar imágenes en televisión son apenas un ejemplo de algo que a día de hoy está totalmente presente en nuestra vida diaria.

El uso de la robótica en el ámbito militar español se ha dado principalmente en el campo de la lucha contra artefactos explosivos improvisados, por sus siglas en inglés IED (en la cual los robots han tenido un papel fundamental) así como en el reconocimiento con la utilización de UAV's. Pese a ello, hay que destacar que en los últimos años se ha mejorado con creces esta tecnología, habiendo dado como fruto multitud de robots con posibilidades como el traslado de heridos, material y municiones, el reconocimiento, el paso y ruptura de obstáculos y la adquisición y designación de objetivos. Por otro lado, incluso las adaptaciones de vehículos convencionales no tripulados, ya son una realidad.

Aunque muchas de estas afirmaciones puedan parecer de ciencia ficción, es un hecho que representan no solo el presente de las fuerzas armadas, sino el futuro de cualquier ejército que quiera competir en materia de defensa con sus homólogos, rivales o aliados. Por todo ello, son muchas las ventajas del empleo de UGV's, y son muchas las naciones que están desarrollando programas con todo tipo de robots y vehículos no tripulados.

No ver que estas tecnologías representan el camino a seguir por la política de investigación y adquisiciones de los ejércitos modernos sería no tener una visión de futuro, como reconoce el Comandante del E.T. López de Lis en su afirmación:

Ningún ejército moderno podrá prescindir del empleo de sistemas robotizados con mayor o menor grado de autonomía y, tal y como nos enseña la historia, aquel que intente leer el combate del mañana a través de las gafas del ayer estará condenado a la derrota. (Cte. López de Lis, 2016)

Es por esto que el arma de ingenieros del Ejército de Tierra no puede permitirse quedarse atrás, y si bien muchos de estos avances se han utilizado satisfactoriamente en unidades de ingenieros (principalmente en la lucha contra IED), todavía es largo el trecho necesario a recorrer para poder hablar de una implementación y desarrollo satisfactorio. Hablar de robotización de unidades mecanizadas de zapadores resulta en muchos casos un paso de gigante pues el parque de material y vehículos de dichas unidades data en su mayoría del último tercio del siglo XX. En cualquier caso, las unidades de zapadores son un claro ejemplo de unidad donde los aportes de estas nuevas tecnologías pueden suponer una clara mejora en las capacidades y cualidades de la misma. Todo ello por los requerimientos de los trabajos acometidos, el trabajo con pesadas cargas y el desgaste (tanto físico como material) que esto supone.

Por si no fuera suficiente, el documento que contiene directrices sobre el concepto de transformación del ejército para la futura fuerza 2035 reconoce lo siguiente:

Durante los próximos años, los materiales de ingenieros deberán evolucionar, fundamentalmente mediante la incorporación de medios teledirigidos o autónomos, el empleo de propulsiones eléctricas e híbridas y el uso de materiales más ligeros, resistentes e inteligentes (...) Robotización total de los Vehículos de Combate de Zapadores (VCZ) con manejo a grandes distancias (manteniendo la posibilidad de empleo "manual" y con dotación de personal). Con vehículos terrestres no tripulados especializados en acometer cometidos diferentes. (Estado Mayor del Ejército de Tierra, 2019)

Por todo lo anterior, el siguiente trabajo pretende ser un medio para analizar todos aquellos aspectos tácticos y operativos propios de los zapadores en los cuales el uso de estos medios robóticos sería positivo.



Para ello, se ha realizado una contraposición entre las necesidades de las unidades mecanizadas de zapadores y los medios y proyectos actualmente existentes, intentando encontrar el punto en común para el cual los UGV y las necesidades pueden armonizarse, dado que actualmente la experiencia de su uso en unidades de zapadores es escasa.



2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE

La meta general de este trabajo consiste en conocer las necesidades, tareas y cometidos tácticos abordados por una compañía de zapadores mecanizada. Todo ello con el objetivo de estudiar las líneas de investigación y proyectos existentes de medios robóticos terrestres y así valorar las posibilidades de su adaptación y uso por unidades de zapadores. Para lo cual se proponen los siguientes objetivos específicos:

Analizar aquellas tareas y cometidos propios de una compañía de zapadores que son susceptibles de ser realizados por medios no tripulados.

Exponer la posible mejora de incorporar estas nuevas tecnologías en el desempeño de las compañías de zapadores.

Conocer el estado de las distintas líneas de investigación en vehículos no tripulados y su posible aplicación a una compañía mecanizada de zapadores.

Para todo ello hay que tener en cuenta el estado experimental en que se encuentran muchos proyectos en este campo, así como la confidencialidad de los mismos, que limita la disponibilidad de información en algunos casos. Por ello, existe una profundidad distinta en las investigaciones realizadas en función de los criterios anteriormente expuestos.

2.2 METODOLOGÍA

La metodología principal de trabajo podría desglosarse en dos fases:

Una primera fase de obtención de información mediante la observación de las tácticas, técnicas y procedimientos de las unidades de la compañía, que se materializó durante las prácticas realizadas en el Batallón de Zapadores XI. También se han utilizado métodos cualitativos, como entrevistas, y cuantitativos, como encuestas, al personal de las unidades para la identificación de las necesidades de las unidades de ingenieros. Todo ello prestando una especial atención a la experiencia por parte de los componentes de la misma.

Una segunda fase de estudio comparativo de las tecnologías y medios actualmente disponibles. En ella se han tenido en cuenta características como peso, autonomía, movilidad y otros aspectos relevantes. Por ello, se ha hecho uso de herramientas que permitan un análisis dichas características, siempre que la información de los proyectos esté disponible y la publicidad de la misma lo permita. Todo ello, con el fin de evaluar todas aquellas variables conocidas para valorar sus posibilidades. Para ello, se ha recurrido a la consulta de distintas fuentes bibliográficas, publicaciones doctrinales del Ministerio de Defensa, artículos periodísticos e incluso al contacto con fuentes primarias de desarrollo en algunos proyectos.



3. ANTECEDENTES

En este capítulo, se tratarán dos grandes bloques necesarios para entender la robotización. En primer lugar, se tratarán los medios y la naturaleza de las unidades mecanizadas de zapadores por dos motivos. El primero, porque los vehículos presentes en las mismas son susceptibles de robotizarse o sustituirse por medios robóticos. El segundo, porque conocer los vehículos aporta una idea de las capacidades que estos ofrecen.

Por otro lado, se realiza una primera aproximación a algunos de los proyectos y programas llevados a cabo por otros países y sus ejércitos, como muestra de la importancia de la robotización.

3.1 LAS COMPAÑÍAS DE ZAPADORES

Dentro de las brigadas del Ejército de Tierra, encontramos unidades de combate, como infantería o caballería, y otras de apoyo al combate, como las de artillería, ingenieros o transmisiones. En la brigada es el batallón de ingenieros el encargado de dar el apoyo de ingenieros de la forma más directa e inmediata. Si bien las capacidades que los ingenieros aportan a la brigada son muchas, aquellas relacionadas más directamente con las unidades de combate, se materializan en las compañías de zapadores.

Hay que considerar que el empleo de los ingenieros en el combate se rige por el criterio de la flexibilidad y descentralización en la ejecución de los trabajos, esto quiere decir que, a la hora de integrarse en estructuras operativas, será la situación y el criterio del mando el que decida de qué manera se materializará el apoyo. En cualquier caso, es en la compañía de zapadores donde se aglutinan orgánicamente las distintas unidades y medios de zapadores para la instrucción y adiestramiento. Por ello, es en este nivel donde se puede hacer una analogía asimilando esta unidad a una suerte de cajón de sastre donde tenemos todas las herramientas que los zapadores pueden brindar, y es por ello que el foco de la robotización se ha aplicado a este nivel.

Por otro lado, hay que entender que las compañías de zapadores existentes en las brigadas del Ejército de Tierra si bien por su naturaleza brindan capacidades similares, no son todas exactamente iguales en su composición ni medios. Esto se da porque cuentan con los medios que les permiten las características de movilidad, protección, potencia de fuego, etc. similares a las de la unidad a la que apoyan, por lo que los medios son distintos dependiendo del tipo de brigada. Además, hay que tener en cuenta las vicisitudes propias que la unidad pueda tener por otros aspectos que no tengan que ver puramente con aspectos de la estructura orgánica.

Es por esto que el estudio de los medios se va a suscribir al ámbito de una compañía mecanizada perteneciente al batallón de ingenieros de una brigada pesada (Tipo A) como la Extremadura XI, cuya segunda compañía de zapadores ha servido a modo de muestra de este trabajo.

3.2 MEDIOS DE UNA COMPAÑÍA DE ZAPADORES MECANIZADA

Antes de abordar cualquier aspecto relativo a la identificación de las necesidades de una unidad, es necesario ahondar en los pormenores de la misma, como su composición, así como su dotación de medios tanto humanos como materiales. Con el fin de establecer un punto de partida que permita generar un conocimiento global de la misma, teniendo en cuenta además que muchos de los vehículos de los que dispone este tipo de unidad son susceptibles de robotizarse.

La orgánica actual de una compañía de zapadores mecanizada consta de 3 secciones y por otro lado, una plana mayor de mando con funciones administrativas y de apoyo al mando.

Por un lado, hay dos de las secciones de la compañía que son puramente de zapadores equipadas cada una de ellas con 3 vehículos VCZ TOA M113 (ver la ilustración 1) en su versión de vehículo de combate de zapadores (uno para cada pelotón) y uno de mando para cada jefe de sección. Este vehículo estadounidense es el caballo de batalla principal de los zapadores, es el que aporta, con su robustez la



movilidad, la capacidad de transporte de personal, material y armamento, con unas buenas capacidades y sobrado desempeño en distintos conflictos. Es por esto que sigue en servicio en muchos ejércitos, si bien su estirada hoja de servicios hace ya patente que a estos vetustos vehículos les cueste cada vez más mantener sus capacidades, al menos en las versiones del mismo del que dispone el Ejército de Tierra, y la competitividad con modelos más modernos.



Ilustración 1: Vehículo de Combate de Zapadores TOA M113. (Ejército de Tierra, 2020)

Por otro lado, la sección de apoyo tiene los medios más específicos para tareas complementarias con las otras secciones de zapadores. En ella hay un pelotón equipado normalmente con 2 o 3 carros de zapadores "Alacrán" CZ-10/25 E. Por otra parte, hay un pelotón equipado con 2 vehículos lanzapuentes y otro de parque y sistemas de minado equipados con dos vehículos TOA M-548 de carga.

El Alacrán CZ-10/25 E (ver ilustración 2) es un carro de zapadores sobre barcaza de M60 ideado como una herramienta de choque que permite acometer tareas de movimiento del terreno y paso de obstáculos, como fosos contra carro, zonas arboladas o barricadas de escombros o similares, con la protección suficiente para sus operadores, siendo análoga a la de un carro de combate. Pese a ello, al igual que el VCZ M113 se trata de un ya vetusto modelo con posibilidades más limitadas cada día.



Ilustración 2: Carro de Zapadores "Alacrán". (Model Armor, 2013)

El VLP (ver ilustración 3) es otra modificación del carro estadounidense M 60 con capacidad de colocar un puente de apoyo a vanguardia con el fin de salvar como zanjas o fosos contracarro convencionales, así como obstáculos como pequeños ríos.



Ilustración 3: Vehículo Lanzapuentes sobre barcaza M 60. (Ejército de Tierra, 2012)

En último lugar el TOA de carga M-548 (ver ilustración 4) aporta un vehículo con una amplia capacidad de carga para las grandes cantidades de material con las que suelen trabajar en las unidades de ingenieros, con una capacidad de movimiento similar a la del resto de vehículos con cadenas, se constituye muchas veces como el complemento de las secciones de zapadores, con las que suele actuar agregado.



Ilustración 4: TOA de carga M-548. (Ejército de Tierra, 2012)

Con esta visualización de los medios presentes en una unidad de zapadores se puede obtener una idea de la situación de la misma. De todos estos medios se puede decir que tienen un funcionamiento como cualquier vehículo convencional, muchos de ellos proceden del último tercio del siglo XX y mantienen medios, equipos mecánicos y de control propios de la época, siendo muchos de ellos analógicos, o con elementos digitales ya obsoletos.

3.3 USO DE MEDIOS ROBÓTICOS POR OTRAS NACIONES

Anteriormente se ha podido comprobar como la robotización en el ámbito de una compañía mecanizada de zapadores es prácticamente inexistente en lo que a sus medios se refiere. Aunque no se trata de un caso flagrante de atraso con respecto a otras naciones es cierto que las diferencias son notables, dado que la robotización está presente en sus medios y planes de modernización con más notoriedad.

Si bien esta tecnología se encuentra en fases de prueba, son muchas las naciones que han optado por líneas de desarrollo relacionadas con su uso e implantación en distintos ámbitos tanto civiles como militares. Por ejemplo, el ejército estadounidense ha optado por distintas líneas de desarrollo entre las cuales se pueden destacar proyectos como el S-MET¹, que consiste en el desarrollo de vehículos con autonomía parcial con el fin de transportar suministros para soldados en operaciones. Por otro lado, los

¹ (United States Army Acquisition Support Center, 2021)



británicos están apostando por el desarrollo de su programa RAS², por sus siglas en Inglés, Robotics and Autonomous Systems.

La contraparte rusa a estos desarrollos es el proyecto MARKER UGV³, con el cual se ha establecido el marco de realización de pruebas y desarrollo de estos vehículos por parte de las fuerzas armadas de Rusia.

Estos son apenas tres ejemplos de líneas de desarrollo que nos dan una idea de la situación actual por parte de tres potencias extranjeras, en lo que en cierto modo podemos ver que existe una suerte de carrera armamentística y tecnológica para el desarrollo de estas tecnologías. Si bien las líneas de desarrollo y los avances obtenidos son distintos, las posibilidades que ofrecen estas tecnologías han sido apreciadas por prácticamente todos los ejércitos del mundo. Por ello, han comenzado muchos de ellos (dentro de las posibilidades de cada uno) el desarrollo de tecnologías análogas en colaboración con la industria de defensa, dado que cada día la importancia crítica de estos sistemas es más palpable.

Por parte de nuestras Fuerzas Armadas Españolas, la utilización de vehículos no tripulados de forma generalizada se ha limitado, por un lado en la utilización de drones UAV para reconocimiento principalmente, y por otro a la utilización de vehículos terrestres no tripulados en la lucha contra IED por parte del arma de ingenieros. Si bien la experiencia española es destacable en este campo, y comparativamente con el resto de ejércitos tiene su valor, lo cierto es que hay muchos otros ejércitos que han apostado más fuertemente por estas tecnologías, y no necesariamente potencias con las cuales España tenga una gran desventaja a la hora de competir. Tal es el caso de Turquía, que tiene un PIB anual sensiblemente inferior al español pero que en materias de inteligencia artificial y desarrollo de vehículos no tripulados está siendo puntera. Sus desarrollos más destacados están en la aviación con sus drones Bayraktar TB2, los cuales se mostraron pavorosamente efectivos en la guerra de Nagorno-Karabaj de 2020 donde el ejército de Azerbaiyán, asesorado y equipado por Turquía con estos nuevos materiales, derrotó al Ejército de Armenia bien equipado con medios convencionales. A día de hoy, Turquía se encuentra desarrollando vehículos terrestres como ALKAR R4⁴.

Por parte de las Fuerzas Armadas Españolas, el uso e implementación de estas tecnologías en el ámbito de ingenieros todavía se encuentra en un estado embrionario, habiéndose realizado escasas pruebas y desarrollos con estos vehículos. Pese a ello son muchos los países que ya emplean UGV's en sus unidades de zapadores, tal es el caso de Francia o Rusia, que recientemente los ha puesto a prueba en el conflicto de Siria, donde han demostrado unas grandes posibilidades (ver ilustración 5).



Ilustración 5: Zapadores Rusos en Siria utilizando UGV's Clase I. (N, 2019)

² (Army Technology, 2021)

³ (Army recognition., 2021)

⁴ (savunmahaber.com, 2019)



4. ESTUDIO DE LA ROBOTIZACIÓN

En este capítulo se comenzará realizando una introducción a los medios UGV, para posteriormente realizar un recorrido a través de las tipologías de los mismos. Todo ello con el fin de contraponer la doctrina y necesidades de las unidades de zapadores con las posibilidades que ofrece cada UGV.

4.1 GENERALIDADES SOBRE LOS MEDIOS UGV

Los medios robóticos pueden considerarse como máquinas o aparatos electrónicos programables, capaces de desempeñar tareas automáticamente, como manipular objetos, acciones que reemplacen total o parcialmente el trabajo humano, acometer las tareas más penosas o peligrosas y por extensión comprometer al personal en una menor medida.

La principal división que podemos hacer de estos medios viene dada por el medio físico en el cual se desenvuelven, y atendiendo al criterio establecido por las publicaciones doctrinales de defensa, en concreto la DIVA-IV-049: "POSIBILIDADES DE EMPLEO DE LOS ROBOTS POR LAS PEQUEÑAS UNIDADES DE COMBATE EN ESCENARIOS URBANOS" se puede extraer la siguiente clasificación:

- Terrestres: Unmanned Ground Vehicles, (UGV's).
- Submarinos: Unmanned Under-Water Vehicles (UUV's).
- Aéreos: Unmanned Aerial Vehicles (UAV's).

Por la naturaleza de las unidades mecanizadas de zapadores, son los UGV's los seleccionados para el estudio en este trabajo, ya que son los que ofrecen unas mayores posibilidades en el desempeño de las tareas de este tipo de unidades.

4.1.1 Clases de UGV's

En cuanto a la clasificación de estos UGV's se puede tomar la clasificación según el manual ETTM 19/03 "PLATAFORMAS AUTÓNOMAS TERRESTRES PARA APOYO A PEQUEÑAS UNIDADES":

Clase I: Se trata UGV ligeros (SUGV), de pequeñas dimensiones con el objetivo de que sean fácilmente transportables, en términos generales funcionan con motores eléctricos. En cuanto a su movilidad se puede destacar que, si bien son versátiles y útiles, y son capaces de sortear diversos obstáculos e irregularidades del terreno, no son adecuados para terrenos difíciles o excesivamente agrestes. En la ilustración 6 puede apreciarse un ejemplo de los mismos.



Ilustración 6: UGV Clase I. (CBRNE Central Staff, 2019)

Clase II: Se trata de UGV's de tamaño medio (ver ilustración 7). Para su transporte deben emplearse otros vehículos como camiones, vehículos de combate de zapadores, o incluso su propia propulsión si la autonomía del vehículo lo permite. Sus posibilidades son muy amplias dado que muchos cuentan con módulos adaptables para desempeñar distintos cometidos, portar material, armamento, recursos, etc. Además, sus prestaciones medias, al encontrarse a medio camino entre los UGV pasado y ligeros, los



convierten en vehículos muy polivalentes.



Ilustración 7: UGV Clase II. (Sanz, 2019)

Clase III: Hace referencia UGV's pesados, con un peso superior a una tonelada, se trata de grandes vehículos, equiparables a los utilizados de forma tripulada actualmente pero prescindiendo de sus operadores en mayor o menor medida. Por ejemplo, podrían asimilarse a vehículos/carros de combate de zapadores no tripulados, vehículos para tareas logísticas como camiones no tripulados, maquinaria no tripulada, etc.

Por otro lado, podemos atender a otra clasificación en función del grado de autonomía con el que son capaces de operar estos vehículos, por ello podemos establecer 3 grados en función de la necesidad de intervención humana:

Vehículos autónomos: aquellos entre los que el grado de intervención del operador es mínimo, actualmente se encuentran en un marco de desarrollo menos avanzado, dado que presentan una mayor complejidad. Existen además distintos tipos de autonomía, y modelos basados en distintos parámetros y software, aportando cada uno de ellos capacidades distintas.

Vehículos Semiautónomos: aquellos en los cuales la intervención del operador es necesaria para algunas funciones complejas, presentando también otras con cierto grado de autonomía, normalmente aquellas más sencillas, por ejemplo seguir al operador.

Vehículos Teleoperados: aquellos en los que la participación directa del operador para la realización de distintas tareas es necesaria, por lo que podríamos asimilarlo como un vehículo por control remoto.

De estas clasificaciones de UGV's se pueden extraer algunas conclusiones. En primer lugar, se puede observar que, si bien son todos parte de una misma tipología de robots, por sus características no son bienes sustitutivos perfectos, y por tanto no se puede optar por una clase u otra sin atender a que cada uno de ellos es ideal para distintas tareas. Por todo lo anterior, es necesario considerar las posibilidades que cada uno ofrece y seleccionar aquellos que por su naturaleza son más aptos en cada una de las situaciones y necesidades tácticas.

4.2 IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES

Si bien la aplicación de las nuevas tecnologías de las cuales es objeto este trabajo podría hacerse de diversas maneras, se ha decidido proceder mediante la identificación de aquellas tareas propias de una unidad de zapadores que podrían satisfacerse mediante el empleo de UGV's.

Para justificar este proceder es necesario recurrir a diversas fuentes que sostienen dicha argumentación. Por un lado, atendiendo a la doctrina militar clásica se reconoce que las unidades de zapadores tienen los siguientes cometidos:



“Realizar acciones de apoyo a la movilidad, contramovilidad y supervivencia⁵” (Estado Mayor del Ejército de Tierra, 1994)

Por otro lado, la doctrina futura de la Brigada 2035 encamina la concepción presente de las unidades del Ejército de Tierra hacia el futuro. Para ello, se exponen los objetivos para la implementación de dicha brigada como modelo de las unidades del Ejército de Tierra. De la doctrina de la Brigada 2035 se puede extraer lo siguiente sobre las unidades de ingenieros:

Aportará capacidades de apoyo a la movilidad y contramovilidad, así como protección y apoyo general. (Estado Mayor del Ejército de Tierra, 2019)

Estas afirmaciones de la doctrina ya acotan de forma más adecuada aquellos cometidos propios de ingenieros presentes en una compañía de zapadores mecanizada. Pese a ello, quedan en un plano más abstracto que material. Por ello, se ha recurrido a la observación de las maniobras y ejercicios de combate convencional realizados por las secciones de la Primera y Segunda Compañía de Zapadores del Batallón de Zapadores XI. En ellas se ha podido identificar aquellos cometidos que tenían un carácter susceptible de ser objeto de la utilización de los UGV's. De todos ellos se identificaron los siguientes:

Operaciones de apertura de brecha, paso de obstáculos, etc. (Apoyo a la movilidad).

Tendido de Campos de minas (Apoyo a la contramovilidad).

Transporte de material, equipo, herramientas, etc. (Protección).

Reconocimiento de obstrucciones y de diversos escenarios como combate urbano, en búsqueda de trampas, etc.

Conducción de vehículos/carros de combate de zapadores (ej.: VCZ con conducción autónoma/navegación mediante waypoints o capacidad de ser teleoperado).

Para obtener una opinión fundamentada en la experiencia de si cabría la posibilidad de realizar implementación de los medios UGV para las anteriores tareas se realizó una encuesta mediante un formulario (contenida en el Anexo I de la presente memoria) a los miembros del Batallón de Zapadores XI con experiencia en compañías de zapadores mecanizadas. Para que dicha muestra fuera representativa de los puntos de vista de los distintos miembros de la compañía se seleccionaron componentes de la escala de tropa con años de experiencia en la unidad, así como suboficiales y oficiales, con el fin de aportar una visión más global a la misma. A continuación se pueden observar los empleos de los participantes en la misma en la Tabla 1.

Capitán	3
Teniente	5
Brigada	1
Sargento	8
Cabo	2
Soldado	4
Total	23

Tabla 1 Empleos de los participantes (Elaboración propia)

En la tabla 2 se pueden apreciar los resultados. En ellos se evalúa con tres niveles de valoración (positivamente, indiferente o negativamente) distintos cometidos de los zapadores propuestos a los encuestados.

Necesidad	Valoración positiva	Valoración Negativa	Indiferente
Apoyo a la movilidad	92%	8%	0%
Apoyo a la contramovilidad	74%	18%	8%
Protección	82%	0%	18%

⁵ La doctrina actual denomina a la supervivencia como protección.



Reconocimiento de obstáculos	92%	4%	4%
Teleoperación de Vehículos	61%	26%	13%

Tabla 2 Porcentaje de valoración de necesidades. (Elaboración propia)

Como puede apreciarse, la valoración resulta mayoritariamente positiva en todos los casos, lo cual muestra como la utilización de estos medios robóticos sería muy útil bajo la perspectiva del personal con experiencia en la materia.

Por otro lado, se consultó a los encuestados sobre siete características generales de los UGV con el fin de que valoraran ciertos aspectos relativos a las prestaciones y capacidades de los mismos. Para ello, se tuvieron en cuenta las siguientes variables: autonomía, capacidad de carga, modularidad, capacidad de portar armamento, tipo de sensores que disponga, velocidad máxima, peso.

En esta pregunta se pidió a los encuestados que valoraran con una puntuación del uno al siete las siete capacidades propuestas en la encuesta, para luego elaborar una media de las puntuaciones obtenidas y así conocer aquellos aspectos más valorados por los encuestados. Posteriormente, se realizó una media aritmética con los resultados, presentados en la tabla 3 como una nota media entre 0 y 10.

$$\text{Nota media}(X) = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

Donde N es el número total de encuestados y X_i la nota asignada por cada uno de los encuestados.

Aspectos a valorar	Nota media obtenida sobre 10
Autonomía	7,7571
Velocidad máxima	4,4
Capacidad de carga	7,14
Capacidad de portar armamento	6,08
Peso	3,78
Modularidad	6,27
Tipo de sensores que disponga	6,08

Tabla 3 Puntuaciones obtenidas en la encuesta. (Elaboración propia)

Dichos resultados muestran como aspectos como el peso o la velocidad máxima no resultan una variable crítica, dado que medios UGV de clase I y II podrían ser portables en los vehículos de la compañía mecanizada de zapadores. Además, esta opinión de los encuestados se respalda por el documento Concepto de transformación de la Fuerza 2035, que especifica que los vehículos de combate de la compañía deben ser capaces de ser un vehículo nodriza para los UGV de clase I y II:

“Servir de nodriza para robots terrestres o incorporar nuevas tecnologías (...). (Estado Mayor del Ejército de Tierra, 2019).

Por otro lado, aspectos como la autonomía, la capacidad de carga y la modularidad, se han mostrado como los más valorados. Por la naturaleza variada de los trabajos de los zapadores, la flexibilidad y capacidad de adaptación son dos cualidades muy importantes, a los que variables como la autonomía, la capacidad de carga y la modularidad responden.

Por otro lado, se ha valorado como capacidades con una importancia media la capacidad de portar armamento y sensores. Estas variables podrían considerarse ligadas mayormente a unidades de maniobra puramente de combate. Por ello, es probable que dado que los cometidos de los zapadores son de apoyo al combate, estas capacidades hayan sido consideradas relevantes, pero no críticas para sus trabajos.



En cuanto a la tracción de los vehículos, la encuesta ha arrojado que son preferibles los medios de cadenas por un 78% de los encuestados, sobre los de ruedas, elegidos por un 22% únicamente, hecho que hace que se prefiera que los medios UGV dispongan de una tracción por cadenas análoga a la de la unidad mecanizada.

Por otro lado, se ha mostrado preferible frente a la teleoperación, o la autonomía total en la operación de los medios UGV, que la capacidad de los mismos sea semiautónomos, mostrando ciertas funciones autónomas y capacidad de teleoperación.

Por último, la propulsión híbrida ha sido la más valorada, frente a la derivada de combustibles derivados del petróleo y la puramente eléctrica.

4.3 PROPUESTA DE EMPLEO DE UGV'S LIGEROS O CLASE I

Por las características de estos sistemas ligeros, se pueden encontrar muchas aplicaciones para los mismos, pero de entre ellas se ha destacado su utilidad para el reconocimiento, en diversos ambientes como en zonas urbanas, subsuelo, puntos de paso, etc.

Dicha utilidad podríamos asociarla con el cometido de la movilidad propio de los ingenieros, ya que para las mismas, resulta de especial interés su uso para reconocimiento de obstrucciones.

Por obstrucciones podemos entender una amplia gama de conceptos y ejemplos, tal es el caso por ejemplo de campos de minas, fosos contra carro, ríos, montañas, destrucciones en general, terraplenes, etc. Por obstrucción la doctrina entiende lo siguiente:

“Elemento natural o artificial que crea un impedimento físico o implica un riesgo al movimiento de vehículos y/o personal” (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2019)

En términos generales, el reconocimiento de obstrucciones representa un problema en la medida en que la máxima eficacia de las obstrucciones reside en su plena integración con la maniobra. Esto quiere decir que en un supuesto táctico cabe esperar que dichas obstrucciones estén vigiladas y batidas por el fuego enemigo.

Cualquier acción de movilidad que conlleve una apertura de brecha o un paso planeado en la obstrucción debe incluir unos reconocimientos minuciosos.

Se puede apreciar que para el reconocimiento de muchas de estas obstrucciones actualmente se utilizan métodos convencionales que implican el uso de personal en primera instancia. Todo ello con el objetivo de realizar observaciones y extraer las pesquisas necesarias, para posteriormente acometer las acciones propias de ingenieros sobre la obstrucción que sean oportunas. Estos procedimientos se recogen en manuales como el MI4-M402 “sección de zapadores mecanizada” de 1994. Estos veteranos manuales contienen procedimientos que se han mantenido invariables durante décadas. Ejemplos de estos reconocimientos pueden ser el sondeo para encontrar en inicio de campos de minas o el mero reconocimiento visual de las obstrucciones.

En la ilustración 8 puede apreciarse un ejemplo del sondeo que se realiza para el reconocimiento de campos de minas, procedimiento que ya se utilizaba durante la Primera Guerra Mundial. Este procedimiento implica la exposición de una unidad tipo pelotón para ser realizado, en unas condiciones de visibilidad y detectabilidad muy distintas a las existentes hace 100 años, debido a los medios existentes de reconocimiento a día de hoy como drones aéreos, sensores IR o térmicos. Es decir, es bastante improbable que una unidad pueda hacer este tipo de reconocimiento si se enfrenta a un enemigo equipado con dichos medios de detección y reconocimiento, y no ser detectada.



Ilustración 8: Procedimiento de sondeo para reconocer un campo de minas. (Elaboración propia).

Por otro lado, en situaciones tácticas distintas al combate convencional estos medios pueden ser útiles, por ejemplo para realizar reconocimientos en la lucha contra IED. Una posibilidad podría ser la utilización de dichos robots para llevar a cabo el reconocimiento de puntos calientes, o las valoraciones propias de zapadores necesarias y previas para la confirmación de la amenaza y el aviso a los equipos EOD.

Por otro lado, pueden ser útiles también en un ambiente de combate urbanizado en la detección de zonas o habitaciones trapeadas.

Como puede apreciarse, el personal realizando estos procedimientos, es fácilmente detectable por medios como drones aéreos de reconocimiento o cualquier tipo de medio equipado con sensores potentes como cámaras de alta definición, sensores IR, cámaras térmicas, etc.

Por todo lo anterior, la propuesta del empleo de UGV's de clase I puede enmarcarse en este contexto de reconocimiento dado que su pequeño tamaño y capacidad de portar sensores los hace ideales para este cometido.

4.3.1 UGV's Clase I en desarrollo y uso por otros ejércitos

Modelos de Ruedas

En este apartado se pueden observar medios muy ligeros de ruedas de entre los cuales se han seleccionado a modo de ejemplo los modelos MiniRoGen (ver ilustración 9) y el Nerva LG (ver ilustración 10). El primero se trata de un robot diseñado para reconocimiento específico de zapadores. Su nombre viene del francés Genié (ingeniero). Ha sido empleado por el ejército de tierra francés y está basado en el UGV de clase 1 Cobra MK2 I del grupo francés industrial ECA. Está orientado a intervenciones en exteriores e interiores, así como en espacios reducidos para llevar a cabo tareas de observación o destrucción. Ha sido empleado en Afganistán por parte de las unidades de zapadores franceses.

Consiste principalmente en un chasis, con cuatro ruedas desmontables sin necesidad de herramientas, así como un soporte ajustable para distintos sensores. Algunas de sus características técnicas pueden verse en la Tabla 4 y de forma más extensa en el anexo II de la memoria.



Ilustración 9 MiniRoGen. (ECA Group, 2021)

Peso con Batería	6,222 KG
Ancho	392 mm
Largo	364 mm
Alto	170 mm (sin torre)
Velocidad Máxima	4 km/h
Radio de Giro	0°
Pendiente Trasversal máxima	30°
Pendiente Frontal máxima	40°
Autonomía	2 h 30 min
Capacidad de Carga	5 kg

Tabla 4 Características del MiniRoGen. (Elaboración propia)

Por otro lado la familia Nerva es una familia de robots con distintas especificaciones fabricados por la francesa Nexter Robotics. Presenta una apariencia similar al MiniRoGen y unas prestaciones análogas en muchos aspectos, su carácter multiusos lo hace útil para diversas tareas ya que puede configurarse para múltiples funciones, como búsqueda NBQ (química, biológica, radiológica, nuclear), reconocimiento, observación, vigilancia, detección de explosivos y lucha contra-IED para limpieza de rutas, etc. Sus características pueden apreciarse en la tabla 5 y de forma más extensa en el anexo II de la memoria.



Ilustración 10 Nerva LG. (Nexter Robotics, 2020)

Peso con Batería	4,5 KG
Ancho	350 mm
Largo	310 mm
Alto	15 mm (sin torre)



Velocidad Máxima	13 km/h
Autonomía	2 h
Capacidad de Carga	5 kg

Tabla 5 Características del Nerva LG. (Elaboración propia)

Puede navegar de forma semiautomática mediante waypoints o ser teleoperado. Cuenta con casi 10 años en servicio en la gendarmería francesa, el ejército holandés o la policía suiza. Las nuevas versiones cuentan con gran variedad de módulos, siendo fácilmente adaptable para distintas tareas. Además, uno de sus módulos le permite cambiar las ruedas por cadenas para terrenos más difíciles. Cuenta con potentes medios de visión, cámaras térmicas, nocturnas e IR, así como medios cartográficos que le permiten elaborar planos en dos dimensiones de las zonas que reconoce.

Estos dos modelos, que forman parte de una tipología de robots muy característica y de la cual existen muchos más modelos, representan una posible solución a las necesidades de los reconocimientos de ingenieros vistos anteriormente, y realizados actualmente por personal de zapadores. Por ejemplo, pueden emplearse en el ámbito del combate convencional para realizar reconocimientos de campos de minas, fosos contra carro, ríos, montañas, destrucciones en general, terraplenes, zonas urbanizadas, etc. Como puede apreciarse en la Ilustración 11.



Ilustración 11 Zapadores franceses realizando instrucción de combate urbano con el UGV MiniRoGen (Ministerio de Defensa de Francia, 2012)

Por otro lado, también pueden ser útiles en otros tipos de ambientes distintos al convencional para reconocer en el ámbito de la lucha contra IED puntos calientes susceptibles de haber sido trapeados como pueden ser tajeas, zanjas, puntos de aso obligado, etc. Esto puede apreciarse en la Ilustración 12 en la cual se ve a los zapadores rusos utilizando este tipo de UGV's en el conflicto de Siria.



Ilustración 12 Zapadores rusos realizando el reconocimiento de una posible zona trapeada. (Malyasov, 2017)

En cuanto a las especificaciones consultadas en la encuesta realizada al personal de la compañía, variables como la capacidad de carga o la capacidad de portar armamento no son considerables dada la naturaleza de estos medios.



Por otro lado, estos medios resultan estar bien valorados en aspectos como la modularidad, ya que ambos cuentan con gran cantidad de implementos. Son útiles para tareas de reconocimiento, si bien resultan limitados dado que carecen de brazos interrogadores, por lo que principalmente su uso podría limitarse a reconocimiento pasivo, entendiendo este como la habilidad de realizar dicho reconocimiento sin una intervención directa sobre el objetivo. Por lo anterior, en este tipo de medios son muy importantes los sensores, ya que estos son los elementos que aportarán la mayor cantidad de información sobre el objetivo a reconocer.

En último lugar disponen de una autonomía limitada en torno a 2 horas, por lo que se trata de medios con poca capacidad para operaciones largas, lo que hace que su uso sea dependiente de la necesidad de ser recargados.

Modelos de Cadenas

La línea de robots Dragon Runner (ver ilustración 13) ha estado presente en la última década en distintas fuerzas armadas. En servicio con el ejército británico desde 2009, ha mostrado buenos resultados, así como en la policía de Estados Unidos. Por un lado, el modelo Dragon Runner 10 cuenta con cámaras para visión nocturna delantera y trasera, así como micrófonos. Por otro lado, cuenta con un brazo robótico capaz de abordar múltiples tareas. Es destacable su tracción de cadenas capaz de sortear terrenos difíciles y pequeños obstáculos como escalones. Algunas de sus características se pueden apreciar en la tabla 6.



Peso	5 KG
Ancho	36 mm
Largo	44 mm
Alto	18 mm
Velocidad Máxima	5 km/h
Autonomía	2 h 30 min

Tabla 6 Características del Dragon Runner 10. (Elaboración propia)

Ilustración 13: D. Runner 10. (EPE Trusted to Protect, s.f.)

En segundo lugar, el Dragon Runner 20 se trata de otro producto de la marca Quinetic con mayores prestaciones que el modelo Dragon Runner 10, capaz de portar más cantidad de módulos, además de contar con un probado historial en servicio en las fuerzas armadas estadounidenses en las cuales lleva en servicio desde la primera década del presente siglo en versiones anteriores. Los modelos actuales se presentan como un medio flexible capaz de adaptarse a múltiples cometidos, con cámaras de alta definición tanto como nocturnas como diurnas. Han sido probados en diversos conflictos como el de Iraq y Afganistán.



Peso	De 9 a 11.8 KG
Ancho	40 mm
Largo	890 mm
Alto	540 mm
Velocidad Máxima	6 km/h
Autonomía	3 h 30 min
Capacidad de Carga	4,5 kg

Ilustración 14: Dragon Runner 20 (Quinetic, 2021)

Tabla 7 Características del D. Runner 20. (Elaboración propia)

Estos robots presentan diferencias sustanciales frente a los del tipo anterior, ya que disponen de brazo interrogador, lo que permite la realización de reconocimientos activos, es decir, reconocimientos que pueden implicar una intervención directa sobre los objetivos a reconocer, lo cual aporta unas mayores posibilidades. Sus fichas técnicas se contienen en el anexo II de la memoria, y en ellas se ahondan más en sus características.



En cuanto a su tracción por cadenas, esta es más valorada a ojos de los resultados de la encuesta realizada. En aspectos como la autonomía es ligeramente superior a los modelos de ruedas tratados, pero la diferencia no es sustancial.

Al igual que los medios de ruedas anteriores, estos medios resultan adecuados para realizar reconocimientos tanto en ambiente de combate convencional (ver ilustración 15) de todo tipo. Así como para labores en ambiente no convencional como en la lucha o ambiente contra IED (ver ilustración 16).



Ilustración 15: Dragon Runner 10 lanzado para hacer un reconocimiento en zona urbana. (EPE, 2021)



Ilustración 16: Dragon Runner 10 realizando reconocimiento de un posible IED. (EPE, 2021)

FLIR Centaur

El FLIR Centaur (ver ilustración 11) se trata de un robot de la estadounidense Teledyne FLIR, con diversos módulos capaces de adaptarse a distintas misiones, su uso está ideado para unidades de ingenieros, de lucha NBQ, y EOD.

De los anteriores modelos es el más pesado, pese a ello tiene una gran ventaja y es que es capaz de detectar minas. Actualmente se encuentra en uso y pruebas por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, aunque se prevé la compra de estos sistemas para su entrada en servicio en sus tres ejércitos.

Cuenta con una tracción por cadenas que le da una gran movilidad, capaz de superar obstáculos de hasta 15 cm, cuenta también con un una cámara con visión de 360°, sensores IR y nocturnos que le permiten operar en cualquier condición ambiental y de baja visibilidad. Su brazo robótico de alta precisión con hasta 5 grados de libertad y 192cm de alcance le permite realizar tareas complejas. Algunas de sus características pueden apreciarse en la tabla 8.



Ilustración 11: FLIR Centaur (Teledyne FLIR, 2021)



Peso en su configuración más pesada	74 KG
Velocidad Máxima	4 km/h
Pendiente Frontal máxima	43°
Autonomía	8h
Capacidad de Carga (brazo)	14,5 kg

Tabla 8 Características del FLIR Centaur. (Elaboración propia)

Por sus características este robot, si bien mucho más pesado que los anteriores, se presenta como un medio que satisface en mayor medida aquellas capacidades más valoradas por el personal en la encuesta. Es muy superior en autonomía, y con capacidades análogas de modularidad a los anteriores, además en este caso el peso no ha sido valorado como una cualidad importante por los encuestados, por lo que podríamos primar su superioridad en otros aspectos. Por otro lado, cuenta con la muy interesante función de detectar, confirmar e identificar minas, lo cual lo hace ideal para el reconocimiento de campos de minas, y así en lugar de tener que abordar dichos reconocimientos mediante sondeo y empleo de personal, podrían realizarse con el UGV haciéndolos mucho más seguros, sigilosos y eficaces (ver ilustración 17).

Pese a todas las funcionalidades vistas, mucha de la información de las mismas y de sus capacidades se encuentra restringida por normativa, tanto empresarial, como en este caso del gobierno de Estados Unidos (Export Administration Regulations), dado que son medios que actualmente cuentan con un gran interés para los organismos de defensa estadounidenses.



Ilustración 17: FLIR Centaur realizando un reconocimiento de un posible IED. (EDR Online, 2020)

4.3.2 Conclusión medios UGV clase I

Por todo lo anterior, se ha podido ver algunas de las muchas funcionalidades de estos medios y las capacidades que aportarían para una compañía de zapadores. A modo de ejemplo, observando la manera en que otros ejércitos han hecho uso de estos medios lo ideal sería disponer de alguno de ellos dentro de las secciones de la compañía, a razón de uno por sección o al menos por compañía, obteniéndose así un aumento de las capacidades de la misma.

Todas estas cualidades y capacidades tratadas pueden verse de forma resumida en el siguiente análisis DAFO (ver ilustración 18) que permite valorar de forma adecuada y concisa los pros y contras de su uso generalizado en las unidades de zapadores. Este análisis divide en cuatro grandes grupos las cualidades de estos medios, por un lado hace referencia a las fortalezas, entendidas como aquellos elementos, que siendo propios de la compañía de zapadores, resultarían en una ventaja combinados con la implementación de los UGV clase I. Por otro lado, las oportunidades hacen referencia a aquellos factores externos que no dependen de la compañía de zapadores, pero que resultarían positivos.

Por último, las debilidades hacen referencia a los aspectos internos negativos derivados de su uso y las amenazas a los factores externos que son indicadores negativos para su implementación.



Ilustración 18: DAFO UGV's clase I. (Elaboración propia)

4.4 Propuesta de empleo medios UGV medios o de clase 2

Una de las principales diferencias entre las misiones del Arma de Ingenieros y de otras Armas es que generalmente las primeras implican un uso de gran cantidad de materiales para su ejecución. Son muchos los supuestos tácticos a los que podría aludirse, pero para ilustrar esta necesidad se puede considerar por ejemplo el tendido de los campos de minas (tarea que se encuadra en el campo de la contramovilidad).

En este supuesto táctico se debe tener en cuenta que para la elaboración de un obstáculo tipo, por ejemplo de fijación en una zona amplia del terreno, va a ser necesario colocar un número variable de campos de minas en función del frente y fondo del obstáculo que se desee crear. Se debe tener en cuenta que un módulo estándar de un campo de minas consta de 125 minas con un peso de 3,2 KG cada una, y que la elaboración de un obstáculo tipo va a implicar normalmente la colocación de varios campos de minas. Por todo ello, la cantidad de material necesario puede superar fácilmente el peso de varias toneladas (ver ilustración 19), contando solo con el peso de las minas, dejando aparte el peso de otros materiales necesarios para su instalación y empaques de las mismas.



Ilustración 19: Soldados estadounidenses preparando minas para su instalación. (South, 2019)

Otro caso en el que el uso de amplias cantidades de materiales es necesario es en la fortificación,



entendible como parte constituyente de la protección. Consiste en la modificación de las características del terreno y de las condiciones en que puede ser utilizado, para proteger las tropas propias de los efectos del enemigo, mejorando también de las condiciones de vida de las mismas. Se materializa mediante la construcción de obras de diversa índole.

Ejemplos de lo anterior pueden ser la colocación de alambradas, piquetas, el traslado de materiales en tareas de protección como sacos terreros, la colocación de gaviones modulares, el despeje de campos de tiro, construcción de refugios, etc.

Para muchas de estas obras se emplean cantidades ingentes de material, cuyo traslado y puesta en obra muchas veces se realiza de forma manual.

Por otro lado, para acometer muchas de estas tareas además las unidades de ingenieros disponen de una variada cantidad de lotes de material que contienen herramientas y equipo. De forma ilustrativa el lote de una sección consta de 10 cajas con una capacidad volumétrica de 150 litros, 4 cajas de 70 litros, y dos contenedores-estantería de 131 kilos cada uno.

Dichos lotes son los que permiten a las unidades de ingenieros disponer de todos los medios necesarios, y se dividen en módulos asociados a las distintas tareas que la unidad de ingenieros va a acometer.

Como puede apreciarse en la Ilustración 20, el material correspondiente a los lotes de movilidad, contramovilidad y protección para unas maniobras de combate convencional abarca una considerable cantidad de equipo. Debe tenerse en cuenta además que se trata solo de una representación parcial de estos lotes, ya que normalmente ante la ingente cantidad de material de los mismos, se suele extraer únicamente de ellos el material estrictamente necesario para acometer las tareas que se le han asignado a los zapadores.

Además, estos materiales solo son representativos de un ejercicio, no de una situación real, ya que ante la misma probablemente se emplearía más equipo, y muchos de los medios de simulación para ejercicio, que son más livianos, serían sustituidos por los reales normalmente más pesados.

Como ha podido verse con todo lo anterior, puede afirmarse que muchas de las tareas de los ingenieros asociadas a la movilidad, contramovilidad y la protección están ligadas al empleo y transporte de grandes cantidades de material. Muchas de las cuales podrían trasladarse con ayuda de UGV's como los siguientes.

4.4.1 UGV's Clase II en desarrollo y uso por otros ejércitos

RS2-H1

Este modelo es un UGV de clase II de diseño estadounidense de la firma Howe and Howe (ver ilustración 21), con un peso de 900 KG, presenta una propulsión híbrida-diésel. Está diseñado para operar en terrenos difíciles gracias a su tracción por cadenas. Sus buenos resultados han hecho que sea seleccionado como vehículo de apoyo para unidades de entidad pelotón por el Ejército de Estados Unidos de América. Se trata de un medio UGV semiautónomo que dispone de la capacidad de realizar la denominada función "follow me" que consiste en la capacidad de seguir a su operador de forma autónoma. Puede alcanzar una velocidad de 30 kilómetros por hora y dispone de una autonomía de hasta 72 horas. Este valor es destacable y hace que sea uno de los modelos de este tipo de vehículos con mayor autonomía.



*Ilustración 20: Parte del lote de una sección de zapadores.
(Elaboración propia)*



Ilustración 21: RS2-H1 Robot (ArtStation, 2021)

Dispone de gran capacidad de carga (ver ilustración 22), pudiendo portar hasta una tonelada de carga y arrastrar un remolque para aumentar su capacidad. Siendo esta una de las capacidades más valoradas por los encuestados hace que este tipo de vehículo sea idóneo para transportar todas las posibles cargas mencionadas anteriormente. Puede utilizarse para transportar tanto los lotes y equipo de las unidades de zapadores, como utilizarse para transportar minas y otros materiales como los empleados en labores de fortificación.



Ilustración 22: RS2 H1 cargado con equipo (Mcguire, 2017)

Dispone de la posibilidad de equipar diversos implementos como arados o rodillos, elementos propios de las unidades de zapadores que pueden permitir al vehículo realizar acciones de movilidad como la apertura de brechas utilizando estos medios, por lo que se trata de una herramienta muy versátil.

TheMIS

Se trata de un UGV de clase II diseñado por Milrem Robotics que ha sido probado por diversos ejércitos y satisfactoriamente por el Ejército Estonio en el conflicto de Mali, concretamente en la operación Barkhane (ver ilustración 23 y 24). Dispone de unas grandes capacidades ya que dispone de una arquitectura abierta y una gran modularidad que le permite adaptarse a varios tipos de misiones. Por otro lado, cabe destacar que este modelo ha sido fruto de pruebas por parte del Ejército de Tierra Español en el marco del proyecto de la Fuerza 2035.



Ilustración 23: TheMIS siendo teleoperado por el Ejército Estonio en Malí. (García, 2019)

Dispone de una propulsión híbrida diésel-eléctrica y se trata de un medio teleoperado, aunque se está desarrollando la capacidad de navegar mediante waypoints así como la de “follow me” consistente en seguir a su operador. Desarrolla una velocidad de 20 km/h con una autonomía de hasta 15 horas mediante la propulsión híbrida o de 1,5 horas con su batería eléctrica. Tiene unas dimensiones de 240 x 200 x 115 cm.



Ilustración 24 TheMIS desplegado en Malí por el Ejército de Estonia. (García, 2019)

Mission Master SP

Se trata de un UGV clase II fabricado por la germana Rheinmetall (ver ilustración 25), es destacable su capacidad anfibia, cualidad interesante para el arma de ingenieros, que en muchos casos dispone de unidades relacionadas con tareas anfibas.



Ilustración 25 Mission Master SP (Top War, 2019)

Con un peso de una tonelada, es capaz de cargar hasta 600 kilogramos de peso, dispone de una velocidad máxima de 30 kilómetros por hora y una autonomía de 8 horas en el modo básico del mismo, y hasta una semana en el modo silencioso. Dispone de una propulsión híbrida diésel-eléctrica.

En cuanto a lo que el software se refiere, cumple con diversos de los estándares OTAN que lo hacen compatible con distintos sistemas de mando y control de la alianza, así como de protección balística. Por otro lado puede ser transportado en helicópteros como el Chinook, lanzable en paracaídas o desde vehículos terrestres en movimiento hasta 60 km/h.

Quizás su mayor inconveniente, teniendo en cuenta la opinión de los encuestados, es su tracción mediante ruedas, que lo hace ser menos adecuado para una unidad mecanizada como es el caso. También su limitada autonomía en el modo de empleo normal.

4.4.2 Conclusión medios UGV clase II

Viendo las necesidades identificadas en el primer punto de este apartado y las posibilidades de los medios existentes, puede verse como el empleo de este tipo de UGV resulta ser útil principalmente para el transporte de las pesadas cargas que las unidades mecanizadas de zapadores suelen portar. Como se ha visto por ejemplo los lotes de material de la sección expuestos, así como armamento, municiones y explosivos como minas para el tendido de campos minados. Por otro lado, en tareas de fortificación para cargar materiales de obra y herramientas.

Hay que tener en cuenta que si se observan las valoraciones dadas por el personal encuestado este tipo de medios eran los más valorados con un 52% de los votos, por encima de los UGV de clases I y III.

Su implementación resulta interesante por varios motivos, entre ellos podemos destacar los siguientes:

Reducción del número de hombres necesarios para el transporte de materiales en la realización de tareas.

Facilitación del transporte de materiales, municiones, equipo, herramientas y material de obra.

Se aligera la carga física del combatiente, permitiendo obtener un mayor rendimiento de este.

Mejora las tareas logísticas y de abastecimiento de la pequeña unidad de zapadores al aportar un medio con gran capacidad de carga.



4.5 Propuesta de empleo de medios UGV de clase III

Por su naturaleza, estos sistemas son con diferencia los más complejos de los abordados, dado que se trata de medios robóticos en fases de desarrollo y con escasa experiencia en su uso en operaciones. Pese a lo que se pudiera pensar al analizar la realidad y el estado del arte de los mismos de forma somera, lo cierto es que en ningún caso estos medios son una entelequia, son el presente de los desarrollos y el futuro a medio plazo de las fuerzas armadas.

Las principales vertientes en las cuales pueden ser útiles estos vehículos están en el ámbito de combate convencional aunque no exclusivamente. Esto se debe a que son vehículos asimilables a cualquier vehículo análogo a los presentes en las compañías mecanizadas de zapadores, pero con una robotización parcial o total en sus funciones.

El caballo de batalla de las secciones de zapadores como ya se ha visto anteriormente es el VCZ TOA M113, este transporte para personal es el encargado de ser el transporte de los zapadores, con el cual abordan sus distintas misiones de movilidad, contramovilidad y protección. Atendiendo a los criterios de los objetivos que se exigen para las unidades mecanizadas de zapadores en el concepto de la Fuerza2035, citados en la introducción de este trabajo, podemos apreciar cómo se requiere la robotización total de los vehículos de zapadores.

Si bien la idea de robotización total de los vehículos tiene un carácter muy general y poco preciso, actualmente están en desarrollo proyectos que están consiguiendo la automatización de plataformas existentes como por ejemplo el TOA M113, y vehículos derivados. Del mismo modo, se están desarrollando nuevos vehículos con estas nuevas capacidades ya incorporadas.

4.5.1 Proyectos de robotización de medios ya existentes

Este tipo de medios toman como punto de partida el parque de vehículos existente en muchos ejércitos con el fin de desarrollar paquetes de robotización que permitan la automatización de diversas funciones, por ejemplo la teleoperación de los vehículos.

Uno de los medios que ha sido susceptible de esta robotización es el vehículo TOA M113, plataforma con la cual está dotada la compañía de zapadores mecanizada, tanto en su versión de vehículo de combate de zapadores, como en su versión de vehículo de carga.

Como se trató anteriormente, este vehículo se trata de un modelo ya veterano y en muchos casos superado por vehículos de combate de zapadores más modernos. Pero por otro lado, representa una plataforma ideal para este tipo de pruebas por su sencillez y probada versatilidad durante sus años de servicio.

Experimentos en Camp Red Devil

El primer ejemplo es el proyecto del Ejército Estadounidense relativo a la modernización y robotización de estos vehículos. Teniendo en cuenta que si bien ha sido retirado del servicio en las unidades de primera línea, sigue estando en servicio en unidades de ingenieros, como ambulancia, vehículo porta morteros, vehículo de mando y vehículo de transporte de material en tareas logísticas. Por todo ello, los estadounidenses llevan tiempo desarrollando una serie de proyectos y experimentos que en los últimos años han barajado la posibilidad de crear versiones robotizadas de vehículos como el M113 y otros más modernos, pero similares, como el Bradley. De ellos pueden destacarse por ejemplo la serie de experimentos realizados en 2020 en Camp Red Devil en Fort Carson, Colorado (ver ilustración 26).



Ilustración 26 Vehículos M 113 y Bradley durante los experimentos en Fort Carson (Mizokamy, 2021)

Como conclusión de estos experimentos el General de Brigada Ross Coffman del US Army declaró lo siguiente el día 6 de agosto de 2020 en una rueda de prensa:

“Estamos utilizando mucha tecnología, estamos experimentando y este experimento ha sido totalmente exitoso. (...) Alguna [tecnología] nos ha dejado sin aliento, tenemos un poco de trabajo que hacer. Pero es por eso que hacemos estas cosas, para que podamos hacerlo a pequeña escala, para que podamos aprender, ahorrar dinero, y luego tomar decisiones”. (Judson, 2020)

Fruto de estas pruebas se pueden sacar las siguientes conclusiones derivadas de los experimentos realizados:

La tecnología presenta fallos principalmente a la hora de lograr una distancia satisfactoria de operación entre el operador y el vehículo, en caso de ser este teleoperado.

Existen problemas en la teleoperación de los vehículos por la mala llegada de la señal en entornos difíciles como zonas boscosas densas o urbanizadas.

Por otro lado, se identificaron puntos muy positivos:

En palabras del General Coffman, se identificó que los emisores y receptores de las señales que comunicaban el vehículo con el operador mostraron una satisfactoria seguridad mediante un sistema de saltos de frecuencia, en caso de intentar ser atacado el espectro electromagnético por acciones de guerra electrónica:

“Fuimos tras ellas con [la guerra electrónica], vimos que se autocorregían, de modo que si están en una banda, pueden cambiar a otra, así que tenemos una buena idea de lo que hay en el reino de lo posible hoy en día”. (Judson, 2020)

El software del vehículo se mostró ampliamente satisfactorio ya que permitió su control a 1000 metros de distancia, mostrándose muy útil en reconocimiento de posiciones enemigas, o puntos calientes, aportando una serie de información en tiempo real muy valiosa para las operaciones. En palabras del General Coffman:

“Había algunos desafíos como conseguir la granularidad exacta a distancia, pero la capacidad de identificar puntos calientes y posiciones enemigas, me pareció absolutamente excepcional” (Judson, 2020).

Autonomous unmanned ground vehicle

En segundo lugar, se puede ver como otras naciones están desarrollando un proyecto similar como es el estudio llevado a cabo por la Defence Science and Technology Agency, un organismo perteneciente al gobierno de Singapur. Singapur, como una de las economías emergentes en la región asiática, está utilizando parte de su poder económico para favorecer proyectos de investigación e I+D en varios ámbitos, incluido el de defensa. Fruto de ello, se han llevado a cabo experimentos análogos al estadounidense para la robotización de vehículos M 113. En palabras de sus desarrolladores el proyecto se resume de la



siguiente manera:

“Este proyecto describe el diseño y los retos afrontados en el desarrollo de un demostrador de un AUGV (autonomous unmanned ground vehicle) y un IDT (indirect driving tesbted). El AUGV es una modificación del M 113(...) y dispone de capacidades como control remoto, navegación autónoma mediante waypoints, capacidad de evitar obstáculos, seguir carreteras y otros vehículos. El IDT permite también al conductor conducir el vehículo a través de un sistema de cámaras y sensores colocados ene l exterior del vehículo.” (DSTA, 2020).

Este estudio se trata de un diseño complejo del cual podemos identificar una estructura básica del software que controla el vehículo expuesta en la ilustración 27:

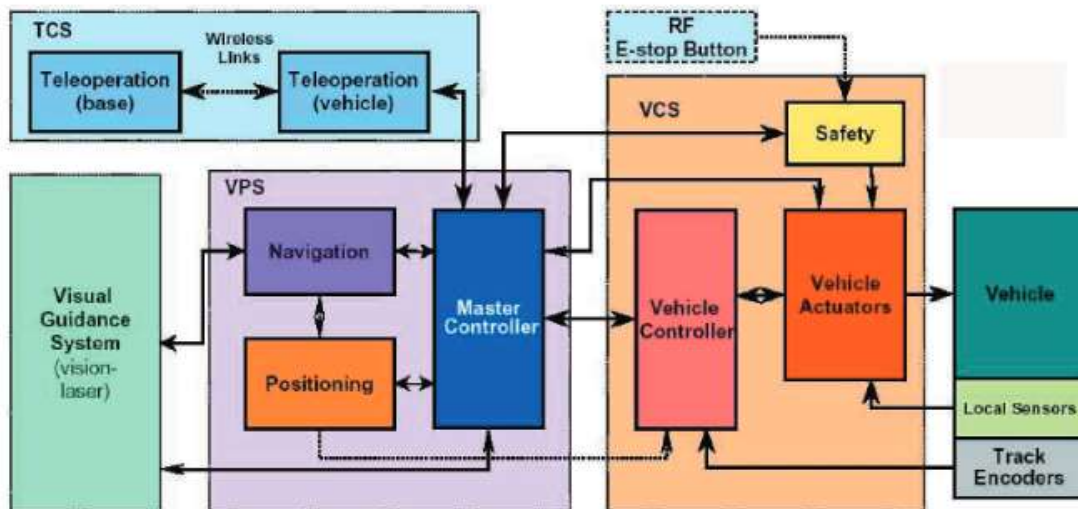


Ilustración 27 Arquitectura de sistema del AUGV (DSTA, 2020)

En ella se puede ver como se diferencian entre varios sistemas que componen tanto el hardware como el software necesarios para la operación del vehículo, como es el de teleoperación (TCS), el sistema de pilotaje (VPS), el de control del vehículo (VCS) y el sistema de guiado visual (VGS), así como los sensores necesarios. De todo ello puede extraerse que principalmente el proyecto ha abarcado crear 2 grandes modos de operación, uno teleoperado y otro autónomo.

Como principales limitaciones en el modo de conducción autónoma de este estudio podemos destacar las siguientes:

Todavía no se ha mostrado eficaz a velocidades superiores a 15 km/h. Debido a las capacidades limitantes de los medios y del tiempo de reacción del software ante el entorno.

Hasta ahora la tecnología de conducción autónoma por inteligencia artificial está limitada a seguir carreteras y vehículos, así como evitar obstáculos.

Por otro lado, en su versión teleoperada (ver ilustración 28) se han obtenido mayores avances dado que requiere una menor importancia de la inteligencia artificial, siendo los operadores los principales elementos de decisión en el sistema.



Ilustración 28 Disposición de los sensores en el vehículo para su teleoperación. (DSTA, 2020)

Las principales conclusiones obtenidas de este estudio de la teleoperación han sido las siguientes:

La visión de los operadores era limitada, sería interesante combinarla con un sistema de realidad aumentada que diera imágenes en 3D a los operadores (por ejemplo gafas de realidad aumentada), dado que existía cierta carencia de conciencia situacional.

Remote Drive

En último lugar, puede destacarse otro proyecto desarrollado en España conocido como Remote-Drive, proyecto desarrollado por el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) y el Instituto de Investigación del Automóvil (INSIA), de la Universidad Politécnica de Madrid.

Se trata de un proyecto que ha buscado crear una serie de kits montables y desmontables, que permitan la teleoperación y conducción autónoma de diversos vehículos de las Fuerzas Armadas Españolas. Actualmente se encuentra muy avanzado en el vehículo URO VAMTAC.

El catedrático de la universidad politécnica de Madrid Felipe Jiménez Alonso, es uno de los miembros de este proyecto, el cuál facilitó parte de la información a continuación expuesta y dio los siguientes detalles sobre el proyecto en una correspondencia mantenida con el mismo:

“Desarrollos similares los estamos haciendo para otros vehículos, pero son temas que están en curso por lo que todavía no se pueden difundir. Igualmente, desde el desarrollo del VAMTAC, se han hecho algunas modificaciones, pero más a nivel de arquitectura software más que del esquema general del sistema. Como imaginarás, no podemos difundir mucha información al respecto y, por ello, te remito a ese artículo con el que te puedes hacer una idea más precisa del sistema.”

Lo interesante de este proyecto es la extrapolación que se está haciendo del VAMTAC a otros vehículos del Ejército de Tierra, siendo de gran interés la adaptación que se está haciendo al vehículo de combate de infantería “Pizarro”, ya que este vehículo ha sido el sucesor del M113 en las unidades de infantería, y su adaptación a vehículo de combate de zapadores designada como “Castor” (ver ilustración 29) es susceptible de beneficiarse de esta tecnología. Ya que a lo largo del verano de 2021 se ha estado trabajando en la adaptación de este Kit al vehículo “Castor” y actualmente continúa su desarrollo. (Carrasco, 2021)



Ilustración 29 VCZ Castor (CórdobaHoy, 2019)

De este proyecto podemos destacar las siguientes ventajas expuestas por sus desarrolladores (ver ilustración 30):

Ventajas competitivas de la solución

- Kit de automatización modular y de fácil instalación.
- No se requieren modificaciones permanentes.
- Kit no intrusivo para la tarea de conducción.
- Puede ser empleado en vehículos convencionales para su transformación de en vehículos autónomos para una misión concreta.
- Puesto de operador versátil y sencillo de montar.
- Capacidad de operación remota o totalmente autónoma.

Ilustración 30 Ventajas del sistema Remote-Drive (UPM, 2021)

El esquema de diseño del sistema goza de una relativa sencillez, como puede apreciarse en la ilustración 31, en la cual se aprecian los distintos sistemas del Kit, ya se instalen en el vehículo o en la estación de control remota del mismo. En ella pueden apreciarse los distintos subsistemas que componen la parte vehicular del kit.

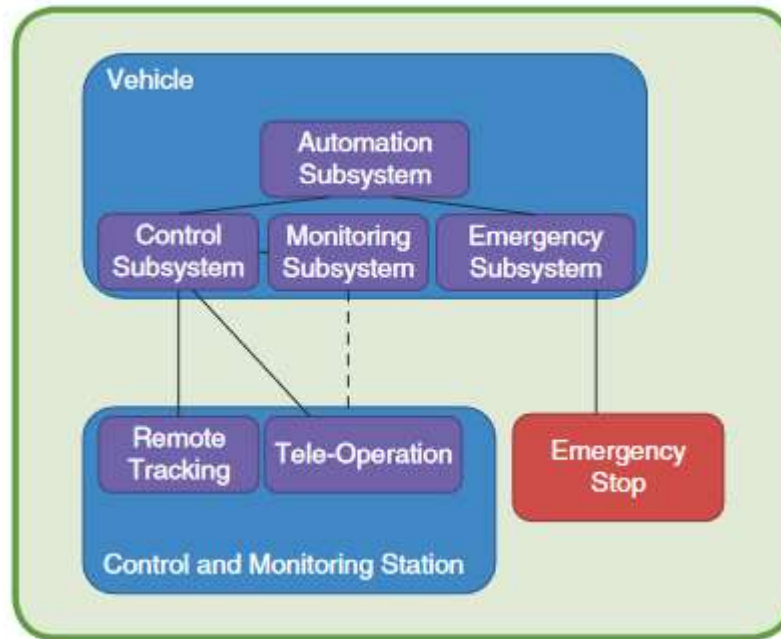


Ilustración 31 Esquema del Software Remote-Drive (Felipe Jimenez y José Naranjo, 2020)

Este sistema tiene un carácter positivo ya que se trata de un desarrollo nacional, basado en los vehículos del Ejército de Tierra y con unos resultados prometedores en el VAMTAC. Con los resultados obtenidos se han medido distintos indicadores dando tiempos de respuesta del sistema e índices de error relativamente bajos a unas velocidades de hasta 50 km/hora.

4.5.2 Proyectos de robotización de medios nuevos

Por otro lado, de forma distinta a la anterior, se han desarrollado nuevos vehículos que parten de una naturaleza robótica original, es decir, no se trata de medios convencionales que han sido reconvertidos o modificados, sino que son medios de creación robótica.

Modelos URAN

En primer lugar, se puede destacar los estudios y desarrollos realizados por Rusia, de la cual destacan los modelos de la clase "Uran" (ver ilustración 32). Se trata de vehículos diseñados para asumir roles análogos a los de carros de combate convencionales, contando también con modelos adaptados para actuar como en las tareas que actualmente desempeñan los carros de combate de zapadores.



Ilustración 32 Uran 6 realizando labores de contraminación en Siria. (Shámporova, 2018)

El Uran 6 tiene un peso de 6 toneladas, una autonomía de 5 horas y una velocidad máxima de 6 5 km/hora. Como puede verse se trata de un medio muy específico, orientado principalmente a tareas de



desminado.

Pese a ello, la familia Uran contiene diversas versiones y módulos que hacen su tecnología adaptable a distintas tareas. Tal es el caso del Uran 14 (ver ilustración 33), diseño también pensado para el desminado, pero con la capacidad de realizar movimientos del terreno con su pala empujadora, contando también con un brazo articulado.



Ilustración 33 Uran 14 (Army Guide, 2015)

Type X

Por otro lado, puede destacarse el diseño de la estonia Milrem Robotics denominado Type X Robotic Combat Vehicle (ver ilustración 34). Se trata de una plataforma robótica instalada sobre una barcaza de las dimensiones de un carro de combate, con la intención de ser un complemento de las unidades mecanizadas. Con un peso de 12 toneladas, tiene unas capacidades análogas a un carro de combate, y su diseño hace que sea fácilmente modulable y adaptable a diversas tareas, como las de ingenieros.



Ilustración 34 Type X con rodillos detonadores de minas. (MilitaryLeak, 2021)

Actualmente se encuentran en desarrollo distintas versiones de este vehículo, por lo que la empresa todavía no ha revelado ni mostrado los detalles de la versión de carro de combate de zapadores del mismo. Pero actualmente se encuentra en desarrollo. En la siguiente imagen puede apreciarse la versión "Recovery" (ver ilustración 35) que contaría con una pala empujadora, y cuyo diseño marca una idea de por dónde podría enfocarse la sustitución de medios como el Carro de Combate de Zapadores "Alacrán" del Ejército de Tierra.

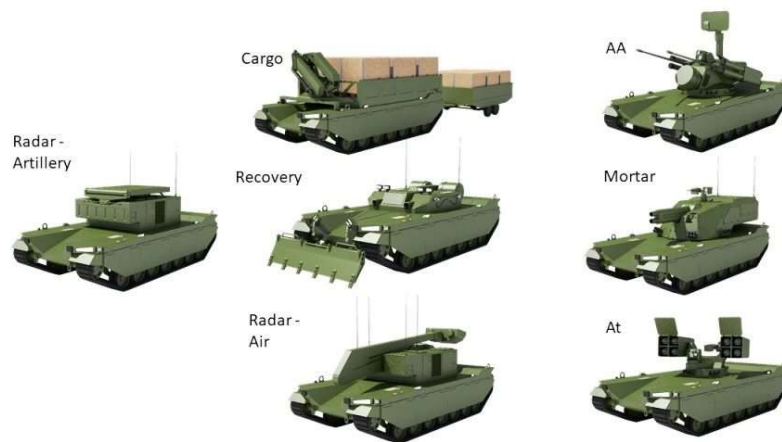


Ilustración 35 Concepto de distintas versiones del Type X (Valpolini, 2020)

4.5.3 Conclusión de los UGV clase III

La principal utilidad táctica de estas tecnologías para zapadores consiste en su empleo en situaciones en las cuales la exposición del personal es elevada. Por lo que la reducción ya sea total, o parcial de la tripulación siempre será beneficiosa.

El principal cometido de apoyo a la movilidad que podemos destacar interesante de robotizar en las unidades de zapadores es la apertura de brecha en un obstáculo. En esta situación es una operación contraria a la contramovilidad, es decir, es este caso la labor de los zapadores será abrir un paso seguro para las fuerzas propias en un obstáculo.

Hay que tener en cuenta que este tipo de operaciones resulta de una gran peligrosidad y un elevado coste en bajas, tanto en personal como en material, ya que implican la confrontación directa contra los sistemas defensivos enemigos.

La variedad y complejidad de los obstáculos que el enemigo puede colocar es únicamente acotable por los límites de la imaginación humana. Siempre que disponga de medios y tiempo, el enemigo podrá hacer uso de campos de minas, fosos o zanjas contracarro, alambradas, obstáculos de obra de hormigón, erizos, etc. Lo cual hace necesario que las unidades de zapadores hagan uso de los medios de que disponen en sus distintas secciones.

Para visualizarlo por ejemplo se puede suponer que se quiere atacar unas posiciones defensivas enemigas, para cuya defensa el enemigo ha colocado campos de minas.

La doctrina actual contempla que deben ser los vehículos de combate de zapadores y sus tripulaciones los que deben acercarse a la distancia suficiente para proceder al lanzamiento de una manguera explosiva pesada (ver ilustración 37), remolcada por el vehículo (ver ilustración 38), que abra una roza en el terreno (ver ilustración 38), que además luego deberá de confirmar pasando por la misma con medios como rodillos o arados para facilitar la remoción o detonación de las minas no detectadas.

A todo ello hay que sumar que durante la realización de esta operación el enemigo concentrara todos sus medios y fuegos para evitar que esta apertura se materialice, convirtiendo esta operación en una potencial acción de muy elevado coste en medios y personal. Por ello un VCZ capaz de ser teleoperado, como los vistos anteriormente, sería de gran utilidad ya que reduciría la exposición de las tripulaciones.



Ilustración 37: Manguera pesada (Forcoches, 2017)



Ilustración 36 Lanzamiento de una manguera (Forcoches, 2017)



Ilustración 38 Detonación de la manguera (Defensa.com, 2018)

Por otro lado, modelos con capacidades como el Uran 6, o el Type X son también ideales para la apertura de brechas en obstáculos como campos minados, constituyendo una alternativa a valorar, distinta al empleo de mangueras pesadas. Además, la versión “Recovery” del Type X sería un ejemplo de medio con las prestaciones necesarias para sustituir los Carros de Combate de Zapadores “Alacrán” para enfrentarse a obstáculos que requieran remoción del terreno como zanjas contracarro.

Por todo lo anterior, la posibilidad de utilización de UGV's de clase III para estas acciones de apertura puede suponer una gran ventaja al no exponer a las unidades de zapadores a realizarlas de forma directa, o reduciendo su participación lo máximo posible.

Otra operación de gran interés es el tendido de puentes de apoyo a vanguardia, que actualmente el Ejército de Tierra realiza con los medios sobre M60 VLP, expuestos al inicio de este trabajo, de la sección de apoyo de la compañía. Que normalmente se utilizan para el paso de obstáculos como cortaduras en el terreno, fosos contra carro, pequeños ríos, etc. y que al igual que se ha mencionado anteriormente se espera realizar en condiciones de extrema respuesta enemiga mediante el fuego. Para el caso del VLP



puede ser interesante el caso del vehículo Castor, que va a entrar en servicio próximamente, contando con una versión lanzapuentes (ver ilustración 39), y como se ha tratado anteriormente además se está trabajando en su teleoperación mediante el proyecto Remote-Drive.



Ilustración 39 VLP Castor (CirculoTrubia, 2019)

Por otro lado, otra de las funciones donde puede ser favorable es en el empleo de las capacidades de navegación autónoma de los proyectos derivados del M113 principalmente para su implementación en tareas logísticas, en la cual el TOA M548 es el protagonista.

Como se ha tratado anteriormente, las enormes cantidades de material que manejan los zapadores hacen que tengan que transportarse de forma centralizada y sean distribuidas a los mismos en el campo de batalla mediante de la creación de Puntos de Distribución de Material de Ingenieros. Estos son como una suerte de almacén al que deben acudir in situ los vehículos a por el material que los escalones logísticos les proporcionan para sus operaciones. Haciendo necesario que acudan los vehículos con sus tripulaciones a por los materiales. Por ejemplo, una sección de zapadores encargada de tender un número considerable de campos de minas o alambradas deberá acudir en varias ocasiones a los puntos de distribución de material, y normalmente contarán con el TOA de carga M548 expuesto al principio de este trabajo, como medio de portar estos materiales.

En este caso, la implementación de sistemas de navegación GPS por waypoints como los valorados al principio de este punto, supondría que podrían ahorrarse los tiempos de espera derivados de tener que empeñar a las tripulaciones en los transportes logísticos de un punto a otro, por no hablar de que se ahorraría la tripulación de los vehículos de carga. Además, el sistema no sufre ni requiere el mantenimiento ni descanso de los conductores. Todo ello porque el sistema puede funcionar de forma indefinida haciendo viajes entre las unidades de zapadores que colocan los obstáculos, y los puntos de distribución del material de ingenieros.

Todas las tecnologías anteriormente expuestas pueden aportar una gran variedad de posibilidades para las unidades de zapadores en primer lugar aquellas que provienen de vehículos y medios ya existentes aportan los siguientes beneficios:

Se trata de plataformas ya probadas y conocidas por el ET.

Se dispone de los escalones de mantenimiento y logística para las mismas. (M113 o Pizarro/Castor).

Requieren pequeñas modificaciones de modelos ya en servicio como es el M113 o de aquellos que van a entrar en servicio como el Castor.

En cuanto a los nuevos medios robóticos puede destacarse lo siguiente:



Presentan una naturaleza puramente robótica, lo cual hace que sean productos mucho más limitantes en su operación, ya que no tienen capacidad de operarse mediante sistemas de guiado convencionales no robóticos.

Su naturaleza puramente robótica los hace más compactos y generalmente menos pesados, por lo que son menos voluminosos y detectables.

Se trata de medio muy nuevo y experimental, lo cual puede hacer que presenten fallos en su implementación.

No se dispone de los escalones de mantenimiento adecuados a los mismos, por lo que resultaría un mayor coste su mantenimiento.

5. CONCLUSIONES

Se ha podido ver como los procesos de robotización están presentes en la industria de defensa de forma generalizada. Además, se ha mostrado como el empleo de los medios UGV es cada día más común por parte de las fuerzas armadas de otras naciones. La apuesta en materia de defensa por la robótica es un hecho, por ello las posibilidades que estos medios ofrecen a los zapadores deben ser tenidos en cuenta.

Por otro lado, ha quedado patente la escasa robotización existente en las compañías mecanizadas de zapadores. Por ello, se han identificado aquellas tareas susceptibles de robotización, ya fueran de movilidad, contramovilidad o protección. De las anteriores afirmaciones se ha podido ver que existe un conflicto entre la armonización de la robotización y la doctrina militar. Esto se debe a que son dos elementos que no han tenido relación hasta los últimos tiempos.

De todo lo anterior se han deducido las posibilidades de los UGV de cada clase, teniendo en cuenta las peculiaridades de cada una de ellas. Como ha podido observarse, las posibilidades de empleo de las distintas clases de UGV tratadas han traído a colación distintas consecuencias.

UGV Clase I: adecuados para reconocimientos específicos de ingenieros principalmente.

UGV Clase II: adecuados para tareas de carga de quipos principalmente relacionados con la protección y contramovilidad.

UGV Clase III: adecuados para tareas de movilidad y también cualquiera relacionada con al teleoperación de vehículos convencionales.

En tercer lugar han quedado claras las líneas de investigación y tendencias existentes en el estado del arte de los medios UGV.

Queda patente la importancia del sector de los UGV en la política de materiales de muchas naciones, habiéndose visto como se trata de una apuesta generalizada de muchos estados en materia de defensa para los conflictos futuros.

Debe destacarse también, que las limitaciones de estos medios también han sido expuestas y han arrojado a la luz también ciertas carencias en los mismos en su actual estado de desarrollo. Pese a que se ha hablado de UGV's en general, ha quedado patente que los estados de desarrollo en los que se encuentran los distintos UGV's son diferentes. Por ello, las posibilidades de robotización deben de entenderse en el contexto que estas tecnologías ofrecen, siendo más o menos materializables en función de las prestaciones de los medios, ya que muchos de ellos tienen un carácter experimental.

5.1 TRABAJO FUTURO

Al tratarse de una tecnología todavía en sus primeros estadios de vida, el trabajo futuro a destacar es importante. El trabajo ha abordado la robotización desde un punto de vista de la doctrina militar y el estudio del estado del arte. Esto deja como algo necesario el estudio y realización de pruebas de estos medios en las unidades de zapadores, ya que para su correcta adecuación e integración en las mismas puede que



fuera necesaria una adaptación a las necesidades militares españolas. Esto no es algo nuevo, ya que por otra parte se ha hecho con todos los medios adquiridos por el Ejército de Tierra, que no son otra cosa que una versión de los mismos acorde a las necesidades específicas de España.

Por otro lado, la monitorización del estado del arte, del sector y de los avances que se vayan desarrollando se plantea como una de las principales necesidades. Esto se debe a que la observación de los logros de naciones con más experiencia y éxito en el desarrollo de estos medios debe marcar el camino a seguir por la política de desarrollo y adquisiciones del Ejército de Tierra.



6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Army Guide, 2015. *Army Guide*. [En línea]

Available at: <http://www.army-guide.com/eng/product5337.html>

[Último acceso: 22 Diciembre 2021].

Army recognition., 2021. *Army recognition.*. [En línea]

Available at:

<https://www.armyrecognition.com/defense-news-october-2021-global-security-army-industry/russian-marker-ugv-robot-to-operate-in-friend-or-foe-identification-mode.html>

[Último acceso: 17 Noviembre 2021].

Army Technology, 2021. *Army Technology*. [En línea]

Available at: <https://www.army-technology.com/news/british-army-plans-greater-use-ras-future/>

[Último acceso: 2021 Noviembre 17].

ArtStation, 2021. *ArtStation*. [En línea]

Available at: <https://www.artstation.com/artwork/gJLANE>

[Último acceso: 27 Noviembre 2021].

Carrasco, B., 2021. *Infodefensa*. [En línea]

Available at: <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/2964240/santa-barbara-sistemas-trabaja-kit-conduccion-remota-pizarro>

[Último acceso: 19 Diciembre 2021].

CBRNE Central Staff, 2019. *CBRNE Central*. [En línea]

Available at: <https://cbrnecentral.com/marines-field-ultra-light-robot-for-eod-and-reconnaissance/19799/>

[Último acceso: 14 Octubre 2021].

CirculoTrubia, 2019. *CirculoTrubia*. [En línea]

Available at: <http://circulotrubia.blogspot.com/2019/07/>

[Último acceso: 19 Diciembre 2021].

CórdobaHoy, 2019. *CórdobaHoy*. [En línea]

Available at: <https://www.cordobahoy.es/articulo/la-ciudad/batallon-zapadores-bri-x-participa-pruebas-vcz-castor-cordoba/20191128183642070271.html>

[Último acceso: 19 Diciembre 2021].

Cte. López de Lis, 2016. «EL EMPLEO DE UGV,s. EN OPERACIONES, Madrid: Ministerio de Defensa.

Defensa.com, 2018. *Defensa.com*. [En línea]

Available at: <https://www.defensa.com/espana/ejercito-tierra-adquiere-sistema-manguera-explosiva-contra-minas>

[Último acceso: 19 Diciembre 2021].

DSTA, 2020. *DSTA*. [En línea]

Available at: <https://www.dsta.gov.sg/docs/default-source/dsta-about/dh01200504-autonomous->



[unmanned-ground-vehicle-and-indirect-driving.pdf?sfvrsn=2](#)

[Último acceso: 19 Diciembre 2021].

ECA Group, 2021. *ECA Group*. [En línea]

Available at: <https://www.ecagroup.com/en/solutions/cobra-mk2-i-ugv-unmanned-ground-vehicle>

[Último acceso: 19 Octubre 2021].

EDR Online, 2020. *EDR Online*. [En línea]

Available at: <https://www.edr magazine.eu/flir-secures-32m-in-full-rate-production-orders-for-centaur-unmanned-ground-vehicles-from-us-armed-services>

[Último acceso: 27 Noviembre 2021].

Ejército de Tierra, 2012. *Página web del Ejército de Tierra*. [En línea]

Available at:

https://ejercito.defensa.gob.es/unidades/Gerona/rczm_arapiles62/Organizacion/materiales/index.html_1910061519.html

[Último acceso: 14 Octubre 2021].

Ejército de Tierra, 2020. *Página web del Ejército de Tierra*. [En línea]

Available at: https://ejercito.defensa.gob.es/reportajes/2020/93_toa_necesito.html

[Último acceso: 14 octubre 2021].

EPE Trusted to Protect, s.f. *epeequip.com*. [En línea]

Available at: <https://www.epeequip.com/catalogue/unmanned-systems/unmanned-ground-vehicles/dragon-runner-10-dr-10/>

[Último acceso: 21 Octubre 2021].

EPE, 2021. *EPE*. [En línea]

Available at: <https://www.epeequip.com/catalogue/unmanned-systems/unmanned-ground-vehicles/dragon-runner-10-dr-10/>

[Último acceso: 27 Noviembre 2021].

Estado Mayor del Ejército de Tierra, 1994. *M14-M401 Sección de Zapadores Mecanizada*. Madrid: Ministerio de Defensa.

Estado Mayor del Ejército de Tierra, 2019. *CONCEPTO DE TRANSFORMACIÓN APOYOS CUERPO DE EJÉRCITO Y DIVISIÓN 35 (Ingenieros)*, Madrid: Ministerio de Defensa.

Felipe Jimenez y José Naranjo, 2020. Automation Kit for Dual-Mode Military Unmanned Ground Vehicle for Surveillance Missions. *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, 12(4), pp. 125-137.

Forocoches, 2017. *Forocoches*. [En línea]

Available at: <https://www.forocoches.com/foro/showthread.php?t=5714700>

[Último acceso: 19 Diciembre 2021].

García, J. M. N., 2019. *Defensa.com*. [En línea]

Available at: <https://www.defensa.com/otan-y-europa/ejercito-estonio-despliega-mali-ugv-themis>

[Último acceso: 5 Diciembre 2021].



Judson, J., 2020. *Galaxia Militar*. [En línea]

Available at: <http://galaxiamilitar.es/vehiculos-roboticos-de-combate-pesados-puestos-a-prueba-en-las-montanas-de-colorado/>

[Último acceso: 19 Diciembre 2021].

Malyasov, D., 2017. *Defence Blog*. [En línea]

Available at: <https://defence-blog.com/russian-troops-now-using-small-scale-robots-in-syria/>

[Último acceso: 22 Diciembre 2021].

Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2019. *Planeamiento de las Obstrucciones PD4-024*. Granada: Ministerio de Defensa.

Mcguire, P., 2017. *Pressherald*. [En línea]

Available at: <https://www.pressherald.com/2017/12/20/maine-robotics-company-aims-for-army-contract/>

[Último acceso: 27 Noviembre 2021].

MilitaryLeak, 2021. *MilitaryLeak*. [En línea]

Available at: <https://militaryleak.com/2021/09/15/pearson-engineering-and-milrem-robotics-collaboration-explores-mobility-for-type-x-robotic-combat-vehicle-rcv/>

[Último acceso: 22 Diciembre 2021].

Ministerio de Defensa de Francia, 2012. *Página web del Ministerio de Defensa francés*. [En línea]

Available at: <https://www.defense.gouv.fr/espanol/portal-de-la-defensa/mediateca/photos/ceremonies-evenements/salon-international-eurosatory-2012>

[Último acceso: 22 Noviembre 2021].

Mizokamy, K., 2021. *Men's Health*. [En línea]

Available at: <https://www.menshealth.com/es/tecnologia/a37219152/vehiculos-combate-robot-ejercito/>

[Último acceso: 19 Diciembre 2021].

Model Armor, 2013. *Model Armor*. [En línea]

Available at: <https://modelarmor.blogspot.com/2017/06/alacran-el-m60-de-zapadores.html>

[Último acceso: 14 Octubre 2021].

Nexter Robotics, 2020. *Solid Robotics*. [En línea]

Available at: <https://solidrobotics.com/es/robots-3/nerva-lq/>

[Último acceso: 2021 Octubre 20].

N, L., 2019. *OVD*. [En línea]

Available at: <https://www.overtdefense.com/2019/07/26/russian-combat-engineers-receive-kapitan-ugv/>

[Último acceso: 23 Diciembre 2021].

Quinetic, 2021. *Quinetic*. [En línea]

Available at: <https://www.qinetic.com/en-us/capabilities/robotics-and-autonomy/dragon-runner-small-and-compact-robot>

[Último acceso: 21 Octubre 2021].

Sanz, J. M., 2019. *Defensa.com*. [En línea]



Available at: <https://www.defensa.com/espana/legion-espanola-prueba-robot-israeli-iai-rex>
[Último acceso: 14 Octubre 2021].

savunmahaber.com, 2019. *savunmahaber.com*. [En línea]

Available at: <https://www.savunmahaber.com/en/teknopark-istanbul-stands-by-its-member-companies-at-idef/>
[Último acceso: 17 Noviembre 2021].

Shámporova, Y., 2018. *Russia Beyond*. [En línea]

Available at: <https://es.rbth.com/tecnologias/80568-desfile-victoria-contar%C3%A1-robots-combate>
[Último acceso: 22 Diciembre 2021].

South, T., 2019. *Army Times*. [En línea]

Available at: <https://www.armytimes.com/news/your-army/2019/07/12/army-researchers-building-smart-landmines-for-future-combat/>
[Último acceso: 8 Noviembre 2021].

Teledyne FLIR, 2021. *flir.es*. [En línea]

Available at: <https://www.flir.es/products/centaur/#main>
[Último acceso: 20 Octubre 2021].

Top War, 2019. *Top War*. [En línea]

Available at: <https://es.topwar.ru/159507-robototekhnicheskij-kompleks-rheinmetall-mission-master-transport-razvedchik-i-boec-na-odnoj-platfome.html>
[Último acceso: 22 Diciembre 2021].

United States Army Acquisition Support Center, 2021. *United States Army Acquisition Support Center*. [En línea]

Available at: <https://asc.army.mil/web/portfolio-item/small-multipurpose-equipment-transport-s-met/>
[Último acceso: 17 Noviembre 2021].

UPM, 2021. *UPM*. [En línea]

Available at: [file:///C:/Users/jpedr/AppData/Local/Temp/\[REMOTE-DRIVE\]Ficha_comercial_UPM_ES\(Innovatech\)\(1\).pdf](file:///C:/Users/jpedr/AppData/Local/Temp/[REMOTE-DRIVE]Ficha_comercial_UPM_ES(Innovatech)(1).pdf)
[Último acceso: 19 Diciembre 2021].



Valpolini, P., 2020. *edrmagazine*. [En línea]

Available at: <https://www.edrmagazine.eu/type-x-an-unmanned-direct-fire-support-solution-and-more-by-milrem-robotics>
[Último acceso: 22 Diciembre 2021].



ANEXOS

Anexo I. Encuesta

		<u>BZ XI</u>
		Compañía de Zapadores Mecanizada y su Robotización

Nombre completo:

Empleo:

Destino:

Soy el Alférez Juan Pedro Martín Herrera, de 5º curso de la Academia General Militar. Estoy realizando el Trabajo de fin de Grado sobre el análisis de las posibilidades que ofrecerían la implementación del uso de nuevas tecnologías derivadas de la robótica y la inteligencia artificial tales como vehículos terrestres no tripulados o UGV en una unidad tipo compañía mecanizada de zapadores. Para obtener información sobre las posibles necesidades de una compañía de este tipo les presento el siguiente cuestionario a fin de obtener una visión de los miembros de la misma respecto del tema. Si lo considera necesario, puede añadir cualquier aclaración adicional en las preguntas.

1) Como valoraría el uso de vehículos no tripulados (UGV por sus siglas en inglés) en una unidad de zapadores mecanizada. (Rodee una)

- a) Positivo
- b) Negativo
- c) Indiferente

2) De las siguientes tareas propias y cotidianas de una unidad de zapadores indique en cada una de ellas si cree **positivo, negativo o indiferente** que se realizaran con la participación de robots.

Apoyo a la movilidad (ej.: Operaciones de apertura de brecha, paso de obstáculos, etc.)

.....

Apoyo a la contramovilidad (ej.: Tendido de Campos de minas)

.....

Protección (ej.: Transportes de material, equipo, herramientas, etc)

.....

Reconocimiento de obstáculos y de diversos escenarios como en combate urbano, en búsqueda de trampas, etc.

.....

Conducción de vehículos/carros de combate de zapadores (ej.: VCZ con conducción autónoma/navegación mediante waypoints o capacidad de ser teleoperado).

.....

3) En función de su tamaño y capacidades existe una clasificación de los vehículos terrestres no tripulados

(o UGV por sus siglas en inglés) en clase 1, 2 o 3, cuál cree más adecuado para una sección de zapadores mecanizada:

- a) Clase I: robots de pequeño tamaño transportables por un combatiente, destinados principalmente a reconocimiento
- b) Clase II: de tamaño medio y peso menor a una tonelada, con una destacable capacidad de carga, autonomía y movilidad. Transportables en vehículos.
- c) Clase III: de gran tamaño y peso mayor una tonelada, asimilables en muchos casos como vehículos convencionales autónomos destinados a tareas logísticas y de transporte, capaces de llevar grandes cargas, o por otro lado vehículos capaces de portar armamento pesado como carros de combate o vehículos de combate de infantería, zapadores, etc.

4) Ordene de mayor a menor prioridad (otorgando la mayor prioridad con un 7 y la menor con un 1) los siguientes aspectos que considera más importantes para un UGV:

Autonomía

Velocidad máxima

Capacidad de carga

Capacidad de portar armamento

Peso

Modularidad (capacidad de ser modificable en función de las necesidades mediante el uso de distintos módulos)

Tipo de sensores que disponga (ej.: cámaras de visión nocturna, infrarroja, etc.)

5) ¿Qué tracción cree que puede ser más oportuna para un UGV?

- a) Cadenas
- b) Ruedas

6) ¿Qué tipo de operación cree más conveniente? (Seleccione una)

- a) Autónomo
- b) Semiautónomo (algunas funciones automatizadas y otras teleoperadas),
- c) Teleoperado

7) ¿Qué propulsión le parece más oportuna?

- a) Combustibles derivados del petróleo (diésel, gasolina, etc.)
- b) Eléctrico
- c) Híbrido

Gracias por su colaboración, C.A.C. Juan Pedro Martín Herrera

Anexo II. Resultados de la Encuesta

Personal Participante en la encuesta.

Capitán	3
Teniente	5
Brigada	1
Sargento	8
Cabo	2
Soldado	4
Total	23

Pregunta 1

Positivo	21	92%
Negativo	2	8%
Indiferente	0	0%

Pregunta 2

Apoyo a la movilidad (ej.: Operaciones de apertura de brecha, paso de obstáculos, etc.)

Positivo	20	86%
Negativo	2	8%
Indiferente	1	4%

Apoyo a la contramovilidad (ej.: Tendido de Campos de minas)

Positivo	17	74%
Negativo	4	18%
Indiferente	2	8%

Protección (ej.: Transportes de material, equipo, herramientas, etc)

Positivo	19	82%
Negativo	0	0%
Indiferente	4	18%

Reconocimiento de obstáculos y de diversos escenarios como en combate urbano, en búsqueda de trampas, etc.

Positivo	21	92%
Negativo	1	4%

Indiferente	1	4%
-------------	---	----

Conducción de vehículos/carros de combate de zapadores (ej.: VCZ con conducción autónoma/navegación mediante waypoints o capacidad de ser teleoperado).

Positivo	14	61%
Negativo	6	26%
Indiferente	3	13%

Pregunta 3

Clase I	6	26%
Clase II	12	52%
Clase III	5	22%

Pregunta 4

Aspectos a valorar	Suma de Puntuaciones obtenidas
Autonomía	125
Velocidad máxima	71
Capacidad de carga	115
Capacidad de portar armamento	98
Peso	61
Modularidad	101
Tipo de sensores que disponga	98

Pregunta 5

Cadenas	18	78%
Ruedas	5	22%

Pregunta 6

Autónomo	3	13%
Semiautónomo (algunas funciones automatizadas y otras teleoperadas)	16	70%
Teleoperado	4	17%

Pregunta 7

Combustibles derivados del petróleo (diésel, gasolina, etc.)	5	22%
--	---	-----

Eléctrico	6	26%
Híbrido	12	52%

Anexo III. Fichas Técnicas UGV classe I

MiniRoGen

MINIROGEN

MINI ROBOT DU GENIE

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

1 BASE MOBILE

Batterie :	15 V li-ion
Endurance :	2h 30 max
Vitesse max :	5 km/h
Dimensions (mm) :	364 (L) x 392 (W) x 170 (H)
Franchissement :	15 cm
Capacité d'emport :	5 kg

2 STATION DE CONTROLE COMMANDE

Ecran tactile :	7" ou 10"
Mini Joystick	
Faible poids :	< 1.7Kg

3 MODULES MISSION ISR

360° camera, dispositif de marquage
Video caméra AV & AR, système d'éclairage
Système de vision arrière
Vision nocturne
Microphone & casque

4 MODULES MISSION EOD

Support disrupteur : ABL 3000 (L)
ABL 2000 (L)
RE70 M3+
Propam 12.5








SIRAD/Arm 2011 COMTECH CCH/P/PELLETIER

Nerva LG

NERVA® LG | MODULARITE POUR LES BESOINS MULTI-MISSIONS

Que vous ayez besoin d'observation, de détection, de localisation ou de cartographie, le système NERVA® LG peut vous aider à remplir votre mission avec la plus grande flexibilité. Echangez les modules en 5 secondes : Le NERVA® LG détectera et communiquera automatiquement avec le nouveau module.

 Camera thermique	 Capteur radiologique	 Caméra ptz	 Support droneur
 Capteur chimique	 Dépôt d'objet	 Cartographie 2D	 Générateur de fumée
 Inspection véhicule	 Détection de tirs	 Support générique	 Armes à faible charge
 Intercom audio	 Eclairage 360°	 µ-caméra	 Autres roues
 Batterie externe	 Kit chenilles	 Batteries/chargeurs	 Fibre optique
 Antennes spéciales	 Nous intégrons votre propre équipement	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; min-height: 50px;"> Votre Représentant </div>	

www.nexter-group.fr

Toutes les données et informations présentées dans ce document sont la propriété de Nexter-Group. Ce document n'est diffusé qu'à des fins d'informations. Nexter Systems se réserve le droit de modifier les caractéristiques techniques sans préavis. Nexter Systems - 13 route de la Minière - 78034 Versailles Cedex.

nexter KIN
A COMPANY OF DS

Copyright © Helioball-La Factory - 05/05/2018 - Programme © Nexter

NERVA[®] LG

MINI ROBOT MULTI-USAGES POUR MISSIONS DE RECONNAISSANCE ET AUTRES OPERATIONS.



NERVA[®] LG

CONTENU STANDARD

- 1x Robot NERVA[®] LG
- 1x Station de contrôle portable
- 2x Batterie robot
- 1x Chargeur robot
- 1x Batterie station contrôle
- 1x Kit d'antennes
- 1x Mode d'emploi
- 1x Valise d'usage



CONÇU POUR LES ACTION DYNAMIQUES

- Ultra robuste, résistant aux chocs et ébranle.
- Deployable par un personnel débranché ou depuis un véhicule.
- Contrôlable depuis n'importe quel équipement standard (PC, tablette, etc.).
- Formation en quelques minutes.
- Franchissement d'obstacles (10cm en version standard).
- Captures d'image geo-référencées et enregistrements vidéo avec 3D sec pré-arrégissables.

POLYVALENT

Le NERVA[®] LG peut compléter efficacement les systèmes opérationnels en raison de sa robustesse, sa fiabilité et de sa facilité d'utilisation. Il s'agit d'une plateforme multi-usage permettant d'effectuer des missions à distance : observation, détection, destruction (VED), manipulation, brouillage, détachement (fil de séisme), etc.

UNE PLATEFORME UNIQUE EN SON GENRE

Le NERVA[®] LG est particulièrement adapté à la reconnaissance en zone dangereuse dans le but de détecter d'éventuelles menaces (ED) ou (CBR). Facile d'utilisation, jetable à la main et doté d'une vitesse de 13km/h, ce robot s'adapte à la dynamique de vos opérations.

Le NERVA[®] LG est reconfigurable sur le terrain en quelques secondes sans exiger aucun outil : changement de roues, chenilles, modules, batteries. Il fournit toujours les meilleures performances dans les contextes d'intervention les plus rigides. Il peut être déployé et utilisé par un personnel débranché ou depuis un véhicule en utilisant une station de contrôle ergonomiquement structurée, fournissant ainsi une extension naturelle aux véhicules d'intervention.



CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

- BATTERIE 1-CLIC :** La batterie peut être changée en un seul clic, sans aucun outil.
- LONGUE PORTEE (OPDM) :** Portée supérieure à 1000m à vue, supérieure à 500m en zones denses et jusqu'à plusieurs centaines de mètres en zones urbaines.
- MODULES 1-CLIC :** Les charges utiles peuvent être changées en un seul clic, sans aucun outil. Interface universelle compatible d'une large gamme de modules additionnels.
- SEMI-AUTOMATIQUE :** Le robot possède des assistances semi-automatiques comme la conduite par points de passage, le transfert de contrôle entre plusieurs opérateurs, etc.
- ROUES 1-CLIC :** Les roues peuvent être changées ou remplacées par des chenilles en un seul clic, sans aucun outil.
- VISION 360° :** Le robot possède 1 caméra HD (720p) à l'avant et 3 caméras étendues : gauche, droite et arrière. Résolution 3024x1920 (PAL), champ de vision horizontal de 100° (75° vertical).
- ECLAIRAGES IR + VISIBLE :** Présence de deux éclairages à intensités réglables, infrarouge pour les missions tactiques et visible pour les missions visuelles.
- CAMERA AVANT HD :** Résolution 1080x720 pixels, champ de vision horizontal instauré de 110° (80° vertical). Mouvement additionnel "Pan&Tilt" sans pièce mobile.

INTERFACES 1-CLIC SANS OUTIL



Module d'extension 1-Click



Roues/Chenilles 1-Click

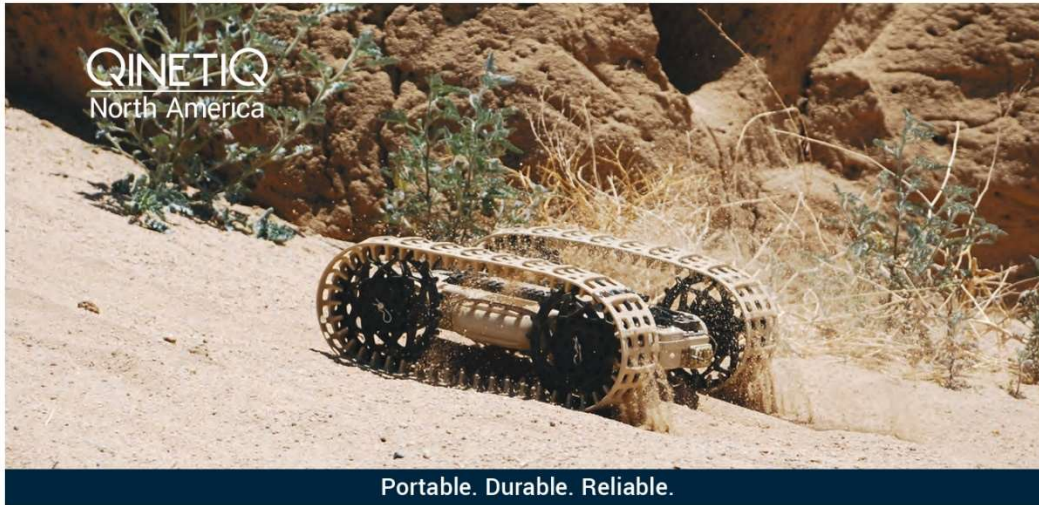
Batterie 1-Click

AUTRES COULEURS SUR DEMANDE



nexter K.I.N.D.'S
A COMEVI-OT

Dragon Runner 10



Dragon Runner[®] 10

Micro Unmanned Ground Robot

The Dragon Runner 10 (DR-10) is a lightweight, expandable, robot that offers protection and support to small unit, dismounted operations. Designed to provide situational awareness by 'scouting out' while the operator remains at a safe distance, the DR-10 keeps military forces and first responders away from dangerous situations.

Tough and Compact

At approximately 10 pounds the DR-10 can be hand carried or easily transported inside a rucksack – it can even be thrown! This small and rugged robot is operated with an easy-to-use remote controller. Its robust design allows it to perform in the most challenging environments and adverse weather conditions.

Flexible for Mission Success

Equipped with day and night sensors, the DR-10 serves as the forward eyes of the team while keeping people out of harm's way. Whether it's under a car or deep inside a sewer or drainpipe, the DR-10 has the dexterity to go where personnel can't.

From unmanned, reconnaissance missions to delivering remote sensors and placing counter-IED charges, these micro robots protect people, assets and save lives.

Features

- Rugged and reliable
- Compact and flexible
- Highly mobile
- Vehicle audio communication
- Day and night cameras
- Lightweight to minimize impact to combat load
- Small enough to fit inside an assault pack
- Tough enough to be thrown and remain operational

Benefits

- Supports dismounted ground operations
- Keeps the Military, law enforcement and first responders away from danger
- Provides real-time information and situational awareness to enhance safety and support dangerous missions
- Reduces costs of support logistics
- Saves lives

A small robot capable of handling big missions

Dragon Runner® 10

Micro Unmanned Ground Robot



The Dragon Runner family of robots have supported military missions worldwide in some of the most hazardous conditions found on earth.



Specifications

Base Size (L x W x H)	17.3 x 14.2 x 7 (inches) 44 x 36 x 18 (cm)	Communications	Vehicle on-board microphone
Weight (vehicle only)	11-13 pounds (5 kg)	Environmental	IP 65 rated
Speed	Greater than 3 mph (4.8 Km/h)	Cameras	(2) Front and rear, day and night
Endurance	2-3 hours (mission dependent)	Controller	Dragon Runner 10 wearable controller
Operating Range	Greater than 1,970 ft (600m) Line-of-Sight when equipped with external antennas	Payloads (optional)	Manipulator arm, hazmat sensors

350 Second Avenue | Waltham, MA USA | T: 1-781-684-4000 | www.QinetiQ-NA.com

Robots: 1-781-684-4053 | Robots@QinetiQ-NA.com

©2019 QinetiQ North America

Dragon Runner is a registered trademark of QinetiQ North America | Document # 19-12-DR10-D

QINETIQ
North America

Dragon Runner 20

QINETIQ



Dragon Runner® 20 Specifications

Physical	
Length	35" (89 cm)
Width	16" (40 cm)
Height	21.3" (54 cm)
Weight	20-26 lbs. (9-11.8 kg)
Speed	
	Up to 3.8 mph (6 Km/h)
Lift Capacity	
	10 lbs. (4.5 kg) maximum
Endurance	
	3-4 hours (mission dependent)
Operating Range	
	2,100 ft (650+m) Line-of-Sight
Communications	
	On-board microphone
Environmental	
	IP 65 rated
Cameras	
	4 front and rear (day and night capable); left and right (day only); quad video display
Controller	
	Dragon Runner 20 wearable controller; UC-LITE
Payloads (optional)	
	Disruptors, manipulator arm, RSTA cameras, two-way audio, fiber control tether, Hazmat sensors

Collaborating with QinetiQ

At QinetiQ we bring organizations and people together to provide innovative solutions to real world problems, creating customer advantage. Working with our partners and customers, we collaborate widely, working in partnership, listening hard and thinking through what customers need. Building trusted partnerships, we are helping customers anticipate and shape future requirements, adding value and future advantage.

www.QinetiQ.com

Copyright QinetiQ, Inc. 2020 | Dragon Runner 20
Dragon Runner is a registered trademark of QinetiQ, Inc.

Document DR-20-20-9

For further information please contact:

350 Second Avenue
Waltham, MA USA
+1 781 684 4000
Robots@US.QinetiQ.com



Dragon Runner[®] 20

Small Unmanned Ground Robot

Small and lightweight, yet rugged and feature-packed, the Dragon Runner 20 (DR-20) is a highly specialized and mobile robot designed to provide safety and support to small dismounted operations for reconnaissance, security, inspection and IED missions.

Flexible for Mission Success

The mission dictates exactly how the DR-20 will be used—making it the perfect choice for defense and security applications especially, in congested urban settings.

Whether it's at a security checkpoint, deep inside a sewer or drainpipe or tasked with an EOD mission, the DR-20 supports a wide range of scenarios.

Feature Packed

Dragon Runner 20 is small enough to be hand-carried yet capable of lifting up to 10 pounds. The robot features a robotic arm with a rotating shoulder, wrist and grippers for impressive dexterity. Equipped with four cameras, the DR-20 is able to support day and night missions.

Key Features and Benefits

- _____ Rugged and reliable
- _____ Lightweight and reliable
- _____ Multi-mission
- _____ Provides situational awareness
- _____ Interrogation capable
- _____ Enhanced RF operating capabilities
- _____ Day and night cameras
- _____ Vehicle audio communication
- _____ Keeps the Military, law enforcement and first responders away from danger
- _____ Supports infantry counter-mine, EOD, IED and all facets of ground missions
- _____ Saves lives