



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Estudio e integración de Sistemas de Combate
Autónomos en unidades de Infantería

Autor

Javier Cerezuela Sánchez

Director/es

Director académico: Dr. Alejandro R. Mosteo Chagoyen
Director militar: Cap. Víctor Julián Carrillo Delgado

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2020

Agradecimientos

A mi familia, personal del Saboya y directores del TFG por el apoyo recibido.

Resumen

El avance de la tecnología ha provocado grandes cambios en la forma de combatir de los ejércitos, provocando que los ejércitos que mejor se supieran adaptar a ellos dominaran al resto. Actualmente, el auge de la inteligencia artificial y los avances en robótica han dado lugar a los Sistemas de Armas Autónomos (AWS). Este avance implica un posible nuevo cambio en la forma de combatir, por lo que es justificada la necesidad de estudiarlos y buscar una integración en el Ejército.

En este trabajo se ha realizado un análisis de la tecnología que compone a los AWS para entender su funcionamiento y limitaciones, y también el marco legal y su origen, los debates internacionales sobre su uso, para esclarecer a lo que se pueden llegar a convertir estos sistemas. Finalmente se ha realizado un estudio general del arma de Infantería y de diferentes modelos que pueden ser integrados en las unidades para, a través de un análisis DAFO llegar al resultado del sistema más adecuado.

De este estudio se concluye que las limitaciones tecnológicas y legales actuales provocan la necesidad de contar con operadores humanos, no alcanzándose el grado de autonomía total. Finalmente, para las unidades de Infantería ligeras el sistema más adecuado ha sido el modelo THeMIS y para las mecanizadas y acorazadas el Type-X Combat. Ambos son de la empresa Milrem Robotics y se han considerado los más adecuados tras el estudio de las debilidades y fortalezas de cada unidad.

Abstract

Technological advances have changed the ways of war, enabling that the armies whose adoption of technological changes were best to dominate over the rest. Actually, Artificial Intelligence and developments in robotics have given birth to Automatic Weapon Systems (AWS). This advance represents a new possible change in the way of fighting, so the need to study them and look for their integration is justified.

This document analyses the technology that underlies the AWSs with the aim of understanding how they work and their limitations. It has also been studied their legal restrictions and its origins, the international debates about their use, so it can be shown how AWSs can be developed in the future. Finally, a general study of the Infantry units and of different examples of AWSs has been done in order to, through a DAFO analysis, reach the result of the most suitable system for each unit.

The conclusion is that both technical and legal limitations force the need of a human operator, with the level of full autonomy not being reached. The most suitable models are both from Milrem Robotics, the THeMIS model for light units and the Type-X Combat model for armored and mechanized units. They were considered the best option by analyzing the strengths and weaknesses of each unit.

ÍNDICE

Agradecimientos	3
Resumen.....	5
Abstract	7
Índice de figuras	11
Lista de acrónimos	13
1.Introducción	1
1.1: Objetivos	1
1.2: Metodología.....	1
1.3: Estructura	1
2.Marco tecnológico	3
2.1: Conceptos previos:.....	3
2.1.1: Sistema	3
2.1.2: Sistema de combate autónomo/ sistema autónomo de armas	3
2.1.3: Nivel de autonomía	3
2.1.4: Inteligencia artificial.....	4
2.1.5: Control humano significativo	4
2.2: Capacidades y funciones de la autonomía de los sistemas:	5
2.2.1: Movilidad.....	5
2.2.2: Selección de objetivos.....	6
2.2.3: Inteligencia	6
2.2.4: Interoperabilidad	7
2.2.5: Automantenimiento.....	9
3.Marco legal.....	11
3.1: Debate internacional.....	11
3.1.1: Origen.....	11
3.1.2: El bucle de la autonomía	13
3.1.3: Opinión oficial de España	13
3.2: Derecho relacionado	13
3.2.1: Principio de Discriminación	14
3.2.2: Principio de Proporcionalidad	14
3.2.3: Cláusula Martens.....	14
3.2.4: Conclusión	15
4.Estudio de la integración en las unidades.....	17
4.1: El arma de Infantería.....	17
4.1.1: Generalidades	17

4.1.2 Tipos de unidades de Infantería	17
4.1.3: Funciones de combate	18
4.2: Modelos actuales aplicables a la infantería	19
4.2.1: Milrem Robotics	19
4.2.2: Kalashnikov.....	21
4.2.3: <i>Autonomous Ground Resupply (AGR) Autonomy Kit</i>	22
4.2.4: <i>Boston Dynamics</i>	22
4.3: Integración en las unidades	24
4.3.1: Análisis DAFO	24
4.3.2: Matriz de factores DAFO de los diferentes tipos de unidades (42)	24
4.3.1: Mejoras buscadas/deseadas	25
4.3.2: Consideraciones	26
4.3.3: Propuesta de uso.....	26
5. Conclusión	29
Bibliografía	31
Anexos	35
Anexo 1: Type-X Combat. Características técnicas	35
Anexo 2: THeMIS. Características técnicas	36
Anexo 3: Análisis DAFO Infantería ligera.....	38
Anexo 4: Análisis DAFO Infantería mecanizada	42
Anexo 5: Análisis DAFO Infantería acorazada	45

Índice de figuras

Ilustración 1 Funciones autónomas en sistemas militares existentes	5
Ilustración 2 Tipos de estructura de control en sistemas colectivos	8
Ilustración 3 Funciones autónomas en sistemas AWS existentes	10
Ilustración 4 Type-X Combat	20
Ilustración 5 THeMIS Cargo (Logístico) en Mali	21
Ilustración 6 Demostración del Soratnik, Kalashnikov	21
Ilustración 7 Sistema AGR equipado sobre vehículo PLS	22
Ilustración 8 Robot Atlas, de Boston Dynamics	23
Ilustración 9 Robots cuadrúpedos Boston Dynamics. De izquierda a derecha: Spot Mini, Spot Classic, Wildcat, LS3 y Big Dog.	23
Ilustración 10 Análisis DAFO de la Infantería ligera	24
Ilustración 11 Análisis DAFO de la Infantería mecanizada	25
Ilustración 12 Análisis DAFO de la Infantería acorazada	25
Ilustración 1 Ejemplo de módulos implementables en el Type-X Combat	35
Ilustración 14 THeMIS Cargo	36
Ilustración 3 Ejemplos de diferentes tipos de armamento equipados sobre el THeMIS	37
Ilustración 4 THeMIS Observe	37
Ilustración 5 THeMIS con GroundEye	38

Lista de acrónimos

AGR	Abastecimiento Terrestre Autónomo
AWS	Sistema de Armas Autónomo
CARACaS	Arquitectura de Control para Control y Detección de Agentes Robóticos
CCW	Convención de Ciertas Armas Convencionales
DAFO	Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades
DICA	Derecho Internacional de los Conflictos Armados
DIH	Derecho Internacional Humanitario
HRW	Human Rights Watch
IA	Inteligencia Artificial
IED	Artefacto Explosivo Improvisado
IHRC	Centro Internacional de Derechos Humanos de Harvard
LAWS	Sistema de Armas Autónomo Letal
MUL	March Unit Leader
NBQ	Nuclear, Biológico y Químico
ONG	Organización no Gubernamental
PLS	Sistema de Carga Paletizada

1.Introducción

Desde que el ser humano aprende a utilizar las piedras como herramienta y arma hasta la fecha actual, los avances científicos y la aparición de nuevas clases de armamento han hecho evolucionar la forma en la que se combate, siendo su adopción la clave para ganar los conflictos y las batallas. Hay numerosos ejemplos a lo largo de la historia, siendo uno de ellos los famosos Tercios Españoles que adaptaron el armamento existente en el momento para formar una unidad que dominó los campos de batalla (1). También hay ejemplos de lo contrario, de las consecuencias de la no adaptación a los avances en materia de armamento: en la Primera Guerra Mundial, donde se subestimó el poder de las ametralladoras dando lugar a ataques en los que a duras penas se llegaba a acercarse a las posiciones enemigas y a la dificultad de avance en la guerra de trincheras que se dio (2).

1.1: Objetivos

En la actualidad se están dando nuevos avances en el armamento protagonizados por los Sistemas de Armas Autónomos (AWS), sistemas de armas que serían capaces de operar de forma autónoma sin operadores humanos. La ya descrita necesidad de adaptarse a los avances tecnológicos que tienen capacidad de cambiar la forma en la que se combate motiva este trabajo en el que se busca lograr los siguientes objetivos:

-El primer objetivo es realizar un estudio sobre los Sistemas de Armas Autónomos, analizando la tecnología que los compone, el marco legal en el que se encuadran y el análisis de diferentes sistemas actuales.

-El segundo objetivo es realizar un análisis de las unidades de Infantería (ligera, mecanizada y acorazada) buscando las capacidades que los Sistemas de Armas Autónomos tienen la capacidad de aportar y son necesarias en dichas unidades.

-Por último, y partiendo del análisis de los dos puntos anteriores, se hace una propuesta de uso en las unidades del sistema más adecuado.

1.2: Metodología

La metodología empleada para realizar el estudio se ha basado en el razonamiento lógico deductivo, donde el razonamiento se infiere necesariamente de las premisas. Para ello se ha realizado una búsqueda de bibliografía en fuentes específicas, fundamentalmente de acceso público, así como manuales militares y literatura gris.

Para lograr diferentes objetivos, como el de analizar las capacidades que los sistemas pueden aportar y llegar a la propuesta de uso también se ha usado la herramienta del análisis DAFO.

1.3: Estructura

El trabajo se ha estructurado en las siguientes partes, el primer bloque lo compone el capítulo 2, donde se hace un análisis y descripción del marco tecnológico de los AWS. Se ha descompuesto en conceptos previos relacionados, capacidades y funciones de la autonomía.

El segundo bloque es el capítulo 3 y busca analizar el marco legal y su origen, los debates internacionales sobre su uso. Los puntos que lo conforman son debate internacional sobre el uso de los sistemas y derecho relacionado.

El tercer bloque se centra en la integración de los sistemas en las unidades y lo compone el capítulo 4. Se comienza con una descripción del arma de Infantería, seguida de un análisis de ejemplos de sistemas aplicables a las unidades y se acaba con el uso de la herramienta DAFO para llegar a la integración.

2. Marco tecnológico

En el primer capítulo de desarrollo se analiza el marco tecnológico de los sistemas AWS, comienza describiendo conceptos clave para comprender su funcionamiento y acaba analizando funciones y capacidades presentes en dichos sistemas.

2.1: Conceptos previos:

2.1.1: Sistema

El término sistema posee diferentes acepciones, en el ámbito militar se usa para definir tanto armamento (sistema de armas, sistema de misiles, etc...), como componentes de equipamiento (sistema de detección IED, etc...), o plataformas (sistema integrado de vigilancia aérea, etc...).

Para este trabajo se adopta una de las definiciones usadas en ingeniería:

“A system is an arrangement of parts or elements that together exhibit behavior or meaning that the individual constituents do not/ Un Sistema es un conjunto de partes o elementos que juntos muestran un comportamiento o significado diferente del que tienen por separado”. Definitions of the International Council on Systems Engineering (INCOSE) 2019

Dentro de los sistemas se diferencian los físicos o reales y los conceptuales.

Los sistemas conceptuales son aquellos que no tienen base material, definiciones, nombres, símbolos, estructuras del pensamiento y la comunicación. Ejemplos de ellos son las relaciones matemáticas, las relaciones lógicas o el lenguaje.

Los sistemas físicos son aquellos compuestos por materia y energía y que producen efectos observables, son ejemplo de ello vehículos o programas informáticos. A su vez los sistemas físicos se dividen en abiertos, cerrados o aislados según la información que toman de fuera del sistema. Los sistemas aislados no tienen ningún intercambio con el entorno y los cerrados solo intercambian energía. Los sistemas abiertos pueden recibir tanto flujos de materia como de energía del exterior, permitiendo al sistema ajustarse al exterior, realizar automantenimiento de sus estructuras e incrementar su contenido de información.

2.1.2: Sistema de combate autónomo/ sistema autónomo de armas

El departamento de defensa de los Estados Unidos define los sistemas autónomos de armas (*Autonomous Weapons Systems, AWS*) como:

“un sistema de armas que, una vez activado, puede seleccionar y designar objetivos sin la intervención adicional de un operador humano”

La definición incluye los sistemas de armas que cuentan con supervisión humana y permiten la anulación del sistema por parte de los operadores, siempre que puedan seleccionar y designar objetivos sin intervención humana.

A estos sistemas se les da la connotación de “letales”, *Letal Autonomous Weapons Systems (LAWS)*, cuando toman personas como objetivos.

2.1.3: Nivel de autonomía

La autonomía es la capacidad de un sistema para realizar una acción sin necesidad de aprobación o intervención humana, por lo que el nivel de autonomía se puede definir como el grado de

libertad que se le da al sistema para operar respecto al control humano. El nivel de autonomía es actualmente uno de los puntos condicionados de los AWS en el Derecho Internacional.

Actualmente se pueden diferenciar tres niveles de autonomía en función del grado de control que el operador humano tiene sobre el sistema. (3)

-Semiautónomo o *“Human in the loop”*: El sistema ataca al objetivo o grupo de objetivos que un operador humano ha seleccionado previamente.

-Bajo supervisión humana o *“Human on the loop”*: El sistema puede adquirir, seleccionar y atacar objetivos por su cuenta, teniendo un operador humano con la única función de monitorizar el funcionamiento y la capacidad de intervenir en caso de detectar errores de funcionamiento o comportamientos no deseados.

-Completamente autónomo o *“Human out of the loop”*: El Sistema realiza el proceso de adquisición de objetivos, selección y ataque sin ninguna intervención humana y no permite ningún tipo de intervención ni monitorización por parte de supervisores humanos.

Estos diferentes grados de autonomía son en parte consecuencia de los nuevos desarrollos en inteligencia artificial, de los que se hablará a continuación.

2.1.4: Inteligencia artificial

En 1956 se adopta el término de inteligencia artificial (IA) (4), cuya investigación buscaba solucionar problemas sencillos. Actualmente, el incremento de la tecnología y el aumento de la capacidad de trabajar con grandes volúmenes de datos ha provocado que este concepto gane popularidad y se extienda su uso.

Actualmente, la inteligencia artificial se basa en el *“deep learning”*. Para entender lo que es el *“deep learning”* es importante definir las redes neuronales:

“Una red neuronal es un tipo de automático que se compone de unidades interconectadas (como neuronas) que procesa información respondiendo a entradas externas, transmitiendo información entre cada unidad. El proceso requiere múltiples pases en los datos para hallar conexiones y obtener significado de datos no definidos” (SAS Institute) (5)

Así pues, el *“deep learning”* se basa en el uso de grandes redes neuronales que permiten analizar una gran cantidad de datos; de los resultados del análisis el sistema obtiene conclusiones de las que aprende y en las que basará su comportamiento futuro.

El *“deep learning”* le permite a la IA del sistema aprender del entorno y mantener una mejora continua. No obstante, éste es uno de los retos que plantea la inteligencia artificial; los sistemas de IA actuales se entrenan para llevar a cabo tareas concretas y para aumentar el número de tareas que puede realizar es necesario un entrenamiento específico.

2.1.5: Control humano significativo

El concepto de control humano significativo tiene su origen en el debate de la moralidad y legalidad de los diferentes niveles de autonomía en los LAWS, el concepto hace referencia al nivel de acción y supervisión humano que el sistema necesita para operar.

Así, el control humano significativo en el terreno de los LAWS es el control sobre las funciones críticas del sistema, siendo éstas la adquisición de objetivos por las repercusiones de responsabilidad legal y moral de las consecuencias del uso del sistema.

2.2: Capacidades y funciones de la autonomía de los sistemas:

De las funciones que la autonomía proporciona a los AWS, las más significativas la movilidad, el apuntado, la inteligencia, interoperabilidad y el automantenimiento (6). Estas funciones se encuentran representadas según frecuencia de aparición en la ilustración 1.

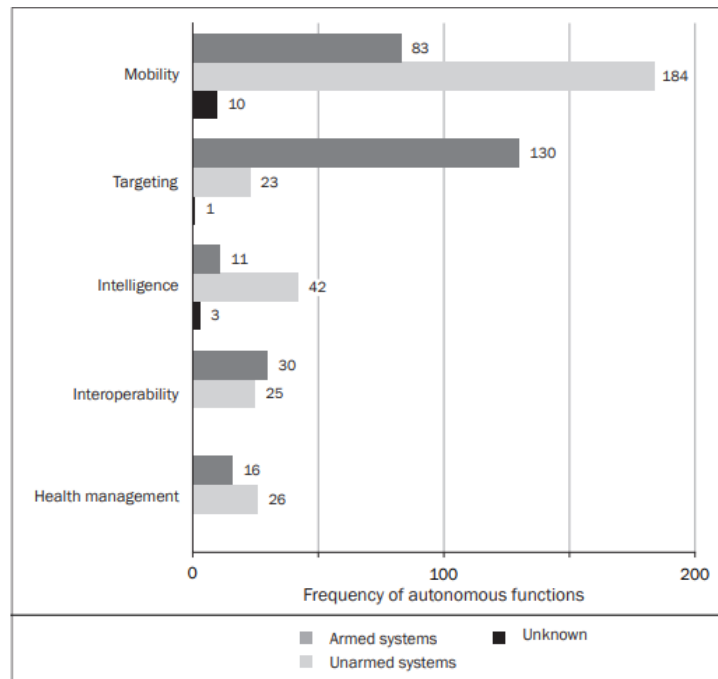


Ilustración 1 Funciones autónomas en sistemas militares existentes

Fuente: SIPRI dataset on autonomy in weapon systems.

2.2.1: Movilidad

La capacidad predominante es la movilidad; esta capacidad permite al sistema moverse por el entorno sin implicación directa de un operador humano. La movilidad se logra a través de diferentes métodos, ya sea sobre ruedas, cadenas o patas móviles artificiales como las del modelo LS3 (2012) de la empresa Boston Dynamics.

En la automatización de la movilidad se pueden diferenciar 3 niveles:

-Homing o Follow-me: El sistema fija un objetivo y lo sigue hasta que alcanza su posición. Es usado usualmente en tecnología de misiles, pero también tiene aplicaciones como las de seguir a otro sistema para trabajar de forma conjunta o a un soldado humano. Estos sistemas únicamente necesitan un sistema que detecte la posición del elemento a seguir y la capacidad de dirigir su desplazamiento.

-Take off and landing: El Sistema tiene la capacidad de realizar despegues y aterrizajes sin intervención humana, aunque posteriormente sea el operador humano quien lo dirija. Es común verlo en aeronaves tripuladas, donde se ha demostrado (7) que pueden ser más eficientes reduciendo la ratio de accidentes.

-Navegación autónoma: En un sistema de navegación autónoma el sistema es capaz de conocer su posición y diseñar rutas y seguirlas por su cuenta. En la actualidad la navegación autónoma

se logra introduciendo *waypoints* a lo largo de la ruta, de forma manual o automática, que el sistema sigue para completar su recorrido.

Se produce una notable diferencia en la complejidad de introducir la navegación autónoma según el medio por el que se mueva el sistema. Mientras un sistema que funciona por agua o aire apenas tiene elementos que modifiquen la ruta y variables, el movimiento por tierra tiene el inconveniente de poder encontrarse numerosos obstáculos que le hagan desviarse de la ruta. Para poder tener un movimiento autónomo por tierra el sistema debe tener un avanzado sistema de guiado basado en la visión que le permita reconocer el terreno o introducirle el mapeado del terreno previamente, siendo preferible la primera opción ya que le permite adaptarse a cambios en el terreno.

2.2.2: Selección de objetivos

Como se ve en el gráfico (Ilustración 1), la selección de objetivos ("*targeting*") obtiene también una gran importancia, sobre todo en los sistemas armados, llegando a haber dentro de ellos más sistemas con selección de objetivos que con movilidad.

Los sistemas con selección de objetivos permiten realizar todo el proceso de selección que consiste en identificación, seguimiento, priorización y selección y en algunos casos hasta el ataque al objetivo.

La selección de objetivos automática actual necesita tener previamente los posibles blancos definidos para que se los pueda identificar, sin ser capaz de enfrentarse a nuevos objetivos. Para identificar objetivos se suelen utilizar criterios simples como ancho y alto, usado para identificar carros de combate o velocidad y frecuencia de radio para identificar misiles.

El avance en esta disciplina es lento por dos motivos. En primer lugar, es necesario entrenar a los algoritmos de los sistemas para que aprendan a identificar objetivos y para eso tienen que enfrentarse a ellos previamente, siendo necesario crear simulaciones muy precisas en las cuales se necesita información del terreno en el que se va a operar y de los objetivos. Este problema se incrementa al tener en cuenta que la información que se requiere es a menudo clasificada.

En segundo lugar, se encuentra que los algoritmos para aprender usan técnicas como el "*deep learning*" que tienen el problema de ser demasiado complejos, no llegándose a comprender el proceso de aprendizaje ni sus outputs. Esto provoca que no se sepa con certeza cómo va a reaccionar el sistema ante entradas diferentes a las usadas en el proceso de entrenamiento. Esto ha provocado que el uso del aprendizaje automático haya sido restringido a la investigación experimental (8).

2.2.3: Inteligencia

La capacidad de inteligencia de los AWS también posee una gran importancia, y es crítico desde la perspectiva del mando y control.

La función de inteligencia es relativamente sencilla de implementar, pues se basa en la detección automática de objetos simples o eventos con criterios predefinidos.

Como ejemplos existentes de la automatización de la inteligencia se pueden destacar los siguientes:

-Detección de explosivos: Los sistemas tienen determinados sensores que tienen la capacidad de detectar artefactos explosivos como minas o IEDs (Artefactos Explosivos Improvisados).

Aunque el sistema de detección es automático, la dirección del robot tiende a ser controlada por un operador humano, aunque algunos sistemas recientes como el *Counter IED and Mine Suite* (CIMS) desarrollado por Israel *Aerospace Industries* (IAI) que son capaces de realizar el proceso de detección y destrucción de forma autónoma (9).

-Control de perímetros: Los sistemas están programados para detectar movimiento en una zona marcada. Es una de las funciones más sencillas de implementar por no ser compleja y su uso está ampliamente extendido.

-Detectar orígenes de fuego: Como su nombre indica, se basa en localizar el origen de los fuegos enemigos, siendo posible localizar asentamientos de morteros, tiradores de precisión o puestos de ametralladora. El sensor extra RedOWL del 510 Packbot de la empresa *Endeavor Robotics* puede es capaz de localizar tiradores de precisión y morteros, alcanzando una ratio de acierto del 94% (10)

-Detección de elementos de interés: Permitiría encontrar objetos de interés (como puede ser armamento entre grupos de civiles) o localizar personas concretas a través del reconocimiento facial.

La predicción de comportamientos es uno de los puntos aplicables en esta función, pero actualmente no existen sistemas que tengan la capacidad de detectar comportamientos sospechosos o predecirlos en situaciones reales. La tecnología actual se limita a poder discernir entre si una persona corre o anda o si realiza determinadas acciones como saludar, pero no puede reconocer intenciones ni amenazas.

-Generación de mapas: A través del uso de cámaras, láseres y sensores ultrasónicos los sistemas son capaces de recoger datos que les permiten crear mapas en 3D. Es particularmente común en sistemas subacuáticos. Una de las ventajas de esta capacidad es que al obtener el mapeado del terreno se facilita la movilidad autónoma de otros sistemas.

2.2.4: Interoperabilidad

La interoperabilidad es la capacidad de un sistema para trabajar con otros sistemas y con humanos de forma coordinada.

Se diferencian dos formas de interoperabilidad, máquina-máquina y humano-máquina.

-Máquina-máquina: Actualmente se encuentra en desarrollo y alcanza una forma primitiva básica, pero se espera que crezca en los próximos años. Los tipos de interacciones más comunes son las siguientes:

- Movilidad coordinada: De forma similar a la navegación autónoma, los sistemas usan la movilidad coordinada para seguirse entre ellos manteniendo distancias fijadas.

- Operaciones de inteligencia conjunta: Se les asigna áreas de responsabilidad a los sistemas para lograr cubrir una zona mayor.

- Maniobras anti-acceso/prohibición de zona: Se busca crear una arquitectura de control que permita a los sistemas llevar a cabo labores de vigilancia complejas y maniobras como realizar patrullas y buscar potenciales amenazas para automáticamente asignar drones que los vigilen. En 2016 se realizaron ejercicios de prueba del proyecto CARACaS (*Control Architecture for Robotic Agent Command and Sensing*) que demostraron que el

sistema podía cooperar exitosamente para identificar, rodear y acosar a un buque enemigo con un único operador humano supervisando la flota de 13 barcos (11).

- Ataques distribuidos: Otro de los modelos de colaboración autónoma que se está desarrollando actualmente es una arquitectura de control que permita que los sistemas de armas se distribuyan los objetivos entre ellos.

Aunque la coordinación automática (Tipos de coordinación en Ilustración 2) puede resultar una función bastante útil, aún hay problemas técnicos que retrasan su inclusión en las fuerzas armadas. Los sistemas no solo deben demostrar que pueden llevar a cabo la misión que se les quiere encomendar, sino que también deben demostrar que son lo suficientemente avanzados para operar en situaciones de guerra electrónica.





Command-and-control structure	Description	Pros	Cons
Centralized control (centralized) 	Individual elements communicate with a centralized planner that coordinates all tasks	Can find an optimal or 'good enough' solution quickly	Require high bandwidth to transmit data to centralized sources and send instructions back to the swarm Vulnerable to communication disruption
Hierarchical coordination (centralized) 	Individual elements are controlled by 'squad'-level agents that are, in turn, controlled by a higher-level controller		
Coordination by consensus (decentralized) 	All elements of the systems communicate with one another and use 'voting' or auction-based methods to converge to a solution	Can find solutions to complex problems Can work with low bandwidth between the different elements	Finding the optimal solution may take multiple iterations, and, hence, time
Emergent coordination (decentralized) 	Coordination arises by individual swarm elements reacting to one another, like an animal swarm	Can work with no direct communication between elements, hence immune to direct communication jamming	

Ilustración 2 Tipos de estructura de control en sistemas colectivos

Fuente: SIPRI dataset on autonomy in weapon systems.

-Humano-máquina:

El primer sentido de trabajo conjunto máquina-humano es en el que el humano hace de controlador u operador de la máquina, cosa que varía según la estructura de control. En una estructura centralizada el humano le da órdenes a una máquina concreta que se encarga de distribuir la orden al resto del sistema mientras que en una descentralizada le da la orden al sistema de máquinas directamente. (En la ilustración 3, Tipos de estructura de control en sistemas colectivos, aparecen las diferentes estructuras de control con su descripción y ventajas y desventajas). En este aspecto se consideran diferentes líneas de investigación entre las cuales se pueden destacar las siguientes tres (12):

-El operador humano desarrolla un plan de acción que se implemente al sistema, pudiendo el sistema realizar pequeñas adaptaciones con los cambios de circunstancias. El operador también podría tener la capacidad de controlar el comportamiento individual de cada máquina.

-El operador introduce en el sistema tareas de alto nivel y el sistema encuentra la forma óptima de realizarlas.

-El uso de varios operadores humanos con diferentes responsabilidades cuando el sistema es demasiado complejo, responsabilidades como revisar la salud de los sistemas, establecer las tareas o aprobar acciones críticas o de alto riesgo.

El segundo sentido de trabajo conjunto máquina-humano es en el que el sistema trabaja con humanos (que no son sus operadores) de manera conjunta para cumplir una misión o realizar una tarea.

Las limitaciones tecnológicas de las AI actuales hacen que el trabajo máquina-humano no esté todavía muy desarrollado en este aspecto y se reduce a maniobras simples. Para los sistemas que trabajan en tierra firme se reduce a seguir a humanos que llevan un emisor radio que la máquina puede rastrear y seguir (13). No obstante, la capacidad de trabajo conjunto máquina-humano sigue estando en su mayor parte en fase experimental.

Otra de las limitaciones para el trabajo máquina-humano es la dificultad de coordinación al ser muy limitada la comunicación. La situación final deseada es el poder dar órdenes a las máquinas con la voz usando un lenguaje natural, pero con la tecnología actual aún no es posible conseguirlo. No obstante, en los últimos años esto ha crecido y se ha desarrollado bastante gracias a la aplicación en los asistentes virtuales de los smartphones, siendo claros ejemplos de ello Alexa (de Amazon), Siri (de Apple) o Cortana (de Microsoft), asistentes virtuales basados en la AI que permiten dar órdenes a través del reconocimiento del lenguaje. Las limitaciones técnicas hacen que esta tecnología solo implemente órdenes no críticas como “sígueme” o “para”.

2.2.5: Automantenimiento

Esta es una función menos común¹, e incluye las tareas llevadas a cabo por los sistemas para controlar ciertos aspectos de su funcionamiento y supervivencia.

Aunque desde hace más de un siglo (14) los sistemas son capaces de analizar su estado y monitorizarlo, la capacidad para actuar sobre él continúa limitada. El estudio SIPRI sobre los AWS identificó solo las siguientes funciones de auto mantenimiento:

-Autocarga/autorrepostaje: La facilidad relativa de este proceso viene dada por las condiciones del medio. Un gran número de robots domésticos monitorizan el estado de su batería y van a su plataforma de recarga cuando lo necesitan, pero por ejemplo el repostaje en vuelo tiene más complicaciones (15).

-Detección de fallos y autodiagnósticos: Un informe del US DOD menciona que no es un área de desarrollo principal pero que la tecnología existe (16). Los sistemas actuales

¹ En el libro *“Mapping the development of autonomy in weapon systems”* (6) se añade una nota que explica que es posible que el gráfico representado en la Ilustración 1 Funciones autónomas en sistemas militares existentes no sea representativo porque es una función que no se suele reportar en artículos periodísticos o descripciones de venta.

existentes solo son capaces de detectar problemas básicos y problemas externos al sistema.

-Autorreparación: La auto reparación requiere de la capacidad de modificar los elementos del sistema y la disponibilidad de partes nuevas o materiales necesarios para llevar a cabo la reparación. Actualmente no hay sistemas con esta capacidad, la línea de investigación está trabajando con robots modulares, que integrarían sus capacidades en diferentes módulos que podrían ser eyectados y reemplazados por uno que funcione.

Los sistemas actuales que incluyen auto mantenimiento son todos controlados o supervisados por humanos y el objetivo de esta capacidad es facilitar el trabajo de mantenimiento del personal humano.

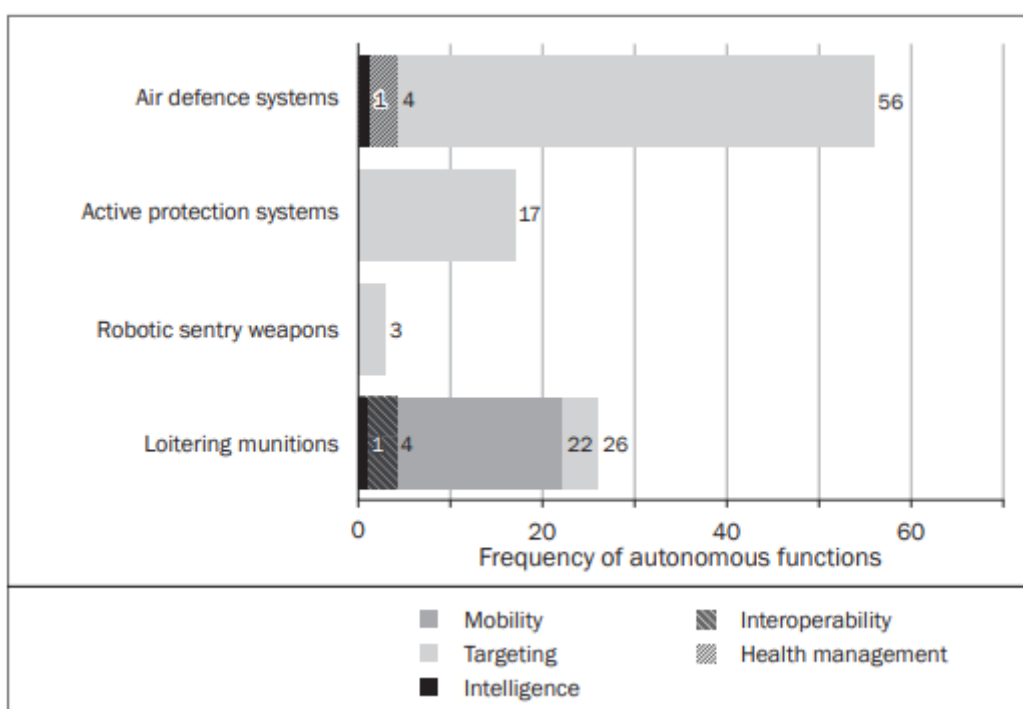


Ilustración 3 Funciones autónomas en sistemas AWS existentes

Fuente: SIPRI dataset on autonomy in weapon systems.

3. Marco legal

En el segundo capítulo de desarrollo del trabajo, se analiza la opinión internacional sobre los AWS y el derecho relacionado. El objetivo del bloque es dar una idea general sobre la posible evolución de los sistemas y sus condiciones de uso legales.

3.1: Debate internacional

3.1.1: Origen

La preocupación por la automatización de los sistemas de armas no es algo nuevo; hace una década, en el 2010 Philip Alston² presentó un informe (17) sobre los avances de las nuevas tecnologías y la necesidad de adaptarse a ellas para adelantarse a los posibles problemas que surjan en relación a los derechos humanos. En las conclusiones del documento pedía lo siguiente:

“Es menester examinar urgentemente las repercusiones jurídicas, éticas y morales del desarrollo y la utilización de las tecnologías de los robots, especialmente, aunque no de manera exclusiva, en el caso de sus usos para la guerra” (P. Alston 2010)

También recomendaba al Secretario General constituir un grupo formado por diferentes expertos para asesorar en las medidas y directrices que se tomaran para que los sistemas se ajustaran a los requisitos aplicables en materia de recursos humanos. El grupo debería también trabajar para definir los tipos de tecnología en desarrollo y estudiar la cuestión de si se debería permitir la “plena automatización de la fuerza mortífera”.

En 2012, la organización *Human Rights Watch* (HRW) y el Centro Internacional de Derechos Humanos de Harvard (IHRC) presentaron un informe en el que manifestaban la preocupación por el auge de los avances en este campo y concluían pidiendo la prohibición preventiva de su desarrollo y uso.

“Our research and analysis strongly conclude that fully autonomous weapons should be banned and that governments should urgently pursue that end. / Nuestra investigación y análisis concluye que las armas completamente autónomas deberían ser prohibidas y que los gobiernos deberían perseguir ese fin urgentemente” (Losing Humanity: The Case Against Killer Robots, HRW y IHRC, 2012).

Christof Heyns, sucesor de Alston, continuó en la línea de su predecesor y elaboró otro informe en 2013 (18) . Del informe se pueden extraer las siguientes dos propuestas fundamentales:

- Que “todos los Estados decreten y apliquen moratorias nacionales al menos sobre el ensayo, la producción, el montaje, la transferencia, la adquisición, el despliegue y el empleo de robots autónomos letales hasta que se haya establecido un marco convenido internacionalmente sobre el futuro de esos dispositivos”.
- La convocatoria “con carácter prioritario (...) [de] un grupo de alto nivel sobre robots armados letales, integrado por expertos en distintos campos como Derecho, robótica, informática, operaciones militares, diplomacia, gestión de conflictos, ética y filosofía”. En el plazo de un año, este grupo debería publicar un informe que incluya diversos aspectos, entre ellos los siguientes:

² Philip Alston: Experto en derecho internacional y profesional que fue Relator Especial de Naciones Unidas sobre ejecuciones extrajudiciales, sumarias o arbitrarias (2004-2010).

- “Proponer un marco que permita a la comunidad internacional abordar de manera efectiva las cuestiones jurídicas y de política relacionadas con los robots armados letales, y formular recomendaciones sustantivas y de procedimientos concretos a ese respecto; en su labor, el grupo deberá tratar de facilitar un diálogo internacional de base amplia”.
- “Evaluar la idoneidad o las deficiencias de los marcos jurídicos internacionales y nacionales por los que se rigen actualmente los robots armados letales”

Finalmente, la Convención de Ciertas Armas Convencionales (*Certain Conventional Weapon* (CCW)) acuerda en su reunión anual en 2013 convocar una reunión de cuatro días en el año 2014 (13MAY14-16MAY14) que abordara las “cuestiones relativas a las nuevas tecnologías en el ámbito de los sistemas de armas autónomas letales” (19)

La Convención llegó a realizar tres sucesivas reuniones en los años 2014, 2015 y 2016, donde los Estados Partes en la Convención intercambiaron opiniones sobre el rápido desarrollo de las armas autónomas. Para adquirir un enfoque multidisciplinario, diferentes expertos en ámbitos con relación con las armas autónomas realizaron presentaciones informativas.

En la última reunión (2016) se decidió crear un grupo de expertos gubernamentales, siendo éste de composición abierta permitiendo que a las sesiones acudieran tanto las delegaciones de los Estados partes y sus expertos como organizaciones no internacionales (ONGs), universidades, institutos de investigación... Se llegaron a realizar tres reuniones anuales divididas en cinco sesiones. (Una en 2017, dos en 2018 y dos en 2019). Las reuniones de 2017 y 2018 fueron presididas por el embajador indio Amandeep Singh Gill y las de 2019 por Ljupčo Jivan Gjorgjinski, Ministro Consejero, Encargado de Negocios Interino de Macedonia del Norte. Hay planeadas otras dos reuniones en 2020. Los grupos de expertos mantuvieron debates sin lograr consensos en la mayoría de cuestiones abordadas.

De los informes publicados durante las sesiones (20) (21) se pueden extraer los siguientes puntos en los que sí que ha habido consenso siendo los “Posibles principios rectores”:

- El Derecho Internacional Humanitario se continúa aplicando a todos los sistemas de armas, incluyendo los AWS.
- La responsabilidad sobre las decisiones tomadas sobre el uso de los sistemas de armas debe mantenerla el ser humano, no pudiendo ser transferido a ninguna máquina.
- Los sistemas deben funcionar con un control humano y una cadena de mando responsable de sus acciones.
- Los Estados tienen la obligación de determinar si los sistemas de armas que se estudien, desarrollen o adquieran puedan, en parte o en su totalidad, estar prohibidas por el derecho internacional.
- El desarrollo o adquisición de nuevos sistemas de armas debe tenerse en cuenta tanto el control físico como no físico (ciberseguridad) para evitar su adquisición por grupos terroristas y la proliferación.
- Debe evitarse el antropomorfizar las tecnologías emergentes en el ámbito de los AWS.
- Los debates y medidas adoptadas por la Convención no deberán interferir en el acceso a tecnología autónoma inteligente de uso pacífico.

- La Convención es el organismo adecuado para tratar las cuestiones relacionadas con los AWS y de mantener el equilibrio entre las necesidades militares y las cuestiones humanitarias.

3.1.2: El bucle de la autonomía

No obstante, ha habido voces críticas que afirmaban que en estas reuniones se había entrado en un bucle basado en la definición de los sistemas de armas autónomos. En un bloque Reino Unido, Estados Unidos, Rusia, Francia, Italia, Japón, Israel, China o Corea del Sur, grandes productores de armas, estaban en contra de que se realizase una definición fuera de las ya existentes³. Así los Estados entraron en un bucle en el que se buscaba definir la autonomía y en si ya existía o se iba a alcanzar.

“Las discusiones han sido confusas y no constructivas (...), sin consenso sobre lo que estaban tratando. Hasta el punto en que, en 2016, los Estados se hallaban en un callejón sin salida donde las únicas posibles opciones eran: pararse, retirarse, o conducir en círculos” JENKS, C 2017 (22).

Durante las reuniones de 2017, 2018 y se mantuvo el foco continuando en dicho bucle. Esta situación y la diferenciación de niveles de autonomía (in, on y out of the loop) hizo que diferentes expertos optasen por enfocar la atención en el enfoque funcional, centrándose en las funciones críticas, principalmente relacionadas con el uso de la fuerza, donde el nivel de autonomía del sistema podía causar más controversia.⁴

3.1.3: Opinión oficial de España

España ha participado en los debates de la CCW desde los realizados en 2014 hasta los de 2019 realizando diferentes intervenciones, sobre las que se destacan los siguientes puntos:

- España no dispone de AWS ni tiene intención de hacerlo en un futuro.
- El desarrollo de los AWS debe realizarse cumpliéndose la legislación internacional, aplicada en los principios de necesidad, proporcionalidad, distinción y precaución del Derecho Internacional Humanitario (DIH).⁵
- El factor humano en estos sistemas es imprescindible, es necesaria una clara responsabilidad jurídica del uso del arma por parte de un operador humano que necesariamente deberá poder anular procesos críticos.
- La delimitación de la autonomía y una definición precisa de los LAWS son necesarias.
- La delegación española busca fomentar la transparencia poniendo en común resultados de las investigaciones y desarrollos de las tecnologías futuras.

3.2: Derecho relacionado

Si vamos al Derecho Internacional de los Conflictos Armados (DICA) no se hace referencias a los AWS. No obstante, se siguen aplicando los Principios Generales: Principio de Discriminación,

³ Como ejemplo se va a poner la opinión de Francia (24) y Japón (24)

⁴ Scharre, P afirmó en su presentación en 2014 con las delegaciones en calidad de experto técnico que “No todas las funciones son iguales”, haciendo referencia a la importancia de diferenciar las tareas en las que el sistema tiene autonomía. Pensando en la diferencia de un aire acondicionado con termostato y un sistema de misiles con autonomía para realizar el seguimiento del blanco como ejemplo, no tendría el mismo nivel de riesgo el fallo del aire acondicionado al no proporcionar la temperatura deseada y el sistema de misiles si un error produce que se fije como blanco un avión comercial con civiles.

⁵ Se comentarán en el apartado de derecho relacionado.

Principio de Proporcionalidad y Cláusula Martens, principios cuya existencia se debe a la imprevisión del escenario bélico, las innovaciones tecnológicas y la táctica militar.

3.2.1: Principio de Discriminación

El Principio de Discriminación marca que las necesidades militares han de armonizarse con las consideraciones de humanidad, existiendo los objetivos militares y la población civil. El problema más evidente con este principio viene de la selección autónoma de objetivos⁶. Actualmente la selección de objetivos funciona a un nivel rudimentario solo permitiendo seleccionar posibles objetivos que han sido previamente predefinidos, sin ser capaces de evaluar la situación detectando civiles o si el objetivo detectado se ha rendido. Por este motivo, sin supervisión humana no se podría alcanzar actualmente una autonomía en la selección de objetivos que cumpla el Principio de Distinción. Esto se agrava aún más con la proliferación actual de conflictos de carácter asimétrico, donde para diferenciar a los combatientes de los civiles puede ser necesaria la interpretación conductual al encontrarse habitualmente mezclados.

No obstante, algunos autores como el profesor Arkin llegan a afirmar que en un futuro las máquinas serán capaces de aplicar el Principio de Discriminación mejor que los humanos. (23)

“Sin embargo, los seres humanos no tienen necesariamente una capacidad para distinguir superior a las máquinas. En algunos contextos, la tecnología puede ofrecer una precisión mayor. Por ejemplo, un soldado que se enfrente a una situación en que no esté claro si una persona desconocida es un combatiente o un civil puede hacer fuego inmediatamente por instinto de supervivencia, mientras que un robot puede utilizar diferentes tácticas para aproximarse y hacer fuego únicamente en respuesta a disparos.” Christof Heyns (2013) (18)

3.2.2: Principio de Proporcionalidad

El Principio de Proporcionalidad hace referencia al equilibrio de daños que se produce en un ataque respecto al objetivo militar y a personal civil y sus pertenencias. Exige pues que los posibles daños “colaterales” de un ataque resulten razonablemente proporcionados con la ventaja militar adquirida, lo que excluye cualquier ataque contra civiles que no sea indispensable para debilitar al adversario. Es una de las normas más complejas del DICA puesto que requiere de una evaluación subjetiva que depende del contexto de la situación y las circunstancias pudiendo variar incluso a lo largo del mismo conflicto.

“La incapacidad para “enmarcar” y contextualizar el entorno puede tener como consecuencia que un robot autónomo letal decida lanzar un ataque basándose no solo en información incompleta, sino también en una falta de comprensión de las circunstancias. Ahora bien, debe reconocerse que lo mismo ocurre a los seres humanos.” Christof Heyns (2013)

3.2.3: Cláusula Martens

La Cláusula Martens indica que “(...) las poblaciones y los beligerantes permanecen bajo la garantía y el régimen de los principios del Derecho de Gentes preconizados por los usos establecidos entre las naciones civilizadas, por las leyes de la humanidad y por las exigencias de la conciencia pública”. (24)

Aunque no existe una interpretación oficial de la Cláusula Martens, que sí que suscita conflictos con la autonomía en los sistemas de armas, al exigir aplicar las “leyes de la humanidad” se abre

⁶ Explicado en el apartado 2.2.2 Selección de objetivos.

el debate de si podría entenderse que la Cláusula Martens exige que decisiones críticas como el arrebatar una vida humana deban mantenerse bajo control humano para evitar un menoscabo de la dignidad humana. (25) No obstante, como se ha indicado anteriormente, uno de los consensos internacionales a los que se ha llegado es que las decisiones críticas deben seguir bajo control y responsabilidad humana, por lo que aunque el debate sobre la Cláusula Martens siga en proceso no hay intención de los países de llegar a esos extremos de autonomía.

3.2.4: Conclusión

Como conclusión al apartado de “Derecho relacionado”, indicar que pese a las diferencias entre los autores de si teóricamente la plena autonomía de los sistemas puede cumplir los Principios Generales del DICA, con la tecnología actual se puede afirmar que no. Por ello siempre va a ser necesario un operador humano para tomar decisiones críticas, siendo este un consenso internacional alcanzado durante las reuniones de la CCW. Por lo tanto, el máximo nivel de autonomía que actualmente se puede alcanzar es el de “*Human on the loop*” pudiendo el operador humano mantener la capacidad de frenar las órdenes y conductas de la máquina y siendo responsable de las acciones llevadas a cabo por el sistema.

4. Estudio de la integración en las unidades

Por último, en el tercer capítulo de desarrollo se hace un análisis de las diferentes unidades de Infantería y de modelos de AWS con posibilidad de integración en ellas. El bloque se concluye con una propuesta de integración efectiva para las unidades

4.1: El arma de Infantería

4.1.1: Generalidades

“Cada nueva arma, dicen los sabelotodo, es el ocaso de la Infantería. El infante fuma en silencio su cigarro y sonríe. Sabe que esta arma le pertenecerá mañana. En el terreno de la técnica guerrera hay una novedad que sobrevive a las restantes invenciones, esta novedad es la Infantería, el hijo permanente joven de la guerra, el hombre de a pie, el único y eterno, el que ve lo blanco de los ojos al enemigo”. Anónimo.⁷

La Infantería es el Arma concebida para combatir en toda clase de terrenos y circunstancias, siendo sus características la movilidad, la adherencia y adaptación al terreno; la versatilidad, fluidez y flexibilidad de sus despliegues y la potencia de choque.

Sus características le dan un conjunto equilibrado de capacidades medias, que le permiten combatir, en casos excepcionales, con sus solos elementos y recursos, aunque normalmente necesita de la cooperación y apoyo de las otras Armas y Ejércitos.

Su aptitud para adaptar sus despliegues y fuegos al terreno, la hacen especialmente apta para el avance y la infiltración ofensiva, y para ocupar y mantener terreno en defensiva. Su misión es destruir o completar la destrucción del adversario o anularlo, utilizando para ello procedimientos ofensivos o defensivos, según el cometido asignados y la situación.

La Infantería puede combatir a pie o sobre vehículos. En su maniobra utiliza toda clase de vehículos terrestres o aéreos, aprovechando de ellos la protección, velocidad y potencia de fuego y choque.

La disposición de unidades equipadas con un determinado modelo de vehículo no implica que en su empleo no se le puede dotar de otro que se adapte mejor a la situación operativa. Esta exigencia hace que se requiera de las unidades de Infantería un alto carácter polivalente.

4.1.2 Tipos de unidades de Infantería

Dependiendo de los medios de los que se dispone y la instrucción específica se distinguen tres tipos de unidades principales en la Infantería: ligeras, mecanizadas y acorazadas.

⁷ Dicho anónimo de la Infantería reflejado en el libro *“Men against fire”* del Brigadier General S.L.A. Marshall, traducido por el General de Brigada de Infantería José María Sánchez de Toca y Catalá. En dicho libro al inicio se habla de la hipotética guerra “sin hombres” refiriéndose a su sustitución por carros de la época con la que se creía que se lograría la victoria, situación extrapolable a la actual con los AWS. “Aunque la decisión pudiese conseguirse con superioridad de fuego, siempre habrá que adelantarse a batir la resistencia de los supervivientes. Creer en una guerra de apretar botones es una falacia, pero no una falacia nueva, sino una vieja falacia con traje nuevo. La improvisación es el ambiente natural de la guerra. Las fórmulas perfectas solo existen en el papel.”

-Unidades ligeras

Están constituidas principalmente por combatientes a pie, aunque puede utilizar vehículos para sus desplazamientos. Están organizadas, equipadas e instruidas para desarrollar acciones de combate próximo.

-Unidades mecanizadas

Las unidades mecanizadas están dotadas de vehículos acorazados de combate que les dan la posibilidad de combatir sobre sus vehículos o de pie según las exigencias del combate. El blindaje de los VCI (Vehículo de Combate de Infantería), su protección NBQ (Nuclear, Biológica y Química) y la posibilidad de lanzamiento de humos proporcionan un alto nivel de protección que las hace aptas para escenarios con un alto nivel de amenaza.

-Unidades acorazadas

Las unidades acorazadas están dotadas de carros de combate que le proporcionan una gran capacidad de movilidad, potencia de fuego, protección y efecto de choque.

4.1.3: Funciones de combate

De las funciones de combate, la Infantería participa en la de mando, inteligencia, maniobra, fuegos, protección y logística.

- Mando

La función de combate mando es una de las principales para todas las armas y consiste en la coordinación de las unidades para lograr un objetivo común. Elementos importantes que intervienen puede ser la acción conjunta con unidades de Transmisiones, equipos de observación y las secciones de reconocimiento.

- Inteligencia

La función de combate inteligencia comprende el conjunto de actividades encaminadas a satisfacer las necesidades de conocimiento del mando, relativas al entorno operativo, necesarias para el planeamiento y conducción de las operaciones y para la identificación de las amenazas contra las fuerzas propias y el cumplimiento de la misión.

Se considera la inteligencia información elaborada a partir de la información obtenida, bien a través de tareas específicamente de inteligencia o vigilancia y observación o a través de informes post-misión realizados por los combatientes.

- Maniobra

La maniobra es el conjunto de actividades encaminadas al empleo de la fuerza mediante la combinación del movimiento y el fuego para alcanzar una posición de ventaja sobre el enemigo, para destruirlo, neutralizarlo o rechazarlo, y en su caso, asegurar el dominio de una zona de terreno.

- Fuegos

La función de combate fuegos comprende el conjunto de actividades de fuego indirecto y de empleo de energía electromagnética con propósitos ofensivos, encaminadas a destruir, neutralizar o influir al enemigo o adversario.

La función integra la detección, localización, adquisición y seguimiento de posibles objetivos, su identificación y la asignación al medio disponible más eficaz para conseguir el efecto deseado y la evaluación de los efectos conseguidos.

- Protección

La función de combate protección se entiende como el conjunto de acciones encaminadas a incrementar la seguridad y la capacidad de actuación de una fuerza, es decir, mantener la capacidad de combate preservando al personal, armamento, material, instalaciones e información, así como la imagen de la fuerza, de los efectos de las acciones adversarias, de las propias y derivadas de riesgos sanitarios, medioambientales o accidentes debidos a causas diversas.

-Logística

La logística integra todas las actividades orientadas a la constitución y sostenimiento de las fuerzas, haciendo posible la continuidad de las operaciones.

Según su finalidad se clasifica en tres tipos: obtención, distribución y consumo.

La logística de obtención se da a nivel estratégico y consiste en la determinación de las necesidades, la adquisición y la recepción de los recursos.

La logística de distribución, nivel operacional, se encarga del reparto del material entre los consumidores y de su transporte hasta estos.

La logística de consumo se encuentra en el nivel táctico y comprende el almacenamiento, transporte, entrega, mantenimiento y baja de los recursos por parte de los consumidores.

4.2: Modelos actuales aplicables a la infantería

En este apartado se van a analizar modelos de sistemas con diferentes grados de autonomía. Para la muestra se han seleccionado sistemas que funcionan moviéndose por tierra porque, además de representar mejor el avance tecnológico al ser más complejo, se han considerado a priori mejores para trabajar con las unidades de Infantería a bajos niveles al poder moverse junto a los combatientes⁸. También suponen una novedad más evidente, ya que sistemas autónomos o no tripulados que trabajan en el aire como el MQ-9 Predator B ya funcionan en las unidades del Ejército. (26)

El objetivo de la búsqueda ha sido aportar variedad a la investigación para explorar las oportunidades de integración, por lo que no se ha hecho un estudio de mercado analizando el más adecuado o mejor al no ser el objetivo del trabajo.

4.2.1: Milrem Robotics

Milrem Robotics (27) es una empresa procedente de Estonia cuya misión es “mejorar la seguridad y la eficiencia de los trabajos humanos en industrias como la defensa, (...)”.

De esta empresa se van a estudiar los modelos Type-X Combat, pensado para apoyar a las unidades mecanizadas y el THeMIS, pensado para dar apoyo a unidades ligeras.

Sus modelos tienen una arquitectura abierta, lo que significa que es posible cambiar componentes como sensores, cámaras o contramedidas.

⁸ No tiene demasiado sentido dotar de un dron aéreo a un pelotón de una unidad ligera para permitirle, por ejemplo, llevar más municiones.

- Type-X Combat⁹

El objetivo de este modelo (Véase Ilustración 4) es apoyar a las unidades mecanizadas, su diseño modular le permite utilizar cañones de entre 25mm y 30mm, o misiles contra carro como el Alcotán, MMP, Javelin o SPIKE (30). También puede equipar armamento antiaéreo, equipar diferentes radares o usarse para carga de material entre otras cosas. También se le pueden equipar armas coaxiales junto con la principal.

Puede ser controlado por teleoperación u operar de manera autónoma con las funciones de navegación por *waypoints*, *follow me* (en desarrollo) o cooperar con otros sistemas autónomos (en desarrollo).



Ilustración 4 Type-X Combat

Fuente: *Milrem Robotics*

El vehículo se propulsa por un motor híbrido diésel-eléctrico, con una autonomía aproximada de 600km y una velocidad máxima de 80km/h en carretera y 50km/h por terreno irregular.

La protección con la que cuenta, según STANAG 4569 es L4 en energía cinética y contra artillería y L1 contra minas.

La compañía espera tener el prototipo listo para el tercer cuarto de 2020 y empezar las pruebas de movilidad en octubre, asimismo espera poderlo presentar en el *Eurosatory 2020*. (31)

- TheMIS¹⁰

El objetivo de este sistema es servir de apoyo a tropas desembarcadas o de infantería ligera. Similar al Type-X Combat, su diseño modular permite configurarlo para cumplir diferentes objetivos. La compañía *Milrem Robotics* divide las configuraciones en cuatro según su uso: Logística, combate, ISR (inteligencia, vigilancia y reconocimiento) y EOD (*Explosive Ordnance Reconnaissance*).

⁹ Características completas en Anexo 1

¹⁰ Características completas en Anexo 2



Ilustración 5 TheMIS Cargo (Logístico) en Mali

Fuente: *Milrem Robotics*

El sistema fue desplegado en abril del 2019 en Mali (Ilustración 5) para dar apoyo al ejército de Estonia y Francia en sus patrullas, aumentando la capacidad de transporte de equipo considerablemente y reduciendo la fatiga de los combatientes (32).¹¹

El sistema está actualmente siendo evaluado por el Ejército de Tierra en el programa Fuerza 35 (33).

4.2.2: Kalashnikov

A finales del 2017, la empresa de origen ruso *Kalashnikov* dio a conocer dos modelos de vehículos de combate terrestres no tripulados, el *Soratnik* de cuatro metros de largo por uno y medio de alto y el *Nakhlebnik* de tres metros de largo por uno de alto. Los presentó trabajando de manera conjunta con tropas especiales en un área nevada con edificios (Ilustración 6) (34).



Ilustración 6 Demostración del Soratnik, Kalashnikov

Fuente: *defensa.com*

¹¹ “La oportunidad de llevar media tonelada de municiones y agua a lugares inaccesibles con un vehículo convencional agregó un gran valor a las patrullas y mejor capacidad de combate” Teniente Coronel Sten Allik, oficial superior del destacamento estonio que llevo a cabo las pruebas del TheMIS en Mali (32).

El sistema es manejado a distancia, supuestamente desde una distancia de hasta 10km por un operador o incluso por las tropas a las que acompaña. La torre permite situar ametralladoras medias, cañones ligeros o lanzagranadas. Alexei Krivoruchko, CEO del grupo *Kalashnikov* anunció que en los planes de futuro se iba a buscar equiparlo también con ocho misiles contra carro y que podría trabajar con drones de manera conjunta (35).

Se sabe que fue probado en Siria (34), donde podría haber participado en combates reales.

4.2.3: *Autonomous Ground Resupply (AGR) Autonomy Kit*

El AGR es un “kit” que se implementa en vehículos pesados logísticos para que no requieran la acción del hombre para desplazarse y seguir rutas logísticas. Está pensado para dar apoyo a unidades nivel Brigada y superior.

Los vehículos con el AGR instalado en modo “*follower*” siguen al “*March Unit Leader*” (MUL), que es un vehículo que se conduce de forma manual por un conductor humano. También se permite la teleoperación de los seguidores y se puede ver las imágenes que captan las cámaras en vivo. El objetivo de este sistema es reducir los hombres necesarios para llevar el tren logístico y evitar bajas ante posibles ataques (36).

La prueba del sistema se hizo en el mes de septiembre de 2019, implementando el sistema en vehículos PLS (Sistema de Carga Paletizada) (Ilustración 7) (37).



Ilustración 7 Sistema AGR equipado sobre vehículo PLS

Fuente: Xataka

4.2.4: *Boston Dynamics*

Boston Dynamics es una empresa con sede en Estados Unidos que se especializa en la construcción de robots autónomos. Sus modelos aún no están preparados para incluirse en el ejército (38); no obstante, la policía de Estados Unidos sí que los ha probado y usado en casos reales (39).

El principal problema de los sistemas es el ruido que producen al funcionar, ya que usan motores de combustión. Aun así, representan un gran avance que en el futuro puede tener aplicación en

el ejército ya que, como se va a ver, pueden adaptarse mejor al terreno y superar más obstáculos que los descritos anteriormente.

-Atlas

Atlas (Ilustración 8) es un robot autónomo con forma humana¹² que ha demostrado tener una agilidad y equilibrio similar al de los humanos, desplazándose de forma bípeda y realizando diferentes saltos y acrobacias¹³.

El robot tiene una altura de 1,5m y pesa 80kg. Puede alcanzar la velocidad de 1,5m/s.

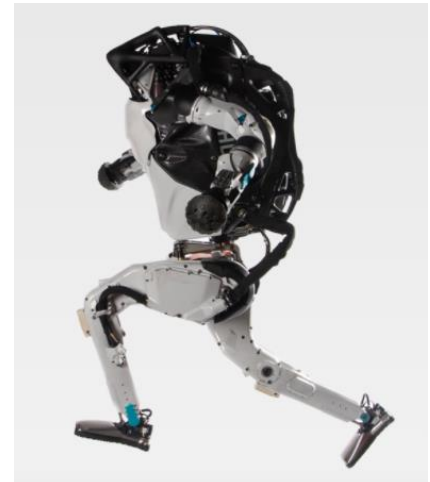


Ilustración 8 Robot Atlas, de Boston Dynamics

- Cuadrúpedos (40)

Otra serie de robots interesantes de Boston Dynamics son los robots cuadrúpedos: *Big Dog* (2004), *LS3* (2012), *Wildcat* (2013), *Spot Classic* (2015) y *Spot Mini* (2019) (Ilustración 9) (41).

Fuente: *Boston Dynamics*

El primero de ellos, *Big Dog*, se rechazó inicialmente por el Ejército de EEUU por el excesivo ruido que producía al usar motores de combustión, desde entonces se ha evolucionado con la relación de robots antes mencionados, de los que destaca el *Wildcat* por ser capaz de alcanzar una velocidad de 32km/h y el *Spot Mini* por ser el más avanzado. Estos modelos podrían en un futuro superar a los que usan cadenas o ruedas para moverse al aumentar de manera considerable la dificultad del terreno que pueden superar.



Ilustración 9 Robots cuadrúpedos Boston Dynamics. De izquierda a derecha: *Spot Mini*, *Spot Classic*, *Wildcat*, *LS3* y *Big Dog*.

Fuente: *Boston Dynamics*

¹² Cabe recordar que se acordó intentar evitar antropomorfizar los AWS en las reuniones de la CCW (Cap. 2.3.1).

¹³ En la página oficial se pueden ver vídeos de su funcionamiento: <https://www.bostondynamics.com/atlas>

4.3: Integración en las unidades

4.3.1: Análisis DAFO¹⁴

El análisis de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades es una herramienta¹⁵ de estudio pensado originalmente para empresas que permite organizar la información de forma que facilite la toma de decisiones estratégicas. Para este trabajo se va a utilizar con el objetivo de visualizar el uso óptimo de los sistemas anteriormente descritos según el tipo de unidad de la que se trata. Se trata de buscar el sistema adecuado para cada unidad de forma que aumente las capacidades y disminuya las amenazas sin quitar operatividad, de forma que no se pierdan oportunidades de uso ni ventajas. Para ello se ha incluido como oportunidad en uso de AWS en la herramienta.

4.3.2: Matriz de factores DAFO de los diferentes tipos de unidades (42)

Se muestra la matriz de factores correspondiente a cada tipo de unidad en las ilustraciones 10, 11 y 12 que aparecen a continuación.

-Infantería ligera

 Debilidades <ul style="list-style-type: none">◦ Desgaste físico y moral (Muy Importante)◦ Potencia de fuego y velocidad de movimiento limitadas (Muy Importante)◦ Vulnerabilidad de los trenes logísticos (Muy Importante)◦ Dificultad de reasignación una vez empeñada la unidad (Importancia Media)◦ Escasa autoprotección por sí misma (Muy Importante)	 Amenazas <ul style="list-style-type: none">◦ Ataque NBQ (Muy Importante)◦ Ataque con medios con blindaje o protección elevada (Muy Importante)◦ Ataque de artillería (Muy Importante)◦ Quedarse sin suministros (munición, comida, agua...) (Importancia Crucial)
 Fortalezas <ul style="list-style-type: none">◦ Adaptabilidad al terreno (Importancia Crucial)◦ Capacidad de ocupación del terreno (Muy Importante)◦ Facilidad de adaptación a medios de transporte (Muy Importante)◦ Capacidad de ocultación (Muy Importante)	 Oportunidades <ul style="list-style-type: none">◦ Operaciones aeromóviles (Muy Importante)◦ Acciones de infiltración (Muy Importante)◦ Protección de objetivos sensibles (Muy Importante)◦ Establecerse en defensiva (Muy Importante)◦ Lucha de contraguerrillas (Muy Importante)◦ Uso de AWS (Importancia Media)

Ilustración 10 Análisis DAFO de la Infantería ligera

Fuente: Elaboración propia

¹⁴ Los análisis DAFO completos de los diferentes tipos de unidades se han incluido en anexos (Anexos 3, 4 y 5).

¹⁵ Se ha usado la herramienta DAFO online del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo: <https://dafo.ipyme.org/Home>

-Infantería mecanizada

 <p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Desgaste físico y moral del elemento que desembarca (Poco Importante) ◦ Elevadas necesidades logísticas (Muy Importante) ◦ Carece de protección aérea (Muy Importante) ◦ Difícil reposición de bajas y material (Muy Importante) 	 <p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Perder capacidad de resabastecimiento (Muy Importante) ◦ Ataques aéreos (Muy Importante)
 <p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ El blindaje ofrece protección contra armamento ligero (Importancia Media) ◦ Buena potencia de fuego comparada con la Infantería ligera (Muy Importante) ◦ Buena movilidad gracias a la velocidad que ofrece el vehículo (Importancia Media) 	 <p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Explotación del éxito (Muy Importante) ◦ Refuerzo de unidades de Infantería ligera (Importancia Media) ◦ Contraataques (Muy Importante) ◦ Atacar, destruir y desbordar resistencias enemigas (Muy Importante) ◦ Operaciones defensivas donde predomine la movilidad (Muy Importante) ◦ Uso AWS (Importancia Media)

Ilustración 11 Análisis DAFO de la Infantería mecanizada

Fuente: Elaboración propia

-Infantería acorazada

 <p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Elevadas necesidades logísticas (Importancia Crucial) ◦ Carece de protección aérea (Muy Importante) ◦ Especial dificultad de reposición de bajas y material (Muy Importante) 	 <p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Perder capacidad de reabastecimiento (Importancia Crucial) ◦ Ataques aéreos (Muy Importante)
 <p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Buena capacidad de autoprotección (amenazas terrestres) (Muy Importante) ◦ Buena potencia de fuego (Muy Importante) ◦ Buena movilidad (Muy Importante) 	 <p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Explotación del éxito (Muy Importante) ◦ Refuerzo de unidades ligeras y acorazadas (Importancia Media) ◦ Contraataques (Muy Importante) ◦ Acciones en las que predomine la velocidad y la profundidad (Muy Importante) ◦ Uso AWS (Importancia Media)

Ilustración 12 Análisis DAFO de la Infantería acorazada

Fuente: Elaboración propia

4.3.1: Mejoras buscadas/deseadas

En la matriz estrategias se relacionan los factores de la matriz de factores con el objetivo de mejorar el desempeño. Para este apartado interesan especialmente en primer lugar las estrategias denominadas de supervivencia y defensivas, de las que se puede extraer la relación

de necesidades de las unidades que provienen de las debilidades ya que se obtienen de relacionar las amenazas con las debilidades y las fortalezas.

De las necesidades analizadas destacan la de logística, común a todos; la protección aérea, común a las unidades acorazadas y mecanizadas y la necesidad de autoprotección de la infantería ligera que se puede conseguir con un buen aprovechamiento del terreno. Es destacable también que, para las unidades de Infantería acorazadas y mecanizadas, dado el grado de movilidad, protección y potencia de fuego que tienen originalmente estarían capacitados para aumentar la dotación de suministros de las unidades si se les proporciona medios de transporte.

En segundo lugar, las estrategias Adaptativas se obtienen de cruzar las debilidades y las oportunidades. Se va a comentar únicamente las que provienen de la oportunidad del uso de los AWS ya que es el objeto del trabajo. Las mejoras que los AWS pueden dar a las unidades coinciden en cierta medida con las que anteriormente se han visto necesarias. Estas son la logística y la defensa aérea, con el añadido del aumento de la potencia de fuego para la Infantería ligera que, aparte de aumentar la potencia de fuego en sí, repercute en la autodefensa de la unidad que también aumentaría al poder utilizar la potencia de fuego del AWS para dar cobertura.

4.3.2: Consideraciones

Dentro de la matriz estrategias, la estrategia Ofensiva, obtenida de cruzar las fortalezas y las oportunidades, se han utilizado para buscar condiciones de uso, o consideraciones para implementar los sistemas en las unidades. Principalmente se ha relacionado las diferentes fortalezas de las unidades con la inclusión de sistemas AWS, dando lugar a condiciones que deben cumplir para ser una adición a las unidades que no perjudique su actual uso y fortalezas.

En primer lugar, para la infantería ligera, la condición fundamental es mantener la movilidad que da la adaptación al terreno, la capacidad de ocultación y la adaptación a los medios de transporte. Para ello se necesita que el sistema AWS implementado tenga un tamaño reducido, pueda superar los mismos obstáculos que un combatiente a pie y no producir un ruido excesivo que revele la posición de la unidad.

Para la Infantería mecanizada y acorazada, se ha considerado como principal mantener la movilidad que proporciona la velocidad de los vehículos para no perder el ritmo de maniobra. También se ha visto que el aumento de la potencia de fuego a través de sistemas AWS armados no es prioritario ya que estas unidades por sí ya tienen una buena potencia de fuego.

4.3.3: Propuesta de uso

-Infantería ligera

Para el marco de actuación de la infantería ligera, el AWS THeMIS de la empresa *Milrem Robotics* es el que mejor encaja con los requerimientos descritos anteriormente.

Sus dimensiones reducidas (240x200x115 cm) y su peso (1630 kg) hacen que se pueda considerar su transporte en sistemas como el helicóptero NH90 al tener una capacidad de carga útil máxima de 4000 kg (43).

Este sistema tiene una velocidad máxima remolcado de 80km/h. Aunque vehículos como el BMR (con los que trabaja la infantería ligera) puedan llegar a los 96km/h (44), esa velocidad se da en

carretera, no siendo importante la posible pérdida de velocidad máxima al llevar un THeMIS remolcado

El sistema es capaz de trabajar manteniendo un bajo nivel de sonido producido, permitiendo mantener la ocultación de las tropas de a pie. El sistema de propulsión por cadenas permite superar una gran variedad de obstáculos, aunque no llega a los superables por un combatiente que se mueve a pie. Por esto sería interesante para un futuro la integración de una propulsión por patas como la de los robots de Boston Dynamics.

Las mejoras deseadas son incrementar la capacidad logística y aumentar la potencia de fuego, por lo que se propone el uso del THeMIS Cargo para aumentar la capacidad logística y las diferentes variaciones de armamento acoplables en el sistema, priorizando el uso de uno u otro dependiendo del tipo de misión.

En este caso, el THeMIS Cargo ya fue probado en Mali en 2019 dando buenos resultados, permitiendo aumentar los suministros llevados por las patrullas y aligerando el peso del combatiente, permitiendo reducir su fatiga.

-Infantería mecanizada y acorazada

La dificultad de escoger un único sistema para las unidades de Infantería mecanizada radica en si se le da prioridad al elemento de combate a pie o a los vehículos. El combatiente a pie cuenta con las necesidades de las unidades ligeras, pero el uso de los vehículos le da nuevas capacidades y necesidades. Del análisis se ha extraído la necesidad logística y de una defensa aérea.

Dado que la necesidad logística la dan los vehículos y la necesidad de una defensa aérea, aunque tanto el vehículo como el elemento de combate a pie la necesitan es más propia de los vehículos, se le va a dar prioridad a dar apoyo a los vehículos con los AWS, ya que esos mismos vehículos ya sirven para apoyar al elemento de combate a pie. Las necesidades y consideraciones similares para las unidades mecanizadas (priorizando vehículos) y acorazadas hacen que el mismo sistema les sea útil y óptimo.

Para ello, se considera que el AWS más apropiado es el Type-X Combat, con la configuración de carga para aumentar la capacidad logística de la unidad y con armamento antiaéreo para dar ese apoyo.

Respecto a las necesidades de movilidad, el TOA tiene una velocidad máxima de 60km/h, el VCI Pizarro de 72km/h y el CC Leopardo 2E de 70km/h (45) mientras que el Type-X Combat tiene una velocidad máxima de 80 km/h. Por lo que cumple con la necesidad de la movilidad.

-Función de combate logística

Aunque no se trate de una unidad específica de Infantería, la logística se ha visto como una necesidad esencial y sigue siendo una de las vulnerabilidades. Por ello se ha considerado necesario incluir una propuesta de uso que se adapte al movimiento de los trenes logísticos.

Para este caso, la mejora propuesta es la integración del AGR *Autonomy Kit* en los camiones logísticos de los que ya dispone el Ejército. El hecho de que sea un kit acoplable a los sistemas ya disponibles reduce la dificultad de la integración y estos sistemas facilitarían el movimiento de los trenes logísticos reduciendo también las bajas humanas derivadas de los ataques a estos.

5. Conclusión

Durante este trabajo de investigación que parte de la necesidad de conocer los avances actuales respecto a los AWS para realizar una adaptación e integración en las unidades de Infantería se han obtenido las siguientes conclusiones:

En primer lugar, se ha visto que, aunque se lleva tiempo desarrollando sistemas autónomos y hablando de la inteligencia artificial, en los últimos años ha habido un auge en dichas tecnologías principalmente debido a la aplicación en el mundo civil que ha permitido que avance a un ritmo acelerado. Pese a ello aún queda camino por avanzar y aplicaciones como la inteligencia artificial aún no son suficientemente robustas llevando a restricciones de su uso. Esto se ve presente principalmente en la función de selección de objetivos, donde solo se puede usar el “*deep learning*” de forma experimental al no tener un control real sobre cómo el sistema puede responder a entradas diferentes de las que se han usado como prueba.

El actual avance se ve limitado por consideraciones éticas y legales relacionadas marcadas por los niveles de autonomía y el control humano significativo. Pese a no haberse avanzado en gran medida respecto a las regulaciones de los AWS, sí que se ha marcado un camino claro en la opinión internacional, las decisiones críticas deben ser tomadas, o por lo menos controladas, por un operador humano que se responsabilice de las acciones y del uso del sistema.

Respecto a la legislación aplicable, se centra en los Principios Generales del Derecho Internacional de los Conflictos Armados al no existir legislación específica de este tipo de sistemas. Los Principios Generales generan discusiones al tratarse de principios que pueden interpretarse de diferentes maneras y el nivel actual de desarrollo de la autonomía hace preguntarse a los expertos si un nivel alto de autonomía sería en un futuro capaz de respetar esos principios o si, por el contrario, estaría capacitado en un futuro para aplicarlos mejor que los propios humanos. Con la tecnología actual se puede afirmar que no, por lo que se reafirma la necesidad de contar con un operador humano que por lo menos tenga la capacidad de anular acciones del sistema.

Del análisis DAFO se ha visto que los sistemas de *Milrem Robotics* son los más adecuados para implementar en las unidades de Infantería, siendo el Type-X Combat el más adecuado para trabajar con unidades mecanizadas y acorazadas y el THeMIS para unidades ligeras, habiendo este último ya sido probado por ejércitos extranjeros en misiones internacionales y siendo actualmente estudiado en el marco de la Fuerza 2035. Se ha visto también la necesidad o posible mejora del sistema THeMIS en el aspecto de la movilidad, siendo interesante el estudio de implementación de una propulsión bípeda o cuadrúpeda como la que se da en algunos modelos de la empresa Boston Dynamics. De esta forma se conseguiría que la capacidad de moverse el sistema por terrenos complejos mejorase y fuese más similar a la de un combatiente.

Bibliografía

1. Villatoro, M. P. Así combatieron y dominaron Europa los temibles Tercios españoles. *ABC*. 31 de 07 de 2014.
2. Escribano, F. y León, P. *Apuntes de la asignatura Mundo Actual*. s.l. : Centro Universitario de la Defensa, 2020.
3. Scharre, P. y Horowitz, M. *An introduction to Autonomy in Weapon Systems*. 2015.
4. Agencia B12 Redacción España. Origen del concepto de Inteligencia Artificial. 11 de 11 de 2019. <https://agenciab12.com/noticia/origen-concepto-inteligencia-artificial#:~:text=En%201956%20nace%20el%20t%C3%A9rmino,de%20%E2%80%9Chacer%20m%C3%A1quinas%20inteligentes.%E2%80%9D>.
5. **SAS** Institute. Inteligencia artificial. Qué es y por qué es importante. https://www.sas.com/es_es/insights/analytics/what-is-artificial-intelligence.html.
6. Boulanin, V. y Varbruggen, M. *Mapping the development of autonomy in weapon systems*. 2017.
7. Williams, W. K. *A Summary of Unmanned Aircraft Accident/Incident Data: Human Factors Implications*. Washington DC : Office of Aerospace Medicine, 2004.
8. *Machine learning key to automatic target recognition*. Warwik, G. y DiMasco, J. s.l. : Aviation Week & Space Technology, 2016.
9. *Israeli smart multi-sensor counter IEDs*. Eshel, T. s.l. : Defense Update, 2014.
10. *A chip on the shoulders that kills snipers*. Dunnigan, J. s.l. : Strategy Page, 2010.
11. *The US Navy's autonomous swarm boats can now decide what to attack*. Tucker, P. s.l. : Defense One, 2016.
12. Scharre, P. *Robotics on the Battlefield Part II: The Coming Swarm*. Washington DC : Centre for a New American Security, 2014.
13. Eshel, T. Amstaff robot expands capabilities as tactical support UGV. *Defense Update*. 2011.
14. Rid, T. *Rise of the Machines: A Cybernetic History*. New York : W. W. Norton and Company, 2016.
15. *Fueled in flight: X-47 B first to complete autonomous aerial refueling*. s.l. : Navair News, 2015.
16. US DOD. *Defense Science Board (note 30)*.
17. Alston, P. *A/65/321*. s.l. : Asamblea General de las Naciones Unidas, 2010.
18. Heyns, C. *A/HCR/23/47*. s.l. : Asamblea General de las Naciones Unidas, 2013.
19. CCW. *CCW/MSP/2013/10*. Geneva : s.n., 2013.
20. —. *CCW/GGE.1/2018/3*. Ginebra : s.n., 2018.
21. —. *CCW/GGE.1/2019/3*. Ginebra : s.n., 2019.

22. Jencks, C. *The distraction of Full Autonomy and the Need to Refocus the CCW LAWS Discussion on Critical Functions*. s.l. : SMU Dedman School of Law Legal Studies, 2016.
23. Arkin, R. *Lethal Autonomous Systems and the Plight of the Non-combatant*. s.l. : Georgia Institute of Technology, 2013.
24. Ticehurst, R. *La cláusula de Martens y el derecho de los conflictos armados*. s.l. : CIRC, 1997.
25. CIRC. *Ethics and autonomous weapon systems: An ethical basis for human control?* Ginebra : s.n., 2018.
26. Fernández, J. El Predator 'vuela' de EEUU a España: así es el nuevo dron revolucionario del Ejército. *El Confidencial*. 2019.
27. Milrem Robotics. <https://milremrobotics.com/>.
28. Type-X Robotic Combat Vehicle (RCV). *Army Technology*. 2020.
29. Eshel, T. Milrem Robotics Introduces a 12-ton Robotic Vehicle for Mechanized, Armored Warfare. *Defense Update*. 2020.
30. Maíz, J. El vehículo terrestre no tripulado THEMIS culmina con éxito su despliegue experimental en Mali. *defensa.com*. 2020.
31. Carrasco, B. El Ejército de Tierra español recibirá este verano un vehículo terrestre no tripulado. *infodefensa*. 2020.
32. Díez, O. Vehículos de combate autónomos Kalashnikov. *defensa.com*. 2018.
33. Buritica, Y. Kalashnikov prueba su 'robot de combate automatizado' en Siria. *TEKCRISPY*. 2018.
34. Schneider, A., y otros. Autonomous Ground Resupply (AGR). 08 de 09 de 2018. <http://gvsets.ndia-mich.org/documents/AGS/2018/0230%20Schneider,%20Anne%20presentation.pdf>.
35. Pérez, E. Vehículos militares autónomos: EE.UU ya los prueba en condiciones reales para evitar enviar soldados a zonas de conflicto. *Xataka*. 2019.
36. Reid, D. Boston Dynamics' robot dog isn't quite ready for the US military says this analyst. *CNBC*. 2017.
37. Fernández, C. El espeluznante perro robot de Boston Dynamics ya está trabajando con la policía en Estados Unidos. *Business Insider*. 2019.
38. Boston Dynamics. Legacy robots. <https://www.bostondynamics.com/legacy>.
39. —. Spot. <https://www.bostondynamics.com/spot>.
40. Departamento de Ciencia Militar AGM. *AGM-CM-002 Táctica y Logística II*. 2016.
41. Ministerio de Defensa. Materiales: NH90. <https://ejercito.defensa.gob.es/materiales/helicopteros/NH90.html>.
42. Ministerio de Defensa. Materiales: Vehículo blindado porta personal 6x6 (BMR). https://ejercito.defensa.gob.es/materiales/Armamento_pesado_veh_combate/BMR.html.

43. —. Materiales: Brigada "Guadarrama" XII.

<https://ejercito.defensa.gob.es/unidades/Madrid/briacxii/Organizacion/materiales/>.

44. Delegación de Francia en la CCW. CHARACTERIZATION OF A LAWS. 2016.

[https://www.unog.ch/80256EDD006B8954/\(httpAssets\)/5FD844883B46FEACC1257F8F00401FF6/\\$file/2016_LAWSMX_CountryPaper_France+CharacterizationofaLAWS.pdf](https://www.unog.ch/80256EDD006B8954/(httpAssets)/5FD844883B46FEACC1257F8F00401FF6/$file/2016_LAWSMX_CountryPaper_France+CharacterizationofaLAWS.pdf).

45. Delegación de Japón en la CCW. Japan's views on issues relating to LAWS.

[https://www.unog.ch/80256EDD006B8954/\(httpAssets\)/4E8371EAD5E34263C1257F8C00289B5E/\\$file/2016_LAWS+MX_CountryPaper+Japan.pdf](https://www.unog.ch/80256EDD006B8954/(httpAssets)/4E8371EAD5E34263C1257F8C00289B5E/$file/2016_LAWS+MX_CountryPaper+Japan.pdf).

Anexos

Anexo 1: Type-X Combat¹⁶. Características técnicas

Diseño modular que permite implementar en la base diferentes tipos de armamentos y sistemas para adaptarlo a la misión.

Bajo sonido en funcionamiento.

Diseñado buscando bajos costes en mantenimiento.

Motor:	Hibrido Diesel	Profundidad de vadeo:	150 cm
Dimensiones:	600x290x220 cm	Inclinación máxima:	45º
Peso:	12000 kg	Protección cinética:	STANAG 4569 (L4)
Velocidad máx. carretera:	80 km/h	Protección artillería:	STANAG 4569 (L4)
Velocidad máx. tierra:	50km/h	Protección minas:	STANAG 4569 (L1)
Velocidad máx. reverso:	50km/h	Autonomía:	600km
Carga máxima:	4100 kg		

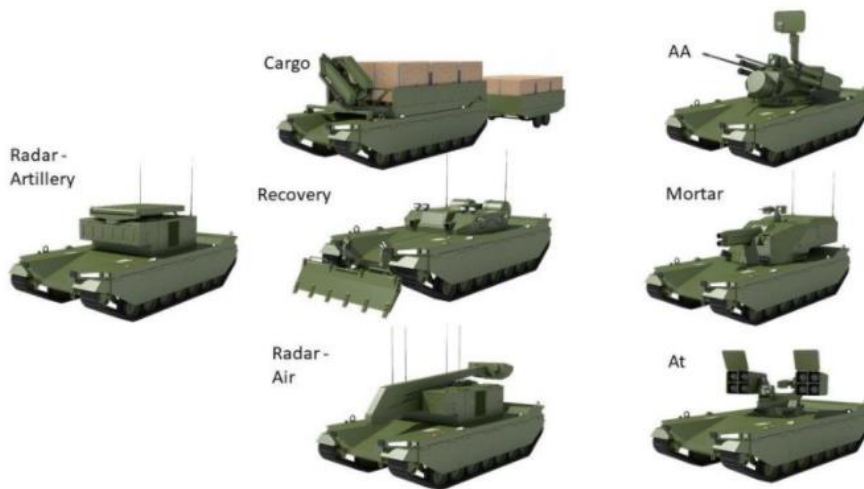


Ilustración 13 Ejemplo de módulos implementables en el Type-X Combat

Fuente: Milrem Robotics

¹⁶ Fuente: <https://milremrobotics.com/product/type-x-combat/>

Anexo 2: THeMIS¹⁷. Características técnicas

Diseño modular que permite diferentes configuraciones para adaptarse a la misión.

Bajo sonido en funcionamiento.

Motor:	Hibrido Diesel	Profundidad de vadeo:	150 cm
Dimensiones:	240x200x115 cm	Inclinación máxima:	60º
Peso:	1630 kg	Pendiente lateral máx.	30º
Velocidad máx. carretera:	20 km/h	Fuerza empuje	21000 N
Velocidad máx. tierra:	20 km/h	Transportabilidad aérea	STANAG 3542
Velocidad máx. reverso:	20 km/h	Autonomía:	600km
Carga máxima:	1200 kg	Velocidad máxima remolcado:	80 km/h
IP radio:	4W, personalizable MIMO Mesh	Encriptación:	AES256
Sensores:	LiDARs	Cámaras:	IR (MIL-STD-810G), térmica, HDR

Bajo centro de gravedad para lograr una mejor estabilidad.

Configuraciones posibles:

-Logística: Zona central equipada con diferentes modelos de anclaje que permiten llevar equipo para reducir la carga del combatiente.



Ilustración 14 THeMIS Cargo

Fuente: Milrem Robotics

¹⁷ Fuente: <https://milremrobotics.com/defence/>

-Combate: Zona central equipada con armamento para ofrecer fuego de precisión, proporcionando apoyo a las tropas a pie. Se le pueden equipar ametralladoras ligeras y pesadas, lanzagranadas de 40mm, cañones de 30mm y misiles contra carro.



Ilustración 15 Ejemplos de diferentes tipos de armamento equipados sobre el THeMIS

De izquierda a derecha: Ametralladora ligera y camilla para heridos, ametralladora pesada y lanza granadas de 40mm, ametralladora pesada y misil Javelin, cañón de 30mm.

Fuente: Milrem Robotics

- ISR: Equipado con una plataforma de transporte y despliegue para el KX-4 LE Titan UAV, un dron multirrotor con 45m de autonomía..



Ilustración 16 THeMIS Observe

Fuente: Milrem Robotics

-EOD: Equipado con el sensor de detección de explosivos GroundEye (la detección incluye los que no contienen metal) y un brazo para manipularlos.







Ilustración 17 THeMIS con GroundEye

Fuente: Milrem Robotics

Anexo 3: Análisis DAFO Infantería ligera

Matriz de Factores

<p> Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Desgaste físico y moral (Muy Importante) ◦ Potencia de fuego y velocidad de movimiento limitadas (Muy Importante) ◦ Vulnerabilidad de los trenes logísticos (Muy Importante) ◦ Dificultad de reasignación una vez empeñada la unidad (Importancia Media) ◦ Escasa autoprotección por sí misma (Muy Importante) 	<p> Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Ataque NBQ (Muy Importante) ◦ Ataque con medios con blindaje o protección elevada (Muy Importante) ◦ Ataque de artillería (Muy Importante) ◦ Quedarse sin suministros (munición, comida, agua...) (Importancia Crucial)
<p> Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Adaptabilidad al terreno (Importancia Crucial) ◦ Capacidad de ocupación del terreno (Muy Importante) ◦ Facilidad de adaptación a medios de transporte (Muy Importante) ◦ Capacidad de ocultación (Muy Importante) 	<p> Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Operaciones aeromóviles (Muy Importante) ◦ Acciones de infiltración (Muy Importante) ◦ Protección de objetivos sensibles (Muy Importante) ◦ Establecerse en defensiva (Muy Importante) ◦ Lucha de contraguerrillas (Muy Importante) ◦ Uso de AWS (Importancia Media)

Matriz de resultados

1. Estrategia Supervivencia. Suministros

Tener una cadena logística protegida y eficaz que permita el abastecimiento continuo. Aumentar los suministros con los que se mueve la unidad evitando que sea a costa de aumentar el desgaste físico.

Debilidades

- Desgaste físico y moral (Muy Importante)
- Vulnerabilidad de los trenes logísticos (Muy Importante)

Amenazas

- Quedarse sin suministros (munición, comida, agua...) (Importancia Crucial)

2. Estrategia Defensiva. Defensa

Usar el terreno para protegerse y la ocultación que proporciona para evitar que el enemigo detecte las posiciones, realizando ataques por sorpresa y emboscadas.

Fortalezas

- Adaptabilidad al terreno (Importancia Crucial)
- Capacidad de ocupación del terreno (Muy Importante)
- Capacidad de ocultación (Muy Importante)

Amenazas

- Ataque NBQ (Muy Importante)
- Ataque con medios con blindaje o protección elevada (Muy Importante)
- Ataque de artillería (Muy Importante)

3. Estrategia Ofensiva. Uso de la unidad

Priorizar la ocultación las infiltraciones y la adaptación al terreno para el uso contraguerrillas y la defensa y ocupación de puntos clave.

Fortalezas

- Adaptabilidad al terreno (Importancia Crucial)
- Capacidad de ocupación del terreno (Muy Importante)
- Capacidad de ocultación (Muy Importante)

Oportunidades

- Acciones de infiltración (Muy Importante)
- Protección de objetivos sensibles (Muy Importante)
- Establecerse en defensiva (Muy Importante)
- Lucha de contraguerrillas (Muy Importante)

4. Estrategia Ofensiva. Consideraciones uso AWS

La adaptabilidad al terreno y la capacidad de ocupación las da la movilidad que se tiene sobre este. También debe tener un tamaño que permita un fácil transporte y su ocultación, para lo que también es necesario que no produzca excesivos ruidos.

Fortalezas

- Adaptabilidad al terreno (Importancia Crucial)
- Capacidad de ocupación del terreno (Muy Importante)
- Facilidad de adaptación a medios de transporte (Muy Importante)
- Capacidad de ocultación (Muy Importante)

Oportunidades

- Uso de AWS (Importancia Media)

5. Estrategia Supervivencia. Autoprotección

La protección contra los ataques la da el uso conjunto con otras unidades y el uso del terreno para protegerse

Debilidades

- Potencia de fuego y velocidad de movimiento limitadas (Muy Importante)
- Escasa autoprotección por si misma (Muy Importante)

Amenazas

- Ataque NBQ (Muy Importante)
- Ataque con medios con blindaje o protección elevada (Muy Importante)
- Ataque de artillería (Muy Importante)

6. Estrategia Adaptativa. Movilidad

Usar medios de transporte de otras unidades, principalmente aéreas y el uso de la defensiva para aumentar la velocidad de despliegue y aprovechar los medios al máximo.

Debilidades

- Desgaste físico y moral (Muy Importante)
- Potencia de fuego y velocidad de movimiento limitadas (Muy Importante)
- Dificultad de reasignación una vez empeñada la unidad (Importancia Media)

Oportunidades

- Operaciones aeromóviles (Muy Importante)
- Establecerse en defensiva (Muy Importante)

7. Estrategia Adaptativa. AWS logística

La integración de las diferentes variantes de AWS logísticas en las unidades de infantería ligera permitirían reducir el desgaste físico y moral asociado al aligerar el peso del combatiente. También permitirían llevar mas suministros reduciendo la necesidad de trenes logísticos.



Debilidades

- Desgaste físico y moral (Muy Importante)
- Vulnerabilidad de los trenes logísticos (Muy Importante)



Oportunidades

- Uso de AWS (Importancia Media)

8. Estrategia Adaptativa. AWS Ofensiva

Las opciones de armamento equipables en los AWS permitirían aumentar considerablemente la potencia de fuego de las unidades.



Debilidades

- Potencia de fuego y velocidad de movimiento limitadas (Muy Importante)







Oportunidades





























- Uso de AWS (Importancia Media)


Anexo 4: Análisis DAFO Infantería mecanizada

Matriz de Factores

 Debilidades <ul style="list-style-type: none">◦ Desgaste físico y moral del elemento que desembarca (Poco Importante)◦ Elevadas necesidades logísticas (Muy Importante)◦ Carece de protección aérea (Muy Importante)◦ Dificil reposición de bajas y material (Muy Importante)	 Amenazas <ul style="list-style-type: none">◦ Perder capacidad de resabastecimiento (Muy Importante)◦ Ataques aéreos (Muy Importante)
 Fortalezas <ul style="list-style-type: none">◦ El blindaje ofrece protección contra armamento ligero (Importancia Media)◦ Buena potencia de fuego comparada con la Infantería ligera (Muy Importante)◦ Buena movilidad gracias a la velocidad que ofrece el vehículo (Importancia Media)	 Oportunidades <ul style="list-style-type: none">◦ Explotación del éxito (Muy Importante)◦ Refuerzo de unidades de Infantería ligera (Importancia Media)◦ Contraataques (Muy Importante)◦ Atacar, destruir y desbordar resistencias enemigas (Muy Importante)◦ Operaciones defensivas donde predomine la movilidad (Muy Importante)◦ Uso AWS (Importancia Media)

Matriz de resultados

<p>1.  Estrategia Supervivencia. Defensa aérea</p> <p>Necesidad de contar con superioridad aérea local</p> <table border="1"><tr><td><p> Debilidades</p><ul style="list-style-type: none">Carece de protección aérea (Muy Importante)</td><td><p> Amenazas</p><ul style="list-style-type: none">Ataques aéreos (Muy Importante)</td></tr></table>	<p> Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none">Carece de protección aérea (Muy Importante)	<p> Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none">Ataques aéreos (Muy Importante)
<p> Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none">Carece de protección aérea (Muy Importante)	<p> Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none">Ataques aéreos (Muy Importante)	
<p>2.  Estrategia Supervivencia. Logística</p> <p>Necesidad de una cadena logística que permita la continuidad de las acciones</p> <table border="1"><tr><td><p> Debilidades</p><ul style="list-style-type: none">Elevadas necesidades logísticas (Muy Importante)Difícil reposición de bajas y material (Muy Importante)</td><td><p> Amenazas</p><ul style="list-style-type: none">Perder capacidad de resabastecimiento (Muy Importante)</td></tr></table>	<p> Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none">Elevadas necesidades logísticas (Muy Importante)Difícil reposición de bajas y material (Muy Importante)	<p> Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none">Perder capacidad de resabastecimiento (Muy Importante)
<p> Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none">Elevadas necesidades logísticas (Muy Importante)Difícil reposición de bajas y material (Muy Importante)	<p> Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none">Perder capacidad de resabastecimiento (Muy Importante)	
<p>3.  Estrategia Adaptativa. Logística AWS</p> <p>Los diferentes sistemas WAS pueden ayudar a mantener una cadena logística y a aumentar la dotación de suministros de la unidad</p> <table border="1"><tr><td><p> Debilidades</p><ul style="list-style-type: none">Elevadas necesidades logísticas (Muy Importante)Difícil reposición de bajas y material (Muy Importante)</td><td><p> Oportunidades</p><ul style="list-style-type: none">Uso AWS (Importancia Media)</td></tr></table>	<p> Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none">Elevadas necesidades logísticas (Muy Importante)Difícil reposición de bajas y material (Muy Importante)	<p> Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none">Uso AWS (Importancia Media)
<p> Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none">Elevadas necesidades logísticas (Muy Importante)Difícil reposición de bajas y material (Muy Importante)	<p> Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none">Uso AWS (Importancia Media)	
<p>4.  Estrategia Adaptativa. Defensa aérea AWS</p> <p>Los AWS se pueden configurar para aumentar la defensa aérea</p> <table border="1"><tr><td><p> Debilidades</p><ul style="list-style-type: none">Carece de protección aérea (Muy Importante)</td><td><p> Oportunidades</p><ul style="list-style-type: none">Uso AWS (Importancia Media)</td></tr></table>	<p> Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none">Carece de protección aérea (Muy Importante)	<p> Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none">Uso AWS (Importancia Media)
<p> Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none">Carece de protección aérea (Muy Importante)	<p> Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none">Uso AWS (Importancia Media)	

5.  **Estrategia Defensiva. Capacidad logística propia**


Aumentar los suministros que la unidad puede llevar con sus propios medios

 **Fortalezas**

- El blindaje ofrece protección contra armamento ligero (Importancia Media)
- Buena potencia de fuego comparada con la Infantería ligera (Muy Importante)
- Buena movilidad gracias a la velocidad que ofrece el vehículo (Importancia Media)

 **Amenazas**

- Perder capacidad de resabastecimiento (Muy Importante)

6.  **Estrategia Ofensiva. Potencia de fuego AWS**


Dado que la unidad ya cuenta con una buena potencia de fuego, no es prioritario aumentarla más.

 **Fortalezas**

- Buena potencia de fuego comparada con la Infantería ligera (Muy Importante)

 **Oportunidades**


- Uso AWS (Importancia Media)

7.  **Estrategia Ofensiva. Movilidad AWS**

Los AWS usados deben permitir mantener la movilidad original de las unidades

 **Fortalezas**


- Buena movilidad gracias a la velocidad que ofrece el vehículo (Importancia Media)

 **Oportunidades**




- Uso AWS (Importancia Media)


Anexo 5: Análisis DAFO Infantería acorazada

Matriz de Factores

 Debilidades	 Amenazas
<ul style="list-style-type: none">◦ Elevadas necesidades logísticas (Importancia Crucial)◦ Carece de protección aérea (Muy Importante)◦ Especial dificultad de reposición de bajas y material (Muy Importante)	<ul style="list-style-type: none">◦ Perder capacidad de reabastecimiento (Importancia Crucial)◦ Ataques aéreos (Muy Importante)
 Fortalezas	 Oportunidades
<ul style="list-style-type: none">◦ Buena capacidad de autoprotección (amenazas terrestres) (Muy Importante)◦ Buena potencia de fuego (Muy Importante)◦ Buena movilidad (Muy Importante)	<ul style="list-style-type: none">◦ Explotación del éxito (Muy Importante)◦ Refuerzo de unidades ligeras y acorazadas (Importancia Media)◦ Contraataques (Muy Importante)◦ Acciones en las que predomine la velocidad y la profundidad (Muy Importante)◦ Uso AWS (Importancia Media)

Matriz de resultados

<p>1.  Estrategia Supervivencia. Logística</p> <p>Necesidad de mantener una cadena logística capaz</p> <table border="1"><tr><td><p>Debilidades</p><ul style="list-style-type: none">◦ Elevadas necesidades logísticas (Importancia Crucial)◦ Especial dificultad de reposición de bajas y material (Muy Importante)</td><td><p>Amenazas</p><ul style="list-style-type: none">◦ Perder capacidad de reabastecimiento (Importancia Crucial)</td></tr></table>	<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none">◦ Elevadas necesidades logísticas (Importancia Crucial)◦ Especial dificultad de reposición de bajas y material (Muy Importante)	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none">◦ Perder capacidad de reabastecimiento (Importancia Crucial)
<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none">◦ Elevadas necesidades logísticas (Importancia Crucial)◦ Especial dificultad de reposición de bajas y material (Muy Importante)	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none">◦ Perder capacidad de reabastecimiento (Importancia Crucial)	
<p>2.  Estrategia Defensiva. Capacidad logística propia</p> <p>Buscar aumentar la capacidad de transporte de suministros de la propia unidad</p> <table border="1"><tr><td><p>Fortalezas</p><ul style="list-style-type: none">◦ Buena capacidad de autoprotección (amenazas terrestres) (Muy Importante)◦ Buena potencia de fuego (Muy Importante)◦ Buena movilidad (Muy Importante)</td><td><p>Amenazas</p><ul style="list-style-type: none">◦ Perder capacidad de reabastecimiento (Importancia Crucial)</td></tr></table>	<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none">◦ Buena capacidad de autoprotección (amenazas terrestres) (Muy Importante)◦ Buena potencia de fuego (Muy Importante)◦ Buena movilidad (Muy Importante)	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none">◦ Perder capacidad de reabastecimiento (Importancia Crucial)
<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none">◦ Buena capacidad de autoprotección (amenazas terrestres) (Muy Importante)◦ Buena potencia de fuego (Muy Importante)◦ Buena movilidad (Muy Importante)	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none">◦ Perder capacidad de reabastecimiento (Importancia Crucial)	
<p>3.  Estrategia Adaptativa. Logística AWS</p> <p>Los sistemas AWS permiten mejorar la cadena logística y la capacidad de transporte de suministros de la propia unidad</p> <table border="1"><tr><td><p>Debilidades</p><ul style="list-style-type: none">◦ Elevadas necesidades logísticas (Importancia Crucial)◦ Especial dificultad de reposición de bajas y material (Muy Importante)</td><td><p>Oportunidades</p><ul style="list-style-type: none">◦ Uso AWS (Importancia Media)</td></tr></table>	<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none">◦ Elevadas necesidades logísticas (Importancia Crucial)◦ Especial dificultad de reposición de bajas y material (Muy Importante)	<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none">◦ Uso AWS (Importancia Media)
<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none">◦ Elevadas necesidades logísticas (Importancia Crucial)◦ Especial dificultad de reposición de bajas y material (Muy Importante)	<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none">◦ Uso AWS (Importancia Media)	

4.  **Estrategia Supervivencia. Defensa aérea**


Necesidad de contar con superioridad aérea local

 **Debilidades**

- Carece de protección aérea (Muy Importante)
- Especial dificultad de reposición de bajas y material (Muy Importante)

 **Amenazas**


- Ataques aéreos (Muy Importante)

5.  **Estrategia Adaptativa. Defensa aérea AWS**

Los sistemas AWS pueden configurarse para dar defensa aérea

 **Debilidades**

- Carece de protección aérea (Muy Importante)

 **Oportunidades**

- Uso AWS (Importancia Media)

6.  **Estrategia Ofensiva. Potencia de fuego AWS**


Dado que la unidad ya tiene una buena potencia de fuego, no es prioritario aumentarla

 **Fortalezas**

- Buena potencia de fuego (Muy Importante)

 **Oportunidades**


- Uso AWS (Importancia Media)

7.  **Estrategia Ofensiva. Movilidad AWS**

Dado que una de las fortalezas de las unidades acorazadas es la movilidad, los sistemas AWS deben poder adaptarse a esta sin lastimar la la unidad

 **Fortalezas**

- Buena movilidad (Muy Importante)

 **Oportunidades**

- Uso AWS (Importancia Media)

