



Trabajo Fin de Grado

Sistemas de ocultación de vehículos militares

Carlos Espejo Cañal

Directora académica: Dra. María Ángeles Rubio Pastor

Director militar: Cap. D. Enrique Pedraza García

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2022

Agradecimientos

Me gustaría comenzar esta memoria agradeciendo a todas las instituciones y personal, tanto civil como militar, que han hecho posible la realización de este trabajo.

Primeramente, quiero agradecer a mis directores; Dra. Doña María Ángeles Rubio Pastor, por su constante dedicación y orientación para poder realizar el Trabajo, y al Capitán de la Séptima Compañía del Batallón Lepanto, Don Enrique Pedraza García, como director militar. Me gustaría hacer especial mención al Teniente Don Antonio José Pantoja Sánchez, mi tutor militar en las prácticas exteriores, y del cual aprendí numerosas lecciones para mi futuro en las unidades.

A su vez, es imprescindible agradecer también a todo el personal perteneciente a la Séptima Compañía, el cual estuvo continuamente a plena disposición para aportar lo que en su mano estuviera para facilitar y mejorar este proyecto. En especial, me gustaría agradecerle su atención al Teniente D. Clemente Miralles de Imperial Fernández, el Sargento García y el Cabo Primero Carrillo.

Por último, quiero destacar y agradecer profundamente también a Don José Escolar Gutiérrez, ingeniero perteneciente a Paukner Group, quien era el nexo fundamental entre los ingenieros alemanes de Rheinmetall y nuestro Ejército de Tierra, para poder coordinar la realización de las pruebas planeadas del sistema ROSY en los VCI Pizarro.

RESUMEN

La ocultación ha sido y es una de las mayores preocupaciones de los mandos militares de todos los ejércitos. La necesidad de ocultar las maniobras militares de las vistas del enemigo con la finalidad de engañarlo y desconcertarlo ha sido siempre vital. Actualmente, esta necesidad sigue vigente, viéndose reflejada a través de los medios con los que se combate en la actualidad. En concreto, es visible en los vehículos, los cuales juegan un papel fundamental en los conflictos que se están desarrollando. En cuanto a la ocultación, encontramos diferentes sistemas que permiten a los vehículos permanecer desapercibidos en el ambiente. Esta ocultación se manifiesta en las diferentes zonas del espectro electromagnético, en las cuales los vehículos pueden ser percibidos por los medios de observación enemigos.

En el Ejército de Tierra surge la necesidad de dotar al VCI Pizarro de un sistema de ocultación que le permita aumentar sus capacidades de combate y movilidad. Los medios utilizados actualmente se encuentran desfasados en comparación con los sistemas que existen actualmente en el mercado y con los que otros ejércitos, con los que España colabora en el extranjero, cuentan para el desempeño de sus cometidos.

Es por ello que, para dar solución a estas necesidades, se plantea el objetivo principal de seleccionar el medio de ocultación más adecuado para el VCI Pizarro, de entre todos los del mercado. Para ello se plantea realizar previamente una ampliación de información en cuanto a los medios de ocultación existentes en la actualidad. También es necesario conocer el funcionamiento de los sistemas de ocultación utilizados actualmente por el VCI Pizarro y extraer, con la ayuda de una entrevista y una encuesta, las necesidades y requisitos que surgen de este funcionamiento.

Tras esto, finalmente, se llega a una decisión final del sistema más adecuado y se plantea diseñar unas pruebas de este sistema en el VCI Pizarro, para su futura realización y la futura valoración de los resultados obtenidos.

Palabras clave

Decepción militar en el ET

Firmas espirituales

Ocultación en el ET

Sistemas de ocultación

VCI Pizarro

ABSTRACT

Concealment is and has been one of the major concerns of the military commanders of all armies. The military need to conceal the movements of the troops from the sight of the enemy in order to deceive and bewilder him was vital. At present, this need is still present and is being transferred to the current means of combat, mainly vehicles, which play a fundamental role in today's war. In terms of concealment, we currently find different systems that allow vehicles to reduce the signature they reflect in the environment, manifesting this in different areas of the electromagnetic spectrum. These systems are capable of passively and consistently concealing the vehicle, these being camouflage systems, and others offer active and crew-powered concealment when the threat arises.

In the Army, there is a need to provide the VCI Pizarro with a concealment system that allows it to increase its combat capabilities and mobility. The means currently used are outdated compared to the systems that currently exist in the market and with which other armies, with which Spain collaborates abroad, count for the performance of their tasks.

That is why, in order to solve these necessities, the main objective is to select the most suitable concealment medium for the VCI Pizarro, among all those on the market. In order to do so, it is necessary to carry out a preliminary extension of information on the means of concealment currently in existence. It is also necessary to know the functioning of the concealment systems currently used by the VCI Pizarro and to extract, with the help of an interview and a survey, the needs and requirements that arise from this operation.

After this, finally, a final decision is reached on the most appropriate system and it is proposed to design some tests of this system in the VCI Pizarro, for its future realization and the future evaluation of the results obtained.

KEYWORDS

Military deception in the Spanish Army

Spectral signatures

Obscuring in the Spanish Army

Obscuring systems.

VCI Pizarro



ÍNDICE DE CONTENIDO

Agradecimientos.	VIII
RESUMEN.	X
Palabras clave.	X
ABSTRACT.	XI
KEYWORDS.	XI
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.	V
ÍNDICE DE TABLAS.	VII
ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS.	IX
1 Introducción.	1
2 Objetivos y metodología.	2
2.1 Objetivos y alcance	2
2.2 Metodología.....	2
3 Antecedentes.	3
3.1 Elementos detectables de los vehículos.	4
3.1.1 Firma UV de los vehículos.....	4
3.1. Firma visible de los vehículos..	5
3.1. Firma NIR de los vehículos,.....	5
3.1. Firma TIR de los vehículos.....	6
3.1. Firma Radar de los vehículos.....	6
3.1.6 Conceptos.....	6
3. Tipos de medios de ocultación.....	7



3.2.1 Redes de ocultación..	7
3.2.2 Sistemas móviles de camuflaje.....	8
3.2.3 Pinturas de enmascaramiento para vehículos	9
3.2.4 Sistemas de ocultación mediante humos.....	9
3.2.5 Sistemas de creación de firma térmica	10
4 Medios de ocultación del VCI Pizarro del Ejército de Tierra.....	11
4.1 Redes de ocultación	11
4.2 Pinturas de enmascaramiento.....	12
4.3 Sistema de lanza-ingenuos	13
5 Determinación de las necesidades y los requisitos.....	14
5.1 Entrevista con experto del vehículo	14
5.2 Encuesta.....	15
5.3 Listado de requisitos e identificación de necesidades	16
6 Selección de un sistema de ocultación.....	17
6.1 Screening Obscuration Module (SOM)	17
6.2 Krauss-Maffei Wegmann.....	18
6.3 Sistema ROSY.....	20
6.4 Decisión.....	24
7 Diseño de pruebas de campo del sistema seleccionado.....	26
7.1 Instalación del sistema.....	26
7.2 Personal asistente a las pruebas	27
7.3 Localización de las pruebas	28
7.4 Detalle de las pruebas.....	30
7.5 Material y elementos de medición.....	32
8 Conclusiones	32



9 Referencias Bibliográfica.....	33
Anexos.....	35
Anexo A: Modelo de Encuesta realizada	36
Anexo B: Resultados de la encuesta realizada.....	39
Anexo C: Detalle de información de patentes analizadas.....	42
Anexo D: Fichas de ejecución de las pruebas de un sistema.....	44





ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Zonas del espectro electromagnético	7
Ilustración 2: Red de ocultación desde el exterior	9
Ilustración 3: Red de ocultación desde el interior	9
Ilustración 4: Mobile Camouflage System	10
Ilustración 5: Visión de creación de firma térmica	12
Ilustración 6: Disposición de lanzaingenios y cobertura	15
Ilustración 7: Artificio Fumígeno AFOVEC-H.....	15
Ilustración 8: Sistema SOM en funcionamiento	19
Ilustración 9: Esquema de lanzador KMW	20
Ilustración 10: Base fija del lanzador del sistema ROSY	22
Ilustración 11: Esquema de configuración del sistema ROSY	23
Ilustración 12: Artificio fumígeno del sistema ROSY	24
Ilustración 13: Localización de la caja de control del sistema ROSY	28
Ilustración 14: Localización de base de Cerro Muriano y zona de realización de las pruebas...	30
Ilustración 15: Localización de la zona de las pruebas	31





ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ficha técnica de la encuesta.....	3
Tabla 2: Variación de reflectividad en función de la longitud de onda	9
Tabla 3: Listado de requisitos y necesidades.....	18
Tabla 4: Datos técnicos de los lanzadores del sistema ROSY.....	22
Tabla 5: Matriz de decisión del sistema de ocultación.....	26





ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

µm	Micrómetro
AGM	Academia General Militar
APSA	A. Paukner SA
BAE	<i>British aerospace</i> (Aeroespacio británico)
BOE	Boletín Oficial del Estado
Bon	Batallón
CMT	Campo de Maniobras y Tiro
DGAM	Dirección General de Armamento y Material
ECP	Elemento de Combate a Pie
g	Gramo
GHz	Gigahercio
GMBH	<i>Gesellschaft mit beschränkter Haftung</i> (Empresa de responsabilidad limitada)
GPS	<i>Global Positioning System</i> (Sistema de posicionamiento global)
HE	<i>High Explosive</i> (altamente explosivo)
IR	Infrarrojo
ISS	<i>Integrated Sensor Suite</i> (Conjunto de sensores integrados)
Kg	Kilogramo
KMW	<i>Krauss-Maffei Wegmann</i>
m	Metro
MADOC	Mando de Adiestramiento y Doctrina
MCS	<i>Mobile Camouflage Systems</i> (sistemas de camuflaje mobiles)
MCU	<i>Manual Control Unit</i> (Unidad de Control Manual)
mm	Milímetro
MS	<i>Multispectral</i> (Multiespectral)
NIR	<i>Near Infrared</i> (Infrarrojo cercano)



NM	Norma Militar
OTAN	Organización del Tratado del Atlántico Norte
RI	Regimiento de Infantería
ROSY	<i>Rapid Obscuring System</i> (Sistema de rápida ocultación)
RPAS	<i>Remotely Piloted Aircraft System</i> (vehículo aéreo no tripulado)
s	Segundos (tiempo).
SAAB	<i>Svenska Aeroplan Aktie Bolag</i> (Compañía de aeronaves sueca)
SCAPP	<i>Standardized camouflage Paint patterns</i>
STANAG	<i>Standarization Agreement</i> (acuerdo de estandarización de la OTAN)
TFG	Trabajo de Fin de Grado
TIR	<i>Thermal Infrared</i> (Infrarrojo Térmico)
TO	Teatro de Operaciones
TPP	Tácticas, Técnicas y Procedimientos
TV	Televisión
UV	Ultravioleta
VCI	Vehículo de Combate de Infantería



1 Introducción

Esta memoria contiene los resultados del Trabajo de Fin de Grado, realizado durante las prácticas externas en el Batallón “Lepanto” del RI “La Reina” nº2, de Córdoba. En ella se mostrarán los estudios realizados sobre la aplicación de un nuevo sistema de ocultación para el vehículo de combate de Infantería (VCI) Pizarro en sustitución del actual.

En el Ejército de Tierra se ha trabajado durante los últimos años tratando de seguir estos principios de ocultación, dotando a las unidades de los medios materiales y la instrucción necesaria para llevar a cabo estas técnicas de manera eficaz en el campo de batalla. Sin embargo, con el paso de los años, el ejercicio de la ocultación en los diferentes ejércitos ha ido evolucionando. El desarrollo de la tecnología y la investigación ha dado lugar a nuevos sistemas que permiten una ocultación más eficaz y en espectros más amplios a sus predecesores. Es por ello, por lo que en el Ejército de Tierra surge la necesidad de una renovación en este ámbito del combate, pudiendo así, estar al nivel de los ejércitos con los que opera conjuntamente en el extranjero.

Actualmente, la ocultación es una de las principales necesidades durante el ejercicio de las competencias de las unidades del Ejército de Tierra. Aun así, esta capacidad es más importante en las unidades que operan con vehículos como principal elemento, como es el caso del Batallón “Lepanto”, el cual lo hace con el VCI Pizarro. Sin embargo, el sistema de ocultación con el que cuenta este vehículo se encuentra desfasado en comparación con las capacidades que ofrecen otros sistemas que, actualmente, se encuentran operativos en otros ejércitos y están disponibles en el mercado. Es por ello, que el objetivo principal de esta investigación sea seleccionar el medio de ocultación más adecuado para instalar en el VCI Pizarro, de entre todos los que existen actualmente en el mercado.

Los objetivos específicos, que se plantean para alcanzar el principal, estructuran el trabajo en 5 apartados principales: los antecedentes, donde se explican los elementos que delatan a los vehículos y los diferentes medios existentes para ocultarlos. Es por ello que se ha comenzado realizando un estudio de los diferentes medios de ocultación que se encuentran vigentes en el mercado, mencionando sus principales características, así como las capacidades de las que dotan al vehículo. En el siguiente bloque, se procede a mencionar los sistemas de ocultación con los que opera el VCI Pizarro en la actualidad. A continuación, en el apartado de “Determinación de las necesidades y los requisitos”, y con la intención de establecer una serie de necesidades y requisitos en el ámbito de la ocultación, se realiza una entrevista, de la que también se extraen los conocimientos necesarios para la posterior formulación de una encuesta, destinada a personal especializado en este campo. La selección del sistema que cumpla las necesidades expresadas se muestra en el apartado de “Selección de un sistema de ocultación”, en el cual se explican los principales sistemas de ocultación candidatos, seleccionados según lo expuesto en la entrevista y las encuestas para, finalmente, proceder a la elección del sistema más adecuado, por medio de la herramienta de la matriz de decisión. Por último, en el apartado final, se muestra el diseño de unas pruebas de campo definidas para la aplicación del sistema que se selecciona finalmente. Inicialmente el diseño de estas estaba orientado a su realización, aunque, finalmente, por motivos gubernamentales, no pudieron llevarse a cabo.

Del desarrollo del Trabajo de Fin de Grado se extraen ciertas conclusiones que son mostradas en orden al final de la memoria, así como el contenido bibliográfico que ha dotado la mayor parte de la información que se muestra en este trabajo. A modo de ampliación de la información presentada se muestran unos Anexos explicativos.



2 Objetivos y metodología

2.1 Objetivos y alcance

La necesidad de una mejora y evolución en los sistemas de ocultación es común a todos los vehículos que forman parte del Ejército de Tierra. Sin embargo, toma especial relevancia en los vehículos de combate de Infantería, los cuales se ven especialmente involucrados en el combate directo contra el enemigo, aumentando así notablemente su necesidad de contar con un medio de ocultación que favorezca la seguridad de su maniobra.

Es por ello que el objetivo general del Trabajo Fin de Grado (TFG) es seleccionar, de entre los sistemas disponibles en el mercado, un sistema de ocultación que satisfaga las necesidades manifestadas actualmente por el VCI Pizarro. El objetivo se ha centrado en este vehículo debido a que es el medio principal utilizado por la unidad donde el autor ha realizado sus prácticas. Además, este vehículo toma especial protagonismo en las misiones actuales, en las que opera con otros ejércitos que se encuentran más avanzados en cuanto a sistemas de ocultación.

Para lograr el objetivo general establecido es necesario alcanzar ciertos objetivos específicos que a continuación se definen:

- Ampliar la información y conocimiento sobre el funcionamiento de los diferentes tipos de sistemas de ocultación, tratando sus principales características y aplicaciones.
- Analizar y evaluar los diferentes medios de ocultación utilizados en el VCI Pizarro.
- Identificar las necesidades expresadas por el personal que trabaja con el VCI Pizarro y determinar los requisitos necesarios para la adquisición de un nuevo sistema.
- Seleccionar, entre los sistemas de ocultación presentes en el mercado, el que mejor satisfaga las necesidades de ocultación expresadas y cumpla el mayor número de requisitos.
- Poner a prueba el sistema seleccionado para el VCI Pizarro. Este objetivo no ha podido llegar a completarse del todo, puesto que no se llegaron a realizar las pruebas debido a restricciones gubernamentales de peligro de incendio. Sin embargo, el diseño de las pruebas y el establecimiento de las condiciones necesarias para su realización han sido reflejadas en este trabajo para facilitar su posible aplicación por la unidad en el momento en el que se levanten las restricciones.

2.2 Metodología

Para poder cumplir los objetivos expresados anteriormente se ha realizado un conjunto de tareas que a continuación se enumeran:

- Trabajo bibliográfico sobre los sistemas de ocultación y recopilación de información. De ella se extraen las principales características y propiedades de los diferentes sistemas de ocultación existentes.



- Estudio de los manuales específicos del VCI Pizarro recogidos en la intranet. Gracias al cual se conocen las diferentes propiedades de los sistemas de ocultación que utiliza el VCI Pizarro.
- Consultas con los expertos y operadores del vehículo. Para ello se ha realizado una entrevista al Sargento García, perteneciente a la 7^a Compañía y con numerosos años de experiencia en unidades mecanizadas. También se ha elaborado una encuesta semiestructurada, compuesta de preguntas abiertas y preguntas cerradas, destinada a los mandos de Batallón Lepanto.

Tabla 1:Ficha técnica de la encuesta

TÉCNICA	Vía internet mediante la plataforma Google <i>Forms</i>
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Base de Cerro Muriano (Córdoba)
UNIVERSO	Tenientes, Sargentos Primeros y Sargentos
NÚMERO DE ENCUESTADOS	22
TRABAJO DE CAMPO	6 al 13 de octubre de 2021

Fuente: creación del autor

- Realización de una matriz de decisión compuesta por los diferentes sistemas de ocultación existentes y los requisitos expresados anteriormente.
- Diseño de unas pruebas de funcionamiento para el sistema de ocultación seleccionado. En este diseño se establecen los requerimientos iniciales que se quieren evaluar del sistema, así como los datos que se quieren registrar para posteriormente decidir si cumple los requisitos para la implantación del sistema.

3 Antecedentes

La ocultación militar forma parte de las medidas de decepción militares (aquellas acciones destinadas a engañar al enemigo sobre las capacidades, intenciones y operaciones de las fuerzas propias), que es una de las principales preocupaciones de cualquier ejército en la realización de sus competencias. Esta tiene como principal objetivo ocultar, engañar o enmascarar, tanto la posición de sus combatientes como sus movimientos o las intenciones de maniobra frente al enemigo (Toyos, s.f.).

Inicialmente, cuando la guerra consistía en la lucha cuerpo a cuerpo y el uso de armas de corto alcance, en los ejércitos primaba la cohesión y el reconocimiento de sus tropas. Para ello, era necesario el uso de uniformes con colores y diseños llamativos que permitieran a los jefes de las unidades organizar a sus soldados y reconocerlos en el campo de batalla. Sin embargo, con la aparición de armamento de mayor alcance, comenzó a surgir el interés por primar la ocultación, esto se vio reflejado en la utilización de uniformes color tierra y el denominado como “KhaKi”. Este tipo de uniformes son con los que el oficial británico Burnett, en 1846, vistió a sus soldados y finalmente acabaron afianzándose en la I Guerra Mundial (Aubagnag, 2008).



Esta necesidad de ocultación se trasladó también a los vehículos militares terrestres, que se pretendían ocultar, tanto del enemigo sobre el terreno como de los medios aéreos del adversario. Para ello, se implantó el uso de pinturas que creaban patrones de manera que se confundiesen el terreno y las sombras. Además, inicialmente también se introdujo el uso de redes de camuflaje, con las cuales se cubrían los vehículos y le conferían unas texturas y profundidad respecto a la superficie, haciéndoles más confundibles con el terreno. Este efecto se reforzaba en numerosas ocasiones mediante la colocación de trozos de vegetación en ellas (Bamford, 1940).

Para comprender el funcionamiento de muchos de los sistemas de ocultación que se van a mencionar en el presente documento es necesario tener ciertos conceptos claros, pues son la base científico-técnica en la que se basan estos sistemas. Estos conceptos, que a continuación se definen y se explican, marcan la línea en la que trabaja la ocultación militar y son la preocupación constante del desarrollo de los diferentes sistemas de ocultación.

3.1 Elementos detectables de los vehículos

Las ventajas del uso de vehículos en el combate son muy numerosas (protección, mayor potencia de combate, mayor velocidad de la maniobra, etc.). Sin embargo, el uso de los vehículos trae consigo una mayor probabilidad de ser detectado por el enemigo. A continuación se muestran y definen los principales elementos que delatan la presencia de los vehículos.

Las firmas espectrales o signaturas espectrales muestran el perfil específico de radiación emitida por los diferentes cuerpos en la superficie de la Tierra. Cada objeto emite una radiación diferente en función del porcentaje de radiación reflejada, absorbida y emitida.

Cada superficie, dependiendo de las propiedades del material del que se compone o las condiciones en las que se encuentra (meteorológicas, iluminación, etc.), interactúa con la radiación de una manera diferente. Este efecto, denominado comportamiento espectral, muestra la variabilidad temporal de las firmas espectrales y nos permite diferenciar unas superficies sobre otras, que emiten una radiación en longitudes electromagnéticas diferentes (Ministerio de Defensa, 2001).

Este trabajo se va a centrar en definir las firmas espectrales que son emitidas por los vehículos militares. Según la zona del espectro electromagnético en la que trabajan, podemos diferenciar:

3.1.1 Firma UV de los vehículos

La firma UV se da en zonas del espectro electromagnético que el ojo humano no es capaz de percibir. La firma UV que emiten los vehículos militares es consecuencia de:

- La respuesta a la luz UV, diferente a la que se encuentra en el entorno. Por ejemplo, un vehículo blanco no se distinguirá en la nieve, pero sí lo hará al verse con luz UV (esto es debido a la alta reflectividad de la nieve con respecto a la de la superficie del vehículo).
- Las emisiones de los diferentes sistemas de armas que utilicen la banda UV (sistemas de puntería, guiado láser, etc.).
- La reflexión del vehículo al ser iluminado por un emisor láser.



3.1.2 Firma visible de los vehículos

Con luz visible, es decir, la que el ojo humano es capaz de percibir, el vehículo puede ser visto mediante medios de visión convencionales. De noche se podría observar con intensificadores de luz (los cuales operan con la luz residual emitida por estrellas, luna y capas más superficiales de la atmósfera). La firma es creada por diferentes elementos:

- La geometría de los vehículos y las texturas de las carrocerías frente a las que se encuentran en el entorno, hacen de los vehículos un blanco fácil de observación por parte de los medios terrestres y aéreos.
- Las sombras que crea el vehículo es otro tipo de firma visible que delata su posición y lo hace reconocible.
- El color en el que se encuentre pintado el vehículo puede hacerlo fácilmente distinguible en el entorno en el que esté.
- Los brillos emitidos por el vehículo son otro factor por el que pueden ser detectados, incluso si el enemigo no está alerta. Estos pueden ser emitidos por espejos, faros, cristales o carrocerías pintadas de colores claros o metalizados.
- Las huellas creadas por las cadenas del vehículo en el terreno informan al enemigo de la posición, recorrido e incluso entidad que compone la unidad. Además, su larga duración, permite al enemigo su preparación para un ataque.
- El polvo levantado por el movimiento de los vehículos sobre el terreno principalmente seco es otro modo de delatar la posición de las fuerzas propias, pues alerta tanto la posición y movimiento de estos como la entidad (tamaño) de la unidad.

3.1.3 Firma NIR de los vehículos

La firma NIR, percibida en la zona infrarroja cercana del espectro electromagnético, de un vehículo depende del contraste de la reflectividad (fracción de radiación incidente reflejada por una superficie) entre el vehículo y el entorno que lo rodea.

Tabla 2: Variación de la reflectividad en función de la longitud de onda.

SUPERFICIE	REFLECTIVIDAD
Nieve	70 - 86
Nubes	50 - 75
Arena	18 - 24
Terreno descubierto	03 - 20
Agua	03 - 10
Bosque	03 - 15
Hierba	10 - 25
Roca	12 - 30
Hormigón	15 - 35
Asfalto	08 - 09

Fuente: OR5-004_enmascaramiento-ocultacion-decepcion_2001_MADOC



3.1.4 Firma TIR de los vehículos

La firma TIR de un vehículo viene determinada por sus emisiones en la banda del infrarrojo térmico. Estas emisiones dependen de las diferencias de temperatura y emisividad del vehículo frente a las del entorno.

3.1.5 Firma Radar de los vehículos

El radar es un equipo de radiodetección y telemetría que determina la distancia y dirección de objetos mediante la emisión de ondas electromagnéticas y la interpretación de los ecos. Esta medición se produce mediante el retorno de las ondas electromagnéticas al chocar con el objetivo. El tiempo transcurrido entre la emisión y recepción del pulso indica la distancia del radar al objetivo.

La firma radar que, por tanto, mostrarían los vehículos, sería la diferencia de los ecos radar emitidos por los componentes metálicos del vehículo y los del entorno que le rodea. Las aristas de los bordes del vehículo, por ejemplo, muestran firmas muy características frente a la vegetación del ambiente en el que se encuentra el vehículo (Ministerio de Defensa, 2001).

3.1.6 Conceptos

En este apartado se definen dos conceptos que es necesario tener en cuenta para entender correctamente los elementos que se tratan en el apartado anterior. Estos son:

Radiación

La radiación es la emisión, propagación y transferencia de energía en cualquier medio en forma de ondas electromagnéticas o partículas. Por tanto, las ondas electromagnéticas son una forma en la que se transporta la energía (por ejemplo, el calor que emite la luz del sol).

Espectro electromagnético

El espectro electromagnético es la distribución total y ordenada de las ondas electromagnéticas según su frecuencia o longitud de onda. En esta distribución se diferencian las zonas del espectro electromagnético. En la ilustración 2 se muestra un resumen de las diferentes zonas del espectro electromagnético, ordenadas en función de su longitud de onda.

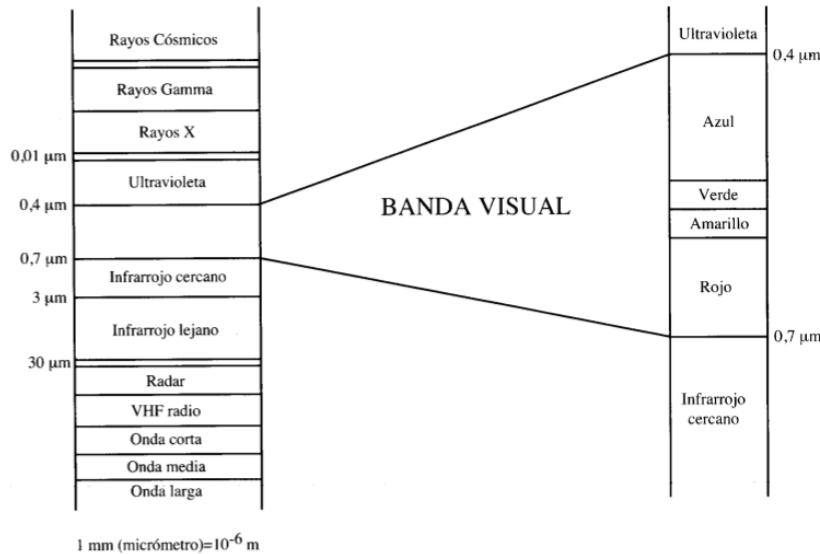
Las zonas que se van a considerar en este documento son en las que trabajan los diferentes sensores de los sistemas de armas enemigos, debido a que pueden llegar a suponer una amenaza para el vehículo. Se trata de las siguientes zonas:

- Zona Ultravioleta (UV), hasta los $0,4 \mu\text{m}^1$.
- Zona Visible, de $0,4$ a $0,7 \mu\text{m}$.

¹ La unidad métrica de la longitud de onda de las zonas mencionadas es el μm , este es equivalente a una milésima parte de un mm (10^{-3} mm), es decir, una millonésima parte de 1 m (10^{-6} m).



- Zona Infrarroja (IR), en la cual podemos distinguir.
 - o Infrarrojo Cercano (NIR), de 0,7 a 1,5 μm .
 - o Infrarrojo Térmico (TIR), de 3 a 14 μm .
- Zona Radar, de 30 μm hasta casi 1 m.



3.2 Tipos de medios de ocultación

A continuación, se presentan los diferentes medios de ocultación que se encuentran en uso en la actualidad. Algunos de ellos llevan muchos años en uso y han experimentado un desarrollo con el paso del tiempo, otros son innovaciones fruto del desarrollo de la tecnología.

3.2.1 Redes de ocultación

Las redes de ocultación son usadas principalmente para ocultar los sistemas de armas o vehículos cuando se encuentran operando de manera estática. También se pueden acoplar a los vehículos para su uso en movimiento, siendo esta una alternativa poco operativa.

Las redes de ocultación ofrecen un enmascaramiento en el espectro visual y de infrarrojo cercano. Esto se consigue mediante la ruptura de la silueta del vehículo, conseguida con una superficie tridimensional construida por protuberancias dispuestas de manera regular o irregularmente adyacentes entre sí y que tienen una forma aproximadamente cónica (como se puede observar en las ilustraciones 2 y 3). De este modo, se logra que el brillo del material se reduzca notablemente, tratando de armonizarlo con el terreno circundante. También, las redes son usadas para tratar de cubrir las sombras creadas por los vehículos.

Las últimas actualizaciones conseguidas con el desarrollo de la tecnología ofrecen redes con la capacidad de proporcionar ocultación, aparte de, en el espectro visual e infrarrojo cercano (trabajando entre los 0,4 a 1,2 μm), en el infrarrojo térmico (ofreciendo ocultación entre los 3 a 5 μm y 8 a 12 μm) y radar (entre los 2 a 100 GHz) (+TDU Savunma Sistemleri, 2020).



Ilustración 3: Red de ocultación desde el interior

Fuente:
<https://www.tdusavunma.com.tr/en/products/multispectral-camouflage-net-msdoscan-3649/details>



Ilustración 2: Red de ocultación desde el exterior

Fuente:
<https://www.tdusavunma.com.tr/en/products/multispectral-camouflage-net-msdoscan-3649/details>

Esto último es conseguido mediante una lona de encubrimiento que garantiza una cobertura segura con capacidad de absorber y reflejar ondas de radar y de infrarrojo. Esta red comprende una textura formada por tejido de diferentes tipos (metálicos, derivados del carbono o poli-derivados) que contienen conductores distribuidos aleatoriamente.

3.2.2 Sistemas móviles de camuflaje

Los denominados como MCS (*Mobile Camouflage Systems* o sistemas móviles de camuflaje) son sistemas compuestos por diferentes paneles que se disponen sobre las diferentes superficies del vehículo a ocultar, como muestra la ilustración 4, ofreciéndole ocultación multiespectral, pero sin afectar a las capacidades operativas de este. Esta ocultación multiespectral comprende:

- Ocultación visual que, mediante una superficie exterior tridimensional y reductora del brillo permiten al vehículo mimetizarse con el entorno, ayudándole a dificultar la detección visual.
- Ocultación de infrarrojo térmico que, mediante una capa de reflexión metálica que contienen los paneles adaptables, ofrecen al vehículo lo siguiente: reducción de la firma térmica, disminución de la emisividad térmica y disminución del contraste térmico. Estas se colocan en las principales fuentes de calor del vehículo: motor, conector de escape y cañón (si contara con uno).
- Ocultación radar conseguida a través de la disposición en mosaico de la capa metálica, evitando la reflexión de radar, dotando al vehículo de protección frente a medios de asignación de objetivos, y dificultándoles el guiado. Sin embargo, también se puede conseguir la invisibilidad radar mediante otros materiales absorbentes, como son fibras de vidrio, menos pesadas y de mayor facilidad de aplicación.



Los últimos avances tecnológicos han dado lugar a sistemas móviles de camuflaje, que cuentan con un sistema de refrigeración en los paneles, denominado como sistema *CoolCam*. Con él se consigue la reducción de calor en el interior del vehículo. Creando, así, mejores condiciones de operatividad, tanto para el personal como para los medios electrónicos y evitando el deterioro de la munición producido por los cambios de temperatura (SAAB, 2015).



Ilustración 4: Mobile Camouflage System
Fuente: <https://www.saab.com/products/mcs-mobile-camouflage-system>

3.2.3 Pinturas de enmascaramiento para vehículos

Otra manera de conseguir la ocultación de los vehículos es mediante el uso de pinturas que, siguiendo determinados patrones y combinando gamas de colores, consiguen hacer que el vehículo sea difícilmente identificable en el entorno en el que opera. Estas pinturas, generalmente, son mates y reductoras de brillo para las superficies metálicas de los vehículos.

En la continua evolución de la tecnología *Stealth*, conocida informalmente como tecnologías furtivas, destinadas a los medios de muy baja detectabilidad, aparecen pinturas, que, sin perder la propiedad de ocultación en el espectro visual e infrarrojo cercano, ofrecen ocultación en el espectro de radiación térmica y radar. Esto es gracias a pigmentos basados en microfibras metálicas y de vidrio, que actúan como una película absorbente de ambas radiaciones (Intermat Defence, 2020).

3.2.4 Sistemas de ocultación mediante humos

Sistemas de ocultación, que, a diferencia de los anteriores, no son constantes, sino que ofrecen la ocultación del vehículo de manera temporal mediante la emisión de humos. Estos humos actúan creando un obstáculo visual entre el enemigo y el vehículo, permitiéndole la capacidad de movimiento y maniobra sin ser detectado.

Sin embargo, el uso de las municiones fumígenas que producen estos humos de ocultación, traen consigo también efectos secundarios, como pueden ser incendios, reducción de la capacidad de combate del soldado, reducción de la velocidad de los vehículos o dificultad el ejercicio del mando.

Este tipo de sistemas ha experimentado un notable desarrollo actualmente. En los últimos años se ha trabajado en mejorar la ocultación en el espectro visual, buscando una mayor cobertura de la cortina de humos generada y una mayor duración de esta. Llegando a encontrar sistemas que ofrecen una ocultación completa del vehículo mediante la emisión de



humos 360 grados, consiguiendo la ocultación en un tiempo menor a 1,5 s, y manteniéndola por un tiempo mayor a los 15 s (Rheinmetall Defence, 2014).

Además, aparte de ofrecer esta ocultación en el espectro visual, se ha trabajado en los últimos años en ofrecer una ocultación en el espectro infrarrojo y radar, mediante el uso de municiones de fósforo rojo.

Como indica Yon et al. (1983), las capacidades que ofrece el artificio de fósforo rojo en materia de ocultación fumígena se caracterizan principalmente por la creación de una cortina de humo lo suficientemente densa como para ocultar el vehículo en un tiempo de 0,5 s. Cada artificio de fósforo rojo cubre un rango de en torno a 25 m y, con una carga de 160 g de fósforo rojo por artificio, consigue crear una barrera de humos entre el enemigo y el vehículo de más de 15 s de duración.

3.2.5 Sistemas de creación de firma térmica

El desarrollo de la tecnología en el campo de la decepción militar da lugar a sistemas que permiten crear confusión en los sistemas de detección enemigos de una manera más avanzada, tanto en el espectro visual como en el infrarrojo y térmico, captando la temperatura de su entorno y adaptándose a ella. Se componen de una serie de módulos hexagonales dispuestos en forma de panal de abeja en la superficie del vehículo. Estos pueden ser enfriados o calentados instantáneamente gracias a una serie de sensores que captan la temperatura del entorno. Una vez conocida esta magnitud por parte de los sensores, se procede a modificar la temperatura de cada módulo mediante una corriente eléctrica proveniente de una fuente eléctrica interna. Todo esto dota al carro de una firma térmica diferente a la original y por tanto permite su ocultación de los sistemas enemigos (BAE Systems, 2012).

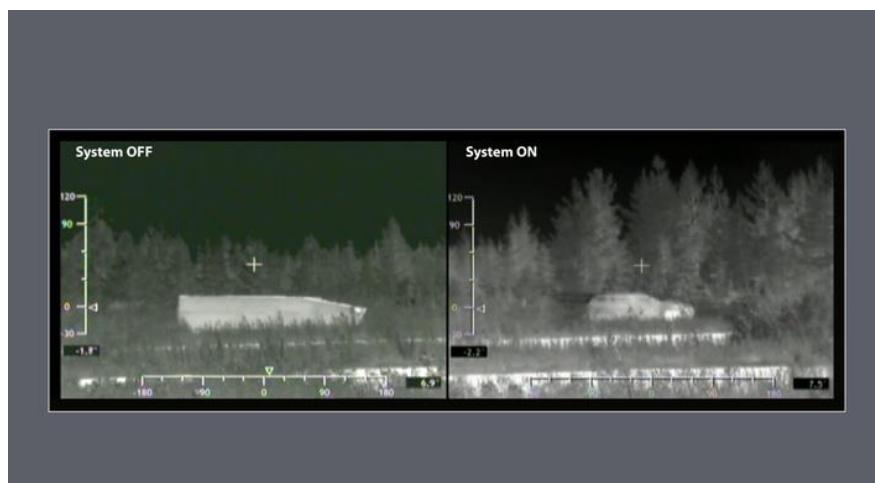


Ilustración 5: Visión de creación de firma térmica

Fuente: <https://www.baesystems.com/en/feature/adativ-cloak-of-invisibility>



4 Medios de ocultación del VCI Pizarro del Ejército de Tierra

En la actualidad, el Ejército de Tierra dispone de 261 VCI Pizarro, de los cuales se contabilizan 144 del modelo Fase I y 117 del Fase II (Navarro, 2020). Dicho vehículo ofrece a las unidades de Infantería una gran capacidad de combate, que se consigue gracias a la combinación de la potencia de fuego ofrecida por el cañón de 30 mm y la capacidad de transportar a un elemento de combate a pie, constituido en un pelotón de Infantería Ligera. Actualmente, el VCI Pizarro cuenta con los medios de ocultación que a continuación se enumeran y ofrecen las capacidades de ocultación que se explican también posteriormente.

4.1 Redes de ocultación

Se trata del material artificial de enmascaramiento más común. Las redes empleadas por el Ejército de Tierra se ajustan a la norma militar NM-R-2682 EMA., así como al apartado *Elementos auxiliares* de la NM-E- 2526 EMA. En estas normas se pueden observar las características y clasificación de las redes de ocultación que posee el Ejército de Tierra (Ministerio de Defensa, 2016):

- La red contiene tres elementos: una red base o malla de sujeción, una guarnición cortada simulando la hojarasca y un conjunto de elementos de conexión, que permiten la unión de varias redes diferentes.
- Atendiendo al grado de ocultación radar que ofrecen, las redes se clasifican en cuatro tipos: tipo I (transparente al radar), tipo II (Absorbente al radar entre 6 y 17 GHz), Tipo III (Absorbente al radar entre 6-35 GHz) y tipo IV (Absorbente al radar entre 6-94 GHz). Según el tipo de ambiente en el que se utilizan las redes, podemos clasificarlas en tres clases: clase I (ambiente boscoso), clase II (ambiente desértico) y clase III (ambiente nevado). Las redes que se encuentran actualmente en servicio son del Tipo I (transparentes radar) y Clase I (ambiente boscoso).
- Proporcionan ocultación en la zona visible, mediante los colores y brillos utilizados, y especificados en las propiedades colorimétricas de la norma.
- Ofrecen ocultación en el espectro infrarrojo, variando la reflectancia que ofrecen los diferentes colores en el rangopectral comprendido entre los 750 y 1200 nm.
- Presentan buenas características mecánicas (resistencia a la rotura superior a 22 daN (decaNewtons, equivalente a 1 kg de fuerza) e ignífugas.
- La fabricación de las redes se hace en 5 tamaños: tamaño 0 (2 m x 1,7 m), tamaño1 (6,8 m x 6,8 m), tamaño 2 (10,2 m x 6,8 m), tamaño 3 (10,2 m x 10,2 m) y tamaño 4 (13,6 m x 13,6 m). Si bien es verdad que en la mayoría de las unidades no se cuenta con todos estos tamaños



4.2 Pinturas de enmascaramiento

Al igual que la gran mayoría de los vehículos y otros medios del Ejército de Tierra español, la pintura utilizada para cubrir los VCI Pizarro de manera homogénea y favorecer su ocultación es la definida como CAQUI IR C2499E. Las especificaciones y principales características de esta se encuentran recogidas en la norma militar NM2575E y son las siguientes (Ministerio de Defensa, 2016):

- Las principales características técnicas de esta pintura son: brillo de 15 %, espesor de la película de 35 micras (10^{-6} m), secado al aire (a 20°C de temperatura) de 8 horas y un peso específico de 1,3 g/L (a 20°C de temperatura).
- En cuanto a las principales características mecánicas destacan su capacidad de adherencia del 100% y un tiempo de exposición a nieblas salinas mayor de 170 horas.
- Esta pintura se encuentra principalmente desarrollada para la protección y mimetización tanto en el espectro visible como en el infrarrojo cercano.
- Para la aplicación de esta pintura, se recomienda el uso de pistola de dispersión a una presión de 3-4 atm y con una boquilla de 1 a 2 mm, con la que se aplica una sola capa de pintura. También se recomienda remover el producto antes de aplicarse con el fin de conseguir una total homogeneización del contenido del envase. Además, el uso de disolventes no adecuados causaría problemas de adherencia en la pintura.

Otra forma de uso de las pinturas de enmascaramiento con el objetivo de romper las firmas visuales características del VCI Pizarro en el entorno es mediante el uso de las manchas normalizadas de enmascaramiento, conocidas también como SCAPP. Estas cuentan con las siguientes características:

- La distancia en la que estas manchas son efectivas oscilan entre los 500 a 3000 m, según los medios de observación utilizados.
- Todas las pinturas utilizadas para la creación de estas manchas serán mates, es decir, sin brillo alguno.
- Los colores que se usarán para las manchas dependerán del entorno en el que se opere, para territorio nacional, serán los siguientes: caqui M-12 IR en un 35% a 45%, negro en un 25% a un 35% y tierra en un 10% a un 15%. Las características colorimétricas de cada uno de ellos estarán recogidas en sus respectivas normas militares (NM2575E, NM-E-2696 EM y NM-E-2695 EM, respectivamente).
- La normalización de la aplicación de estas manchas debe ajustarse a lo siguiente:
 - Las áreas oscuras del vehículo se localizarán en las manchas de color negro.
 - Las esquinas del vehículo se pintarán con manchas de color negro.
 - El tamaño de las manchas será proporcional a las dimensiones del VCI Pizarro.
 - Las manchas del vehículo no serán dibujadas mediante ciclos repetitivos, es decir,



manteniendo las normas de aplicación, estas serán dispuestas en patrones aleatorios.

- Al contar el VCI Pizarro con torre, la silueta del vehículo se romperá mediante una franja ancha de color negro dispuesta horizontalmente en el centro de la torre.
- La silueta del cañón, la ametralladora coaxial y otros elementos característicos del vehículo se romperá mediante manchas diagonales y de color negro en las partes centrales de estos.

4.3 Sistema de lanza-ingenios

El VIC Pizarro cuenta con un sistema basado en la creación de una barrera de humos que oculta los movimientos del vehículo de la vista del enemigo. Este sistema se encuentra localizado en la torre del vehículo y cuenta con 12 tubos lanzadores de 76 mm posicionados a los dos laterales de la torre y distribuidos en 4 baterías (dos a cada lado) de 3 lanzadores cada una. Los lanzadores pueden proyectar tanto municiones fumígenas como granadas de fragmentación o HE (*High Explosive*) contra personal. Las dos baterías delanteras pueden disparar munición fumígena y las dos baterías traseras, munición de ambos tipos. La munición fumígena será disparada en salvadas de 3 artificios, mientras que la rompedora podrá ser lanzada de una en una (Ministerio de Defensa, 2016).

El control del lanzamiento de estas municiones se lleva a cabo mediante la caja de control, la cual se encuentra alojada en el interior del vehículo. Cada porta-tubo se encuentra dispuesto con una angulación horizontal diferente para cubrir el abanico necesario a vanguardia del vehículo y están dispuestos con una angulación vertical de 45°.

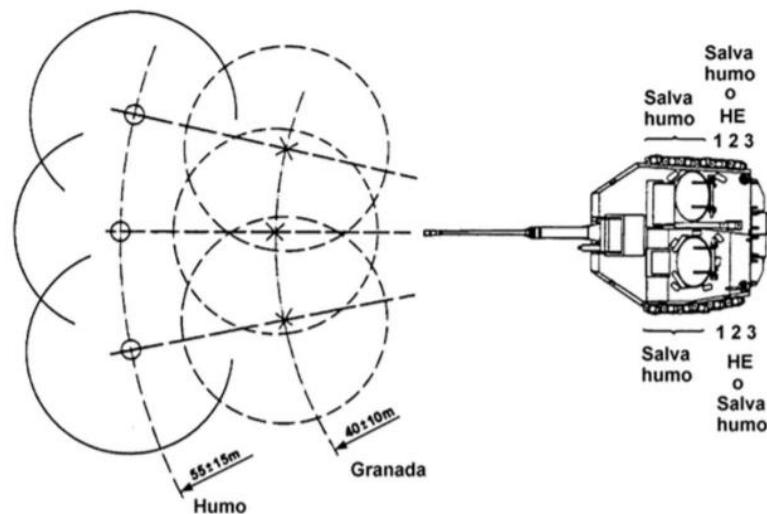


Ilustración 6: Disposición de lanza ingenios y cobertura
Fuente: MT-103 VCIC PIZARRO Fase-2 T2 TORRE

La cobertura de la barrera de humos que ofrece este sistema lanza-ingenios variará según la munición que sea utilizada, quedando definida de la siguiente manera, como muestra la figura 6:

- Salva de 3 granadas fragmentarias: ofrece una cobertura de 25° en frente de la torre del



VCI Pizarro a una distancia de este de unos 40 ± 10 m.

- Salva de 6 artificios fumígenos: el accionamiento de una salva de 3 artificios fumígenos por cada costado de la torre del VCI Pizarro ofrece una cobertura de 30° .

El artificio fumígeno que utiliza es el Artificio Fumígeno AFOVEC H (Hexacloretano), Artificio de 76 mm destinado a la creación inmediata de una cortina de humo. Dicho artificio se inicia a una distancia aproximada de 50 m de lanzador.



Ilustración 7: Artificio Fumígeno AFOVEC-H
Fuente: MT-103 VCIC PIZARRO Fase-2 T3 MANTO

5 Determinación de las necesidades y los requisitos.

En este apartado se procede a realizar una determinación de las necesidades y los requisitos en relación con los sistemas que están en uso actualmente para la ocultación del VCI Pizarro. Para ello, inicialmente se lleva a cabo la identificación de las necesidades que surgen de su uso, por medio de una entrevista y una encuesta, para posteriormente, extraer un listado de todas ellas.

5.1 Entrevista con experto del vehículo

A continuación, se exponen las ideas extraídas de la entrevista al Sargento García, jefe del primer pelotón de la segunda sección de la 7^a Compañía, realizada el día 7 de octubre de 2021. El Sargento ha servido en unidades mecanizadas y ha trabajado con el VCI Pizarro durante toda su carrera militar.

El Sargento expresa la necesidad de un sistema de ocultación basado en la proyección de humos como uno de los sistemas más interesantes, afirmando que el contar con un sistema que oculte al VCI Pizarro durante el tiempo necesario para su maniobra es vital para una ruptura de contacto, un asalto o establecerse en defensiva. Así mismo, también afirma que la posibilidad de adquirir un sistema móvil de camuflaje multiespectral sería una gran idea, ya no solo para el VCI Pizarro, si no para el resto de vehículos del Ejército de Tierra, y cita literalmente “Mi Alférez, si consiguiéramos implementar un sistema que evitara ser detectado



por el enemigo, con las propiedades de los MCS, podríamos llegar a una profundidad mucho mayor en las operaciones, pudiendo realizar el desembarco del elemento de combate a pie (ECP) más cerca de la líneas enemigas, ganando tiempo y factor sorpresa, lo que nos haría superiores”.

Por otro lado, insiste en la especial importancia de una mayor cobertura de humos, afirmando que la munición disparada por el AFOVEC ofrece un rango de ocultación muy pequeño, aun haciendo uso de gran parte de sus lanzadores. Esto no es ni rentable ni operativo, pues supone tener que recargar los lanzadores, afectando así a la movilidad y rapidez del vehículo.

Añade que sería necesario contar con un sistema que ofreciera la misma pantalla de ocultación, tanto visualmente, como ante cámaras que funcionan en el espectro infrarrojo térmico. De esta manera se ampliaría notablemente la seguridad del vehículo en el ejercicio de sus movimientos y maniobras. También señala que la rapidez y facilidad de instalación del sistema ahorra un tiempo crucial, tanto en la propia instalación del sistema como en su mantenimiento, y en la instrucción necesaria para personal de la tripulación del vehículo. Con ello se permite aprovechar ese tiempo en la instrucción en otros aspectos de mayor complejidad e importancia a la hora de operar con el VCI Pizarro.

Por último, afirma que el medio de ocultación que debería ser mejorado e implementado con mayor premura debería ser un sistema de ocultación mediante humos. Justifica esta afirmación mediante su experiencia en su participación en la misión *Enhanced Forward Presence*, del cual el Ejército de Tierra forma parte. El Sargento destaca el desarrollo de los sistemas de ocultación mediante humos de otros ejércitos que participan en esta misión, como pueden ser Alemania, Estados Unidos o Canadá, y expresa la necesidad de adquirir un sistema que equipare las capacidades de combate del Ejército español a las del resto de los países.

5.2 Encuesta

Con las ideas y conclusiones extraídas de la entrevista y con ánimo de contrastarlas, se decide realizar una encuesta destinada a los mandos del Batallón Lepanto. De esta encuesta, cuyas preguntas y respuestas pueden encontrarse especificadas en el Anexo A y B respectivamente, se extraen las conclusiones que se explican a continuación.

El 54,5 % de los encuestados responde que los medios de ocultación mediante humos son los más necesarios en este momento. Los jefes de las unidades sobre el VCI Pizarro y jefes de este vehículo requieren de un medio de ocultación mediante humos más eficaz que el que se tiene actualmente, que les permita ampliar sus capacidades.

Los encuestados exponen las mejoras que consideran que deben realizarse al sistema de ocultación fumígeno implantado actualmente en el VCI Pizarro. Varios hacen hincapié en una mayor rapidez de formación de la cortina de humos; otros en una mayor cobertura de los humos y una mayor duración de esta mediante una mayor densidad de los humos emitidos. Con ello se plantea la posibilidad de conseguir ocultación por encima el vehículo, evitando así las vistas cenitales. Se incide también en la idea de poder contar con la manera de controlar la distancia a la que se activan los artificios. Se identifican también las carencias del sistema de ocultación utilizado actualmente en cuanto al número de artificios con los que cuenta, pues muchos de los encuestados hacen referencia a la necesidad de un mayor número de estos.



El 63,6 % de los encuestados consideran la capacidad de ocultación en el espectro infrarrojo térmico (TIR) como el requisito más importante. Esto último se debe a que muchos de los medios de adquisición de objetivos actuales cuentan con cámaras térmicas, por lo que es necesario ir más allá de la ocultación visual para garantizar la seguridad de los movimientos. Se le ha dado también especial importancia al grado de ocultación visual (con un 68,2 % de los encuestados que lo sitúan entre los niveles 4 y 5 de importancia), por lo que es necesario trabajar también en una mejora en este aspecto. La facilidad y rapidez de instalación del sistema, traducida principalmente en la necesidad de instrucción del personal que la lleva a cabo, cobra especial importancia para los encuestados, ya que, por su papel de jefes, son los gestores de ese personal y de los medios necesarios para ello. También el coste económico que supondría la adquisición de un nuevo sistema toma especial importancia en las respuestas, pudiendo llegar a ser un factor limitante.

Por otra parte, se da una importancia menor que a los requisitos anteriores a las dimensiones y peso del sistema, y capacidad de ocultación del elemento de combate a pie. Esto se debe a que el uso de un sistema de este tipo se llevará a cabo sobre vehículos, por lo que no tendrá que ser portado por el personal. Además, el objetivo principal busca la ocultación del vehículo, sin llegar a tener especial relevancia la ocultación del combatiente a pie.

El impacto que supondría la adquisición de un nuevo sistema de ocultación para la cadena logística se traduciría en una mayor carga en el mantenimiento del sistema, de sus circuitos eléctricos, además de un nuevo material a suministrar por la cadena logística; supondría también un mayor esfuerzo en la instrucción del personal, tanto en el mantenimiento como en el uso y aprovechamiento de este sistema. Pese a lo mencionado anteriormente, esta mejoraría sustancialmente el VCI Pizarro, repercutiendo muy positivamente en la operatividad en el teatro de operaciones (TO).

Por último, sobre la importancia dada a la ocultación en la reciente misión *Enhanced Forward Presence* de Letonia, se extrae que es un aspecto relevante, ya no solo para el desempeño de los cometidos que en esta misión se le asigna al contingente español, sino para la equiparación de este con los demás ejércitos con los que colabora y que poseen estos medios más avanzados. En el marco de esta misión desarrollada por la OTAN, se pretende ejercer una presencia disuasoria en la frontera con Rusia, por lo que se realizan muchos ejercicios de carácter internacional con este objetivo para el que la ocultación de los medios empleados ejerce un papel fundamental.

5.3 Listado de requisitos e identificación de necesidades

Tanto de la encuesta realizada, como de la entrevista al Sargento García, se ha extraído una lista de características y requisitos que revelan las necesidades observadas en el actual sistema de ocultación del VCI Pizarro AFOVEC.



Tabla 3: Listado de requisitos

Requisitos		Importancia (1-5)
Humos	Tamaño de cobertura	5
	Duración de la cortina de humos	5
	Velocidad de formación de la cortina de humos	5
	Densidad de la cortina de humos	4
Ocultación	Ocultación visual	5
	Ocultación infrarrojo térmico (TIR)	5
	Ocultación vistas cenitales	4
Operatividad	Control de la distancia de activación	3
	Ocultación del ECP.	4
Logística y gestión del personal	Instrucción de las tripulaciones	3
	Mantenimiento del sistema	2
	Abastecimiento del sistema	2
Técnicos	Dimensiones y peso	3
	Facilidad de montaje	4
	Rapidez de montaje	4
Coste económico		5

Fuente: Elaboración propia a partir de la entrevista y las encuestas

En la tabla 3 se puede ver la lista de características y requisitos ordenados según los campos con los que guardan relación. A estos se les da una puntuación del 1 al 5, siendo el 1 nada importante y el 5 muy importante, que se muestra en la última columna. Dichas puntuaciones derivan de las cuestiones 2 y 3 de la encuesta realizada. A la tabla se han añadido requisitos específicos de sistemas de ocultación mediante humos ya que estos se han extraído de las mejoras propuestas al sistema AFOVEC utilizado actualmente. De este modo, se puede determinar más fácilmente cuáles son las principales necesidades que surgen en el uso de los sistemas de ocultación a través de municiones fumígenas. Además, cabe mencionar la importancia de los requisitos que se exponen a la hora de trabajar con un sistema de ocultación de este tipo, ya sea en la instrucción ya en el desarrollo de las operaciones.

A partir de estos datos, se ha comenzado a trabajar en la búsqueda de un sistema que pueda cubrir las necesidades expuestas anteriormente y se adapte positivamente a los requisitos mencionados. De esta forma se conseguiría una notable mejora en cuanto a la ocultación de este vehículo, incrementando su operatividad y la seguridad de su tripulación.

6 Selección de un sistema de ocultación

De las conclusiones e ideas de la entrevista y las encuestas se extrae la necesidad principal de una mejora en el sistema de ocultación del VCI Pizarro mediante humos. Es por ello que la búsqueda se centra en este tipo de sistemas de ocultación. A continuación, se presentan los sistemas de ocultación encontrados, que cumplen con la mayoría de los requisitos expuestos y satisfacen las necesidades expresadas.

6.1 Screening Obscuration Module (SOM)

El Módulo de Oscurecimiento de Detección (SOM, por sus siglas en inglés), ha sido desarrollado por el JPEO-CBRND (*Joint Program Executive Office for Chemical, Biological,*



Radiological and Nuclear Defense) perteneciente al ARMY (ejército de tierra estadounidense). Este se trata de un sistema con la capacidad de creación de una cortina de humos que oculta tanto a los combatientes a pie como a los vehículos durante la maniobra.

Este sistema está basado en una tecnología miniaturizada de generación de humos de ocultación. Este hecho permite al sistema ser muy ligero y, por tanto, portable por parte del personal a pie. Además, le permite ser un sistema polivalente, flexibilizando su modo de empleo, pudiendo ser usado tanto en terrenos abiertos como en escenarios más complejos, como pueden ser las zonas urbanizadas.

El sistema puede montarse y desmontarse de una plataforma sin que esto suponga ningún cambio en su funcionamiento. Esto dota a las unidades que lo utilicen de una flexibilidad mayor, tanto de planeamiento como de ejecución de las operaciones, ya que el sistema puede estar alojado sobre el vehículo en un momento de la maniobra y ser desmontado para ofrecer ocultación a los combatientes, manteniendo sus propiedades en todo momento.

El SOM produce una efectiva cortina de humos de 204 metros de extensión por 12 metros de altura con una duración de 12 minutos, aproximadamente, sin la necesidad de ser recargado. Esto permite la creación de una cortina de humos dinámica que facilita la ocultación del vehículo en movimiento y durante un tiempo suficiente para permitir ponerse a cubierto del enemigo (USAASC, 2019).



*Ilustración 8: Sistema SOM en funcionamiento
Fuente: <https://asc.army.mil/web/portfolio-item/som/>*

6.2 Krauss-Maffei Wegmann.

La empresa alemana Krauss-Maffei Wegman ofrece un sistema que se caracteriza por ser un sistema de lanzamiento de municiones no letales, diseñado principalmente para su disposición en un vehículo militar.

Este sistema es instalado en el techo o torre del vehículo por un dispositivo de sujeción. En este dispositivo se fija un brazo de lanzamiento. Dicho brazo puede girarse hacia arriba, mediante un motor de accionamiento controlable desde el interior del vehículo.

El sistema cuenta con dos posiciones: la primera, en la que el brazo se encuentra orientado horizontalmente hacia el vehículo, se produce la carga de los dispositivos de disparo con los cartuchos de munición fumígena; y la segunda, una posición perpendicular al techo del vehículo, en la cual puede realizar el disparo de las municiones. Una vez el sistema ha



realizado el disparo, vuelve a su posición inicial para efectuar la recarga de las municiones.

El sistema cuenta con la capacidad de, mediante un mando de control que se alojará en el interior del vehículo, llevar a cabo el control del giro del brazo lanzador, la recarga automática de este y la ejecución de los disparos de las municiones. De esta manera puede seleccionar tanto la posibilidad del disparo de una salva de artificios completa, como la del disparo de una munición en concreto.

Las municiones utilizadas en este sistema son artificios no letales de 40 mm, fumígenos o lacrimógenos, los cuales se disponen en el brazo lanzador por medio de una tira de carga. Cada uno de los cartuchos se encuentra alojado en un tubo de disparo y acoplado a un cojinete de alojamiento. La instalación de la munición se realiza mediante un dispositivo de encendido de percutor y un sistema de reconocimiento de munición.

Otra disposición de este sistema es aquella donde la tira de carga, en lugar de tener una configuración plana, como se explica anteriormente, tiene una configuración curvada; de esta manera se consigue que la dispersión de los artificios se realice en forma de abanico. Para ello los tubos de disparo se disponen con una angulación predeterminada.

Tras las características y explicaciones del sistema mencionadas, se pueden destacar numerosas ventajas frente al sistema AFOVEC. La primera de ellas es que la duración de la cortina de humos que ofrece es mayor. Esto se debe a que este sistema cuenta con la capacidad de recargar las municiones de manera automática y mucho más rápida. Además, la capacidad de ofrecer mejor ocultación frente a vistas aéreas, ya que las municiones son proyectadas desde el techo del vehículo y mediante un brazo de lanzamiento que aún le dota de más altura. Otro aspecto destacable es la capacidad del sistema de abatir su brazo de lanzamiento, pudiendo así reducir el perfil del vehículo. Por último, una de las capacidades más interesantes que ofrece es, gracias al brazo de lanzamiento, poder proyectar las municiones a cubierto, manteniendo la desenfilada completa del vehículo en todo momento.

El resto de ilustraciones del sistema y la explicación de sus diferentes partes se encuentran en el Anexo C.

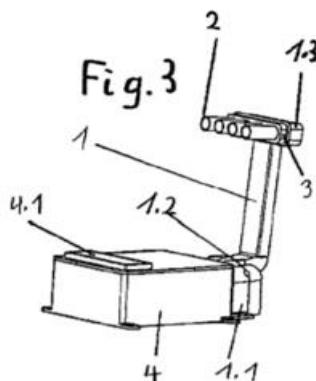


Ilustración 9: Esquema de lanzador KMW
Fuente: Patente N° ES 2 529 723 T3



6.3 Sistema ROSY

El sistema ROSY (Rapid Obscuring System), perteneciente a la empresa alemana Rheinmetall Defense, es un sistema de ocultación mediante humos que cuenta con las siguientes características.

A diferencia de los sistemas de ocultación fumígena convencionales, el sistema ROSY produce en un tiempo de un segundo una cortina de humo instantánea, multiespectral y de largo alcance que oculta al vehículo, pudiendo hacerlo también en movimiento, mediante una cortina de humo dinámica de larga duración. Las principales capacidades de este sistema son las siguientes:

- Protección en la línea de visión mediante humo.
- Cortina de humo inmediata y dinámica.
- Efectividad multiespectral.
- Uso múltiple sin necesidad de recargar.
- Protección 360 grados.
- Reacción automática mediante activación de sensor.

Configuración del sistema

El sistema ROSY se compone de los siguientes componentes:

- Lanzador: el lanzador del sistema es una de sus partes más importantes. El sistema está diseñado para poder coordinar la disposición de hasta 4 lanzadores por vehículo, pudiendo, cada lanzador, alojar hasta tres cargadores de 5 artificios cada uno. El hecho de que se puedan coordinar hasta 4 lanzadores con una misma unidad de control, le ofrece al sistema la capacidad de proporcionar al vehículo ocultación en los 360 grados alrededor de él. De esta manera, el vehículo queda oculto de las amenazas provenientes de cualquier dirección, pudiendo, incluso, conseguir la ocultación de las vistas cenitales llevadas a cabo por aeronaves o sistemas de observación no tripulados como pueden ser drones o RPAS enemigos. También, la gran cantidad de artificios que pueden alojarse en los lanzadores ofrecen al operador un uso múltiple del sistema sin la necesidad de recarga de ellos. De esta manera se evita que el miembro de la tripulación que se encuentra en el interior del vehículo tenga que acudir a recargarlo, exponiendo así su seguridad y la del resto de la tripulación, ya que esta recarga se debería realizar con el vehículo parado.

El lanzador se acopla a una base fija mediante un sistema de instalación instantáneo (como se muestra en la ilustración 10), sin necesidad de herramientas de ningún tipo, haciendo la instalación fácil y rápida, aumentando la operatividad del sistema.



El lanzador cuenta con un sistema electrónico instalado en la parte trasera de este. Los contactos de los diferentes cargadores se pueden conectar y desconectar simultáneamente a los del lanzador. El sistema electrónico forma una unidad modular cerrada en sí misma constituyendo todos los grupos electrónicos necesarios para el correcto funcionamiento de los lanzadores y la activación de las municiones.

Los cargadores presentan taladros de guía, estos se insertan por unas espigas dispuestas en la base de los lanzadores, bloqueando así las diferentes líneas de cargadores a la base. El bloqueo mecánico de las espigas se realiza mediante un dispositivo de sujeción, el cual se encuentra dispuesto sobre la unidad electrónica. De la siguiente manera se consiguen fijar los cargadores al sistema electrónico, produciendo así los contactos necesarios para la correcta activación de las municiones.



Ilustración 10: Base fija del lanzador del sistema ROSY
Fuente: Manual del sistema ROSY

En cuanto a los datos técnicos del lanzador, destacan sus medidas, que varían según la disposición de una, dos o tres filas de artificios, y su peso. Estas se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4: Datos técnicos de los lanzadores de sistema ROSY

Launcher	
Size single row (LxWxH)	565x441x165 mm
Size two rows (LxWxH)	565x452x216 mm
Size three rows (LxWxH)	565x463x266 mm
Weight (single row)	<12kg fully loaded

Fuente: Manual del sistema ROSY

- **Unidad de control manual:** la unidad de control manual es la encargada de realizar las órdenes de lanzamiento de todos los artificios del sistema. Esta se conecta a los sistemas electrónicos de cada lanzador por medio de cableado, pudiendo así operar con ella desde el interior del vehículo y controlar el lanzamiento que se produce en el exterior, asegurando de este modo a la tripulación del vehículo y evitando que se exponga al enemigo.



- **Unidad de control automática:** se trata de una unidad de control por ordenador a la cual se le puede instalar el denominado como ROSY_ISS (*integrated sensor suite*), de esta manera se consigue conectar una serie de sensores que están interconectados con la unidad de control y provocan la activación automática de los lanzadores. Los sensores que pueden ser conectados pueden ser: láser, infrarrojos, electroópticos, radar, tv, GPS, acústicos o dispositivos de medición como anemómetros. El efecto que se puede llegar a conseguir con este complemento es que un vehículo que se encuentre operando en un escenario con presencia enemiga sea capaz, con estos detectores, de captar los medios de asignación de objetivos enemigos que inciden sobre él, de manera que puedan producir la activación de los lanzadores de artificios y creen la cortina de humo que le permita, de manera oculta, salir de la zona de muerte. Todo ello sin la necesidad del accionamiento del sistema por ningún miembro de la tripulación, que podrá encontrarse realizando otras acciones en beneficio de la conducción de la operación.

ROSY_ISS system configuration

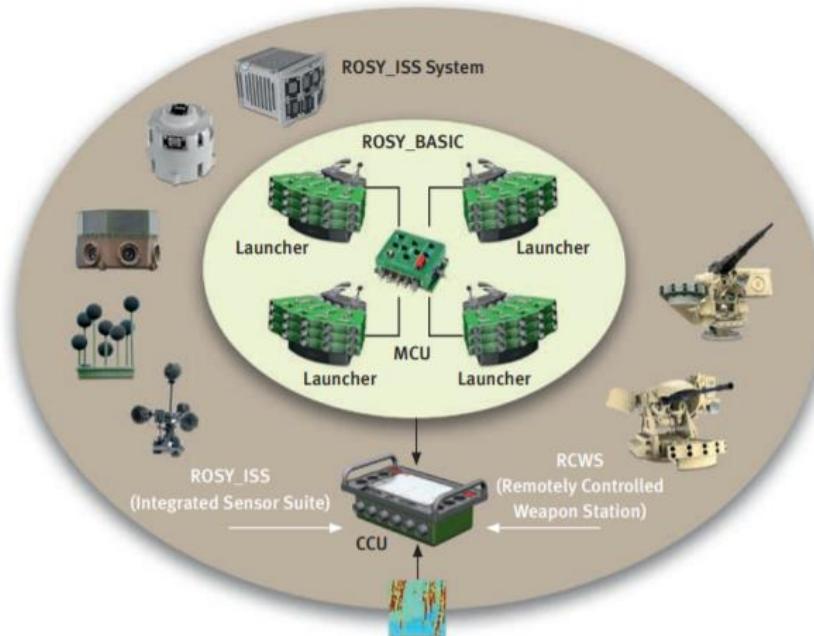


Ilustración 11: Esquema de configuración del sistema ROSY
Fuente: Manual Sistema ROSY

- **Munición:** en cuanto a la munición que se introduce en los cargadores, el sistema ROSY trabaja con artificios de 40 mm, que pueden ser de diferentes tipos. El más común y empleado es el de fósforo rojo, pero también se usan artificios de gas lacrimógeno y aturdidores, destinados al control de masas.

Las capacidades que ofrece el artificio de fósforo rojo alojado en el interior de la munición, como en la ilustración 12, en materia de ocultación fumígena se caracteriza principalmente por crear la cortina de humo lo suficientemente densa como para ocultar al



vehículo que lo dispara con un tiempo de 0,5 segundos. Cada artificio de fósforo rojo cubre un rango de en torno a 25 m y, con una carga de 160 g de fósforo rojo por artificio, consigue crear una barrera de humos entre el enemigo y el vehículo con una duración superior a los 15 segundos, durante los cuales la munición presenta efectividad en los espectros visual, infrarrojo cercano e infrarrojo térmico. De este modo se puede ocultar el vehículo de visores electroópticos, así como de cámaras que captan la firma térmica o de designadores láser, con los que pudiera contar el enemigo.

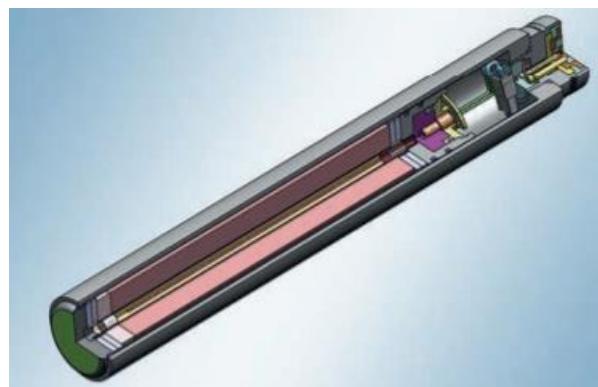


Ilustración 12: Artificio fumígeno del sistema ROSY
Fuente: Manual del sistema ROSY

A diferencia de otras municiones fumígenas, la munición utilizada en el sistema ROSY se trata de un artificio cuya activación de la carga se produce en el aire y no sobre la superficie del suelo con el impacto de la munición. Esta propiedad dota al sistema de la operatividad de la que dispone, independientemente del terreno por el que circule el vehículo o el contexto de la operación o ejercicio en el que se encuentre la unidad. Por la misma razón, el sistema ofrece la capacidad de producir una cortina de humo dinámica, en la que el vehículo se va desplazando, y va disparando los artificios de las diferentes líneas de los cargadores. Estos, gracias a su rápida activación y la formación de la cortina de humo, consiguen producir una cortina constante que le permitirá desplazarse de forma segura y oculta frente a los sistemas de visión del enemigo.

La activación de esta munición se produce a unos 20-25 m del vehículo que la dispara. Esta distancia permite al vehículo operar en escenarios más reducidos, pudiendo incluso, ser útiles en espacios de combate en zonas urbanizadas, sin perder sus capacidades operativas en terreno abierto debido al fenómeno de la cortina dinámica explicado anteriormente.

Los principales puntos fuertes que se encuentran en este sistema frente a los anteriores son los siguientes: la duración, densidad y rapidez de formación de la cortina de humo que ofrecen sus municiones, que supera a las de los competidores; la amplitud de la cortina de humo que crea es mucho mayor que las otras, puesto que esta puede ocultar al vehículo en los 360°; otros aspectos positivos de este sistema son la facilidad y rapidez de su instalación, lo que ahorra mucho tiempo, tanto en la propia instalación del sistema como en la instrucción del personal destinado a ello.



6.4 Decisión

En este punto se lleva a cabo la decisión final para determinar qué sistema cumple con la mayor parte de los requisitos expuestos anteriormente.

Durante la realización de este apartado se ha estimado tener en cuenta el requisito del presupuesto económico. Sin embargo, no se ha añadido a la matriz de decisión debido a la imposibilidad de encontrar el dato del coste que supondría la instalación de cada uno de ellos. Esto se debe a que estas empresas, destinadas a la defensa, no facilitan estos datos. Gracias al contacto con José Escolar Gutiérrez, ingeniero de la empresa *Paukner Group*, se han obtenido los datos económicos de la instalación del sistema ROSY; en cuanto a la unidad de control y cableado rondaría los 6.000-7.000 €, a los que habría que añadir los 5.000-7.000 € por lanzador. Es por eso que, dependiendo de la configuración que se disponga en el vehículo (nº de lanzadores, nº de filas por lanzador, etc.), el precio de la instalación del sistema ROSY en un solo vehículo oscilaría entre los 11.000 y los 25.000 €. Por las características del sistema, se puede prever que el precio que supondría la instalación del sistema de KMW sería similar. Por otra parte, es predecible que el sistema SOM supondría un mayor gasto que los anteriores. Esto se debe a que el sistema está dotado de una complejidad mayor, además de que pertenece al ejército de los EEUU, lo que aumentaría más su precio de compra porque no está concebido para comerciar con él, sino para mejorar la capacidad de sus propios dispositivos.

A la hora de tomar la decisión, también ha sido valorada la posibilidad de aprovechar el sistema actual y complementarlo con algún dispositivo que lo hiciera más efectivo. Esto se ha desestimado ya que el sistema actual viene integrado en el VCI Pizarro, por lo que cualquier modificación supondría una serie de cambios de gran relevancia en la cadena de producción del vehículo ya que sobre los que están operativos actualmente no se pueden hacer cambios significativos para mejorar su sistema de ocultación.

Para realizar este proceso de selección, se ha utilizado la herramienta de la matriz de decisión. A continuación, se muestra la matriz de decisión realizada para valorar el sistema más acorde a los requisitos y necesidades definidas previamente.



Tabla 5: Matriz de decisión del sistema de ocultación.

	Selección de sistema de ocultación				
	IMPORTANCIA	AFOVEC	KMW	ROSY	SOM
Tamaño de la cortina de humo	5	2	3	5	5
Duración de la cortina de humo	5	3	4	4	5
Rapidez de formación de la cortina de humo	5	1	4	5	2
Densidad de la cortina de humos	4	2	3	3	3
Ocultación visual	5	3	3	3	4
Ocultación infrarrojo	5	2	2	5	2
Ocultación vistas cenitales	4	1	4	4	1
Control distancia de activación	3	1	1	1	1
Ocultación ECP	4	4	3	2	5
Instrucción del personal	3	5	1	1	3
Mantenimiento del sistema	2	4	2	2	1
Abastecimiento del sistema	2	5	3	2	1
Dimensiones y peso	3	2	2	3	4
Facilidad de montaje	4	3	2	4	4
Rapidez de montaje	4	3	1	5	4
PUNTUACIÓN TOTAL PONDERADA		149	154	205	186

Fuente: Creada por el autor

La matriz de decisión que se muestra ha sido realizada por el autor del proyecto mediante la utilización del programa Microsoft Office Excel 2016. Para la realización de esta, en primer lugar, es necesario reflejar los requisitos y necesidades extraídos anteriormente. En la tabla 5 los encontramos dispuestos en una columna a la izquierda.

A continuación, encontramos una columna en la que se refleja la importancia de estos requisitos y necesidades. Como se puede observar, a cada uno de los requisitos y necesidades, se le asocia un número que hace referencia a la importancia de este. Cada una de estas valoraciones concuerda con la puntuación que se le dio a los requisitos en la tabla 3.

La puntuación que se asigna a cada uno de los sistemas candidatos se muestra en las siguientes cuatro columnas de la tabla 5. Cada columna se asocia con uno de los sistemas llevados a evaluación, siendo estos: el AFOVEC, sistema implementado actualmente; el sistema desarrollado por la empresa Krauss-Maffei Wegman, el sistema ROSY y el sistema SOM. Las puntuaciones asignadas a cada uno de los sistemas se han definido en la medida y proporción que cumplían con cada uno de los requisitos y necesidades mostradas. A modo de ejemplo, a la hora de valorar la rapidez con la que se forma la cortina de humos, el AFOVEC tarda en torno a 10 segundos, algo menos tarda el sistema SOM, mientras que el sistema de KMW tarda cerca de 1,2 segundos. Por su parte, el sistema ROSY, en 0,5 segundos ya ofrecería una cortina que ocultara al vehículo. Es por ello, por lo que se han asignado las puntuaciones de 1,2, 4 y 5 puntos, respectivamente.

Las puntuaciones que son asignadas a los requisitos y necesidades mostradas, no son un factor determinante a la hora de llevar a cabo la decisión final de cuál de los sistemas es el elegido. Esto se debe a que cada requisito no tiene la misma importancia y, en consecuencia, se le ha otorgado una ponderación diferente. Por ejemplo, si en la matriz el sistema ROSY se obtiene una puntuación de 5 en el requisito del tamaño de la cortina de humo, con una



importancia de 5, tendrá más peso a la hora de decidir que la puntuación de 5 que recibe el AFOVEC en el requisito de abastecimiento del sistema, con una importancia de, tan solo, 2.

Para llegar finalmente a la conclusión de cuál es el sistema seleccionado, se procederá a realizar la suma de todas estas puntuaciones ponderadas llegando así a la 'PUNTUACIÓN TOTAL PONDERADA' de cada sistema.

Tras la realización de la matriz de decisión en el anterior apartado, la mayor puntuación obtenida ha sido la referente al sistema de ocultación ROSY, de la empresa alemana Rheinmetall, con una puntuación total de 205 puntos. Le sigue de cerca el SOM, con 186 puntos, después la empresa KMW ha obtenido una puntuación de 154 puntos, que no se alejan mucho de los 149 puntos obtenidos por el actual sistema AFOVEC.

7 Diseño de pruebas de campo del sistema seleccionado

A pesar de los buenos resultados obtenidos por el sistema ROSY en la matriz de decisión, que han motivado su elección, es necesario comprobar si efectivamente sus características responden a las necesidades detectadas. De ahí que se haya diseñado un procedimiento con el que se podría poner a prueba, en el caso de que el Ejército español contemplara mejorar los sistemas de sus VCI Pizarro.

7.1 Instalación del sistema

Las pruebas tratan de valorar la viabilidad y operatividad de este sistema en el VCI Pizarro y es por ello que se debe trabajar previamente en su instalación para poder, posteriormente, analizar su comportamiento. Todos los aspectos referentes a este apartado han sido diseñados y concluidos por el autor con la ayuda, consejo y recomendaciones del personal experto en el vehículo, así como del ingeniero mencionado anteriormente, Don José Escolar Gutiérrez

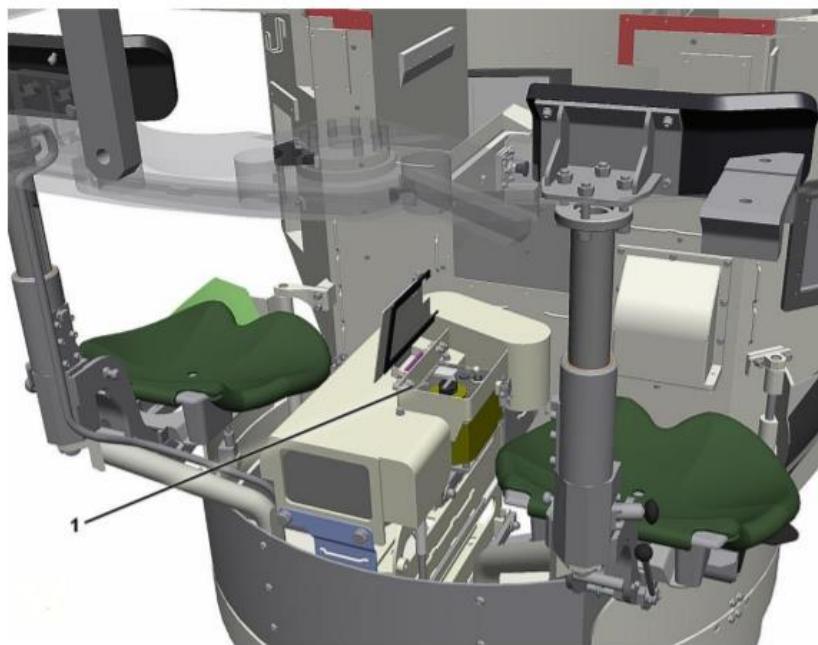
En primer lugar, es necesario conocer el número de lanzadores que se van a instalar para poder probar su funcionamiento. Para estas pruebas, con la instalación de un solo lanzador sería suficiente. Para la colocación de este, es necesaria la instalación previa de un soporte horizontal, sobre el cual se procedería al atornillado de la base del sistema ROSY. Dicho soporte se refuerza con otro diagonal de manera que permita soportar el peso del lanzador.

Para la colocación de las diferentes conexiones electrónicas, se llevará a cabo la instalación de un cableado que puede hacerse de dos maneras diferentes:

- Introduciéndolo desde el lanzador hasta la MCU, alojada en el interior del vehículo, por medio de la escotilla del jefe de vehículo.
- Realizando una instalación más avanzada. Para ello, se debe proceder a retirar las placas de blindaje próximas al lanzador para poder realizar la introducción del cableado por el interior del vehículo. Finalmente, se procederá a colocar el blindaje donde estaba.



Para la instalación de la MCU el lugar que se ha considerado más adecuado es en el que se aloja la caja de control del actual sistema lanza ingenios del VCI Pizarro. Esta zona puede ser controlada tanto por el jefe de vehículo como por el tirador, favoreciendo así la velocidad de accionamiento del sistema. Se entenderá mejor con la ilustración 13:



*Ilustración 13: Localización de la caja de control del sistema ROSY
Fuente: MT-103 VCI PIZARRO Fase-2 T2 TORRE*

Para realizar la instalación del sistema, previa a las pruebas, los ingenieros encargados de ello visitarán la unidad en la cual se van a realizar estos ejercicios. Tomarán las medidas necesarias para disponer del soporte adecuado para la instalación del sistema, la viabilidad de dicha instalación en el lugar seleccionado, así como la posibilidad de montaje del cableado y la MCU, según se ha mencionado anteriormente. Finalmente, con toda la información y mediciones obtenidas, la instalación del sistema se realizará dos días antes de la realización de las pruebas. De esta manera se conseguirá subsanar cualquier imprevisto relacionado con ella y contar con un margen temporal que permita el correcto y seguro montaje del sistema.

7.2 Personal asistente a las pruebas

Un paso previo a la realización de las pruebas, y necesario para estas, es la selección del personal asistente a las mismas. Los participantes serán necesarios para realizar su evaluación o futura implantación, por lo que tiene que ser personal que trabaje con estos sistemas o que esté interesado en adquirirlos. El personal que se encuentra involucrado en estas pruebas son:

- Personal perteneciente a la DGAM, más concretamente perteneciente a la Subdirección General de programas, que se encarga de gestionar la obtención, modernización y sostenimiento de los sistemas de armas y equipos de interés. Además, se encarga de impulsar la gestión y tramitación de los expedientes de



adquisición de estos sistemas y equipos.

- Ingeniero de enlace con los ingenieros de la empresa *Rheinmetall*. Es necesario contar con un ingeniero que se encargue de coordinar y que resulte un enlace y nexo entre los integrantes de la empresa alemana *Rheinmetall* y el personal de la unidad en la cual se realizan las pruebas. En este caso se cuenta con el ingeniero José Escolar Gutiérrez, perteneciente a la empresa APSA (A. Paukner SA), que desarrolla su actividad como agente/distribuidor de compañías internacionales. En este caso, la empresa es *Rheinmetall Defence*, y cuenta con la aprobación para la participación y colaboración en proyectos con la Administración e Industria española.
- Personal de la unidad que acoge las pruebas, que será el perteneciente a la unidad en la cual se realizan las pruebas y que, además, está involucrado en ellas. En este caso, el personal seleccionado sería el perteneciente al RI 2 “La Reina”, más concretamente el Batallón Lepanto. Las personas que deberían asistir a estas pruebas son tanto el Teniente Coronel Jefe del Batallón, como el Capitán Jefe de la Compañía en la cual va a tener lugar la realización de estos ejercicios. Además, también asistirá el Teniente de la sección seleccionada. Activamente, participarán en las pruebas el jefe del vehículo VCI Pizarro seleccionado, así como el conductor y el tirador, pudiéndose encontrar el ECP (Elemento de Combate a Pie) si fuera necesario para la realización de alguna de ellas.
- Ambulancia. Para la realización de estas pruebas, se solicitará una ambulancia con personal cualificado en su interior con capacidad de solventar cualquier emergencia médica que se pudiera generar durante el proceso.
- Personal con capacidad anti-incendio. Se designará a personal que se encontrará equipado con material anti-incendio y actuará en caso de que se produjese un conato.

7.3 Localización de las pruebas

En cuanto a la localización geográfica en la cual se van a realizar las pruebas debe cumplir una serie de requisitos basados, tanto en la seguridad del personal como en la del vehículo y el campo de maniobras. También se debe realizar una correcta ejecución de las pruebas para la clara obtención de las capacidades que tiene el sistema. Los requisitos que se deben cumplir son los siguientes:

- El terreno debe encontrarse libre de vegetación. El lugar en el que se desarrollan las pruebas debe encontrarse alejado de las zonas de vegetación frondosa, esto se debe a la alta probabilidad de que pueda iniciarse un incendio provocado por la clase de municiones que se van a emplear.
- Terreno amplio. La amplitud del terreno en el que se van a realizar las pruebas debe ser extensa, permitiendo así la posibilidad de ejecución de las diferentes maniobras y ejercicios realizados con el VCI Pizarro.
- Deberá ser un campo de maniobras. Las pruebas deberán realizarse en un campo de maniobras, preparado para el movimiento de vehículos de este tipo. También debe



encontrarse aislado de instalaciones civiles, por la seguridad del propio personal civil, así como la protección de la información referente a las pruebas. En este caso, se van a preparar para ser realizadas en el CMT “Cerro Muriano”, campo de maniobras de la Brigada Guzmán el Bueno X, unidad en la que el autor de esta memoria ha realizado sus prácticas externas.

Localizado en el CMT “Cerro Muriano”, Córdoba, las pruebas van a realizar en la zona denominada como “Llano Amarillo” (indicada en la zona rodeada de rojo en la ilustración 14). En amarillo se encuentra la base de la Brigada Guzmán el Bueno X en la ilustración 15), esta zona cumple todas las características y requisitos expuestos anteriormente y es el lugar idóneo para la realización de las demostraciones. La zona cuenta con alrededor de 300 m² de terreno despejado y ofrece la posibilidad y capacidad de observación de las pruebas, para así, poder valorar el funcionamiento del sistema.

Al igual que para la realización de un ejercicio de fuego real, es necesario solicitar una autorización e informar de la realización del mismo, para la realización de las pruebas también habrá que realizar el mismo procedimiento.

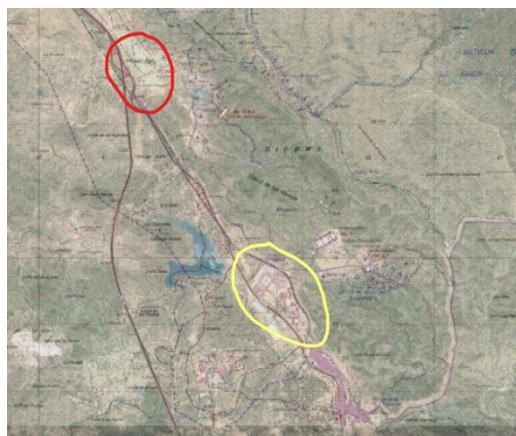


Ilustración 14: Localización de base de Cerro Muriano y zona de realización de las pruebas
Fuente: Plano digital campo de maniobras de Cerro Muriano



Ilustración 15: Localización de la zona de las pruebas Ampliada
Fuente: Plano digital campo de maniobras de Cerro Muriano

7.4 Detalle de las pruebas

El siguiente apartado está destinado a la explicación de las pruebas que se van a realizar, las cuales han sido diseñadas para comprobar y valorar las capacidades que el sistema ofrece. Además, también se busca analizar la viabilidad del uso del sistema ROSY en su aplicación para la ocultación del VCI Pizarro. La ejecución de las pruebas (cuyas fichas se encuentran en el Anexo D), por tanto, constará de la siguiente secuencia:

Prueba nº 1.

La primera prueba está diseñada para analizar la capacidad de lanzamiento y activación de las municiones. Se busca valorar la velocidad de accionamiento de los lanzadores desde que se manda la orden de lanzamiento desde la MCU hasta que las municiones son proyectadas desde el lanzador. También la medición de la distancia que recorren los proyectiles hasta su activación y lo que tardan, así como el tiempo en el cual se forma una pantalla de humo que oculte por completo el frente del vehículo y su duración.

Para su ejecución se colocará el vehículo parado con el cañón apuntando a las 12, se procederá a accionar el sistema, con una sola salva del lanzador, y proyectando las municiones hacia el frente.

En el momento del accionamiento, se da inicio al cronómetro y se apunta el tiempo transcurrido hasta que las municiones salen de los lanzadores hasta que se activan y lo que tarda en formarse la cortina de humo.

A su vez, a una distancia de 100 m, se encontrará una persona con el telémetro, encargado de medir la distancia que recorren los proyectiles, así como la amplitud de la cortina de humo que se forma.

Prueba nº 2.

Esta prueba es idéntica a la prueba nº1 en cuanto a la ejecución se refiere, sin embargo, se diferencia en que la nº2 se realiza en ambiente nocturno. En este caso, interesa la



medición del tiempo de formación de una pantalla de ocultación en el espectro infrarrojo térmico, formada por el fósforo rojo y la duración que tiene.

Para las mediciones y la comprobación de la eficacia del sistema se contará con una persona, que junto a la del telémetro y a la misma distancia que en la prueba nº 1, observará por medio de la cámara térmica para verificar la ocultación en el infrarrojo térmico.

Prueba nº 3

En esta prueba se pretende simular la ruptura de contacto del VCI Pizarro. Para ello, el vehículo partirá de una posición en parado, similar a la de las pruebas anteriores. Posteriormente accionará los artificios, para trasladarse a otra posición de tiro bajo la ocultación que estos ofrecen, realizando este proceso tres veces, una por fila del lanzador de artificios. Se busca analizar la capacidad de ocultación del VCI Pizarro mientras realiza el movimiento y adopta otra posición, así como del alcance y duración de la barrera de humo. Todo esto influirá directamente en la distancia en la que el VCI Pizarro podrá romper el contacto y trasladarse bajo la ocultación de los humos.

Se dispondrá personal colocado a 100 m, que valorará mediante el uso del telémetro cómo se produce esta ocultación y la distancia de movimiento a cubierto que puede realizar el vehículo.

Prueba nº 4

Idéntica a la prueba anterior, pero en ambiente nocturno, valorando las mismas capacidades, pero en este caso, evaluando la ocultación en el espectro infrarrojo térmico. Será necesario también personal con cámara térmica.

Prueba nº 5

Esta prueba es la que trata de evaluar las capacidades más avanzadas que puede desarrollar el sistema con el VCI Pizarro. Para su ejecución, el Pizarro partirá de una posición de reposo para comenzar a moverse lateralmente, a la vez que realiza este movimiento se irán accionando los artificios de los lanzadores. Se busca así la creación de una barrera de humos dinámica que oculte al vehículo durante todo el movimiento continuado que realice.

Esta propiedad del sistema le aportará al VCI Pizarro la capacidad de realizar repliegues y rupturas de contacto de alta velocidad bajo la ocultación de sus humos. Con la realización de esta prueba se busca medir la velocidad máxima a la que el VCI Pizarro podría trasladarse de manera oculta al enemigo. Se pretende hacer un cálculo del tiempo y distancia de anticipación que hay que tener en cuenta a la hora de accionar el sistema para crear la barrera por donde va a moverse el vehículo. También, la creación de una barrera continua que oculte al VCI Pizarro durante todo su movimiento y el cálculo de la distancia que podrá recorrer el vehículo con el accionamiento de un solo lanzador.

Para llevar a cabo las mediciones anteriormente definidas será necesario un encargado que opere con el cronómetro y que apunte los tiempos de inicio del primer artificio hasta la desaparición del final de la barrera de humos dinámica. A su vez, es necesario un operario que,



mediante el telémetro, mida la distancia y amplitud total que abarca la barrera de humos creada. Con ambos datos será posible calcular la velocidad con la que realiza el vehículo su movimiento de manera oculta.

Prueba nº 6

Misma ejecución que la prueba nº 5, pero aplicada en ambiente nocturno.

7.5 Material y elementos de medición

El equipo necesario para la medición de todos los parámetros necesarios para comprobar y analizar las diferentes capacidades y propiedades que ofrece el sistema será el siguiente:

- Cronómetro: necesario para la medición del tiempo de diferentes acciones en la ejecución de las pruebas planeadas.
- Telémetro Láser Leica: necesario para la medición de distancias a analizar.
- Visor nocturno AN/PVS-14: destinado a la observación nocturna de las pruebas para comprobar la ocultación del vehículo en este ambiente, trabajando en la zona del infrarrojo cercano.
- Cámara Térmica Vila II: necesaria para la observación nocturna de las pruebas, buscando trabajar en la zona del infrarrojo térmico.

8 Conclusiones

PRIMERA - Para ampliar la información de los diferentes sistemas de ocultación presentes en la actualidad, así como las principales características y propiedades que ofrecen estos se ha utilizado principalmente la información proporcionada por internet y algún maunal referente a este tema. La razón de ello ha sido, algo que llama la atención, la poca información con la que cuenta el personal que trabaja con estos medios.

SEGUNDA - La selección de los destinatarios de las consultas, encuestas y entrevistas es de gran importancia para conseguir el objetivo de evaluar los sistemas utilizados actualmente en el VCI Pizarro. En este trabajo, los grupos de interés seleccionados han sido las tripulaciones del vehículo y los mandos pertenecientes a este tipo de unidades, debido al gran conocimiento que tienen sobre el funcionamiento del vehículo y las capacidades que este puede ofrecer. Su implicación y participación fue muy buena, permitiendo tener un volumen de muestra considerable que aportaba información muy relevante.



TERCERA - Para extraer los requisitos y necesidades existentes, se plantean varias preguntas abiertas en la encuesta, donde se aportan ideas expuestas por los encuestados. También es interesante, presentar varias de estas necesidades y requerimientos para que los encuestados hagan una valoración de la importancia que tienen. Esto último se tuvo en cuenta para realizar la ponderación en el apartado de decisión.

CUARTA – A la hora de tomar la decisión del sistema que se selecciona para su implantación en el VCI Pizarro se tienen en cuenta gran parte de los requisitos identificados en los apartados anteriores. Para este tipo de trabajos, en el que se comparan varias opciones, es de gran ayuda utilizar una herramienta como es la matriz de decisión. Esta nos permite tener en cuenta gran parte de las características y valorarlas de forma objetiva. Para el cumplimiento de este objetivo específico era muy importante considerar el factor económico, sin embargo, como se ha comentado en la memoria, no se han podido obtener los datos económicos de todas las empresas con la exactitud necesaria.

QUINTA – Mostrar las condiciones generales previas para la realización de las pruebas pertinentes del sistema seleccionado en el vehículo era uno de los objetivos específicos planteados en el trabajo. Para ello era necesario planificar cómo realizar la instalación del sistema en el VCI Pizarro, qué personal debería asistir a la demostración de estas pruebas, dónde se iban a ejecutar, cómo iban a desarrollarse cada una de ellas y el material necesario para realizar las mediciones pertinentes durante la realización de las mismas. En este caso, no se pudieron llevar a cabo las pruebas, pero el cumplimiento de este objetivo marca las bases para la futura realización de estas.

9 Referencias Bibliográficas

+TDU Savunma Sistemleri A.S. (2020). +TDU Savunma Sistemleri A.S. Disponible en: <https://www.tdusavunma.com.tr/en/products/multispectral-camouflage-net-msdoscan-3649/details> [Consultado 22-11-21].

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (2016). Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. Disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts97.html [Consultado 24-12-21].

Aubagnac, G. (2008). "Los uniformes de camuflaje". *Revista de Occidente*, 331, pp. 21-32. ISSN 0034-8635.

BAE Systems (2012). BAE Systems. Disponible en: <https://www.baesystems.com/en/feature/adativ-cloak-of-invisibility> [Consultado 24-11-21]

Bamford. Cott, H. (1940). *Adaptive coloration in animals*. Londres: Methuen & Co.

Intermat Defence (2020). Intermat Defence. Disponible en: <https://intermatdefense.com/anti-thermal> [Consultado 14-12-21].

Ministerio de Defensa (2001). *Orientaciones enmascaramiento, ocultación y decepción*. Granada: Mando de Adiestramiento y Doctrina



Ministerio de Defensa (2016a). *VCI PIZARRO 2ª Fase (2ª Edición) Manual de Tripulación Tomo II/III (Torre)*. Granada: Mando de Adiestramiento y Doctrina.

Ministerio de Defensa (2016b). *VCI PIZARRO 2ª Fase (2ª Edición) Manual de Tripulación Tomo IIII/III (Mantenimiento)*. Granada: Mando de Adiestramiento y Doctrina.

Navarro, J.M. (2020). *Avances en los blindados Pizarro Fase 2 para el Ejército de Tierra*. Disponible en: <https://www.defensa.com/espana/avances-blindados-pizarro-fase-2-para-ejercito-tierra> [Consultado 11- 01- 22].

Rheinmetall Defence (2014). *ROSY® –RAPID OBSCURING SYSTEM, Multi-spectral protection for land vehicles*. Schneizelreuth: Rheinmetall Waffe Munition GmbH.

SAAB (2015). SAAB. Disponible en: <https://www.saab.com/products/mcs-mobile-camouflage-system> [Consultado 24-11-21].

Toyos, S. (s.f.). *Breve historia del enmascaramiento militar*. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/read/14245356/breve-historia-del-enmascaramiento-militar-pdf-soldados-digital>, consultado el 22 de septiembre de 2021.

USAASC (2019). USAASC. Disponible en <https://asc.army.mil/web/portfolio-item/som/> [consultado 23-02-22].

Yon, R., Wentsel, R., Bane, J. (1983). *Programmatic Life Cycle Environmental Assessment for Smoke/Obscurants*. US Army Armament, Munitions and Chemical Command, Chemical Research and Development Center Aberdeen Proving Ground, Maryland 21010: Department of the US Army.



Anexos



Anexo A: Modelo de Encuesta realizada

Encuesta sobre sistemas de ocultación

Con el fin de analizar y proponer un nuevo sistema de ocultación para el vehículo de combate de Infantería "Pizarro" se va a realizar esta encuesta dirigida a los mandos del Batallón Lepanto perteneciente al RI 2 "La Reina"; aprovechando su experiencia con el vehículo.

Esta es una encuesta anónima en la que deberá responder a una serie de preguntas relacionadas

con los sistemas de ocultación, en concreto del VCI "Pizarro". A la hora de responder las preguntas considere el grado de ocultación que necesita tener un medio mecanizado para evitar la detección del enemigo en el ejercicio de sus movimientos y maniobras.

*Obligatorio

1. De los siguientes medios de ocultación, seleccione el que considera más necesario para ocultar al vehículo Pizarro.

*

Marca solo un óvalo.

- Redes de ocultación
- Sistemas móviles de Camuflaje
- Pinturas reductoras de firma térmica
- sistemas de ocultación mediante humos

2. ¿Qué mejoras propondría al sistema de ocultación con el que se cuenta actualmente en el Pizarro (AFOVEC)? (ej. mayor cobertura de humos, rapidez de ocultación efectiva, duración de la ocultación...)

*



3. Evalúe del 1 (poco importante) al 5 (muy importante) los criterios a tener en cuenta a la hora de elegir un sistema de ocultación *

Selecciona todos los que correspondan.

	1	2	3	4	5
Grado de ocultación visual	<input type="checkbox"/>				
Grado de ocultación infrarroja térmica	<input type="checkbox"/>				
Capacidad de ocultar al elemento de combate a pie en el desembarco	<input type="checkbox"/>				
Dimensiones y peso	<input type="checkbox"/>				
Facilidad y rapidez de instalación	<input type="checkbox"/>				
Coste económico	<input type="checkbox"/>				

4. ¿Cómo cree usted que podría afectar la implementación de un nuevo sistema de ocultación en la unidad?(logística, mantenimiento,...) *

5. ¿Considera usted que la ocultación es un aspecto fundamental a tener en cuenta en la misión Enhanced Forward Presence de Letonia? *

Marca solo un óvalo.

- sí
 NO



6. En caso negativo, justifique las razones por las que no se debería considerar fundamental la ocultación.

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

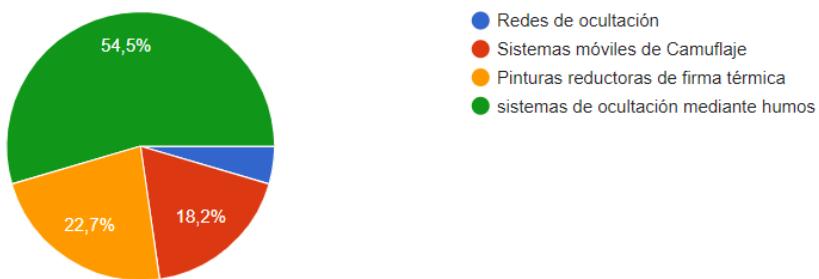
Google Formularios



Anexo B: Resultados de la encuesta realizada.

De los siguientes medios de ocultación, seleccione el que considera más necesario para ocultar al vehículo Pizarro.

22 respuestas



¿Qué mejoras propondría al sistema de ocultación con el que se cuenta actualmente en el Pizarro (AFOVEC)? (ej. mayor cobertura de humos, rapidez de ocultación efectiva, duración de la ocultación...)

22 respuestas

Menor tiempo de formación de la barrera de humo

mayor duración de la cortina de humos, posibilidad de una cortina de humos dinámica o mayor rapidez de formación de la cortina de humos

posibilidad de establecer una cortina de humos dinámica

Mayor cobertura de humos

posibilidad de una cortina de humos dinámica

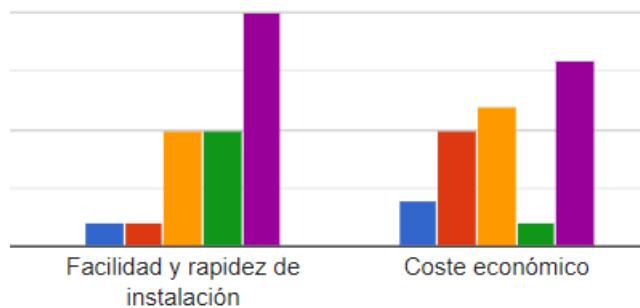
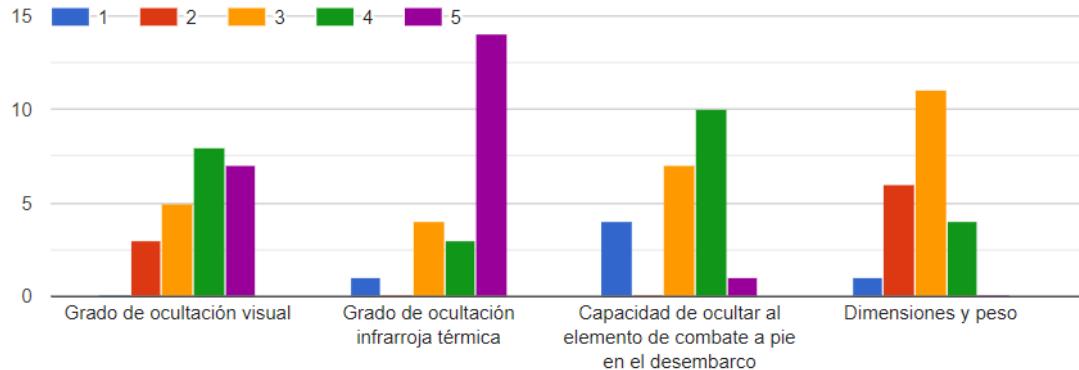
Mejora en la duración de ocultación

Duración de la ocultación

Propondría una mayor cobertura de humos, tanto a vanguardia del vehículo como por encima de los mismos, ocultando así los vehículos de vistas cenitales. El humo utilizado debería ser muy ligero y con gran capacidad de expansión, creando así una gran cortina de humo y un gran techo de humo de una



Evalúe del 1 (poco importante) al 5 (muy importante) los criterios a tener en cuenta a la hora de elegir un sistema de ocultación





¿Cómo cree usted que podría afectar la implementación de un nuevo sistema de ocultación en la unidad?(logística, mantenimiento,...)

22 respuestas

Una mejora sustancial para el VCI Pizarro para ponerse al nivel de los otros ejércitos con los que opera en zona de operaciones

No tendría mucha repercusión dado que estos sistemas no suelen tener mucho mantenimiento

una mejora sustancial para el VCI Pizarro que le permite ponerse al nivel de otros ejércitos con los que opera en zonas de operaciones

Pese al mantenimiento que es el diario que se hace, puede ser muy util en zona de operaciones

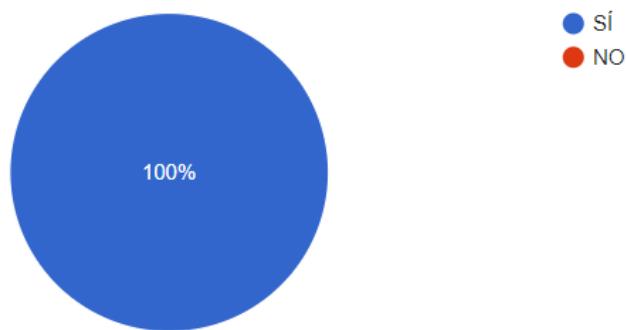
Mayor mantenimiento por este sistema

Deberíamos ser capaces de gestionarlo

No creo que afecte mucho un nuevo sistema de ocultación a la cadena logística, de mantenimiento o cualquier otra; simplemente añadiría unas comprobaciones electrónicas de mantenimiento por parte de la cadena de mantenimiento y un nuevo material a suministrar por parte de la cadena logística, como puede ser un AFOVEC, por tanto diría que no tendría prácticamente ninguna repercusión en dichas cadenas

¿Considera usted que la ocultación es un aspecto fundamental a tener en cuenta en la misión Enhanced Forward Presence de Letonia?

22 respuestas





Anexo C: Detalle de información de patentes analizadas

A	PATENTE N°: ES 2 529 723 T3
NOMBRE: Sistema de lanzamiento para vehículos	<p>DESCRIPCIÓN Fig. 1: representación en perspectiva, esquemática, de un vehículo de motor militar con un sistema de lanzamiento de medios eficaces .</p>
<p>Fig.1 WWS 1 1.1 4 F1</p>	<p>WWS: Sistema de lanzamiento de medios eficaces.</p> <p>1: Brazo de lanzamiento.</p> <p>1.1: Dispositivo de sujeción.</p> <p>4: Caja de cargador.</p> <p>F1: Vehículo de motor militar.</p>



B	PATENTE N°: ES 2 529 723 T3
NOMBRE: Sistema de lanzamiento para vehículos	DESCRIPCIÓN Fig. 3: sistema de lanzamiento de medios eficaces en la posición de disparo del brazo de lanzamiento
	<p>1.2: Eje giratorio horizontal.</p> <p>1.3: Elemento de sujeción.</p> <p>2: Dispositivos de disparo.</p> <p>3: Tira de carga.</p> <p>4.1: Abertura de entrega.</p>

C	PATENTE N°: ES 2 529 723 T3
NOMBRE: Sistema de lanzamiento para vehículos	DESCRIPCIÓN Fig. 4: representación en sección longitudinal esquematisada a través del sistema de lanzamiento de medios eficaces.
	<p>2: Tubos de disparo.</p> <p>3: Tira de carga paralela.</p> <p>5: Cartuchos de medios eficaces.</p> <p>5': Cartuchos de medios eficaces en paralelo.</p>



Anexo D: Fichas de ejecución de las pruebas de un sistema

PRUEBA 1	
LOCALIZACIÓN	Llano Amarillo, CMT Cerro Muriano, Córdoba.
EJECUCIÓN	Vehículo parado con el cañón apuntando a las 12, se procederá a accionar el sistema, accionando una sola salva del lanzador, y proyectando las municiones hacia el frente.
AMBIENTE	Diurno
OBJETIVO	Analizar la capacidad de lanzamiento y activación de las municiones
	Cronómetro y Telémetro
PRUEBA 2	
LOCALIZACIÓN	Llano Amarillo, CMT Cerro Muriano, Córdoba.
EJECUCIÓN	Vehículo parado con el cañón apuntando a las 12, se procederá a accionar el sistema, accionando una sola salva del lanzador, y proyectando las municiones hacia el frente.
AMBIENTE	Nocturno
OBJETIVO	Medición del tiempo de formación de una pantalla de ocultación en el espectro infrarrojo térmico
MEDIOS	Cronómetro , Cámara Térmica y visor nocturno



PRUEBA 3	
LOCALIZACIÓN	Llano Amarillo, CMT Cerro Muriano, Córdoba.
EJECUCIÓN	Vehículo partirá de una posición en reposo, posteriormente accionará los artificios, para trasladarse a otra posición de tiro bajo la ocultación que ofrecen estos, realizando este proceso 3 veces, una por fila del lanzador de artificios.
AMBIENTE	Diurno
OBJETIVO	Analizar la capacidad de ocultación del VCI Pizarro mientras realiza el movimiento y adopta otra posición, así como del alcance y duración de la barrera de humos.
MEDIOS	Cronómetro y Telémetro



PRUEBA 4	
LOCALIZACIÓN	Llano Amarillo, CMT Cerro Muriano, Córdoba.
EJECUCIÓN	Vehículo partirá de una posición en reposo, posteriormente accionará los artificios, para trasladarse a otra posición de tiro bajo la ocultación que ofrecen estos, realizando este proceso 3 veces, una por fila del lanzador de artificios.
AMBIENTE	Nocturno
OBJETIVO	Analizar la capacidad de ocultación del VCI Pizarro en el espectro infrarrojo térmico mientras realiza el movimiento y adopta otra posición, así como del alcance y duración de la barrera de humos.
MEDIOS	Cronómetro, Cámara térmica y visor nocturno



PRUEBA 5	
LOCALIZACIÓN	Llano Amarillo, CMT Cerro Muriano, Córdoba.
EJECUCIÓN	El VCI Pizarro partirá de una posición de reposo para comenzar a moverse lateralmente, a la vez que realiza este movimiento se irán accionando los artificios de los lanzadores, buscando así la creación de una barrera de humos dinámica que oculte al vehículo durante todo su movimiento continuado
AMBIENTE	Diurno
OBJETIVO	Medir la velocidad máxima a la que el VCI Pizarro podría trasladarse de manera oculta al enemigo, hacer un cálculo del tiempo y distancia de anticipación que hay que tener en cuenta a la hora de accionar el sistema para crear la barrera por donde va a moverse el vehículo, así como para la creación de una barrera continua que oculte al VCI Pizarro durante todo su movimiento, también se realizará el cálculo de la distancia que podrá recorrer el vehículo con el accionamiento de un solo lanzador.
MEDIOS	Cronómetro y Telémetro



PRUEBA 6	
LOCALIZACIÓN	Llano Amarillo, CMT Cerro Muriano, Córdoba.
EJECUCIÓN	El VCI Pizarro partirá de una posición de reposo para comenzar a moverse lateralmente, a la vez que realiza este movimiento se irán accionando los artificios de los lanzadores, buscando así la creación de una barrera de humos dinámica que oculte al vehículo durante todo su movimiento continuado
AMBIENTE	Nocturno
OBJETIVO	Medir la velocidad máxima a la que el VCI Pizarro podría trasladarse de manera oculta al enemigo en el espectro infrarrojo, hacer un cálculo del tiempo y distancia de anticipación que hay que tener en cuenta a la hora de accionar el sistema para crear la barrera por donde va a moverse el vehículo, así como para la creación de una barrera continua que oculte al VCI Pizarro durante todo su movimiento, también se realizará el cálculo de la distancia que podrá recorrer el vehículo con el accionamiento de un solo lanzador.
MEDIOS	Cronómetro, Cámara térmica y visor nocturno

