



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Sistemas de ayuda a la conducción.
Implementación de cámara trasera en VRCC
Centauro

Autor

Eduardo Paricio Alcalá

Director/es

Director académico: Prof. Dr. Miguel Escudero Tellechea
Director militar: Tte. Fernando Ortiz García

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar
2019

Agradecimientos

El presente Trabajo de Fin de Grado es fruto de dos meses de trabajo e investigación, gran parte del cual ha sido desarrollado en la unidad en la que he estado de prácticas. Por este mismo motivo, me gustaría agradecer a todo el Grupo de Caballería Ligero Acorazado Milán XVI su ayuda inestimable para completar mi formación y la ayuda recibida para este trabajo, en especial al segundo escuadrón del mismo, ya que es donde he estado encuadrado durante mis prácticas. Más concretamente me gustaría agradecer al Teniente Ortiz el interés que ha puesto en el trabajo desde un principio, aun cuando no era mi tutor militar. También me gustaría mencionar al Sargento Especialista Sancho, ya que sin su ayuda e implicación no me habría sido posible sacar hacia adelante la parte técnica del proyecto.

Me gustaría agradecer también la guía y la ayuda que me ha brindado mi director académico, el Dr. Miguel Escudero Tellechea.

Por último, me gustaría destacar a todas las personas cercanas a mí, como familiares y amigos, y en general cualquier persona que se haya visto involucrada en este proyecto, pues sin ellos este trabajo no habría sido posible.

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo el análisis y evaluación del diseño de un sistema de ayuda a la conducción basado en la implementación de una cámara trasera en el Vehículo de Reconocimiento de Combate de Caballería (VRCC) Centauro.

El VRCC Centauro es un vehículo acorazado de combate utilizado en los Grupos de Caballería Ligero Acorazados. Fue fabricado principalmente por el consorcio italiano *Società Consortile Iveco Fiat – Oto Melara*. En un primer momento fue concebido para dotar al Regimiento de Caballería Lusitania de un vehículo aerotransportable. Sin embargo, tras probar el vehículo en territorio nacional, se decidió que era un vehículo que podía sustituir y modernizar los medios de los que disponía el Ejército de Tierra por aquel entonces, motivo por el cual se adquirió un total de 84 de estos vehículos.

Las primeras unidades llegaron a España en 1999. Se trata por tanto de un vehículo con cerca de dos décadas de servicio y que apenas ha recibido modernizaciones.

La obsolescencia de los medios de visión es una de las afectadas de esta falta de modernizaciones. Este proyecto nace por tanto de la necesidad de aumentar la visión de la que dispone el conductor del vehículo, muy limitada por la presencia de la torre y al conducir con escotillas cerradas en cualquier circunstancia.

Para satisfacer dicha necesidad se propone la implementación de una cámara trasera con su correspondiente Display para ofrecer las imágenes al conductor.

Previo al diseño del sistema se estudiaron vehículos que contaran también con cámara trasera. Vehículos del ámbito militar por ser los más similares al Centauro y del ámbito civil, por ser un sector que cuenta con más desarrollo por llevar más años de implementación.

Una vez se obtuvo información acerca del estado del arte, se procedió a recopilar los requisitos del sistema. Para ello se empleó una encuesta que se distribuyó entre los conductores del escuadrón, principales usuarios del sistema

Con los requisitos determinados, se empleó una herramienta de ingeniería de la calidad denominada *Quality Function Deployment* para conocer cómo implantarlos y para establecer un orden de importancia relativa.

Conocidos los atributos que se buscan en la cámara, se procedió a determinar cómo llevarlo a cabo. Para ello se plantearon dos escenarios, uno en el que se realiza con los medios propios del ejército y otro en el que el sistema se compra en el mercado. Como se determinó que lo mejor era comprarlo en el mercado, se realizó posteriormente un estudio de este.

Para realizar el estudio de mercado se seleccionaron varios productos y se enfrentaron sus principales características mediante un *radar chart* para encontrar el producto que más satisface las necesidades encontradas.

Después, mediante una prueba con una cámara compacta se determinó el mejor emplazamiento para la cámara.

Con la ayuda de instrumentos de medición se determinó el mejor lugar en el que debía posicionado el monitor que ofrece las imágenes.

El cableado de todo el sistema eléctrico fue estudiado con la ayuda de personal especialista de la Unidad. En colaboración con dicho personal se llegó al esquema que se plantea.

Una vez conocido todo el proceso de diseño del sistema se planteó un desglose de gastos de material y de personal para conocer el precio aproximado que costaría implantarlo en toda la flota de Centauros del Ejército de Tierra.

Finalmente se exponen las conclusiones que se han sacado de todo el proyecto y se proponen unas posibles líneas futuras para continuar el trabajo que aquí se propone.

Gracias a este proyecto el conductor del VRCC Centauro, dispondrá de un sistema de ayudas a la conducción que le permitirá conducir de una manera más seguro y le ofrecerá a toda la tripulación determinadas ventajas en el plano táctico.

Abstract

The proposed Project has as objective the analysis and evaluation of the design of a driving assistance system based on the implementation of a rear camera in the vehicle VRCC Centauro.

The VRCC Centauro is a combat armoured vehicle that it is used in the Light-Armoured Calvary Battalions. It was fabricated mainly by the Italian consortium *Società Consortile Iveco Fiat – Oto Melara*. Firstly, it was conceived in order to supply the Lusitania Calvary Regiment with an airborne vehicle. However, after testing it in the national territory, it was decided that it could be a substitute and a modernisation of the materials available in the Spanish Army in that moment. For this reason, Spain acquire 84 vehicles of this kind.

The first unites arrived at Spain in 1999. Therefore, it is a vehicle that has been used in the Army for almost 20 years and it has not been modernised.

This lack of modernisation affected its optics. Therefore, this project emerges from the necessity of increasing the available sight of the driver, the most affected member of the crew with this problem. This sight is very limited because of the presence of the turret and when the crew navigate with the hatches closed in any circumstances.

In order to satisfy this need, this project proposed the implementation of a rear camera whit its pertinent Display which will offer the images to the driver.

Before designing the system, other significant vehicles that have a rear camera were studied. Vehicles with a military character because they are more similar to the Centauro and vehicles with a civil character due to the development of the sector, that counts with more years of implementation.

Once the information about the state of the art was obtained, the requirements of the system were compiled. In order to do this a survey was passed among the drivers of the cavalry troop, because they are the main users of the system.

With the requirements stablished, a Quality Function Deployment, a quality engineering tool, was used in order to know how to implement them and stablish an importance order that classifies them.

When the attributes of the camera were known the procedure to make it was stablished. In order to do so, two scenarios were presented. The first one, proposed the implementation of the system with the own resources of the army. The other one, proposed to buy it on the market. The second scenario was more viable, so a market research was made.

To do so, some products were selected, and their main attributes were compared using a radar chart, a graphic method that allows to compare more than two variables, in order to determine which product was more reliable to our project.

Then, a test with a compact camera was done so the best placement for the camera was stablished.

The best placement for the monitor that offers the images of the camera was determined using measurement instruments in the driver camera.

The whole electric installation was studied with the help of experts of the unit in this area. The proposed electric scheme was reached in collaboration with these personnel.

Once the whole design was known, a material and a personnel budget was stabilised to the whole Centauro fleet of the Spanish Army.

Finally, the conclusions that has been extracted during the project were exposed and some lines of actions were bring up in order to implement them in the future.

Thanks to this project the Centauro driver will have a driving assistance system that will allow him to drive safely and that will offer to the crew some tactical advantages.

Índice

Agradecimientos	I
Resumen	II
Abstract	IV
Índice	VI
Índice de figuras	VIII
Índice de tablas	IX
Lista de abreviaturas	X
1 Introducción	1
1.1 VRCC Centauro	1
1.2 Necesidades existentes	1
1.3 Ámbito de aplicación	3
1.4 Análisis de <i>stakeholders</i>	4
1.5 Objetivos y alcance	5
1.6 Estructura de la memoria	6
1.7 Análisis de vehículos con cámara trasera	6
1.7.1 Ámbito militar	6
1.7.2 Ámbito civil.....	8
2 Metodología, datos y herramientas	8
2.1 Recopilación de requisitos.....	9
2.2 Estudio de mercado.....	13
2.3 Diseño de ubicación de cámara	18
2.4 Diseño de monitor	20
2.5 Diseño del circuito eléctrico	21
3 Viabilidad económica	22
4 Conclusiones y líneas futuras	24
5 Bibliografía	27
6 Anexos	28
6.1 ANEXO A: Características técnicas del Centauro	28
6.2 ANEXO B: Ángulos muertos de visión de los tripulantes del Centauro	29
6.3 ANEXO C: Organización de las unidades de Caballería	30
.....	33

6.4	ANEXO D: Características principales de las cámaras seleccionadas	34
6.5	ANEXO E: Circuito eléctrico del VRCC Centauro	36

Índice de figuras

Figura 1. Elementos de visión del conductor. Fuente: Elaboración propia.....	2
Figura 2. Ángulos muertos para el puesto de JV. Fuente: MT6-035, 2003	3
Figura 3. GCLAC que disponen de Centauro. Fuente: Transparencias asignatura Combate de la Caballería, 2018-2019	3
Figura 4. Análisis de <i>stakeholders</i> . Fuente: Elaboración propia.....	5
Figura 5. Sistema de visión marcha atrás Carro de Combate (CC) Leopard 2E. Fuente: Manual de la tripulación CC Leopard 2E, 2008.....	7
Figura 6. Cámara trasera VERT. Fuente: MI-208, 2019.....	8
Figura 7. QFD. Fuente. Elaboración propia.....	13
Figura 8. Comparación <i>radar chart</i> . Fuente: Elaboración propia	16
Figura 9. Comparativa de cámaras con IR. Fuente: Elaboración propia	17
Figura 10. Zonas en el vehículo. Fuente: Elaboración propia	18
Figura 11. Cámara de conducción. Fuente: Elaboración propia.	20
Figura 12. Opciones de diseño de monitor. Fuente: Elaboración propia.....	20
Figura 13. Circuito eléctrico Leopard 2E. Fuente: Manual de tripulación Leopard 2E, 2008 .	21
Figura 14. Ángulos muertos de los tripulantes del Centauro. Fuente: MT6-035, 2003	29
Figura 15. Estructura del ET. Fuente: Apuntes de la asignatura Combate de la Caballería, 2018-2019	30
Figura 16. Estructura de la fuerza. Fuente: Apuntes de la asignatura Combate de la Caballería, 2018-2019.....	30
Figura 17. GCLAC en División Castillejos y Mando de Canarias. Fuente: Apuntes de la asignatura Combate de la Caballería, 2018-2019	31
Figura 18. Orgánica RC España 11. Fuente: Apuntes de la asignatura Combate de la Caballería, 2018-2019.....	31
Figura 19. Orgánica y medios de los GCLAC modelo A. Fuente: Apuntes de la asignatura Combate de la Caballería, 2018-2019.....	32
Figura 20. Orgánica y medios de los GCLAC modelo B. Fuente: Apuntes de la asignatura Combate de la Caballería, 2018-2019.....	33

Índice de tablas

Tabla 1. Análisis de <i>stakeholders</i>	5
Tabla 2. DAFO de escenario MAKE.	14
Tabla 3. DAFO escenario BUY.....	14
Tabla 4. Valores de <i>radar chart</i>	16
Tabla 5. Posiciones de la cámara.....	19
Tabla 6. Coste de materiales.	23
Tabla 7. Coste de personal de prototipo.	23
Tabla 8. Coste de personal.	24
Tabla 9. Características técnicas principales del VRCC Centauro.....	28

Lista de abreviaturas

VRCC	Vehículo de Reconocimiento de Combate de Caballería
JV	Jefe de Vehículo
VEC	Vehículo de Exploración de Caballería
IED	<i>Improvised Explosive Device</i>
ET	Ejército de Tierra
GCLAC	Grupo de Caballería Ligero-Acorazado
BOP	Brigada Operativa Polivalente
MCANA	Mando de Canarias
RC	Regimiento de Caballería
FUTER	Fuerza Terrestre
ACAB	Academia de Caballería
GCAC	Grupo de Caballería Acorazado
DGAM	Dirección General de Armamento y Material de España
VERT	Vehículo de Exploración y Reconocimiento Terrestre
PLMM	Plana Mayor de Mando
CC	Carro de Combate
SEV	Sección de Exploración y Vigilancia
DAFO	Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades
IR	Infrarrojo/a
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>
V	Voltios
NTSC	<i>National Television System Committee</i>
PAL	<i>Phase Alternating Line</i>
C/I	Contra Incendio
MADOC	Mando de Adiestramiento y Doctrina

1 Introducción

1.1 VRCC Centauro

El VRCC Centauro es un vehículo acorazado de combate utilizado por el Ejército de Tierra español (ET), en unidades de Caballería, normalmente dentro del equipo/pelotón acorazado[1]. El ejército italiano formuló los requerimientos a comienzos de 1984 para un nuevo VRCC. De ese año en adelante se fueron completando los prototipos y tras superar el plan de calificación se empezaron a fabricar en serie[2]. Los vehículos de la primera fase del programa español fueron desarrollados por parte del consorcio de fabricantes *Società Consortile Iveco Fiat – Oto Melara*, mientras que los de la segunda fueron fabricados por Iveco-Pegaso, Oto Melara-Ibérica y Amper, desarrollándose parcialmente en España[3].

Por aquel entonces el Ejército de Tierra buscaba un vehículo blindado de reconocimiento de ruedas aerotransportable para dotar al Regimiento de Caballería Ligero Lusitania. El programa constó de tres fases. Una primera de pruebas en la que fueron probados distintos vehículos y donde el Centauro se mostró superior, lo que provocó que se firmara en 1999 un contrato por 22 unidades[2]. Ya en la segunda fase y tras ciertas modernizaciones se estudió la posibilidad de que sustituyera a los carros de combate AMX-30 EM2, motivo por el cual en 2002 se firmó el contrato de adquisición de 62 Centauros[2]. La tercera fase se centró en las modernizaciones y en la adquisición de cuatro vehículos de recuperación y reparaciones de los que se hablará más adelante.

En lo que respecta al futuro el VRCC Centauro, debido al retraso de la llegada de los nuevos vehículos 8x8 y el hecho de que ciertos vehículo llevan prácticamente más de dos décadas de uso continuado, se espera la llegada de una actualización para este vehículo[4], por lo que se seguirá empleando en los próximos años. Este hecho viene confirmado por el anuncio de una licitación de repuestos de un valor de 3 millones de euros[5].

Dentro del Ejército de Tierra español no ha sido empleado todavía en misiones en el exterior, pero si ha sido usado en misiones por parte de otros ejércitos como el italiano.

Los datos técnicos más importantes acerca del Centauro se ven reflejados en una tabla que se puede consultar en el **ANEXO A**.

1.2 Necesidades existentes

Pese a las futuras modernizaciones que se esperan del vehículo en el futuro, en la actualidad existe una falta de actualización del Centauro, que lleva prácticamente en servicio dos décadas, pues al contrario que otros vehículos en el ET como el Leopard 2E que han recibido distintas mejoras en sus sistemas, el Centauro solo fue actualizado durante su fase 2 y 3 de adquisición que se ha comentado en el anterior apartado. Estas faltas de modernización quedan plasmadas también en sus sistemas de visión, siendo el puesto táctico de conductor el más afectado a este respecto.



Figura 1. Elementos de visión del conductor. Fuente: Elaboración propia

Debido a la disposición de los puestos y la presencia de la torre, el puesto de conductor no tiene visión alguna sobre la parte posterior del vehículo como podemos observar en la Figura 1.

Cuando se llevan las escotillas del vehículo abiertas, el conductor debe apoyarse en las instrucciones del Jefe de Vehículo (JV). Esto aumenta la carga de trabajo del JV, persona responsable de todo el vehículo que debe dirigir al conductor desde la torre. El resto de los puestos no pueden apoyar para el guiado al conductor debido a que tienen otras tareas asignadas y no disponen de la visibilidad adecuada.

Sin embargo, el verdadero problema aparece cuando surge la necesidad de cerrar las escotillas en un ambiente más táctico. En este caso la visibilidad de la parte trasera es inexistente en el puesto del conductor, y muy limitada en el puesto de JV. En la Figura 2 se muestran los ángulos muertos del puesto de JV con las escotillas cerradas, siendo el área gris la zona no visible. Como se pudo observar, el JV apenas tiene visión en la zona más próxima. La existencia de una cámara en la zona trasera permitiría la conducción marcha atrás sin necesidad de exponer a ninguno de los tripulantes a asomarse al exterior, aparte de proporcionar información sobre la parte posterior. Para más información acerca de los ángulos muertos del resto de tripulantes consultar el **ANEXO B**. En otros casos existe la posibilidad de apoyarse en la figura del explorador[6] que debido a la posición de su puesto táctico le permite dar información acerca de la parte trasera. Como el Centauro no dispone de este puesto, dicha solución es inviable.

Debido a que el entorno urbano está cobrando importancia en los conflictos actuales[7] y a la proliferación de combates asimétricos en los conflictos internacionales, en los que fuerzas convencionales se enfrentan a fuerzas que emplean procedimientos y artefactos como *Improvise Explosive Devices* (IEDs), la información relativa al entorno del vehículo está adquiriendo una gran importancia en el combate. Como el vehículo ha sido diseñado para ser empleado en combate abierto con movimientos rápidos[7], en su diseño no se le dio importancia a este factor. La existencia de un ángulo muerto en la parte posterior supone una

vulnerabilidad para la tripulación y solventar este problema se ha convertido en una necesidad muy relevante.

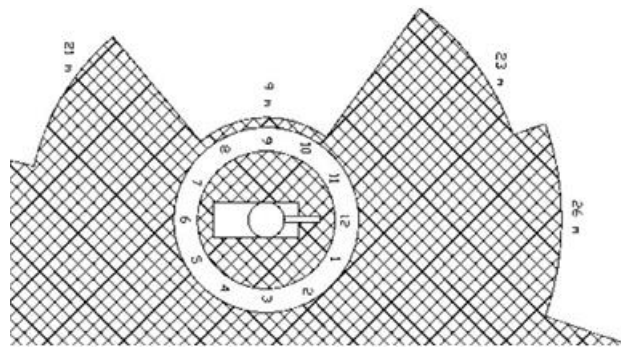


Figura 2. Ángulos muertos para el puesto de JV. Fuente: MT6-035, 2003

El presente Trabajo de Fin de Grado propone la implementación de un diseño de cámara trasera y de un Display que muestre las imágenes tomadas por la cámara al conductor. Con este sistema se mitigarían las necesidades que aquí se plantean ya que el conductor obtendría visual sobre la parte trasera del vehículo.

1.3 Ámbito de aplicación

Este proyecto afecta únicamente a las Unidades de la especialidad fundamental de Caballería del Ejército de Tierra (ET), que dispongan de vehículos Centauro, ya que ninguna otra especialidad fundamental emplea este tipo.

Las unidades de Caballería que emplean el Centauro son los Grupos de Caballería Ligero-Acorazados (GCLAC), presentes en las Brigadas Operativas Polivalentes (BOP) que dependen de la División Castillejos, así como el GCLAC Milán XVI dependiente del Mando de Canarias (MCANA) y el Regimiento de Caballería (RC) España dependiente de la Fuerza Terrestre (FUTER). Para más información acerca de orgánica del ET y de la organización de las unidades de Caballería consultar el **ANEXO C**.



Figura 3. GCLAC que disponen de Centauro. Fuente: Transparencias asignatura Combate de la Caballería, 2018-2019

Por lo tanto, este trabajo sería de interés de todas las unidades mostradas en las figuras que disponen de una cantidad total de ochenta vehículos teóricos encuadrados en la fuerza. También dispone de dos Centauro la Academia de Caballería (ACAB), centro de formación de los futuros suboficiales y oficiales de la especialidad fundamental de Caballería.

También hay que mencionar que este proyecto afecta al Centauro Recovery, un medio específico de mantenimiento y recuperación de vehículos con el que se dotó a ciertas unidades. Su barcaza pertenece a la misma familia de vehículos que de la del VRCC Centauro, motivo por el cual se incluye en el trabajo, aunque incluye ciertas mejoras en algunos sistemas (potencia, frenos...) y medios de recuperación como cabrestantes debido a las labores en las que es empleado[8].

Para entender mejor la labor de estos vehículos y en que laborales son empleados, a continuación, se define en que consiste la recuperación, así como su principal misión:

La recuperación es el primer paso para devolver el equipo dañado o deteriorado al combate. Normalmente el equipo dañado debe ser recuperado de la línea de fuego y llevado a un lugar donde los equipos de mantenimiento de la unidad puedan valorar el daño y repararlo[9]. Cuando es posible llevan a cabo pequeñas reparaciones expeditas in situ.

Su misión principal es mantener despejados los itinerarios, para evitar que los vehículos averiados entorpezcan la maniobra de la unidad[9].

El ministerio de Defensa de España adquirió cuatro de estos vehículos a la empresa Iveco en el marco de la Fase III del programa de adquisición de los VRCC Centauro, siendo el Regimiento de Caballería Lusitania, el GCLAC Reyes Católicos y el GCLAC Santiago (mostrados en la anterior figura) los beneficiados de dichos vehículos[10].

1.4 Análisis de *stakeholders*

Los *stakeholders* son involucrados, parte interesada o interesados. Con este término se hace referencia a una persona, organización o empresa que tiene interés en el proyecto que se va a llevar a cabo.

Los *stakeholders* que se han identificado para este proyecto son los siguientes:

- **GCLAC:** Principales interesados y beneficiarios del proyecto. Su poder es relativamente bajo.
- **GCAC (Grupo de Caballería Acorazado):** Resto de unidades de Caballería que no utilizan los VRCC Centauro. Su interés es menor que el de los GCLAC y su poder es el mismo.
- **Resto de unidades del ET:** Su interés es bajo debido a que es un proyecto que no les afecta y su poder es el mismo que el de los anteriores *stakeholders* identificados.
- **DGAM:** La Dirección General de Armamento y Material de España es un órgano directivo que depende de la Secretaría de Estado de Defensa del Ministerio de Defensa encargado de la planificación y desarrollo de la política de armamento y material del Departamento, así como la supervisión y dirección de su ejecución. Su interés es bajo debido a que es un proyecto lejano para ellos, pero su poder es alto debido a que es el órgano que se encargará de la gestión y adquisición del sistema.
- **Empresas que ofertan cámaras y monitores:** Su interés es máximo, ya que van a ser las encargadas de aportar los productos en el caso de que elija comprar el sistema. Su poder se ha considerado intermedio, ya que existe una alta oferta de estos medios.
- **Ejército italiano:** Debido a que dispone de los medios que afectan a este proyecto se puede deducir que su interés es alto. Sin embargo, al ser otro ejército apenas tiene influencia en el ET.

- **Otros ejércitos:** Pueden llegar a poseer cierto interés en el proyecto para poder implementarlo en sus propias fuerzas. Su influencia es similar al anterior.

En la Tabla 1 se muestran los valores numéricos que se han asociado para cada *stakeholder* en poder e interés, siendo un 1 el mínimo valor y un 5 el máximo.

<i>Stakeholder</i>	GCLAC	GCAC	Resto de ET	DGAM	Empresas civiles	Ejército Italiano	Otros ejércitos
Poder	2	2	2	5	3	1	1
Interés	4	3	2	2	4	4	3

Tabla 1. Análisis de *stakeholders*

Al introducir estos datos en un gráfico quedan los siguientes resultados.

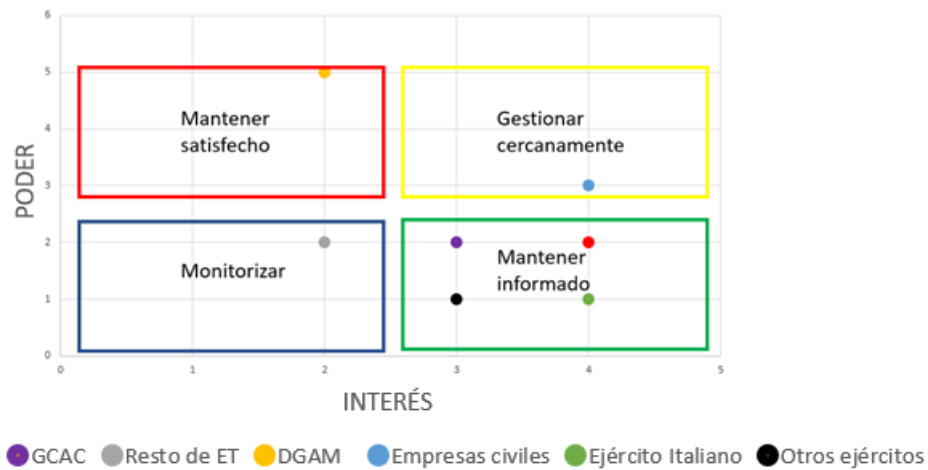


Figura 4. Análisis de *stakeholders*. Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, al clasificarlos, este es el trato por seguir con los distintos grupos de interés:

A la DGAM habrá que mantenerla satisfecha. Al resto del ET habrá únicamente que monitorizarlo. Las empresas civiles deberán ser gestionadas cercanamente ya que van a ser el posible grupo de interés que nos suministre los productos. Al resto de ejércitos, al Ejército Italiano y a las unidades de Caballería habrá que mantenerlas informadas sobre los avances de proyecto.

1.5 Objetivos y alcance

El objetivo del proyecto es la implementación de un diseño de cámara trasera y de un Display que muestre las imágenes de dicha cámara para el puesto de conductor del VRCC Centauro. El propósito de dicha cámara es facilitar la conducción del vehículo cuando se da marcha atrás, sobre todo cuando se conduce con las escotillas cerradas.

Para alcanzar el propósito mencionado se han fijado los siguientes subobjetivos:

- Analizar los principales problemas a la hora de conducir el vehículo.
- Detectar los requerimientos de los conductores para el sistema.

- Determinar si es mejor elaborar internamente el sistema o comprarlo a una empresa externa.
- Encontrar el mejor equipo que satisfaga los mencionados requerimientos.
- Alcanzar un diseño eficaz.

No obstante, la implantación de esta cámara también responde a unas necesidades de carácter táctico. Este sistema permitiría quitar carga de trabajo al JV, persona responsable de todo el vehículo, ya que el conductor ya no necesitaría apoyarse en el resto de los puestos a la hora de conducir marcha atrás. Además, se consigue reducir el ángulo muerto que existe cuando se circula con las escotillas cerradas, dando acceso a uno de los miembros de la tripulación a información visual sobre la parte trasera. Al eliminar la zona no visible de la parte trasera, el riesgo de accidente en la conducción disminuye y ofrece información a los miembros de la tripulación acerca del entorno del vehículo, una necesidad de importancia en los conflictos actuales.

1.6 Estructura de la memoria

La memoria ha sido estructurada en cuatro capítulos.

En el primer capítulo se introduce las generalidades del vehículo, así como las necesidades detectadas de cara al proyecto, un análisis de los *stakeholders*, los objetivos y el ámbito de aplicación. Asimismo, se hace una revisión general del estado del arte en todos los ámbitos posibles.

A continuación, en el segundo capítulo se recogen los requisitos de los principales usuarios del sistema mediante una encuesta y mediante la herramienta de ingeniería de la calidad denominada *Quality Function Deployment* (QFD) se extraen las características técnicas de la cámara y monitor. Una vez obtenidas estas características, se plantea que escenario es mejor, la compra del sistema o el desarrollo con medios propios; se hace un estudio de mercado mediante un *radar chart*; se elige el sistema más adecuado y se plantea el diseño para toda la instalación.

Tras ello en el tercer capítulo se realiza un desglose de gastos para valorar el coste total aproximado de implementar este sistema en todos los vehículos Centauro del ET.

En el cuarto apartado se presentan las conclusiones de todo el proyecto y se plantean posibles líneas futuras y de actuación para continuar este trabajo y cubrir ciertas necesidades detectadas a lo largo del trabajo.

1.7 Análisis de vehículos con cámara trasera

En este subapartado se estudiarán vehículos que dispongan de una cámara trasera y cuya principal función sea la de asistir en la conducción. Primero en vehículos militares, tanto del ET, como de otros del ámbito internacional y posteriormente en vehículos del ámbito civil, ya que este tipo de sistemas han sido empleado en mayor número y durante más tiempo en este ámbito y por tanto están más desarrollados.

1.7.1 Ámbito militar

Ejército de Tierra de España

En el ET existen dos vehículos que utilicen este tipo de sistemas. Estos vehículos son el Leopard 2E y el Vehículo de Exploración y Reconocimiento Terrestre (VERT).

Leopardo 2E

El Leopard 2E fue una adquisición del ET como un nuevo carro de combate, constituyendo el arma principal de las unidades pesadas[11]. Este carro es una variante del carro alemán Leopard 2A6 al que se le han introducido las especificaciones requeridas por nuestro Ejército.

Una de estas especificaciones es la existencia de un sistema de visión marcha atrás como ayuda para el puesto táctico de conductor. El sistema permite la conducción marcha atrás sin ayuda externa y con imagen en tiempo real. Está compuesto por una cámara situada en la parte trasera del carro, que envía una imagen del campo de visión trasero a un monitor situado en la cámara de conducción[12].

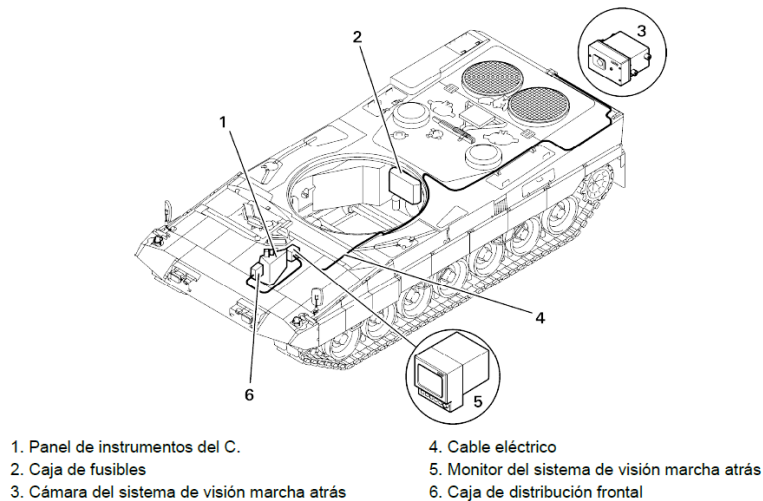


Figura 5. Sistema de visión marcha atrás Carro de Combate (CC) Leopard 2E. Fuente: Manual de la tripulación CC Leopard 2E, 2008

La imagen del monitor permite conducir de manera intuitiva debido a la inversión de la dirección marcha atrás. Además, dispone de una serie de botones que permiten controlar ciertos aspectos de la imagen como el brillo, contraste, marcadores de distancia y control de averías.

VERT

Otro sistema similar al que emplea el CC Leopard 2E es el del VERT. El VERT es un vehículo que dispone de medios de visión y obtención de información avanzados y que permite la transmisión de imágenes en tiempo real. Es un vehículo que se encuentra en fase de pruebas y que solo está disponible en el Regimiento España nº11 y el GCLAC Reyes Católicos II. Sin embargo, teóricamente debería disponer de él en plantilla prácticamente todos los escuadrones de Caballería, dentro de la Sección de Exploración y Vigilancia (SEV).

El vehículo incorpora una cámara trasera infrarroja (IR) situada bajo los pilotos traseros izquierdos (A), para la ayuda al aparcamiento y asistencia a la visibilidad trasera. Dicha cámara envía la información adquirida al monitor de control situado en el salpicadero del vehículo (B). Ambos elementos los podemos observar en la Figura 6. El operador dispone de un display que le permite regular distintas opciones e incluso seleccionar la cámara normal o la IR.



Figura 6. Cámara trasera VERT. Fuente: MI-208, 2019

Ámbito internacional

En la actualidad, muchos de los diseños nuevos incluyen cámaras traseras para el conductor. Asimismo, los vehículos ya existentes en sus modernizaciones incluyen este tipo de sistema, como por ejemplo los vehículos de combate ingleses Warrior, los KBVP checos o los T-72 rusos en sus versiones B3 y B3M.

En cuanto a nuevos diseños y continuando con el ejemplo ruso, los nuevos T-14 incluyen un sistema de visión completo por cámaras, es decir no solo de la parte trasera.

Podemos concluir por tanto que el resto de los países desarrollados, o bien incluyen ya el empleo de cámaras en sus vehículos o bien se aproximan a esa línea, modernizando los que no dispongan de estos sistemas o implementándolo en sus nuevos diseños.

Además, podemos ver que existe una posible futura tendencia hacia la implementación de cámaras en todos los sectores para eliminar las zonas muertas cuando la tripulación lleva las escotillas cerradas.

1.7.2 Ámbito civil

En el mundo civil el uso de ayudas a la conducción es muy extendido en la industria de la automoción, por lo que podemos encontrar una amplia variedad de estos sistemas. Desde los más sencillos como los sensores de proximidad, hasta los más complejos que permiten la conducción autónoma del vehículo, una tecnología en vías de desarrollo y que aún no se ha implementado a larga escala.

El que más se parece al sistema cuyo diseño se está planteando en este trabajo, es la cámara trasera. Dicha cámara va conectada a luz de marcha atrás del coche, por lo tanto, cuando el conductor mete esta marcha la luz de marcha atrás se enciende y alimenta el circuito que permite ver la imagen de la cámara en el display. Para una implementación en vehículos militares se debe plantear si se quiere que el sistema funcione en todo momento o solo cuando se dé marcha atrás.

En el ámbito civil estos sistemas llevan utilizándose durante años y es una tecnología muy extendida.

2 Metodología, datos y herramientas

Para la realización de este trabajo se busca determinar las características de la cámara a partir de las opiniones de los principales usuarios de este sistema, es decir, los que ocupan el puesto táctico de conductor.

Para recoger estos requisitos se ha utilizado una encuesta para determinar las características principales tanto técnicas como de diseño, que se ha pasado a todos los conductores del escuadrón, es decir, un total de siete conductores. Una vez han sido determinados se ha empleado un QFD, una herramienta de la calidad que permite relacionar las características de calidad primarias definidas por el usuario con las características de calidad técnicas, es decir, cómo se va a implementar.

Posteriormente se determinará que opción es mejor para realizar el proyecto, si hacer la cámara con los medios que dispone el ET o comprarla, lo que se conoce normalmente como un análisis *make or buy*. Para comparar ambos escenarios se hará uso de dos análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades), uno para el *make* y otro para el *buy*.

En el caso que se determine que es mejor la opción de comprar el sistema, a la hora de comparar varias cámaras y displays se utilizará un *radar chart* para comparar los atributos de todas las cámaras y determinar así la idónea. El *radar chart* es un método gráfico de dos dimensiones para mostrar datos que contienen múltiples variables.

Para determinar el lugar de la cámara, se hizo un ensayo con una cámara compacta para determinar la mejor posición. Para definir el diseño del monitor se accedió a la cámara de conducción y con la ayuda de instrumentos de medición se decidió el mejor emplazamiento del display, ya que en dicha cámara el espacio es reducido.

En todo momento del proyecto, se estuvo en contacto permanente con personal especialista del 2º Escalón de la Unidad para consultar acerca de la viabilidad técnica del proyecto, sobre todo en la parte relativa al circuito eléctrico. Así mismo se accedió a toda la información posible que había disponible en la Unidad.

2.1 Recopilación de requisitos

Como ya se ha mencionado anteriormente para conocer las necesidades de los conductores se ha realizado una entrevista a todas las personas que tienen el permiso de conducir del Centauro del segundo escuadrón del GCLAC Milán. A continuación, se puede ver tanto las preguntas que se han realizado como un resumen de la tendencia general de las respuestas.

1. ¿Cuáles son los problemas más importantes que aparecen a la hora de conducir el vehículo? ¿Tanto de día, como de noche, en condiciones adversas y con escotilla cerrada?

Las respuestas más comunes a este apartado señalan el reducido campo de visión del que dispone el conductor como principal problema. Este se ve incrementado por la noche ya que los medios de visión nocturna del VRCC funcionan solo en un periscopio, lo que aumenta todavía más los ángulos muertos y hace dependiente al conductor del guiado que le puede ofrecer el JV o el radio-cargador.

Otra problemática que se menciona recurrentemente es la dificultad que surge cuando se ensucian los periscopios. Para limpiarlos, el conductor debe de salir de su puesto, quedando expuesto.

2. De cara a la implementación de una cámara trasera en el vehículo Centauro y su correspondiente pantalla en el puesto del conductor, establezca un orden de importancia de las siguientes características, siendo un 1 la característica que considera más importante y un 6 la que ve menos importante:

Para este apartado se van a sumar todas las puntuaciones que se han dado a las respectivas características. Una vez sumadas se establecerá el orden, siendo el primero y por tanto más importante el que menos suma y el menos importante el

que más. Aquí solo se muestra el orden final que se ha establecido en función de las respuestas de los encuestados.

- Visibilidad todo tiempo: 1
- Amplia visión de la cámara: 2
- Imagen nítida: 3
- Protección de la cámara: 4
- Pantalla poco voluminosa: 5
- Pantalla que permita cambiar ajustes de la cámara (brillo, luminosidad...): 6

3. ¿Las imágenes que toma la cámara, deberían de ser accesibles en todo momento o solo cuando se da marcha atrás como en un coche?

Los conductores prefieren poder acceder en cualquier momento a las imágenes que ofrece la cámara y el monitor, consideran que la otra opción limita el sistema.

4. El monitor que muestra las imágenes de la cámara ¿debería de ser táctil o es algo poco relevante?

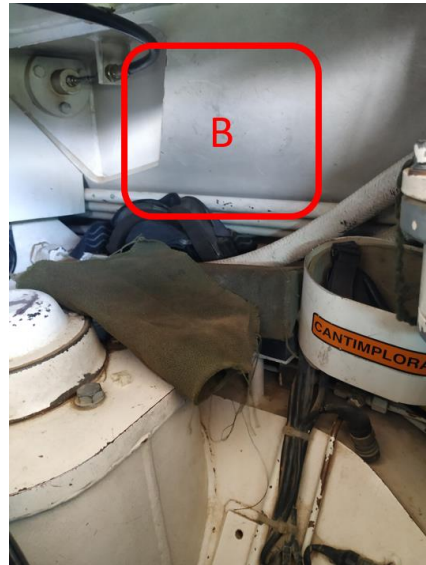
Por normal general, se prefiere que el monitor no disponga de pantalla táctil. Esto es debido al empleo de guantes por parte de conductor y a la presencia de grasa o suciedades a la que está expuesto.

5. Aparte de como sistema de ayuda a la conducción, ¿en qué otras situaciones podría ser útil una cámara trasera? Por ejemplo, en combate en zonas urbanizadas.

En este apartado aparecen multitud de situaciones tácticas en las que este sistema sería útil por lo que se concluye que la cámara trasera aporta utilidad no solo como sistema de ayudas a la conducción, también es muy útil en ambientes tácticos.

6. ¿Qué opción crees que es la mejor para emplazar la pantalla que muestra las imágenes de la cámara? La opción A es más accesible, pero hay una manivela que puede dificultar la visión. La opción B no tiene ningún obstáculo en medio, pero al estar posicionada más atrás es menos cómodo para el conductor.

La opción más elegida en este apartado es la A.



7. Las dos imágenes que se muestran a continuación corresponden a distintas posiciones de la cámara en la parte trasera del Centauro. Para tomar referencias espaciales se ha marcado con conos amarillos un metro de distancia desde el Centauro ¿qué posición ayudaría más a la hora de conducir marcha atrás? Señálela e indique cual ha sido el principal criterio de su elección.



La primera posición ofrece más información sobre el área que rodea el vehículo, además está centrada lo que facilitaría la conducción marcha atrás. Como desventaja ofrece algo menos de información de la zona más próxima.



La segunda posición no está centrada, lo que dificulta la conducción marcha atrás. Sin embargo, ofrece más visión en la zona próxima pero menos en la zona lejana

La primera opción es la más elegida por motivos de visibilidad. Además, en algunos casos se ha descartado la segunda por la posibilidad de que la cámara se ensucie por estar más próxima al suelo y deje de ofrecer las imágenes.

8. De cara a líneas futuras de este proyecto (implementación de una cámara trasera para el conductor y el respectivo monitor) ¿sería útil instalar más cámaras alrededor del Centauro para reducir los ángulos muertos o por el contrario saturaría al conductor con tanta información? En el caso de considerarlo útil qué sería mejor, una cámara frontal, cámaras laterales o ambas.

Todos los conductores coinciden en que instalar más cámaras sería útil para dicho puesto táctico. Por norma general, se les ha concedido mayor importancia a las cámaras laterales porque se considera que ofrece más información acerca del entorno.

9. Continuando con posibles líneas futuras. En el caso de la cámara trasera, ¿el resto de los tripulantes del vehículo debería tener acceso a las imágenes tomadas por la cámara? Si cree que solo deberían tener acceso algunos de los tripulantes, indique sus puestos tácticos. Tenga en cuenta la cantidad de trabajo y las tareas asignadas a cada puesto a la hora de responder.

En este apartado hay diversidad en las respuestas. Hay algunos que consideran que está información saturaría al resto de la tripulación y otros que consideran que el JV debería disponer de estas imágenes por ser el responsable del vehículo. También ha aparecido la opción de extenderlo al radio-cargador para que el JV o él puedan guiar al conductor en momentos en los que la conducción se dificulta.

A raíz de esta encuesta realizada se ha determinado un orden de importancia respecto a las necesidades técnicas detectadas. Además, se ha obtenido información acerca de las preferencias de diseño, tanto de la cámara como del monitor. Este orden de importancia se va a introducir en un QFD para determinar cuál es la importancia relativa de cada característica para luego poder seleccionar entre los distintos tipos de cámara.

Ya se ha comentado que el QFD es una herramienta de calidad que relaciona los “qué” con los “cómo”. Además, refleja la correlación entre los distintos “cómo” y mediante una matriz establece las relaciones entre cada “qué” y el resto de “como”. Con todos estos datos la herramienta permite establecer una importancia relativa que tiene en cuenta todos los factores mencionados. Debido a que estamos considerando la compra o realización de varios artículos y no estamos en un proceso de rediseño se ha decidido no realizar el estudio entre competidores y nuestro producto que también permite realizar la herramienta, ya que este producto todavía es inexistente. Por lo tanto, el resultado principal que se busca con el uso de esta herramienta es establecer los “cómo” y la importancia relativa, teniendo en cuenta todos los factores mencionados. El resultado del QFD lo podemos consultar la figura 7:

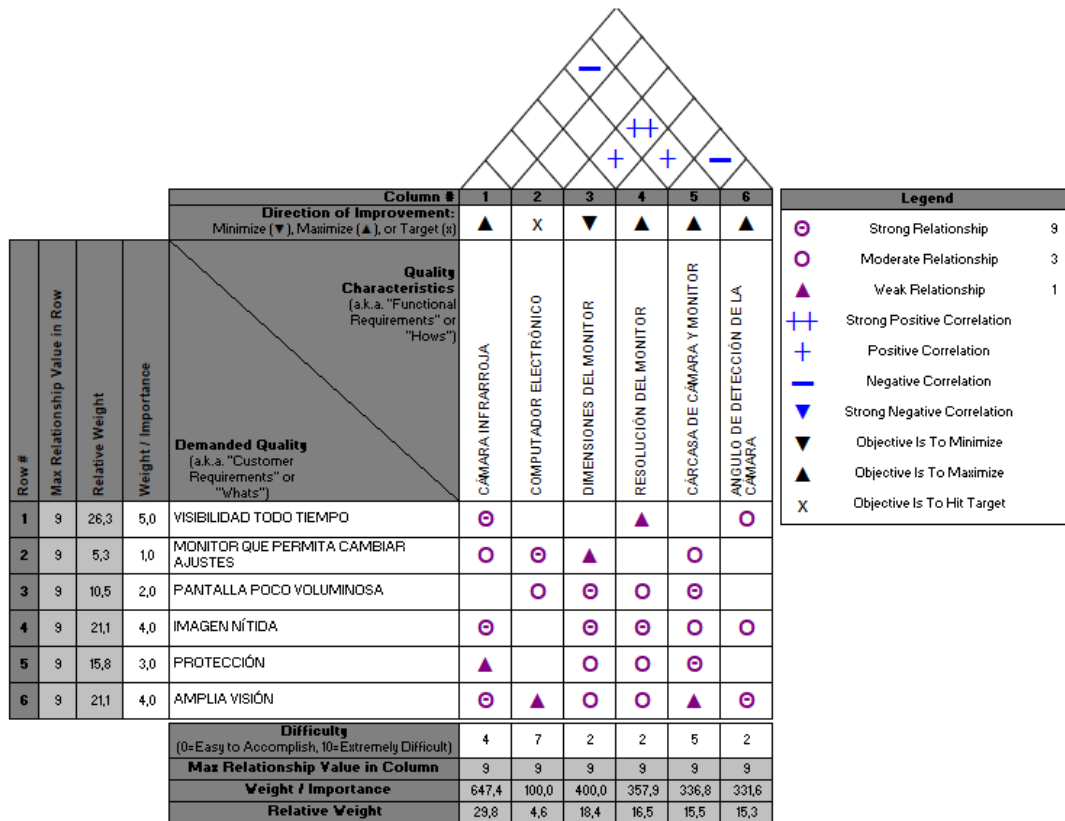


Figura 7. QFD. Fuente. Elaboración propia

Se ha decidió otorgar la misma importancia a la imagen nítida y a la visión amplia ya que ambas obtuvieron una puntuación muy similar en las encuestas. Hay que recordar que el factor de importancia cuanto más alto es, más importante se considera al requerimiento técnico.

Los resultados obtenidos nos indican la necesidad de implementar una cámara IR ya que es el requerimiento funcional que más importancia relativa ha alcanzado.

El otro requerimiento por alcanzar sería unas dimensiones del monitor reducidas y la mayor resolución posible. Tanto la carcasa de cámara y monitor como el ángulo de la cámara de detección han alcanzado un peso relativo muy similar por lo que ambas parecen igual de importantes.

Por último, la implementación de un computador electrónico en el circuito para permitir cambiar distintas opciones de visualización con el monitor ha alcanzado un peso muy poco significativo. Por este motivo se ha decidido que esta funcionalidad va a ser descartada.

2.2 Estudio de mercado

Para determinar si es mejor fabricar con los medios del ET el sistema planteado o por el contrario comprar la cámara en el mercado se va a utilizar dos análisis DAFO cada uno correspondiente a los dos escenarios mencionados.

Escenario MAKE

<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento sobre el entorno militar en el que se va a trabajar, el VRCC Centauro • Conocimiento de las necesidades de la tripulación • Existencia de sistemas militares en el ET 	<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de conocimiento sobre cámaras y monitores por parte del personal • Falta de medios para diseñar e implementar todo el sistema • Experiencia nula en este tipo de desarrollos
<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ganancia de prestigio en caso de implementación exitosa • Posibilidad de implementación en otros vehículos • Posibilidad de exportar el sistema a otros ejércitos 	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Empresas civiles mucho más desarrolladas en estos ámbitos

Tabla 2. DAFO de escenario MAKE.

Escenario BUY

<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso de sistemas ya probados • Posibilidad de reclamar en caso de que el desarrollo salga mal • Posibilidad de externalizar el mantenimiento • Profundo conocimiento técnico y especialización en el tema • Mayor desarrollo en este ámbito 	<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de mayor coste económico • Posible dificultad a la hora de alinear los requerimientos con el producto
<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oferta muy amplia • Posibilidad de implementación en otros vehículos 	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de dar a empresas externas información sensible

Tabla 3. DAFO escenario BUY

En el caso del escenario *make* se puede observar que fabricar la cámara generaría unas fortalezas y oportunidades beneficiosas y aprovechables para el ET. Sin embargo, las debilidades mostradas son demasiado significativas y su peso es demasiado importante como para considerar que este caso sería aprovechable. La falta de conocimientos, medios y experiencia hacen que este escenario sea poco factible.

Por otro lado, en caso de comprar el sistema podemos observar que las fortalezas son más numerosas y de mayor peso que en el anterior caso. Se generarían algunas debilidades y amenazas, pero se consideran asumibles. La posibilidad de un mayor coste económico queda suplida por los conocimientos y experiencia que ofrecen las empresas, algo que no ocurría en el

escenario *make*. Además, las dificultades de alienar los requerimientos con el producto se pueden solventar con las herramientas que en este trabajo se han empleado y la oferta amplia que se menciona en oportunidades. La necesidad de dar a empresas externas información sensible puede ser gestionado mediante contratos para que no supongan una amenaza grave.

Por lo tanto, debido a que se han encontrado mejores motivos para comprar el sistema se ha decidido que para este proyecto es la solución óptima.

Como se ha determinado que la mejor opción es adquirir en el mercado el sistema, es necesario comparar entre varios productos. La herramienta por emplear para realizar la comparativa entre varias cámaras y sus respectivos monitores va a ser un *radar chart*.

Para seleccionar las cámaras que vamos a comparar se ha accedido a varias páginas de venta de internet y se le han aplicado filtros con las características mínimas deseadas. De entre estas cámaras y monitores se han seleccionado los más vendidos y por tanto más relevantes.

Los atributos que se van a introducir en el *radar chart* son los correspondientes a las necesidades técnicas detectadas y reflejadas en el QFD. Estos atributos son el sistema de visión nocturna, las dimensiones del monitor, la resolución del monitor, el ángulo de visión de la cámara, el grado de protección y también se va a añadir el precio ya que se considera relevante a la hora de elegir un sistema. Esta característica no ha sido introducida en el QFD debido a que a los conductores no les importa el precio final del sistema, pero de cara al diseño es un factor importante.

Para evaluar el sistema de visión nocturna se ha decidido otorgar un valor numérico de 1 en caso de que no disponga de ningún medio de visión nocturna, un 2 si dispone de algún tipo de luz y un 3 si dispone de sistema infrarrojo.

En cuanto a las dimensiones del monitor se le asignará un 3 a la cámara de mayores dimensiones y 1 a la que menos, el resto de las cámaras se clasificarán atendiendo a este criterio.

Respecto a la resolución del monitor el procedimiento va a ser el mismo.

Para el ángulo de visión debido a que solo han encontrado cámaras con un ángulo de detección de 120º o de 170º se ha decidido que el 2 corresponde a los 120º y el 3 a los 170º.

En lo que respecta al precio el valor 3 será el más caro y de ahí se irá otorgando los distintos valores para el resto de las cámaras.

Respecto a la evaluación de la protección de la cámara se asignará un 1 a las cámaras sin ningún tipo de protección, un 2 a las que sean resistentes al agua y un 3 a las cámaras que dispongan de una carcasa propia.

Las cámaras y monitores para evaluar son cuatro, con los siguientes modelos: RCK7.DV.1C (cámara y monitor), Lampa 74430 – T1 (cámara) y Lampa 74440 – M1 (monitor), Alpine HCE-C1100 (cámara) y Yatek EL01300 (monitor) y por último HAWOTEC-738 (cámara y monitor). Para más información acerca de las características de los productos consultar el **ANEXO D**. El resultado de aplicar los valores numéricos queda reflejado en la Tabla 4. Los *radar chart* resultantes se presentan en la Figura 8.

	RCK7.DV.1C	Lampa	Alpine/Yatek	Hawotec
Visión nocturna	3	3	2	1
Dimensiones	2	3	3	1
Resolución del monitor	1	1	3	1
Ángulo de visión	2	2	2	3
Precio	3	2	2	1
Protección	2	2	2	2

Tabla 4. Valores de *radar chart*.

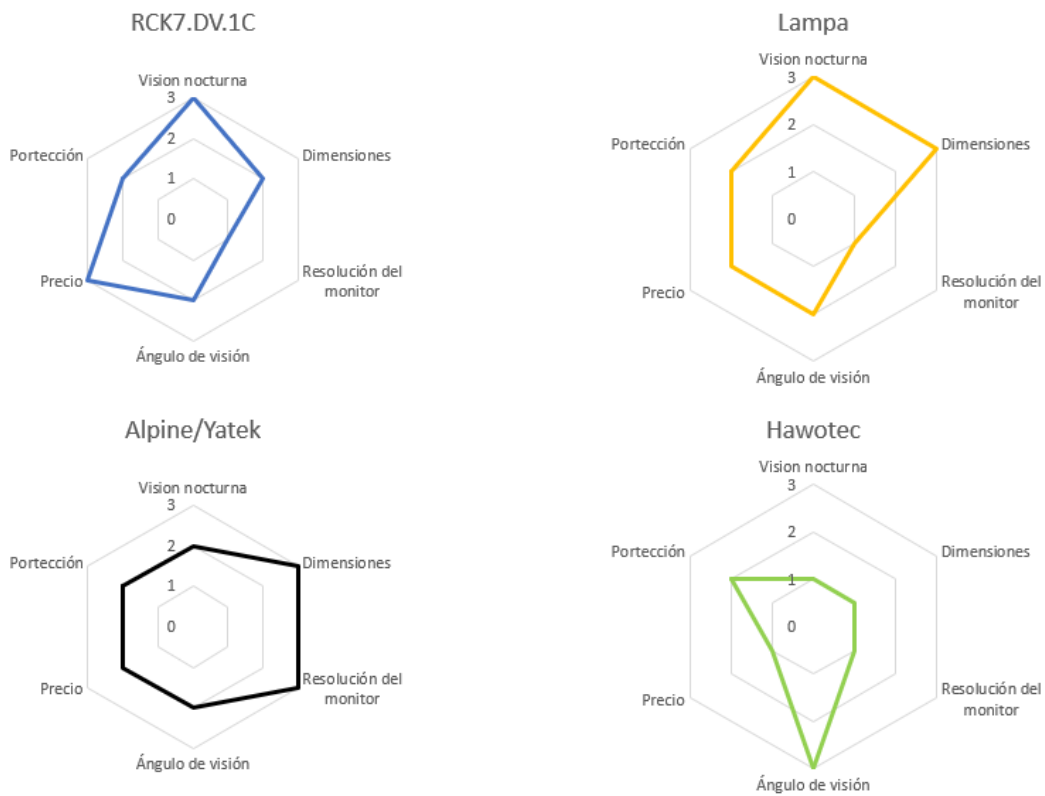


Figura 8. Comparación *radar chart*. Fuente: Elaboración propia

Como hemos visto anteriormente el requerimiento fundamental de la cámara es que disponga de una cámara IR. Por este motivo se ha decidido seleccionar únicamente las cámaras que utilicen esta tecnología. A continuación, en la siguiente imagen se comparan en el mismo gráfico aquellas cámaras que tienen un 3 en visión nocturna.

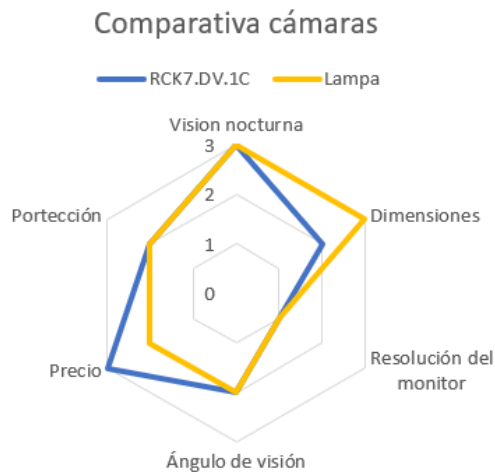


Figura 9. Comparativa de cámaras con IR. Fuente: Elaboración propia

En este gráfico podemos observar que estas cámaras disponen de una protección y resolución del monitor muy similares. Por lo tanto, el motivo de seleccionar una u otra debe de ser las dimensiones del monitor, característica que ha alcanzado en la anterior herramienta el segundo mayor peso en la importancia relativa. Por este motivo pese a que la cámara y monitor RCK7.DV.1C es la más cara, es la que más se ajusta a las necesidades y por lo tanto la que ha sido seleccionada para formar parte del sistema.

A continuación, se indican las características técnicas más importantes de la cámara y del monitor[13]:

➤ **Características principales:**

- Doble voltaje 12/24 V
- Resistente al agua
- Cámara IR

➤ **Monitor:**

- Pantalla de 7 pulgadas
- Resolución: 480x234
- Sistema de video: NTSC / PAL
- Potencia <= 7 vatios
- Ambiente de humedad: 10% - 90%
- Temperatura de funcionamiento: 20 - 60 ° Celsius
- 2 canales de entrada, soporte de hasta 2 cámaras

➤ **Cámara**

- Imagen sensor ¼ de pulgada.
- Sistema CMOSTV PAL / NTSC
- Efectivo de píxeles PAL: 628 (H) X 582(v); NTCS: 510 x 492 (v)
- Detección de área: 5,78 mm x 1,49 mm / 4,69 mm x 3,54 mm
- Mínima iluminación: 0,1 – 0.5 Lux/F = 1.2
- Resolución horizontal: 420 líneas de TV
- Modo de visión nocturna
- Vista de ángulo: 120°
- Sombra ajustable para evitar deslumbramiento del sol

2.3 Diseño de ubicación de cámara

Para determinar el lugar idóneo para la instalación de la cámara se realizó un ensayo con una cámara compacta. Para realizarlo se marcó una referencia espacial de un metro desde la parte trasera con la ayuda de una cinta métrica y se emplazó la cámara en distintas posiciones que resulten viables para determinar cuál ofrece el mejor ángulo de visión y la mayor información espacial acorde con los objetivos. Para esta prueba, la cámara se sujetó con cinta adhesiva a la barcaza.

Para explicar que partes son viables o no, se usó de apoyo la Figura 10. En dicha figura se marcaron varias zonas de manera numérica para luego poder ofrecer la información gráficamente de una manera más fácil refiriéndose a estas zonas. Además, se plasmaron las distintas ubicaciones de la cámara y las imágenes que ésta tomó en la Tabla 5.

Toda la zona correspondiente a la torre queda descartada, ya que esta es móvil y dependiendo de la situación estará orientada de una manera distinta y por lo tanto no ofrece información sobre una zona deseada.



Figura 10. Zonas en el vehículo. Fuente: Elaboración propia

La zona indicada con un 1 también queda descartada para la ubicación de la cámara ya que es donde van localizadas las baterías de la torre y del vehículo. Para labores de mantenimiento estas planchas son abatibles. Estos motivos imposibilitan la instalación de la cámara en este lugar.

Respecto a la zona 2, por la presencia de los calzos y el teléfono exterior solo queda disponible la plancha que queda debajo de los pilotos traseros, tanto en el izquierdo como en el derecho.

En la zona 3, la presencia del gancho de remolque imposibilita que la cámara este centrada, quedando solo disponibles los laterales. Debido a que se buscaba la obtención de la mayor información visual posible, se decidió que la mejor zona para probar era la más centrada posible.

En cuanto a la zona 4 es la que más libertad ofrecía a la hora de posicionar la cámara. No se podría colocar la cámara en el lateral derecho del portón ya que allí se encuentran las bisagras y se abre la puerta del vehículo. El lado izquierdo era factible, pero la presencia de la caja de las baterías que se ha mencionado en la zona 1, le quitaba mucha visión motivo por el cual se descartó directamente. Por lo tanto, se eligió una posición centrada como la idónea para ofrecer información al conductor.

A continuación, en la Tabla 5, se muestran las imágenes tomadas por la cámara compacta, sus respectivas zonas y una imagen exterior del emplazamiento de esta.

Haciendo una comparativa de las imágenes, la primera posición en ser descartada fue la correspondiente a la zona 3. Como se puede observar en la imagen, y debido a la inclinación de la plancha, la información que ofrecía sobre el entorno es muy escasa. Fijándose en la referencia espacial marcada con los conos (un metro), se pudo determinar que solo podía tomar imágenes que no llegaran a un metro de distancia, por lo tanto, esta opción no llegaría a resolver ninguno de los objetivos planteados en este proyecto: ni el objetivo principal de asistir en la conducción ni los objetivos más secundarios que se han planteado de carácter táctico.

A la hora de comparar la zona 2 y la 4 se pueden observar dos diferencias principales. En el primer tramo de un metro y correspondiente a la referencia marcada con los conos, la cámara que estaba emplazada en la zona 2 ofrecía más información visual. Sin embargo, de la referencia espacial en adelante, era la cámara que está situada en la zona 4 la que ofrecía mejores imágenes. No obstante, la cámara situada en la zona 4 también seguía arrojando información por debajo de la referencia espacial de un metro, aunque esta fuera algo menor que la cámara de la zona 2. Además, la cámara en la zona 2 se encontraba desplazada a uno de los laterales, haciendo la conducción marcha atrás mucho menos intuitiva que una cámara en la posición 4.






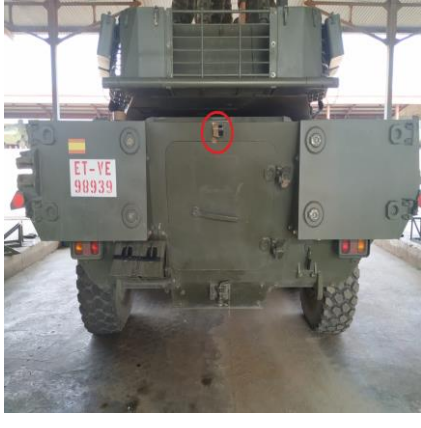
Zona	Imagen de la cámara	Imagen de posición
2		
3		
4		

Tabla 5. Posiciones de la cámara.

Teniendo en cuenta los objetivos que se han planteado con anterioridad y las necesidades de diseño que se han obtenido en la encuesta, se ha determinado que la mejor posición para la cámara es la que corresponde a la zona 4. En esta zona se obtenían imágenes en la zona más próxima y en la zona media, la más importantes para la conducción y a la vez ofrece información de las zonas más lejanas, lo que permite conocer la situación relativa a la zona próxima del vehículo. Además, esta posición responde también a todos los objetivos tácticos planteados.

2.4 Diseño de monitor

A la hora de establecer el diseño del monitor debemos tener en cuenta que el espacio en la cámara de conducción es reducido y el panel de instrumentos abarca prácticamente la totalidad de este. En la Figura 11, se puede observar el escaso espacio disponible en la cámara de conducción.



Figura 11. Cámara de conducción. Fuente: Elaboración propia.

Mediante una inspección visual de la cámara de conducción se han determinado dos opciones disponibles para la instalación del monitor, ambas a la izquierda del conductor y del panel de instrumentos. El lado derecho queda descartado por la presencia de una plancha removible para acceder al motor y que dificultaría la instalación de cualquier dispositivo.

La opción A que es la que se muestra en la Figura 12, es más accesible, pero hay una manivela que puede dificultar la visión. La opción B (Figura 12) no tiene ningún obstáculo en medio, pero al estar posicionada más atrás es menos cómoda para el conductor.

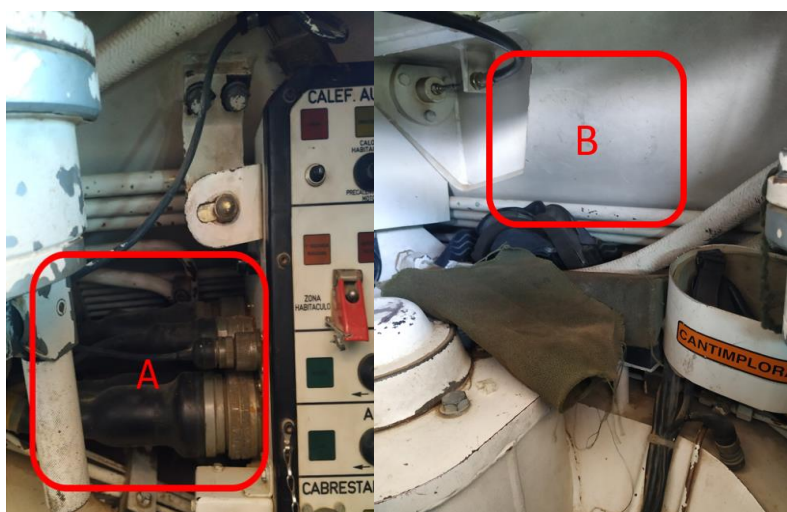


Figura 12. Opciones de diseño de monitor. Fuente: Elaboración propia

En la encuesta se ha consultado sobre las dos opciones a los conductores y, en general, se han inclinado por el emplazamiento A.

Se realizó la medición de las dimensiones de zona correspondiente a la opción A para comprobar que la pantalla elegida podía emplazarse ahí, siendo el único factor limitante el ancho de la pantalla. Las dimensiones del habitáculo son 16.5 cm de ancho y el de la cámara 16 cm, por lo tanto, se determina que la cámara sí que podría ir emplazada ahí.

2.5 Diseño del circuito eléctrico

El esquema general del circuito eléctrico se puede consultar en el **ANEXO E**. Dentro del circuito existen cuatro elementos principales. El generador eléctrico, que transforma la energía mecánica del motor en energía eléctrica y posteriormente la tensión alterna en continua, la propia de los sistemas del vehículo; el regulador de tensión que controla la corriente suministrada por el alternador; las baterías, elementos que almacenan y suministran la energía necesaria y, por último, un interruptor general de corriente conocido como Master, conectado en serie a la línea de alimentación y que en caso de desconexión aísla el circuito de las baterías, impidiendo que haya alimentación eléctrica.

Se ha tomado como modelo el sistema eléctrico de la instalación de la cámara trasera del Leopard 2E ya que esto permitirá utilizar los conocimientos acerca de la instalación y mantenimiento por parte del personal. Se puede observar el esquema eléctrico del Leopard en la Figura 13.

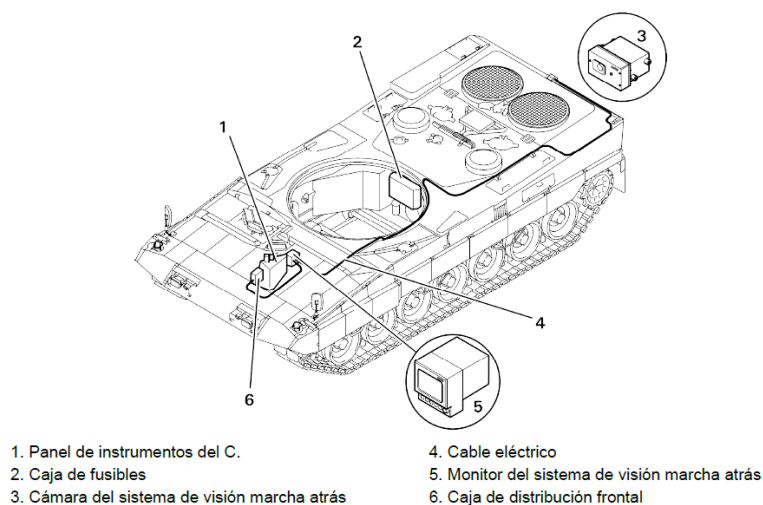


Figura 13. Circuito eléctrico Leopard 2E. Fuente: Manual de tripulación Leopard 2E, 2008

Cabe destacar que para la realización de este apartado del proyecto se ha estado en contacto permanente con el personal especialista del GCLAC Milán XVI para aportar asesoría sobre estas cuestiones de aspecto técnico. En colaboración con dicho personal se ha llegado al siguiente esquema:

La tensión es suministrada por las baterías mediante un cable estandarizado en el ET, denominado como J6. Este cable iría al anillo colector y del anillo a la caja de distribución, encargada de suministrar las tensiones necesarias a los distintos sistemas de la torre. La caja de distribución emplea unas tarjetas electrónicas que le indican la tensión a suministrar, por lo tanto, sería necesario instalar una de estas tarjetas en la caja. De la caja de distribución mediante

cable se suministraría la corriente a dos tomas de 12 o de 24 voltios dependiendo de las especificaciones técnicas. Una toma sería para la cámara y otra para el monitor.

Para darle la posibilidad al conductor de encender y apagar la pantalla, se instalaría un interruptor accesible para el conductor para poder abrir y cerrar el circuito.

La cámara y el monitor estarían conectados mediante un cable de vídeo para que la imagen captada por la cámara sea mostrada en el monitor. Con el criterio de aprovechar la instalación que se llevará a cabo, este cable de vídeo seguirá el recorrido del esquema eléctrico planteado.

Existen tomas en el circuito, pero se ha decidido que no son aprovechables ya que están destinadas a otros componentes y a otras funciones del vehículo. Por lo tanto y para no dejar inoperativos otros sistemas del Centauro, habría que instalar las tomas mencionadas.

Existe un problema adicional. Como se ha comentado el cableado tendría que pasar por el anillo colector. Este anillo, emplea un sistema de anillos rozantes para permitir el giro de la torre. Las conexiones del anillo colector vienen realizadas de fábrica por lo que modificar esta parte del circuito sería costoso en tiempo y dinero. Como solución se propone realizar una nueva conexión de anillos rozantes cerca del eje.

Con el objetivo de optimizar la instalación y ahorrar el mayor número de operaciones posible, se ha decidido que lo mejor sería aprovechar el cableado del sistema Contra Incendio (C/I), ya que recorre el VRCC a lo largo de toda la barcaza y pasa por ciertos elementos comunes como el anillo colector.

Respecto al cableado exterior, el criterio principal establecido es el de la seguridad. Para ello lo mejor será utilizar la menor cantidad de cable posible y que este esté oculto y protegido por la barcaza. Habría que practicar un pequeño orificio en la plancha trasera en la zona elegida del vehículo. Dicho orificio debería tener las dimensiones de la óptica de la cámara y contar con un pequeño soporte por la parte interior de la plancha para sujetar la cámara. De esta manera no quedaría nada de cable expuesto al exterior y parte de la cámara queda protegida por la plancha.

En caso de instalar un sistema que utilice un voltaje distinto al de 24 Voltios (V), voltaje con el que trabajan las baterías, sería necesario instalar un convertidor para suministrar el voltaje deseado. Consultando distintas cámaras en el mercado se ha observado que todas las cámaras trabajan a 12 V o a 24 V, por lo que el convertidor solo debería instalarse en el primer caso.

3 Viabilidad económica

Para determinar una estimación del coste de este proyecto se va a hacer dos desgloses. Uno correspondiente al gasto relativo al material y otro sobre personal. Debido a que se desconocen los datos exactos sobre el coste de algunos materiales o trabajos se va a realizar una estimación por analogía, asemejando el coste a materiales o procesos que se conocen para hacer una aproximación. Para obtener información acerca de los distintos productos se va a hacer uso de páginas web de compra venta en la que se ofrecen artículos muy similares a los buscados. Para materiales más específicos del ámbito militar se contactará con personal especialista de la Unidad y con la cuarta sección del Grupo, S4, la sección encargada de la logística y que por tanto maneja costes de este tipo de materiales. El desglose del coste de materiales se presenta en la Tabla 6.

Debido a que no se encontró en el mercado ninguna cámara y ningún monitor que incluyera una carcasa se ha puesto en el desglose de costes de materiales como que hay que adquirirla.

En la Tabla 7, se presentan los gastos de personal para la instalación del prototipo.

N.º Unidades	Material	Coste de unidad (€)	Total (€)
1	Cámara	150	150
1	Monitor	300	300
1	Cableado	300	300
1	Tarjeta electrónica	50	50
1	Anillo rozante	150	150
1	Soporte monitor	50	50
1	Soporte cámara	50	50
1	Carcasa de la cámara	100	100
1	Carcasa del monitor	100	100
Coste total			1250

Tabla 6. Coste de materiales.

Personal	Concepto	Tiempo de trabajo (horas)	Sueldo (€/hora)	Total (€)
1	Realización final del proyecto	280	18	5040
1	Perforación en la plancha	7	7	49
1	Diseño de soporte	140	15	2100
1	Instalación de soporte	7	7	49
2	Instalación del sistema	24	10	480
4	Desplanchado	6	7	168
Coste total				7886

Tabla 7. Coste de personal de prototipo.

Por lo tanto, el coste para la instalación del sistema que se ha estimado para la primera unidad de VRCC Centauro ascendería a 9136€. Esta cifra corresponde a la implementación del sistema en el prototipo. Como se puede observar los gastos que encarecen este proyecto son los correspondientes al gasto de personal. Sin embargo, en este apartado hay operaciones que solo sería necesario realizar una sola vez en el prototipo. Estas operaciones son la realización final del proyecto y el diseño de los soportes. A continuación, en la Tabla 8 se muestran los costes para una unidad normal una vez ya se haya instalado el sistema en el prototipo.

Personal	Concepto	Tiempo de trabajo (horas)	Sueldo (€/hora)	Total (€)
1	Perforación en la plancha	7	7	49
1	Instalación de soporte	7	7	49
2	Instalación del sistema	24	10	480
4	Desplanchado	6	7	168
Coste total				746

Tabla 8. Coste de personal.

El coste para el resto de las unidades disminuye, siendo el coste total alcanzado de 1996€. Como se ha comentado en apartados anteriores el ET adquirió 84 VRCC Centauro a los cuales hay que sumarle los 4 vehículos de recuperación que emplean una barcaza muy similar. Teniendo en cuenta que se usaría un único vehículo como prototipo, el coste total para dotar a todos los VRCC Centauro del ET, así como a los vehículos de recuperación alcanzaría la cifra de 182.788€.

4 Conclusiones y líneas futuras

El VRCC Centauro es un vehículo con cerca de dos décadas de servicio en el ET y que apenas ha sido objeto de modernizaciones. Actualmente existen proyectos de modernización, pero aún no se han materializado. Las modernizaciones de este vehículo cobran importancia debido a que no está planeada su sustitución, como en el caso del ejército italiano que ya ha encargado los primeros lotes de unidades Centauro II. Además, esta problemática se ve incrementada por el retraso de la llegada de los nuevos 8x8 que actualizaría los medios de las unidades de Caballería.

Cuando el vehículo circula con las escotillas cerradas la visibilidad sobre el entorno próximo por parte de toda la tripulación es prácticamente nula. Esto es debido al diseño del vehículo, que ha sido pensado para ser usado en espacios abiertos y en maniobras rápidas. Este diseño afecta principalmente a la conducción del vehículo. Sin embargo, el surgimiento de nuevos escenarios tácticos en la actualidad ha provocado que la zona próxima de los vehículos cobre especial relevancia, siendo este en un caso más.

La conducción con escotillas cerradas afecta principalmente al conductor, ya que solo dispone de tres periscopios y por tanto de un campo de visión muy reducido. Este problema aumenta por la noche ya que solo puede instalar los medios de visión nocturna en un periscopio. Además, los periscopios son propensos a ensuciarse y la única manera de limpiarlos es saliendo del vehículo.

Analizando el estado de arte de ambos ámbitos, el civil y el militar, podemos extraer una conclusión clara. La tendencia general es la de dotar al conductor de sistemas que ofrezcan la mayor información posible sobre su entorno. En el caso del mundo civil buscando la conducción más segura posible y la evolución a los sistemas de conducción autónomos y en el caso militar también buscando esta seguridad y a la vez aumentando las capacidades tácticas del vehículo. Cabe añadir que el empleo de las ayudas a la conducción es algo que se está empezando a implementar actualmente en los vehículos militares mientras que en el entorno civil está tecnología lleva ya varios años en uso y por tanto está más desarrollada.

El hecho de que la tecnología civil este más desarrollada en este ámbito es aprovechable. Como se ha podido comprobar existe gran variedad de sistemas en el mercado que ofrecen características distintas y permiten elegir la que más se ajuste a los requisitos buscados y que se encuentran más convenientes.

A la hora de diseñar tanto la cámara como el monitor no hay mucha libertad de elección. La cámara de conducción está saturada de espacio por el panel de instrumentos y la presencia del motor en uno de los laterales lo que limita mucho el espacio disponible para un monitor. Para la cámara, la presencia de otros elementos exteriores deja pocas zonas disponibles en las que poder posicionar una para tomar las imágenes.

La disposición del cableado en Leopardo 2E es imitable para adoptar el sistema para el VRCC Centauro, ya que disponen de un esquema eléctrico similar. Además, hace los conocimientos y adquiridos aprovechables y reutilizables, haciendo de este un proyecto viable técnicamente.

El sistema es viable económicamente. La unidad que más encarece el proyecto es el prototipo por la necesidad de diseñar los soportes y realizar la gestión final del trabajo. Sin embargo, una vez realizado el prototipo el coste por unidad se ve significativamente reducido y es alcanzable. Debido a que hay una cantidad de vehículo considerable en el ET, la instalación de este sistema en toda la flota sí que hace que se llegue a una cantidad de dinero a gastar considerable.

De cara a las líneas futuras se ha decidido utilizar la encuesta expuesta con anterioridad para definir posibles vías de acción basadas en la opinión de los conductores.

Los conductores consideran la utilidad la implementación de más cámaras alrededor del vehículo para obtener información acerca de su entorno. Las cámaras laterales son las que han cobrado mayor importancia. Esto se debe a que los conductores sí que pueden obtener visión de la zona frontal mediante los periscopios, aunque esta sea reducida, pero sobre la zona lateral no les es posible obtener imagen de ningún tipo de manera.

La implementación de más cámaras alrededor de vehículos militares para obtener información acerca del entorno es una realidad que cobra cada vez más importancia en el ámbito militar. Como prueba de ello tenemos los modernos T-14 Armata del ejército ruso. Estos carros de combate disponen de un sistema de cámaras que rodea el vehículo y que permite al conductor ir con las escotillas cerradas permanentemente. Además, ninguno de los miembros de la tripulación va emplazados en la torre, que no está tripulada, están todos los puestos en la barcaza, por lo que todos los tripulantes se pueden beneficiar de este sistema. Por lo tanto, podemos decir que el T-14 Armata es la materialización del empleo de este tipo de sistemas que comienzan a ser una realidad en el mundo militar.

En la encuesta se preguntó también a los conductores sobre la posibilidad de llevar el sistema que este proyecto se plantea más allá y permitir al resto de la tripulación acceder a las imágenes mostradas al conductor. Como se comentó en el apartado correspondiente había diversidad de opiniones. El permitir al JV o al radio-cargador acceder a las imágenes que muestra la cámara les permitiría guiar al vehículo sin necesidad de asomarse. Debido a que el JV es el responsable de este y que indica al conductor por donde debe de moverse se considera que este puesto es más importante a la hora de acceder a las imágenes. El tirador, ya que tiene que estar más

pendiente de la óptica y dirección de tiro y su espacio es muy reducido, es menos prioritario para obtener estas imágenes.

También se podrían combinar las dos propuestas que aquí se muestran. Un sistema de cámaras que rodeen el vehículo a las que puedan acceder todos o parte de los tripulantes. Esta propuesta dificultaría su implementación a nivel técnico pero una vez implementado permitiría a toda la tripulación moverse con las escotillas cerradas en cualquier circunstancia, así como obtener información acerca del área más próxima.

5 Bibliografía

- [1] MADOC, *Mi-203 equipo/pelotón acorazado*. 2016.
- [2] F. Fernández Mates, "VRC 105 Centauro. Vehículos de reconocimiento y combate.," *Atenea. Secur. y Def. nº44.*, 2013.
- [3] "VRCC Centauro," 2019. [Online]. Available: http://webmadoc2/milipedia/index.php?title=VRCC_Centauro.
- [4] O. Díez Camara, "El Ejército de Tierra define la modernización del VRCC 8X8 Centauro.," 2019. [Online]. Available: <https://www.defensa.com/espana/ejercito-tierra-define-modernizacion-vrcc-8x8-centauro>.
- [5] J. M. Navarro García, "Puesta al día de los Centauros del Ejército de Tierra.," 2019. [Online]. Available: <https://www.defensa.com/espana/puesta-dia-centauro-ejercito-tierra>.
- [6] MADOC, "Mi-200 tripulación vehículo de exploración de caballería," 2013.
- [7] Pastor and J. J. Rodríguez, "Memorial de Caballería nº82," 2016.
- [8] F. J. Prieto Silva, "Memorial de Caballería nº71," pp. 64–65, 2011.
- [9] MADOC, *Mi-206 tripulación del VRC Centauro de recuperación*. 2019.
- [10] J. Maíz Sanz, "Los desconocidos VCREC Centauro del Ejército de Tierra español," 2019. [Online]. Available: <https://www.defensa.com/espana/desconocidos-vcrec-centauro-ejercito-tierra-espanol>.
- [11] MADOC, *MI6-102-T1 TRIPULACIÓN DEL CC LEOPARDO 2E*. 2008.
- [12] MADOC, *Manual de la Tripulación CC Leopardo 2E*, no. 3. 2008.
- [13] Response Vehicle Lighting, "RCK7. DV.1C Kit." [Online]. Available: <https://responsevehiclelighting.co.uk/rvl-heavy-duty-reversing-camera-with-night-vision-and-7-monitor-kit-12-24-volt.html>.
- [14] ACAB Departamento de ciencia militar, *Organización de la caballería*. 2017.

6 Anexos

6.1 ANEXO A: Características técnicas del Centauro

La información que se muestra ha sido obtenida del manual de tripulación MI-201.

Categoría	VRCC 8X8 sobre ruedas
Origen	Italia
Tripulación	4 personas (Jefe de Vehículo, Tirador, Conductor y Cargador)
Autonomía	800km/550l
Prestaciones	Velocidad: 105 km/h Capacidad de vadeo: 1.2 m Franqueo obstáculo vertical: 0.45 m Pendiente vertical: 60% Pendiente lateral: 30%
Peso en combate	27 toneladas
Dimensiones	7,63 (l) x 2,95 (a) x 2,75 (h)
Armamento	Principal: Cañón 105/52 mm ánima rayada Secundario: Am. MG. 7,62 Coaxial Am. MG 7,62 AA. 8 tubos lanza artificios.
Blindaje	De acero convencional, posibilidad de instalar blindaje reactivo en casco y torre.
Dirección de tiro	Sí
Estabilización	Sí
Alcance máximo eficaz	3500 m

Tabla 9. Características técnicas principales del VRCC Centauro

6.2 ANEXO B: Ángulos muertos de visión de los tripulantes del Centauro

El área rayada de las imágenes corresponde a la zona no visible.

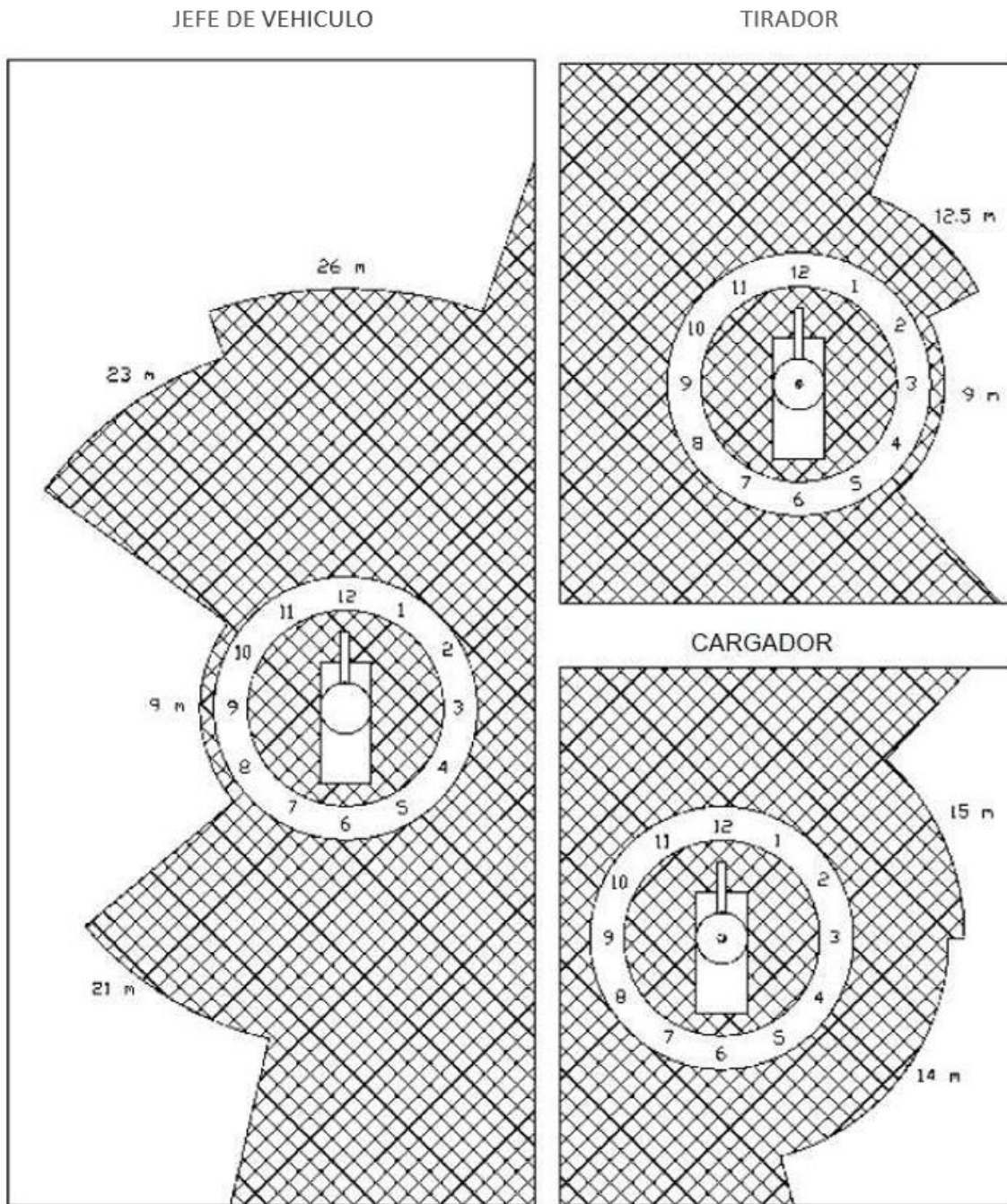


Figura 14. Ángulos muertos de los tripulantes del Centauro. Fuente: MT6-035, 2003

6.3 ANEXO C: Organización de las unidades de Caballería

La información relativa a este anexo, así como las imágenes utilizadas han sido extraídos de los apuntes de la asignatura Combate de la Caballería de la Academia General Militar del curso 2018-2019.

El ET está estructurado en Cuartel General, Fuerza y Apoyo a la Fuerza.

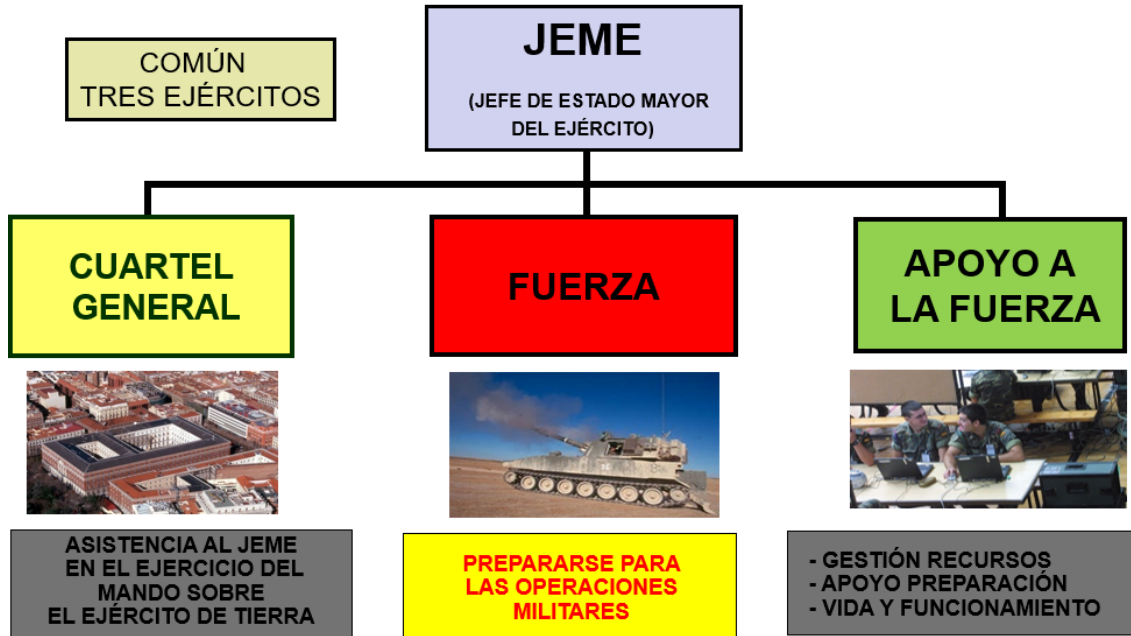


Figura 15. Estructura del ET. Fuente: Apuntes de la asignatura Combate de la Caballería, 2018-2019

Dentro de la Fuerza entre otras entidades encontramos el FUTER, donde ya podemos encontrar las Divisiones, así como el RC España.

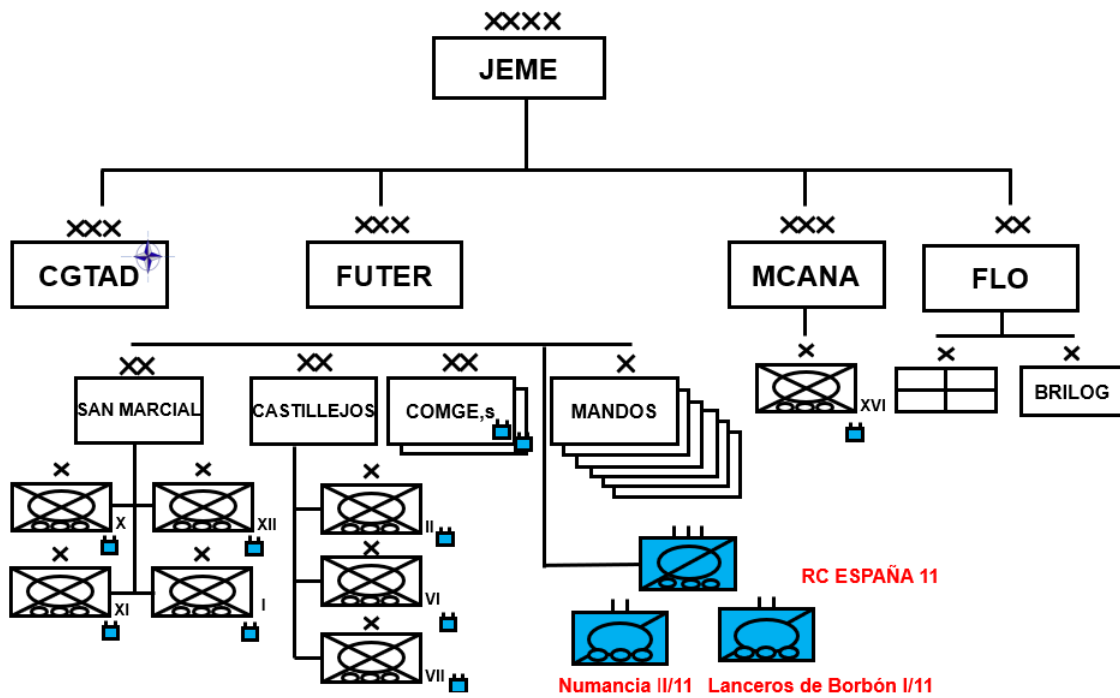


Figura 16. Estructura de la fuerza. Fuente: Apuntes de la asignatura Combate de la Caballería, 2018-2019

LA FUERZA TERRESTRE SE ARTICULA EN:

- El Cuartel General, CG
- La División San Marcial
- La División Castillejos
- Las Comandancias Generales de Ceuta, Melilla y Baleares
- FAMET, MOE, MACA, MAA, MING, MATRANS
- El Regimiento de Defensa NBQ, “Valencia” N.º 1
- Regimiento de Caballería España 11.

BOP. Div: “CASTILLEJOS”

MCANA

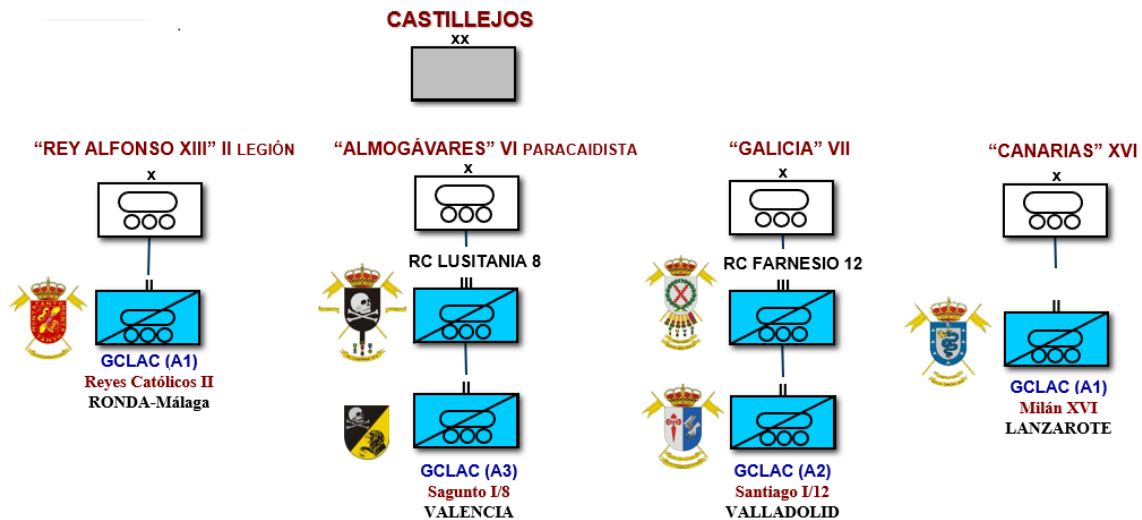


Figura 17. GCLAC en División Castillejos y Mando de Canarias. Fuente: Apuntes de la asignatura Combate de la Caballería, 2018-2019

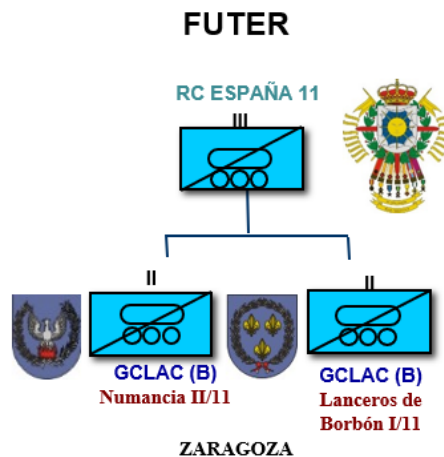


Figura 18. Orgánica RC España 11. Fuente: Apuntes de la asignatura Combate de la Caballería, 2018-2019

Las unidades de Caballería que utilizan el Centauro corresponden a los GCLAC de la División Castillejos, al MCANA y al RC España. Como en este trabajo solo se trata las unidades que utilizan el Centauro no se van a incluir el resto de las unidades de Caballería.

Existen dos tipos de GCLAC, el modelo “A” y el modelo “B”[14].

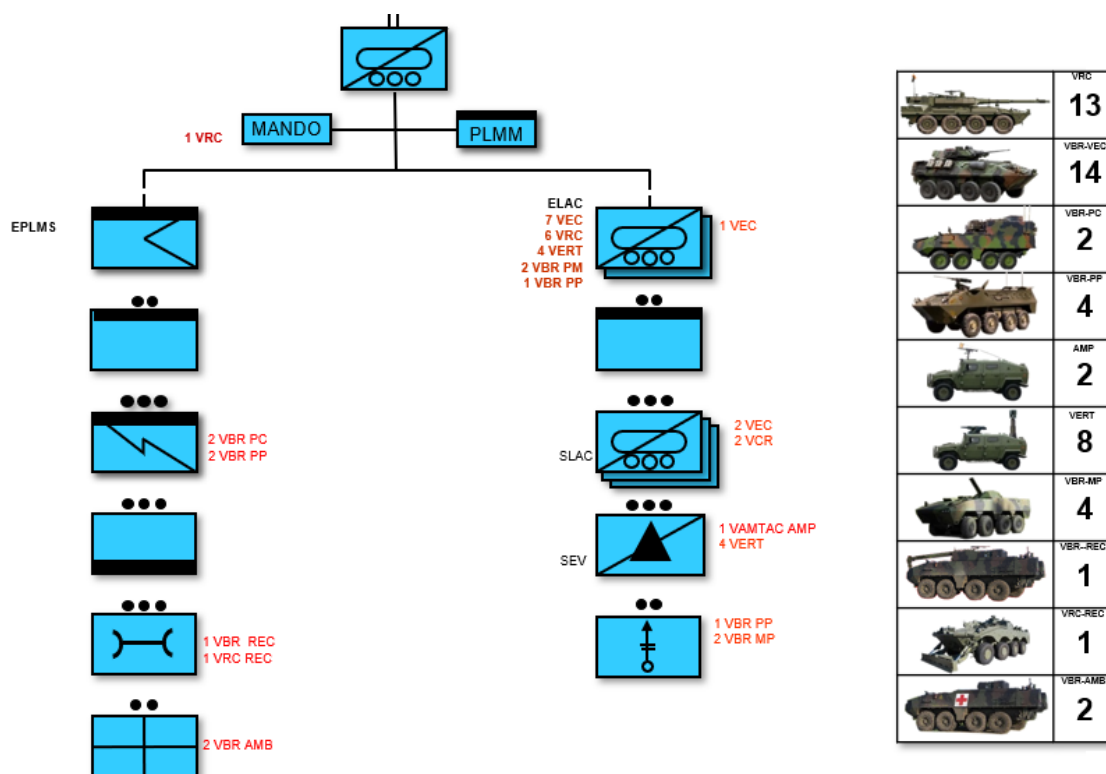


Figura 19. Orgánica y medios de los GCLAC modelo A. Fuente: Apuntes de la asignatura Combate de la Caballería, 2018-2019

El modelo "A" dispone de la orgánica y los medios que se muestran en la Figura 19. Cada sección ligero-acorazada dispone de dos Centauros. Al haber tres secciones ligero-acorazadas por escuadrón, y hay dos escuadrones esto hace un total de 12 Centauros, a los que habría que sumar el vehículo del Jefe de Grupo. De esta manera se llega a los 13 Centauros indicados. Las diferencias entre los distintos tipos de modelo "A" son solo de personal en la Plana Mayor de Mando (PLMM).

El modelo "B" dispone de una orgánica y medios algo diferentes que se muestran en la Figura 20. Este modelo afecta únicamente a los dos grupos encuadrados en el Regimiento España 11, que se muestran en la Figura 18, dependientes directamente del FUTER. En los escuadrones encontramos secciones acorazadas de cuatro Centauros cada una. Al haber tres secciones esto hace un total de doce más el vehículo de Jefe de Escuadrón y Jefe de Grupo.

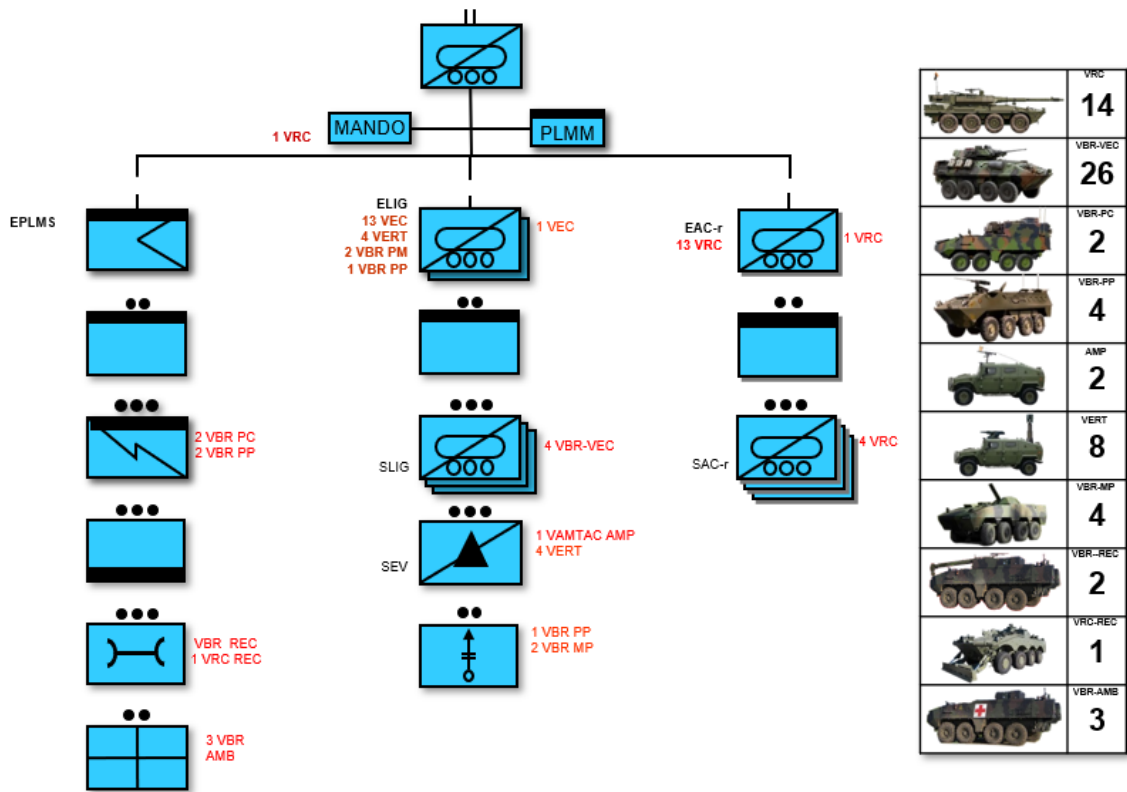


Figura 20. Orgánica y medios de los GCLAC modelo B. Fuente: Apuntes de la asignatura Combate de la Caballería, 2018-2019

6.4 ANEXO D: Características principales de las cámaras seleccionadas

RCK7.DV.1C:

- **Características principales:**
 - Doble voltaje 12/24 V
 - Resistente al agua
 - Cámara IR
- **Monitor:**
 - Pantalla de 7 pulgadas
 - Resolución: 480x234
 - Sistema de video: NTSC / PAL
 - Potencia < = 7 vatios
 - Ambiente de humedad: 10% - 90%
 - Temperatura de funcionamiento: 20 - 60 ° Celsius
- **Cámara**
 - Sistema CMOSTV PAL / NTSC
 - Efectivo de píxeles PAL: 628 (H) X 582(v); NTCS: 510 x 492 (v)
 - Mínima iluminación: 0,1 – 0.5 Lux/F = 1.2
 - Resolución horizontal: 420 líneas de TV
 - Modo de visión nocturna
 - Vista de ángulo: 120°

Lampa:

- **Características principales:**
 - Doble voltaje 12/24 V
 - Resistente al agua
 - Cámara IR
- **Monitor:**
 - Pantalla de 9 pulgadas
 - Relación de aspecto 16:9
 - Sistema de video: NTSC / PAL
 - Potencia 7 vatios
 - Ambiente de humedad: 10% - 90%
 - Temperatura de funcionamiento: 20 - 60 ° Celsius
- **Cámara**
 - Imagen sensor ¼ de pulgada.
 - Sistema PAL
 - Efectivo de píxeles: 720 (H) X 586(v)
 - Mínima iluminación: 0 Lux
 - Modo de visión nocturna
 - Vista de ángulo: 120°

Alpine/ Yatek:

- **Características principales:**
 - Doble voltaje 12/24 V
 - Resistente al agua

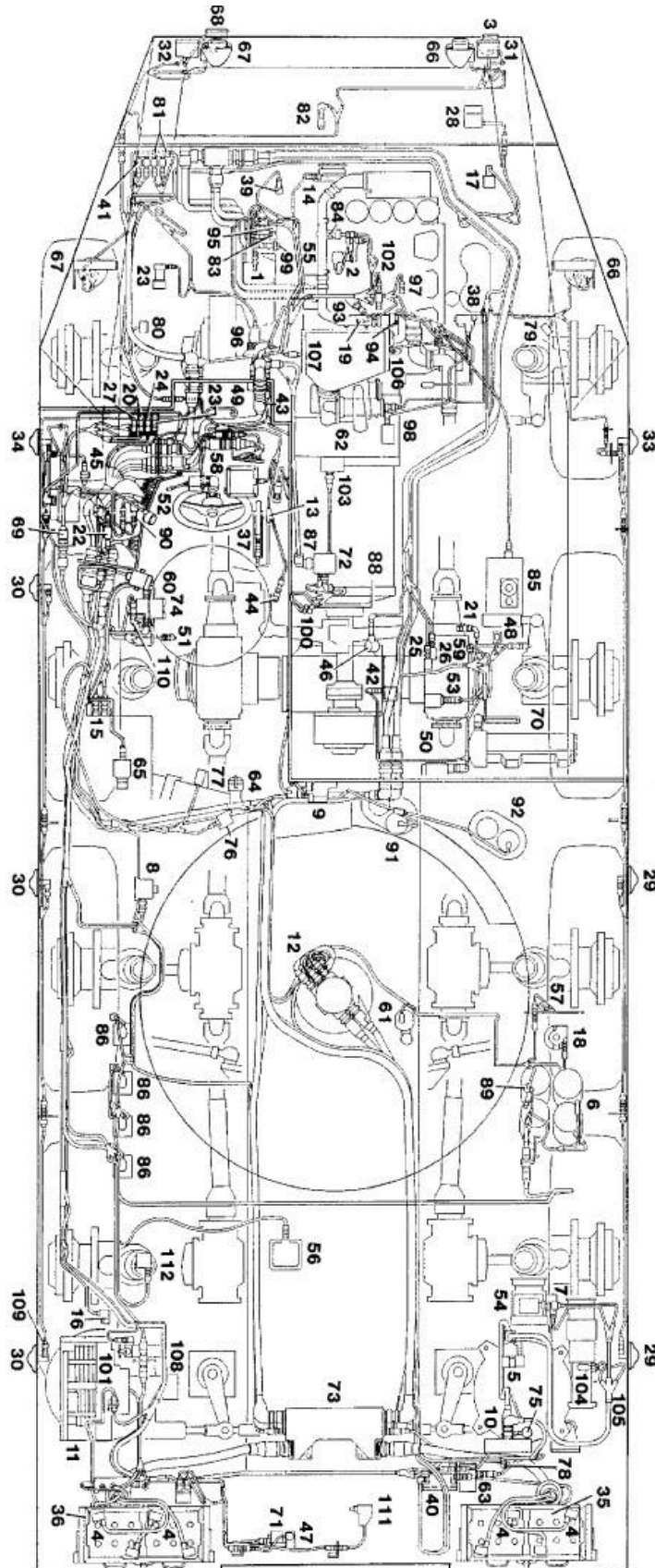
- Iluminación LED
- **Monitor:**
 - Pantalla de 9 pulgadas
 - Relación de aspecto 16:9
 - Resolución 800x480
 - Sistema de video: NTFS / PAL
 - Potencia 12 vatios
 - Temperatura de funcionamiento: -20 - 50 ° Celsius
- **Cámara**
 - Efectivo de píxeles: 640 (H) X 480(v)
 - Vista de ángulo: 120°
 - Iluminación LED
 - Sistema PAL

Hawotec:

- **Características principales:**
 - Resistente al agua
 - Voltaje 9 – 15 V
- **Monitor:**
 - Pantalla de 5 pulgadas
 - Resolución: 480x272
 - Relación de aspecto 16:9
 - Sistema de video: NTSC / PAL
 - Temperatura de funcionamiento: 30 - 80 ° Celsius
- **Cámara**
 - Sistema PAL
 - Efectivo de píxeles: 756 (H) X 504(v)
 - Vista de ángulo: 170°
 - Sin iluminación de ningún tipo

6.5 ANEXO E: Circuito eléctrico del VRCC Centauro

Esquema del sistema eléctrico y sus partes, extraído del manual técnico (MT6-035, 2004).



1: Alternador
 2: Interruptor electromagnético
 3: Avisador acústico
 4: Baterías
 5: Bloqueo del 4º eje
 6: Extintores contraincendios
 7: Captador de agentes químicos 8: Central contraincendios
 9: Central del cambio 10: Central NBQ
 11: Central del cabrestante 12: Columna de torre
 13: Mando del cambio
 14: Compresor de aire acondicionado 15: Acondicionador
 16: Electro distribuidor del cabrestante 17: Electro distribuidor de conexión del
 cabrestante
 18: Electrobomba de alimentación y trasvase de combustible
 19: Electroimán de parada del motor 20: Electro válvula de control de inflado
 de neumáticos
 21: Electro válvula del diferencial 22: Electro válvula E1
 23: Electro válvula del limpiaparabrisas 24: Electro válvula de presurización 25: Electro válvula de recirculación del
 calefactor
 26: Electro válvula del calefactor
 27: Electro válvula de tracción anterior 28: Ventilador auxiliar
 29: Luces de gálibo laterales derechas 30: Luces de gálibo laterales izquierdas 31: Luces de posición y dirección
 anterior
 derechas
 32: Luces de posición y dirección anterior izquierdas
 33: Luz de dirección derecha
 34: Luz lateral de dirección izquierda 35: Luz posterior derecha
 36: Luz posterior izquierda 37: Freno de aparcamiento 38: Servodirección 1
 39: Servodirección 2
 40: Interfono (caja de conexión externa) 41: Interruptor de baja presión de aire de
 frenos
 42: Interruptor del filtro de aire obstruido 43: Interruptor "kick down"
 44: Interruptor de la escotilla del Conductor
 45: Interruptor de presurización
 46: Interruptor del indicador de bloqueo diferencial
 47: Interruptor del indicador de escotilla bloqueada
 48: Interruptor del indicador de tracción anterior
 49: Interruptor de pedal
 50: Interruptor del motor de expulsión de polvo
 51: Interruptor de tracción anterior
 52: Manómetro de regulación de inflado de neumáticos
 53: Motor de expulsión de polvo 54: Motor NBQ
 55: Motor de arranque 56: Plafón
 57: Bomba dosificadora de combustible 58: Plafón de la cámara del Conductor 59: Bomba de agua
 60: Central repetidora del Conductor 61: Bomba de achique, cámara de
 personal
 62: Bomba de achique, cámara de motor
 63: Toma de corriente para hornillo 64: Toma de corriente de alimentación
 exterior
 65: Presostato del aire acondicionado 66: Proyector de luces de cruce y largas,
 derecho
 67: Proyector de luces de cruce y largas, izquierdo
 68: Proyector de luz de oscurecimiento 69: Regulador de tensión
 70: Calefactor
 71: Sensor contraincendios, cámara de personal posterior
 72: Caja de conexión de sensores
 73: Caja de conexión de baterías, cámara de personal
 74: Caja de regulación de interfonía 75: Sensor 4º eje alineado
 76: Sensor contraincendios, cámara de personal (lado izquierdo)
 77: Sensor contraincendios, cámara del Conductor
 78: Teléfono exterior

79: Sensor contraincendios, cámara motor (lado derecho)
80: Sensor contraincendios, cámara motor (lado izquierdo)
81: Sensor de baja presión de aire de frenos
82: Sensor de baja presión de aire de servicio de presión de inflado de neumáticos
83: Sensor de baja presión de aceite de motor
84: Sensor de baja temperatura de agua 85: Sensor de nivel bajo de agua
86: Sensor de nivel bajo de aceite en frenos
87: Sensor de revoluciones de entrada 88: Sensor de revoluciones de salida
89: Sensor de inflado de neumáticos, lado derecho
90: Sensor de inflado de neumáticos, lado izquierdo
91: Sensor de nivel de combustible, depósito central
92: Sensor de nivel de combustible, depósito derecho
93: Sensor del tacómetro cuentarrevoluciones
94: Sensor de posición del acelerador
95: Sensor de presión de aceite de motor 96: Sensor de dirección de ejes anteriores 97: Sensor de temperatura de agua
98: Sensor de temperatura de aceite (cambio)
99: Sensor de temperatura de aceite motor
100: Sensor de velocidad
101: Sensores de proximidad del cabrestante
102: Calefactor de arranque en frío 103: Solenoide retardador
104: Interruptor superior
105: Interruptor inferior
106: Arranque en frío, lado derecho 107: Arranque en frío, lado izquierdo 108: Válvula de mando
109: Cabrestante
110: Visor nocturno
111: Interruptor de la tapa de toma de aire
112: Presostato NBQ