



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Análisis del Vehículo de Combate de Infantería
Pizarro para una propuesta de mejora

Autor

Javier Martínez Caballero

Directores

Director académico: Dra. M^a Sonia Chopo Murillo
Director militar: Cap. Juan Luis Costa Valls

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar
Año 2017

Agradecimientos

Quisiera expresar mi gratitud en primer lugar a mis tutores, al capitán Juan Luis Costa Valls y a la doctora Sonia Chopo Murillo, sin los cuales no hubiese redactado esta memoria. En segundo lugar quisiera agradecer a los tenientes Sergio Aznar, Enrique Gómez y Francisco Arenas el apoyo prestado para este trabajo de fin de grado y para las prácticas externas.

Abstract

Analysis of the Infantry Fighting Vehicle (IFV) Pizarro for a proposal of improvement.

Due to the need to equip our units with the best and most modern weapons systems, it is the reason why I have analysed the Infantry Combat Vehicle (IFV), so that we can obtain the best results in the exercise of their missions, as well as establishing it on the same level of the other IFVs that our allies have in service in their armies and also of our potential enemies. I have used different tools to know the disadvantages of IFV Pizarro and to evaluate its improvements between its different versions, comparing this model with others from different countries, and later, observing the history of maintenance corrective actions to check the most common failures of this vehicle. After that, the results were evaluated to make improvement proposals that increase their capacities.

To achieve the objective of the work, the project begins with the background of the vehicle, when it was purchased and why, and how it is designed, so that we can understand the different parts of the work and the different proposals for improvement, and also explains how it is the maintenance process carried out by the mechanics.

Then, I used qualitative tools, such as a survey for users of the first and second maintenance stages, and an interview for the third and fourth levels. In this way, I have seen how the maintenance process is carried out and I have used the information gathered and their knowledge to apply the different analysis tools and suggest the different proposals, because they are experts in their weapons system.

There is also an analysis of the historical database with a quantitative tool, so it is possible to confirm that the results of the survey and the interview are consistent. After determining the most common failures, I apply an AMFE (Modal Analysis of Faults and Errors) to determine if these failures have a critical level of risk and should be improved with priority.

The different improvements made between IFV Pizarro phase 1 and phase 2 are explained at the beginning of the project, to later use a tool to determine if these improvements were made satisfactorily or if there should be more improvements in these areas. This tool is the Deployment of quality functions (QFD), widely used in quality studies. With the QFD you can also see more aspects that did not change between phase 1 and phase 2, but that should be changed in a future phase 3. In this part, I took into account the opinion of the officers posted there because they are the users of this system of weapons and, in addition, attended a training course. For this reason, I have considered your "expert opinion" to obtain real needs first-hand and get the best result in the QFD.

To know if IFV Pizarro was the best option for the Spanish Army when it was purchased, I apply a multicriteria analysis to compare phase 2 with other VCIs from the US, Germany, the United Kingdom and Russia. The reason why only phase 2 is included, in this part of the study, is because it is better than phase 1 due to its deployment in an international mission in Latvia, as it is logical to these missions are the best and newest As in the case of phase 2. In addition, with this analysis we can see which are the weak points that phase 2 has in comparison with other VCI, so it gives an idea of which parts need to be improved in the future in a possible phase 3 For this purpose, I have chosen the Analytical Hierarchy Process (AHP) because it has been shown to be a useful tool for making difficult decisions with different options and criteria.

After these analyses, in chapter 4 there are two parts, where the proposals are described, in 4.1. There are proposals to improve the Pizarro as VCI itself and in 4.2. There are proposals on the maintenance process to obtain the best performance of its operability and extend its useful life.

The improvement proposals for the VCI Pizarro are aimed at solving the problems or weaknesses discovered after the VCI study. These proposals that I have suggested are also based on "expert opinion", such as the possibility of using a missile outside of your tower, which is a weak point in the design of the Pizarro VCI.

Then, in 4.2. The proposals for the maintenance process are proposed several measures of how this process could be more efficient, according to the "expert opinion" that I got in the Badajoz Battalion from the officers and employees of civil companies JPG and INDRA.

Finally, in the conclusions, I have emphasized the most important proposals as a future project that must be done, to determine if these proposals are the best option to solve the problems, or weak points, seen in this project.

Keywords: *IFV Pizarro, Analysis, Quality, Improvement proposal, Maintenance, Phase 1, Phase 2.*

Índice

Agradecimientos	I
Abstract.....	II
1. Introducción.....	1
1.1. Objetivos y alcance	1
1.2. Ámbito de aplicación y motivación	1
1.3. Estructura de la memoria	1
1.4. Metodología aplicada	1
2. Antecedentes	2
2.1. Descripción de la unidad	2
2.2. Programa coraza.....	2
2.3. El VCI Pizarro.....	3
2.3.1. Descripción técnica: Fase 1 y Fase 2.....	3
2.3.2. Descripción del proceso de mantenimiento.....	10
3. Estudio de la calidad	11
3.1. Análisis de las mejoras entre el VCI Pizarro fase 1 y 2.....	15
3.2. Estudio comparativo de las capacidades del VCI en el ámbito multinacional	17
3.3. Análisis de las formas más comunes de fallo.....	21
4. Propuestas de mejora	23
4.1. Definición de mejoras relativas al producto.....	23
4.2. Definición de mejoras relativas al proceso de mantenimiento.....	24
5. Conclusiones.....	25
6. Bibliografía	V
Índice de figura	VI
Índice de tablas.....	VII
Índice de anexos.....	VIII

1. Introducción

1.1. Objetivos y alcance

Este trabajo se ha desarrollado con un doble objetivo. En primer lugar determinar la optimalidad de la decisión, tomada en su momento, respecto a la adquisición del Vehículo Pizarro como Vehículo de Combate de infantería (VCI) en una Unidad Mecanizada de Infantería del Ejército de Tierra español. En segundo lugar, y en base a las necesidades identificadas para esta Unidad, proponer mejoras que permitan o bien aumentar las capacidades operativas de los vehículos actualmente en plantilla, y por tanto la probabilidad de éxito en las misiones, o bien aumentar su eficiencia reduciendo costes asociados al mantenimiento.

En definitiva, se pretende arrojar luz sobre cuáles son las necesidades de mejora y plantear distintas formas de llevarlo a cabo, siendo el punto de partida para un estudio futuro que complete este trabajo con un estudio pormenorizado de costes.

1.2. Ámbito de aplicación y motivación

En las unidades de Infantería Mecanizada, el empleo del Vehículo de Combate de Infantería sienta las bases de la táctica que realizan, a razón de sus posibilidades y limitaciones, siendo el eje central para este tipo de unidades y un elemento clave para el éxito de sus operaciones.

Actualmente estas unidades cuentan con dos versiones del Vehículo de Combate de Infantería, los fase 1 y los fase 2. Aunque prácticamente son iguales, los fase 2 tienen mejoras significativas que se explicarán más adelante.

Es por tanto el VCI Pizarro un sistema de armas de vital importancia para el Ejército de Tierra español, y en el que se centra este proyecto de análisis con vistas a posibles mejoras para este vehículo.

1.3. Estructura de la memoria

El presente trabajo se estructura en cinco secciones. Tras esta primera sección de introducción, en donde se explican los objetivos del estudio y la metodología aplicada, la sección segunda expone el estado actual del VCI, con sus características técnicas. A continuación, en la tercera sección, se realiza el estudio propiamente dicho, mediante la aplicación de distintas herramientas aprendidas en el Grado de Ingeniería en Organización Industrial, para conseguir una visión completa de las demandas actuales sobre el vehículo y así poder hacer las propuestas de mejora para una posible adaptación a una nueva versión, "fase 3", del VCI Pizarro. Dichas propuestas quedan recogidas en la sección cuarta. Por último, en la sección quinta se muestran las conclusiones del proyecto y futuras líneas de investigación.

Tanto en la planificación de las tareas a realizar para la ejecución del trabajo (véase tabla 1.1), como en la presentación de los resultados dentro de la Memoria, se ha intentado seguir un proceso secuencial y lógico, que facilite tanto la recopilación y tratamiento de la información por parte del autor del trabajo como la lectura e interpretación de los resultados para quien proceda a su consulta.

1.4. Metodología aplicada

El análisis realizado adopta una perspectiva informativa, examinando la idoneidad de medidas adoptadas en el pasado, y especialmente una perspectiva pro-activa de cara a determinar la idoneidad de medidas a adoptar en el futuro.

Respecto al análisis de carácter informativo se requería de una herramienta que permitiese explicar si la adquisición del vehículo Pizarro, frente a otros vehículos alternativos utilizados en el ámbito internacional, había sido una decisión acertada. Se optó por una metodología de análisis de decisión multicriterio que conjugara sencillez y rigurosidad como es el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP). La información para su aplicación se obtuvo a partir de una reunión con expertos de la unidad.

El análisis modal de fallos y efectos (AMFE), y el despliegue funcional de la calidad (QFD), fueron herramientas útiles en la etapa de análisis pro-activo. La primera, gracias a la disponibilidad de datos históricos sobre el proceso de mantenimiento del vehículo y a la percepción y experiencia del personal que realiza estos servicios, y que fue captado mediante encuesta, permitió proponer actuaciones dirigidas al ahorro de costes de mantenimiento. Por su parte, el QFD facilitó un rediseño del VCI Pizarro y la propuesta de mejoras encaminadas a aumentar sus actuales capacidades operativas, atendiendo a los puntos fuertes y débiles detectados. La información recabada mediante entrevistas al personal de la unidad, con conocimientos técnicos y/o experiencia en el manejo del vehículo, resultó crucial en esta etapa del estudio.

Nombre proyecto: Analisis del VCI Pizarro para una propuesta de mejora Project manager: Javier Martínez Caballero					
ID	Nombre tarea	Descripción	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin
1	kick off	definición de los objetivos y el alcance del proyecto		03/09/2017	03/09/2017
2	recopilación de la información			04/09/2017	19/09/2017
2.1	biblioteca virtual	selección de los manuales a emplear		04/09/2017	04/09/2017
2.2	desarrollo del apartado Antecedentes	síntesis de la información recogida		05/09/2017	09/09/2017
2.3	elaboración de las encuestas			10/09/2017	10/09/2017
2.4	recogida de datos de los M-2404 y M-2407	análisis estadístico de los fallos más comunes		11/09/2017	19/09/2017
3	análisis de la información, estudio de la calidad			20/09/2017	06/10/2017
3.1	resultados encuestas			20/09/2017	22/09/2017
3.2	comparativa fase 1, 2 y Ulan	quality function deployment (QFD)		22/09/2017	24/09/2017
3.3	comparativa ámbito multinacional	análisis multicriterio AHP		25/09/2017	30/09/2017
3.4	proceso de mantenimiento	AMFE, identificación de fallos más comunes		01/10/2017	06/10/2017
4	propuestas de mejora			07/10/2017	20/10/2017
4.1	mejoras para un "fase 3"	definición y análisis de las propuestas de mejora		07/10/2017	15/10/2017
4.2	mejoras en el proceso de mantenimiento	definición y análisis de las propuestas de mejora		16/10/2017	20/10/2017
5	conclusiones	selección de las propuestas tras el análisis realizado		20/10/2017	22/10/2017
6	corrección de errores y holgura total del proyecto			22/10/2017	03/11/2017

Tabla 1.1 estructura de desglose de trabajo

2. Antecedentes

Los medios mecanizados son, hoy por hoy, una parte importantísima del grueso de cualquier ejército moderno. Su relevancia queda aún más patente, si cabe, por el reciente despliegue de un contingente mecanizado en misión de la OTAN de apoyo a las repúblicas bálticas.

Este hecho constituye todo un hito en la historia reciente de España pues por primera vez se han desplegado fuera de territorio nacional, en una misión internacional, medios sobre cadenas.

2.1. Descripción de la unidad

La unidad donde se han realizado las Prácticas Externas (PEXT) y el presente Trabajo de Fin de Grado (TFG) es el Regimiento de Infantería (RI) Arapiles nº62, concretamente en el Batallón Badajoz, en la plaza de San Clemente de Sasebas.

El RI Arapiles era hasta hace poco un regimiento de cazadores de montaña, perteneciente a la jefatura de tropas de montaña, pero con la incorporación de las Brigadas Polivalentes ha pasado a formar parte de la Brigada Aragón nº1 y sus batallones se han transformado. El Bón. Badajoz ha adquirido la capacidad de unidad mecanizada con VCI Pizarro fase 1 provenientes de la Brigada Mecanizada X Guzmán el Bueno. Los primeros VCI se recibieron en abril de 2017 y a día de hoy prácticamente se ha finalizado su entrega. Esta situación ha brindado la oportunidad de conocer en detalle el VCI Pizarro para la realización de este TFG.

2.2. Programa coraza

Este programa de adquisición del Ministerio de Defensa arrancó en 1984 con el fin de sustituir los antiguos carros de combate (CC) y los transportes orugas acorazados (TOA). Estos últimos son los que fueron sustituidos por los VCI Pizarro, mientras que los CC,s fueron sustituidos por los Leopard 2E. En

este año se lanzó el plan META que, englobado dentro del Plan Coraza, era el plan propiamente dicho para el VCI Pizarro.

Para su desarrollo se dio una colaboración austro-española, siendo ASCOD (Austrian Spanish Cooperation Development) quien diseñó el vehículo, Pizarro en España y Ulán en Austria. Comparando someramente el VCI con el TOA se aprecia a simple vista el salto cuantitativo y cualitativo de uno a otro en cuanto a protección, armamento y sistemas de armas, y por último a la movilidad (véase figura 2.1.).



Figura 2-1 M-113 TOA (izquierda) junto al VCI Pizarro (derecha)

En 1997 se adquirieron las primeras unidades de la fase 1 y se finalizó su recepción en 2003. Posteriormente se firmó en 2006 la segunda fase de entrega, de ahí el nombre de las dos versiones del VCI Pizarro. Estaba previsto que esta hubiera finalizado en 2012 pero hasta finales de 2015 no se empezó a recepcionar las primeras unidades del fase 2. [2]

2.3. El VCI Pizarro

El Vehículo de Combate de Infantería es un sistema de armas capaz de acompañar al carro de combate, combatir en colaboración con éste y transportar bajo protección acorazada un Elemento de Combate a Pie, al que puede apoyar con sus armas de a bordo.

Como tal vehículo de combate, reseñar que también puede desarrollar misiones por sí solos, de forma autónoma, formando parte de agrupamientos donde sólo exista el elemento mecanizado o prevalezca sobre los carros de combate.

Está concebido para potenciar a las unidades acorazadas y Mecanizadas de Infantería. Esencialmente apropiado para la acción ofensiva; en particular en operaciones de reconocimiento, seguridad y combate. Especialmente diseñado para acompañar a los carros de combate en cualquier situación y de forma permanente [1].

2.3.1. Descripción técnica: Fase 1 y Fase 2

El Vehículo de Combate de Infantería Pizarro es un vehículo de cadenas fabricado por GDELS Santa Bárbara Sistemas S.A especialmente diseñado para el combate de Infantería. Como ya se ha visto, ASCOD fue la encargada de su diseño en la versión española y austriaca, y actualmente se encuentra diseñando el IFV Ajax británico.

El chasis está fabricado enteramente de acero, cuenta con un cañón máuser MK de 30 mm y lleva además avanzados sistemas ópticos y electrónicos para la dirección de tiro del vehículo, como se verá más detalladamente en este apartado.

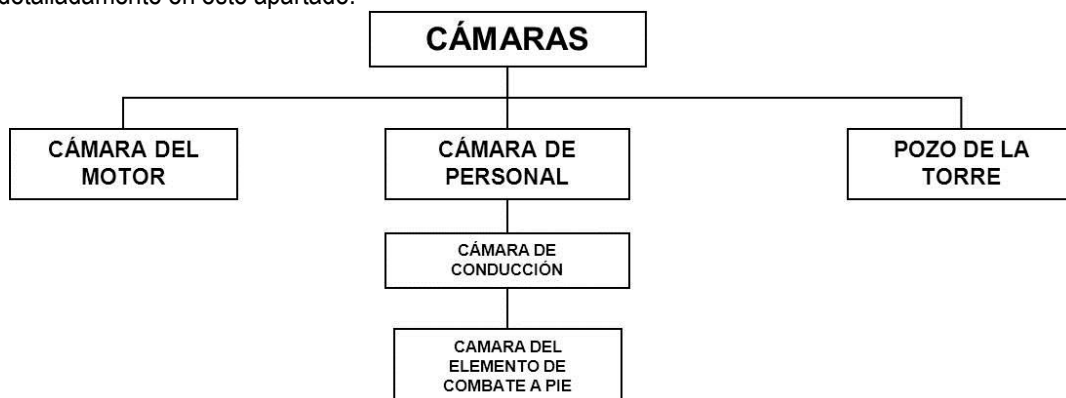


Figura 2-2 Cámaras del VCI Pizarro

Tripulación total.....	10
• Pozo de la torre o cámara de combate.....	2
• Cámara de conducción.....	1
• Cámara del Elemento de Combate a Pie.....	6/7 (fase 1 y 2 respectivamente)

FASE 1

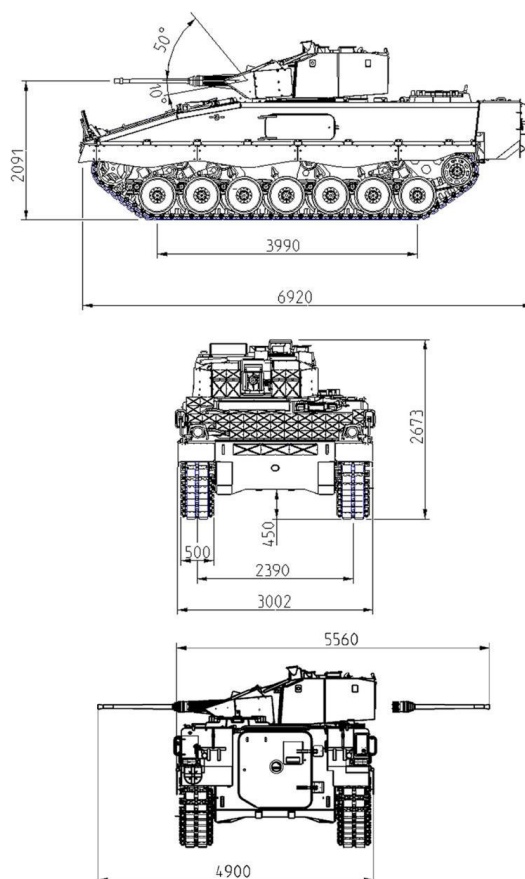


Figura 2-3 Dimensiones del VCI Pizarro Fase 1

Peso:

- En orden de combate..... 28,3 t
- En orden de marcha..... 26,5 t

Movilidad:

- Velocidad máxima en carretera..... 70 km/h

- Aceleración de 0 a 50 km/h (aprox.)..... 20 s.
 - Aceleración de 0 a 60 km/h (aprox.)..... 30 s.
 - Autonomía en carretera..... 500 km
 - Relación potencia/peso en combate (en vacío)21,2 (22,6) CV/t
 - Diámetro mínimo de giro (pivotaje) sin cajas de almacenaje 7.500 mm
 - Diámetro mínimo de giro (pivotaje) con cajas de almacenaje 8.600 mm
- Capacidad de franqueamiento de obstáculos:
- Pendiente longitudinal superable60%
 - Pendiente lateral30%
 - Anchura superable zanja 2.000 mm
 - Altura superable obstáculo vertical 800 mm
 - Capacidad de vadeo sin preparación..... 1.300 mm
 - Capacidad de vadeo con preparación..... 1.500 mm

FASE 2

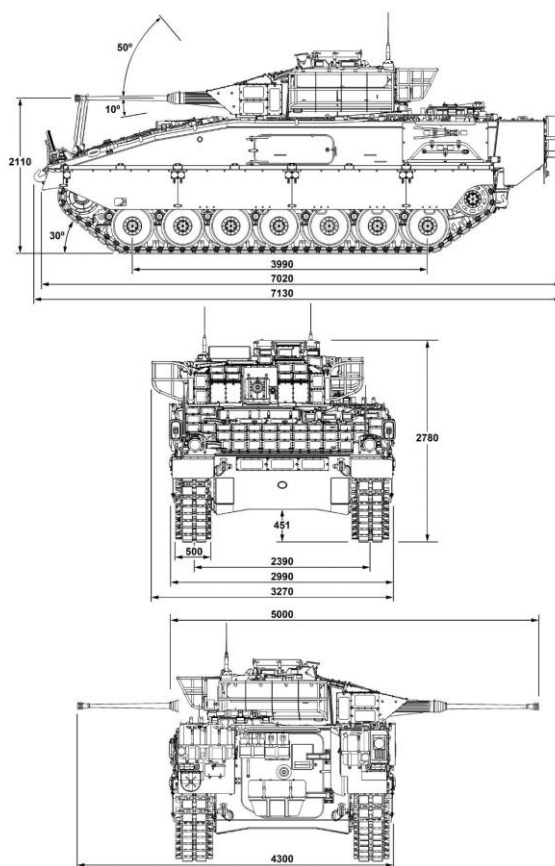


Figura 2-4 Dimensiones del VCI Pizarro fase 2

Peso del vehículo:

- En orden de combate..... 30,92 t
- En orden de marcha..... 30,76 t
- En vacío..... 28,12 t

Movilidad:

- Velocidad máxima en carretera..... 70 km/h (40 km/h marcha atrás)
- Aceleración de 0 a 60 km/h (aprox.)..... 30 s.
- Autonomía en carretera..... 471 km
- Relación potencia/peso en combate..... 23,43 CV/T
- Diámetro mínimo de giro (pivotaje) con cajas de almacenaje 8.600 mm

Capacidad de franqueamiento de obstáculos:

- Pendiente longitudinal superable 60%

- Pendiente lateral 30%
- Anchura superable zanja 2.000 mm
- Altura superable obstáculo vertical..... 800 mm
- Capacidad de vadeo sin preparación..... 1.200 mm
- Capacidad de vadeo con preparación..... 1.500 mm

CARACTERISTICAS COMUNES

TREN DE RODAJE

La composición del tren de rodaje es la siguiente:

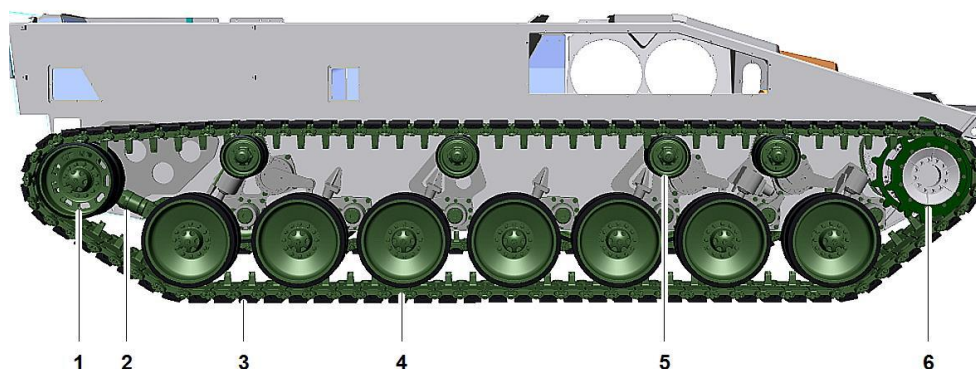


Figura 2-5 Elementos del tren de rodaje

1. Rueda tensora (doble x2)
2. Mecanismo tensor de la cadena (x2)
3. Cadena: Diehl 129 C6, de eje doble, conector final y zapatas de goma.
 - Eslabones por cadena..... 81 (dos zapatas de goma cada uno)
 - Anchura de la cadena 500 mm
4. Ruedas de rodaje (7 dobles x2)
5. Rodillos guía de apoyo (4 dobles x2)
6. Rueda propulsora (de doble corona de 11 dientes x2)

SUSPENSIÓN

Está formada por:

A) elemento elástico: Barras de torsión por cada brazo (5), situadas sobre el piso de la barcaza y transversalmente, limitadas por topes finales hidráulicos (1) o topes finales de caucho (4) dependiendo de la rueda. Tienen por misión absorber las irregularidades del terreno.

B) elemento amortiguador: Amortiguadores rotativos hidráulicos (2). Tienen por misión frenar las oscilaciones de las barras de torsión (rebote).

C) elementos de conexión (interfases) con el tren de rodaje

- Brazos de suspensión (6), uno por rueda de rodaje.
- Bielas de conexión (3), una por amortiguador.

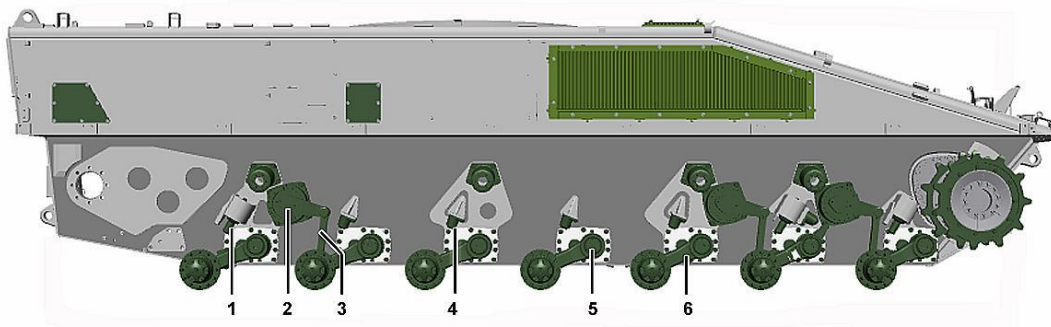


Figura 2-6 Elementos de la suspensión

1. Tope hidráulico (3 a cada lado para las ruedas 1ª, 2ª y 7ª).

2. Amortiguador (3 a cada lado para las ruedas 1^a, 2^a y 6^a).
3. Biela de conexión entre amortiguador y brazo de suspensión.
4. Tope de caucho (5 a cada lado para las ruedas 2^a, 3^a, 4^a, 5^a y 6^a).
5. Barra de torsión
6. Brazo de la suspensión

BLINDAJE.

Casco.

Blindaje exterior.

En el exterior de la barcaza se montan 40 placas de blindaje inerte fijadas a la barcaza mediante tornillos y que pueden ser sustituidas por placas de blindaje reactivo SABBLIR de las mismas dimensiones y aspecto.

Blindaje interior.

Interiormente dispone de placas de blindaje antiesquirlas (spall liner) para protección del personal.

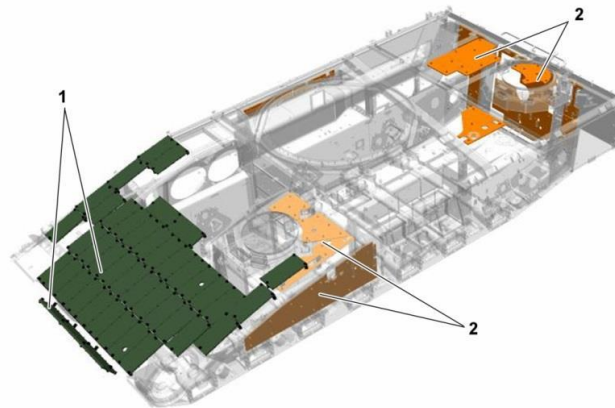


Figura 2-7 Blindaje barcaza

Torre.

El blindaje de la torre está constituido por planchas de acero mecanosoldadas, que combinando ángulos y espesores, se obtiene la protección adecuada. Además, éste blindaje se ve reforzado en partes vitales. Adicional exterior: está formado por placas de blindaje inerte fijadas a la estructura de la torre y que pueden ser sustituidas por placas de blindaje reactivo SABBLIR de las mismas dimensiones y aspecto.

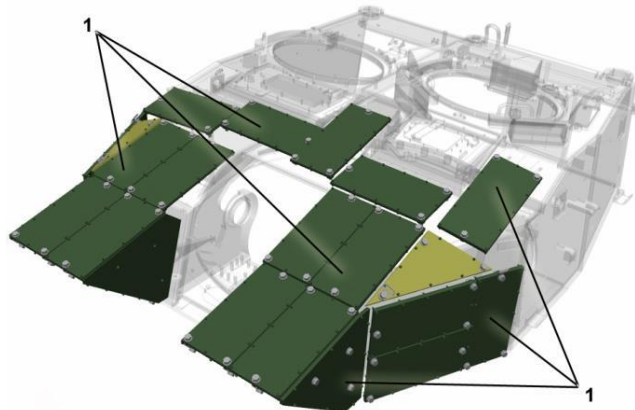


Figura 2-8 Blindaje adicional exterior de la torre

Adicional interior: dispone de planchas de blindaje antiesquirlas (spall liner) para protección del Jefe de Vehículo y Tirador

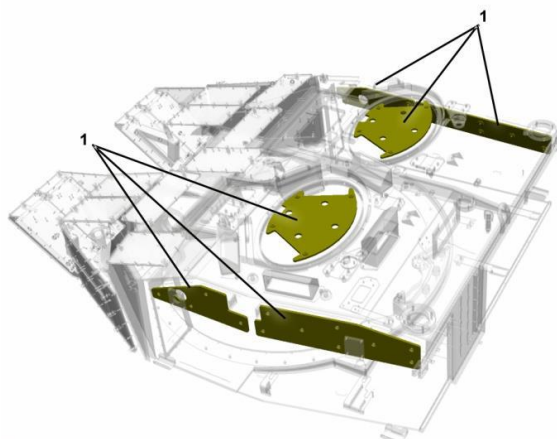


Figura 2-9 Blindaje adicional interior de la torre

ARMAMENTO

El VCI Pizarro cuenta con un cañón principal de 30x173mm Máuser MK 30-2 con un alcance efectivo de 2000m en tierra y 3000m para objetivos aéreos, además dispone de un sistema de doble alimentación (por la izquierda y por la derecha) lo que le permite utilizar dos tipos distintos de munición: perforante o flecha Armoured Piercing Discarding Sabot (APDS) y munición High Explosive Incendiary (HEI) (también puede disparar munición MultiPurpose, MultiPurpose Discarding Sabot y Armoured Piercing Fin-Stablished Discarding Sabot). Además cuenta con una ametralladora coaxial MG-3S de 7,62x51mm y 12 tubos lanza-ingenios (6 a cada lado de la torre) que pueden lanzar granadas de 76mm fumígenas, High Explosive (HE) y/o de fragmentación contrapersonal. Los lanzaingenios están dispuestos en cuatro baterías, los de las baterías 2 y 3 solo pueden lanzar fumígenos mientras que las baterías 1 y 4 pueden lanzar todas las municiones.

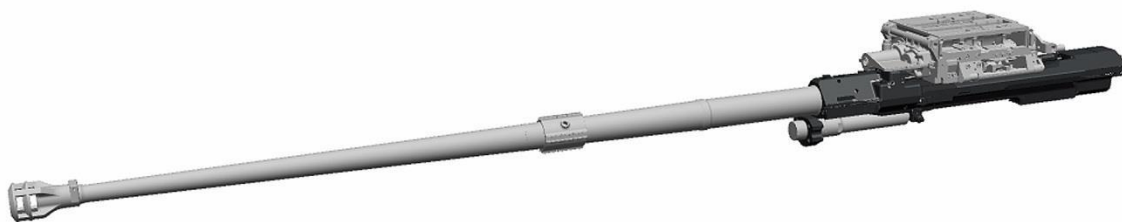


Figura 2-10 Cañón Máuser MK 30-2

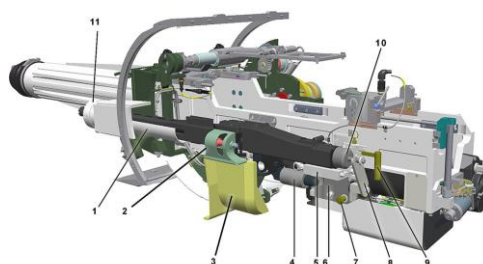


Figura 2-11 Posición Ametralladora MG-3S



Figura 2-12 Ametralladora MG-3S

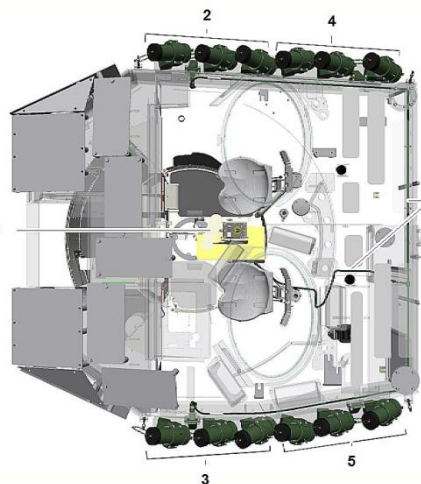


Figura 2-13 Posición de las cuatro baterías de lanzaingenios

OTROS SISTEMAS

- sistema eléctrico
- alumbrado e iluminación
- sistema electro-hidráulico
- sistema contra incendios y antiexplosión
- sistema compacto de control ambiental (SCCA)
- sistema de achique, drenaje y vadeo
- sistema de observación

Los sistemas principales de la torre son:

- Sistema eléctrico:
 - Subsistema de distribución
 - Subsistema de control electrónico
 - Interfaces y sensores
- Sistema de accionamiento y estabilización de torre y cañón (AETC)
- Sistema de armas
- Sistema de punterías
- Sistema de comunicaciones

PRINCIPALES DIFERENCIAS

A continuación se muestra una tabla resumen con las principales diferencias entre el fase 1 y el fase 2.

	FASE 1	FASE 2
Motor	MTU 8V 183 TE22	MTU MT 199 8V TE20
Transmisión	RENK TIPO HSWL 106	SAPA SG-850
Pasos finales	Reducción por engranajes de dientes rectos.	engrane de dientes curvos
Cesta exterior porta equipo	NO	SI
Guardabarros	GOMA	ACERO
Cámara térmica	INDRA 1º Generación	INDRA 2º Generación
Observaciones		1º barra de torsión engrosada (la primera de ambas ruedas) Asientos del ECP adaptados

Tabla 2.1 matriz comparativa de las principales diferencias técnicas.

El motor del fase 1 se trata de un motor diésel rápido MTU 8V 183 TE22 de 8 cilindros en V de 4 tiempos, de inyección directa y turboalimentado, refrigerado por líquido con una cilindrada total de 14.620 cc y una potencia de 441 kW (600 CV). Mientras que el del fase 2 se trata de un motor diésel rápido de cuatro tiempos MTU MT 199 8V TE20 de 8 cilindros en V a 90°, inyección directa y turboalimentado, refrigerado por líquido con una cilindrada total de 15.920 cm³ y una potencia de 530 kW (721 CV), por lo que se aprecia un aumento considerable de su caballaje.

Por parte de la transmisión se pasó de 6 velocidades adelante a 32 y de 4 atrás a 32, por lo que al ser una gama más amplia de marchas se traduce en más velocidad y aceleración, y por lo tanto en una mayor movilidad.

Los faldones de goma solamente tenían la función de evitar que tierra y barro, u otros objetos con posibilidad de provocar alguna avería, entorpecieran el funcionamiento del tren de rodaje. Los faldones de acero ofrecen también protección balística al tren de rodaje, como una parte vulnerable del vehículo, pues la protección no solo la da el blindaje sino también la movilidad.

El VCI Pizarro fase 2 tiene las dos primeras barras de torsión, las correspondientes a la primera rueda de marcha, mejoradas tanto por su rigidez como por su grosor.

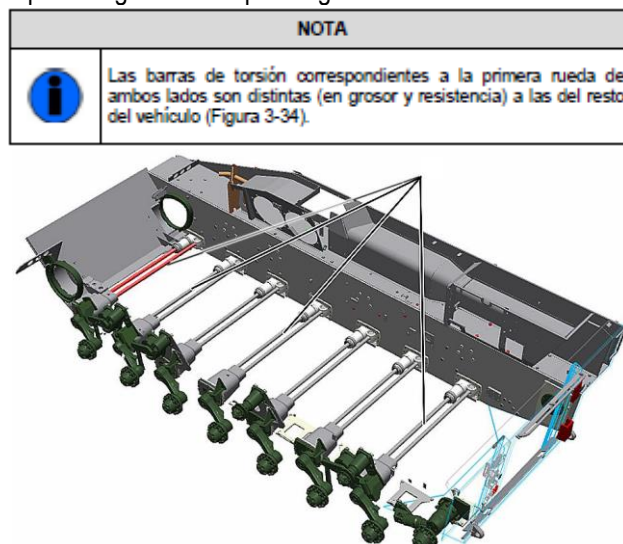


Figura 2-14 Barras de torsión VCI Pizarro fase 2. (MT-103 T1)

Las cestas porta-equipos exteriores, o los asientos del ECP, pueden parecer a primera vista nimiedades. Sin embargo, para una unidad de Infantería Mecanizada gran parte de su capacidad reside en su ECP y este, tal y como se refleja en el manual, sufre un gran desgaste físico y psicológico al desembarcar totalmente desorientado, por lo que para una mejor actuación en las misiones que tenga encomendadas es vital conseguir que el personal llegue fresco y esté en las condiciones necesarias para combatir.

[1] [2] [3] [4] [5]

2.3.2. Descripción del proceso de mantenimiento

Para el mantenimiento se distingue entre tres partes: barcaza, torre y electrónica.

El proceso de mantenimiento del Vehículo de Combate de Infantería comienza con el realizado por los usuarios del mismo, que son el jefe de vehículo, tirador y conductor. Estos conforman la tripulación y son los que realizan el mantenimiento de primer escalón, el cual consiste en su mantenimiento preventivo, mediante la comprobación de los niveles del grupo motor y la limpieza del vehículo.

El mantenimiento correctivo se lleva a cabo en el segundo, tercero y cuarto escalón. El mantenimiento de segundo escalón, aun perteneciente a la misma unidad, lo realiza la sección de mantenimiento de la compañía de mando y apoyo, encuadrada en el mismo batallón.

Para que el VCI pase a segundo escalón la tripulación debe rellenar un parte estandarizado, M-2404, en el que se especifica el problema que sufre el vehículo, siendo el especialista del segundo escalón el que determina la avería que sufre. Una vez que el 2º escalón detecta la avería debe cargar la información en el Sistema de Gestión Logístico del Ejército (SIGLE) y, si no contase con las capacidades necesarias para su reparación, debe tramitar el parte M-2407 por el mismo sistema SIGLE para que transfieran el vehículo al tercer o cuarto escalón según corresponda.

Así pues el tercer escalón lo conforman la Agrupaciones Logísticas (AALOG) que dan apoyo a las unidades de la Fuerza Terrestre, y que siguen una distribución territorial. Si el tercer escalón no se encuentra capacitado para solventar la avería el vehículo deberá ir al cuarto escalón, lo que supone que se envía a la fábrica de las empresas civiles encargadas de la fabricación, tales como Santa Bárbara, Indra y JPG. Esta última no lo fabrica pero tiene un contrato con el Ministerio de Defensa para realizar el mantenimiento.

Además, una vez al año estas empresas van a las unidades para realizar mantenimiento preventivo, es decir, cambio de filtros en el grupo motor, cambio de aceite, y paso de las revisiones correspondientes, lo cual implica que también se lleven a cabo tareas de mantenimiento correctivo para poder estar en condiciones de superar dichas revisiones.

Pero no son las únicas que se desplazan a los acuartelamientos de las unidades. Los integrantes de las AALOG o tercer escalón también van en las mismas fechas que las empresas civiles, aprovechando su estancia para hacer formación de perfeccionamiento, además de pasar las distintas revisiones.

Esta dualidad de las revisiones entre la AALOG y las empresas civiles se debe a los distintos tipos de revisiones que se realizan, ya sean anual, bienal, etc. Pues cada una de ellas es competencia o bien de la AALOG o bien de las empresas civiles. [6] [7]

3. Estudio de la calidad

Para este apartado del trabajo se han realizado cuatro encuestas distintas según pertenezca el encuestado al primer, segundo, tercero o cuarto escalón. Aunque para el tercer y cuarto escalón esta resulta más bien una entrevista debido al pequeño número de personal al que se ha realizado y a la gran cantidad de información que se ha recogido. Un modelo de cada una de las encuestas y/o entrevista se encuentra en el anexo A, mientras que los resultados de dichas encuestas se muestran a continuación en las siguientes tablas.

Estas encuestas se realizaron durante el mes de septiembre de 2017, en la base General Álvarez de Castro de San Clemente, donde se hicieron las prácticas externas, y por tanto son exclusivas para el VCI Pizarro fase 1.

Encuesta del primer escalón: número total de encuestados 17 de una población de 31.

pregunta1	opción a	41%	7
	opción b	12%	2
	opción c	24%	4
	opción d	24%	4
pregunta2	barra torsión	47%	8
	cadenas/zapatatas	29%	5
	tope hidráulico	24%	4
pregunta3	Display de la cámara térmica	29%	5
	otros	29%	5
	ns / nc	41%	7
pregunta4	baterías	41%	7
	ns / nc	59%	10
pregunta5	7,5Horas	59%	10
	9Horas	29%	5
	10Horas	12%	2

Tabla 3.1 Respuestas a las encuestas del 1º escalón.

Para visualizar los resultados de una forma más gráfica, se ha realizado el siguiente histograma.

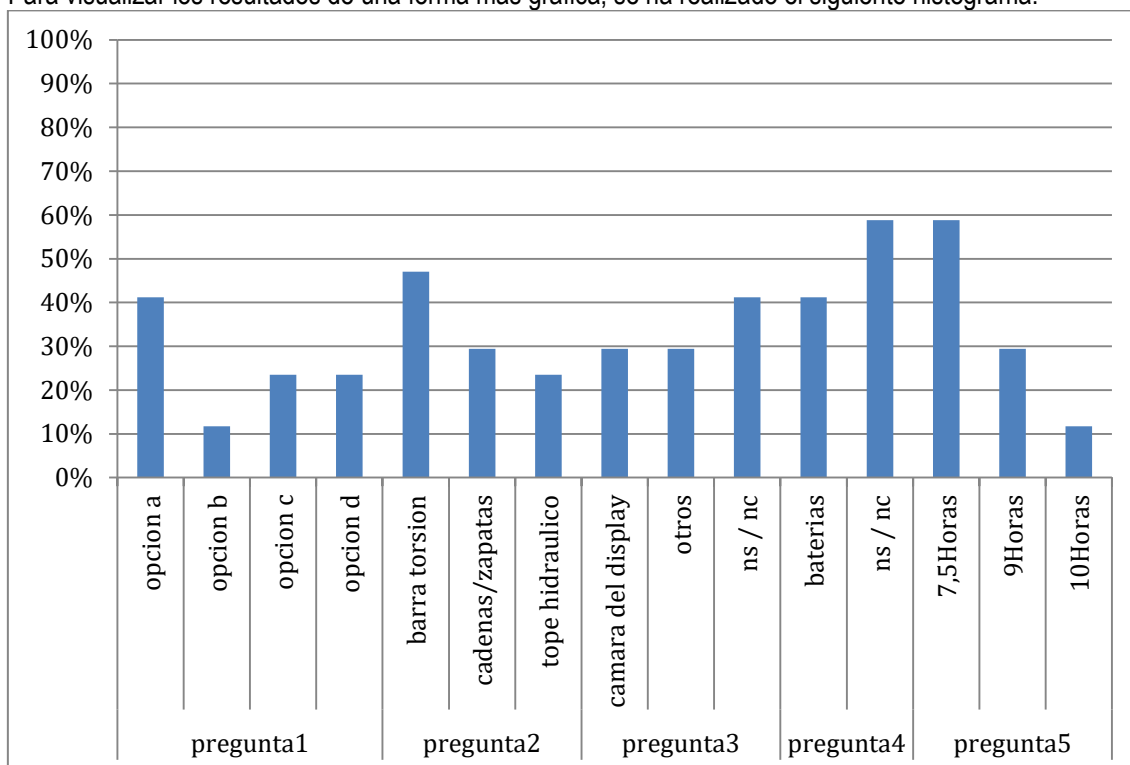


Tabla 3.2 Histograma de la encuesta al primer escalón

A priori podemos concluir que el mayor número de averías se producen en la barcaza y que suelen estar focalizadas en el tren de rodaje.

Además de la encuesta, al primer escalón también se le realizó una entrevista, considerando su opinión como “opinión de expertos” pues son los usuarios encargados de su empleo táctico, y por tanto conocen las necesidades operativas del vehículo. A la pregunta de qué mejorarían o añadirían al vehículo, se propusieron las siguientes:

- Incorporar inhibidores para la lucha contra IED
- Incorporar kit de blindaje Slat
- Sistema BMS-Lince interoperable.
- Sistema de blindaje activo
- Incorporar un misil C/C en el exterior de la torre
- Sustituir los lanzaingenios para que todos puedan disparar granadas de fragmentación

Estas propuestas se trataran en el apartado 4 de la memoria.

Encuesta segundo escalón, número total de encuestados 9, de una población de 22.

pregunta 1	opción a	56%	5
	opción b	44%	4
	opción c	0%	0
pregunta 2	opción a	33%	3
	opción b	67%	6
	opción c	0%	0
pregunta 3	opción a	78%	7
	opción b	22%	2
	opción c	0%	0
pregunta 4	opción a	44%	4
	opción b	11%	1
	opción c	22%	2
	opción d	22%	2
pregunta 5	barra torsión	100%	9
pregunta 6	Display de la cámara térmica	100%	9
pregunta 7	baterías	100%	9
pregunta 8	opción a	22%	2
	opción b	78%	7
pregunta 9	opción a	67%	6
	opción b	33%	3
pregunta 10	opción a	56%	5
	opción b	44%	4

Tabla 3.3 Respuestas a la Encuesta del 2º escalón.

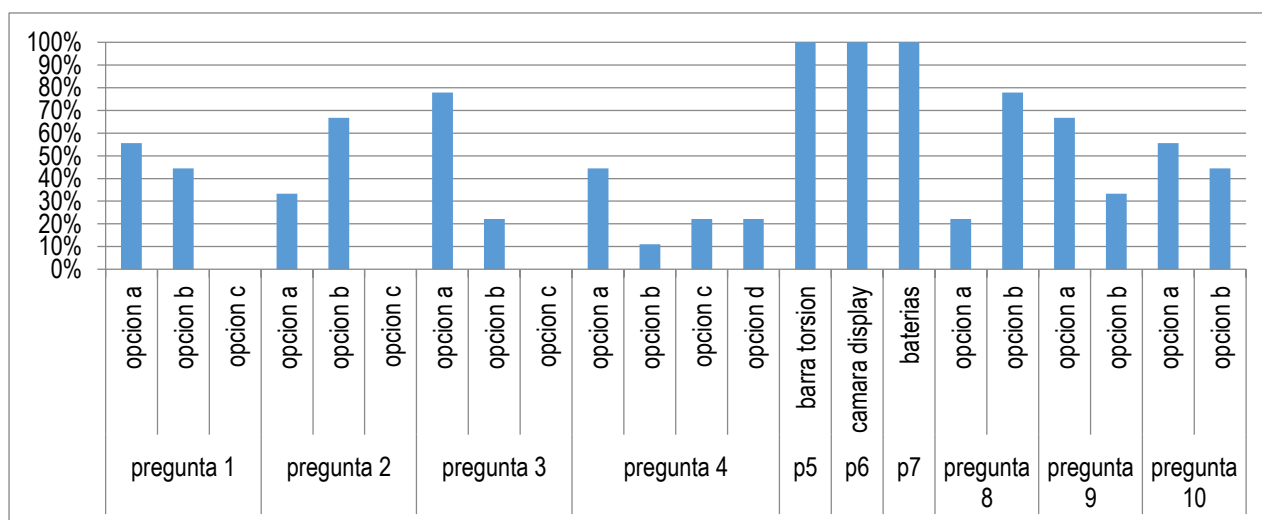


Tabla 3.4 Histograma de la Encuesta al 2º escalón.

De los resultados de esta encuesta podemos afirmar que el VCI Pizarro en sí no provoca un número problemático de averías, pero sí que una mayoría de estas se originan por un número reducido de motivos. Esto nos sirve de guía sobre qué aspectos del VCI Pizarro fase 1 habría que solventar en primer lugar.

De entre estos problemas sabemos que algunos ya han sido mejorados del fase 1 al fase 2, como la mejora del primer par de barras de torsión o la cámara térmica, tal y como se vio en la descripción técnica del vehículo.

De las preguntas relativas al proceso de mantenimiento se puede concluir que este se realiza sin grandes contratiempos, con la salvedad de que falta personal del Ejército de Tierra del cuerpo de Especialistas (mecánicos).

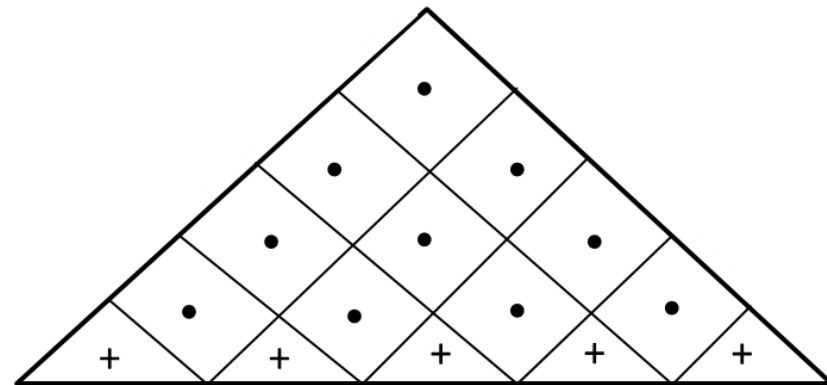
El personal del segundo escalón, al ser preguntados qué mejorarían del Pizarro para facilitar su mantenimiento, sugirieron que se les proporcionara repuestos de mejor calidad que aguanten más tiempo.

Para el siguiente escalón de mantenimiento se realizó una entrevista con el personal de las empresas civiles de JPG e INDRA, encargados de la barcaza y de la torre respectivamente, y que se encontraban en el Batallón Badajoz. Su escaso número permitió la realización de una entrevista personal en lugar de realizar una encuesta.

Los mecánicos de JPG al ser preguntados destacaban algo similar a lo visto anteriormente en las encuestas, y es que las averías ocasionadas en el grupo motor-propulsión (motor, transmisión y pasos finales) eran de escasa ocurrencia, siendo la mayor parte de las labores realizadas de mantenimiento preventivo, esto es el cambio de filtros y aceites al grupo motor-propulsor. Sin embargo también se realizaron labores de mantenimiento correctivo: cambio de barras de torsión, cambio de zapatas de la cadena, cambio de ruedas de marcha. Estas se originan por el desgaste natural de su uso según los mecánicos de JPG.

El personal de la empresa INDRA, encargada de los sistemas de la torre del vehículo, apuntó que la dirección de tiro, el sistema eléctrico y demás sistemas no suelen dar problemas, y no son por tanto de relevancia para su estudio. Sin embargo en los medios de visión señalaban que los fallos se focalizan en el *display* de la cámara térmica debido a un fallo de diseño, al disponer de menos espacio del recomendable. Ello origina que se sobrecaliente y ocasione la avería.

3.1. Análisis de las mejoras entre el VCI Pizarro fase 1 y 2



Dirección de mejora	↑	↑	↑	↑	↑
Qué / cómo	Mejorando las barra de torsión	Gama de marchas (nº)	Caballaje (CV)	Existencia misil C/C	Existencia kit modular
Que tenga buena suspensión	9	1	1	1	3
Que la trasmisión sea eficaz	1	9	1	1	3
Que el motor sea potente	1	3	9	1	3
Que tenga potencia de fuego	1	1	1	9	1
Que tenga más protección	1	1	1	1	9

Importancia (1-5)
4
4
5
5
4

Producto en rediseño	Fase 1	Ulán
4	3	3
4	3	3
4	3	4
2	2	2
3	3	4

Objetivo (1-5)	Ratio de mejora	Argumento de venta (1/1,2/1,5)	Ponderación absoluta	Ponderación relativa (%)	Orden de importancia
5	1,25	1,2	6	14,53	4
4	1	1,2	4,8	11,62	5
4	1	1,5	7,5	18,16	3
4	2	1,5	15	36,32	1
4	1,333333333	1,5	8	19,37	2
			Total=41,30		

Ponderación absoluta	216,22	229,30	245,28	390,56	343,58
Ponderación relativa %	15,174	16,092	17,213	27,409	24,112
Orden de importancia	5	4	3	1	2
Valoración técnica	SI/NO	Nº	CV	SI/NO	SI/NO
Producto en estudio	SI	32	720	NO	NO
Fase 1	NO	6	600	NO	NO
Ulán	NO	6	720	NO	SI

Objetivo técnico	SI	32	900	SI	SI
------------------	----	----	-----	----	----

Dificultad objetivo técnico (1-5)	2	1	2	4	2
-----------------------------------	---	---	---	---	---

Tabla 3.5 Despliegue Funcional de la Calidad

Si bien el análisis realizado en el apartado 3.2, a continuación de este, muestra al vehículo Pizarro como el vehículo más idóneo para la consecución de los objetivos de la unidad, dado su coste y demás características relevantes, el trabajo aquí realizado pretende ir más allá y avanzar en la mejora continua de su calidad. Se pretende con ello proponer mejoras que permitan aumentar aquellas capacidades operativas del vehículo que resulten de mayor utilidad para el éxito de las misiones encomendadas, dadas las importantes restricciones económicas existentes. Ello implica conocer las necesidades de la unidad y conocer los vehículos de otros ejércitos. Con esta finalidad se aplica la metodología basada en el despliegue funcional de la calidad (QFD), la cual permite traducir las necesidades y requerimientos de la unidad en unas características técnicas del vehículo.

En el Despliegue Funcional de la Calidad, recogido en la tabla 3.5., se ha tenido en cuenta no solo el VCI Pizarro en sus dos versiones sino que también se ha añadido al VCI Ulán, que como ya se ha visto es un vehículo hermano del Pizarro al estar los dos diseñados por ASCOD. Aunque las diferencias son pocas, algunas son sustanciales. Considerando el VCI Pizarro fase 2 como el producto en rediseño, y el Pizarro fase 1 y el Ulán como competencia, podemos hacer un análisis de las distintas versiones fabricadas por ASCOD y determinar si las modificaciones del Pizarro fase 2 frente al fase 1 han sido o no acertadas y avanzar cuál podría ser la versión próxima a la luz del análisis.

Para ello en el apartado de los “Qués” se recogen aquellos aspectos que fueron atendidos o modificados de una fase a otra, además de otros requerimientos manifestados por los usuarios del VCI como de interés para alcanzar un VCI de calidad, estos son los oficiales destinados en la 1ª compañía del Bón. Badajoz. Del mismo modo, con la opinión de estos expertos se seleccionan los distintos “Cómos” o especificaciones que permitirían mejorar en esos aspectos. Posteriormente hay una matriz que relaciona los “Qués” con los “Cómos”, según sea fuerte, medio, o débil (9, 3, 1). Y se establece la relación entre los “Cómos”: nula, positiva o negativa (*,+,-). Se evalúa la importancia de cada “Qué”, marcando cual es el objetivo y la situación actual de cada vehículo. Se valora numéricamente los aspectos que hacen más “atractivo” al vehículo según sea alto, medio, o bajo (1; 1,2; 1,5) (Argumento de Venta). Una vez finalizada las valoraciones y definido el ratio de mejora según el argumento empieza el análisis, en el que se ven las distintas ponderaciones. A la derecha se evalúa en función del mercado y abajo según las ventajas e inconvenientes de la evaluación competitiva técnica. Es decir, a la derecha tenemos la ponderación absoluta y relativa de qué se tiene que mejorar en el producto en rediseño en función del estado del mercado y los objetivos que se habían definido al principio. Después se ordena por importancia y podemos ver que sus puntos débiles son la potencia de fuego y la protección, mientras que el motor, la transmisión y la suspensión se encuentran en niveles óptimos.

La tabla de abajo nos muestra otra ponderación absoluta y relativa, que nos dice qué hay que mejorar del vehículo en función de los “cómos” y de los objetivos que estaban fijados para el producto, por lo que nuevamente observamos que, según el orden de importancia, las mejoras deberían realizarse en potencia de fuego y en protección mientras que la situación en motor, transmisión y suspensión es óptima. Por último tenemos una escala de 1 a 5 de la dificultad técnica en conseguir los objetivos. Ya sabemos que el motor, transmisión y suspensión fueron mejoradas entre el fase 1 y el fase 2 por lo tanto su grado de dificultad es bajo, y en el caso de la transmisión innecesaria. También sabemos que el Ulán incorpora blindaje compuesto adicional y al ser de la misma “familia” que el Pizarro el cambio supone poca dificultad. Sin embargo para la adopción de un misil C/C, al no estar planteado en el diseño original del vehículo requeriría de un proyecto propio, con su tiempo y costes añadidos, por tanto el grado de dificultad es alto.

En vista a los resultados se podría decir que las mejoras en el motor, la transmisión y la suspensión entre los fase 1 y los fase 2 cumplieron de forma satisfactoria con los requerimientos del vehículo, pero se olvidaron de incrementar aspectos necesarios como son la potencia de fuego y la protección, características que son las más valoradas por los usuarios.

3.2. Estudio comparativo de las capacidades del VCI en el ámbito multinacional

La participación de nuestro ejército en la OTAN y en misiones internacionales, tal y como se mencionaba en el apartado dos de Antecedentes, aconseja realizar un estudio que ponga en evidencia la situación competitiva del VCI Pizarro en el ámbito multinacional. La consecución de los objetivos asignados al ejército español en tales misiones no radica exclusivamente en sus propios medios materiales y humanos, como puede ser el VCI aquí analizado, sino también de los medios utilizados por el resto de ejércitos, aliados y enemigos.

Por ello, la investigación realizada en esta sección pretende jerarquizar u ordenar los VCI utilizados en diferentes países según su idoneidad para el uso y consecución de objetivos en las unidades mecanizadas del ejército español. Ello además permitirá juzgar el grado de optimalidad de la decisión adoptada previamente respecto a la adquisición del VCI Pizarro.

Dada la multiplicidad de factores que podrían ser importantes en la valoración de este tipo de vehículos se consideró apropiado utilizar una metodología de análisis multicriterio que además aunara sencillez y rigurosidad. Se optó por la metodología AHP (Proceso de Análisis Jerárquico), desarrollada por Saaty [8], por ser una herramienta de gran utilidad en la toma de decisiones complejas en donde interactúan varios factores, a menudo en conflicto. Prueba de esta utilidad son sus numerosas aplicaciones [9] [10].

Los tipos de vehículos a analizar, considerados como alternativas, son los siguientes: el Bradley americano, el BMP-T ruso, FV510 Warrior británico, y por supuesto el VCI Pizarro español fase 2.

La información necesaria para el análisis la han proporcionado los Jefes de Vehículo (JV), dada su dilatada experiencia. En primer lugar, se establecen los criterios considerados relevantes para la consecución de los objetivos. Son los siguientes:

- Potencia de fuego (calibre armamento principal) y Capacidad contra-carro.
- Protección tanto pasiva como reactiva.
- Movilidad (caballaje y potencia del motor).
- Coste del vehículo.

Pueden verse, a continuación, las características de cada vehículo respecto a cada criterio:

Pizarro fase 2: producido en 1996.

- Movilidad: pesa 29TM, un caballaje de 720 CV, autonomía de 500km
- Potencia de fuego: cañón principal de 30mm
- Protección: acero reforzado con blindaje reactivo
- Coste: 4.67 millones de € por unidad

Bradley M-2: producido en 1981 y última versión mejorada del 2000, a partir de los vehículos en servicio.

- Movilidad: pesa 30TM, un caballaje de 600CV, autonomía de 483
- Potencia de fuego: cañón principal de 25 mm, además de lanzador de misil C/C Tow
- Protección: aluminio reforzado con planchas de acero y blindaje reactivo
- Coste: 3,166 millones de euros por unidad

BMP-T: producido en 2002 aproximadamente.

- Movilidad: pesa 53TM, un caballaje de 1000CV, autonomía de 550km
- Potencia de fuego: cuenta con dos cañones principales de 30mm, dos lanzagranadas de 30mm, y cuatro lanzadores de misiles C/C de 130mm
- Protección: 750mm de materiales compuestos, Kontakt-5 ERA blindaje reactivo
- Coste: no consta, debido a la confidencialidad de este país y por lo tanto se le puntuara de forma negativa. Además de no ser un país perteneciente a la OTAN y que no cumple con los STANAG. (lo que sin duda lo encarecería aún más en la hipotética situación de adquirirlo)

FV510 Warrior: producido en 1984

- Movilidad: pesa 25,4 TM, un caballaje de 600 CV, y una autonomía de 660km

- Potencia de fuego: cañón principal de 30mm
- Protección: aluminio, con la posibilidad de incorporar kits de blindaje reactivo
- Coste: no consta por que no se producen hoy en día, por lo que se le puntuara de forma negativa.

Schutzenpanzer Puma: producido en 2009.

- Movilidad: pesa 38TM, un caballaje de 1100HP (1115,18 CV), y autonomía de 600km
- Patencia de fuego: cañón principal de 30mm máuser MK 30-2 (mismo cañón que el VCI Pizarro), y posibilidad de ajustar un misil C/C Spike-LR
- Protección: materiales compuestos laminados, más blindaje reactivo
- Coste: 7,6 millones por unidad

En segundo lugar, y según opinión de los expertos, se determina la importancia de cada criterio frente a cada uno de los demás criterios, gracias a una comparación por pares y en base a la escala de comparación de Saaty recogida en la tabla 3.6. Estas valoraciones quedan recogidas en la matriz de comparación de criterios (tabla 3.15.). Siguiendo el mismo procedimiento, y para cada uno de los criterios, se establece la importancia relativa de cada alternativa (tipo de vehículo) frente a cada una de las demás alternativas, obteniéndose una matriz de comparación de alternativas para cada criterio (tablas 3.7. / 3.10.).

Escala	Definición	Explicación
1	Igualmente preferida	Los dos criterios contribuyen igual al objetivo
2		
3	moderadamente preferida	La experiencia y el juicio favorecen un poco a un criterio frente al otro
4		
5	Fuertemente preferida	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a un criterio frente al otro
6		
7	muy fuertemente preferida	Un criterio es favorecido muy fuertemente sobre el otro. En la práctica se puede demostrar su dominio
8		
9	Extremadamente preferida	La evidencia favorece en la más alta medida a un factor frente al otro

Tabla 3.6 Escala de evaluación de Saaty.

criterio	potencia de fuego					
	alternativas	Pizarro	BMPT	Bradley	Warrior	Puma
Pizarro		1	1/5	1/3	1	1/3
BMPT		5	1	4	5	2
Bradley		3	1/4	1	3	1/3
Warrior		1	1/5	1/3	1	1/3
Puma		3	1/2	3	3	1

Tabla 3.7 Matriz de comparación de alternativas por pares según Potencia de Fuego

critério	Movilidad				
alternativas	Pizarro	BMPT	Bradley	Warrior	Puma
Pizarro	1	7	5	3	4
BMPT	1/7	1	1/5	1/3	1/4
Bradley	1/5	5	1	2	1/3
Warrior	1/3	3	1/2	1	1/3
Puma	1/4	4	3	3	1

Tabla 3.8 Matriz de comparación de alternativas por pares según Movilidad

critério	protección				
alternativas	Pizarro	BMPT	Bradley	Warrior	Puma
Pizarro	1	1/3	3	6	1/3
BMPT	3	1	5	5	1
Bradley	1/3	1/5	1	3	1/5
Warrior	1/6	1/5	1/3	1	1/4
Puma	3	1	5	4	1

Tabla 3.9 Matriz de comparación de alternativas por pares según Protección

critério	coste				
alternativas	Pizarro	BMPT	Bradley	Warrior	Puma
Pizarro	1	7	3	5	5
BMPT	1/7	1	1/7	1	1/7
Bradley	1/3	7	1	5	3
Warrior	1/5	1	1/5	1	1/5
Puma	1/5	7	1/3	5	1

Tabla 3.10 Matriz de comparación de alternativas por pares según Coste

Partiendo de las matrices de comparación anteriores, y mediante álgebra matricial, se obtienen los vectores de prioridades, o pesos relativos, tanto de los criterios como de las alternativas dentro de cada criterio, estos se calculan tras normalizar las anteriores matrices. Con estos vectores de prioridades se construye la matriz de decisión (tabla 3.18.) que permite obtener una valoración global para cada alternativa, o tipo de vehículo, mediante un modelo aditivo lineal simple. A continuación se muestran las matrices normalizadas con su correspondiente vector de prioridad:

Pizarro	BMPT	Bradley	Warrior	Puma	V.PRIORIDAD
1/13	4/43	1/26	1/13	1/12	16/217
5/13	20/43	6/13	5/13	1/2	278/633
3/13	5/43	3/26	3/13	1/12	139/895
1/13	4/43	1/26	1/13	1/12	16/217
3/13	10/43	9/26	3/13	1/4	8/31

Tabla 3.11 Matriz normalizada de Potencia de Fuego

Pizarro	BMPT	Bradley	Warrior	Puma	V.PRIORIDAD
420/809	7/20	50/97	9/28	48/71	293/615
60/809	1/20	2/97	1/28	3/71	9/202
84/809	1/4	10/97	3/14	4/71	47/323
140/809	3/20	5/97	3/28	4/71	65/604
105/809	1/5	30/97	9/28	12/71	75/332

Tabla 3.12 Matriz normalizada de Movilidad

Pizarro	BMPT	Bradley	Warrior	Puma	V.PRIORIDAD
2/15	5/41	9/43	6/19	20/167	128/711
2/5	15/41	15/43	5/19	60/167	189/544
2/45	3/41	3/43	3/19	12/167	74/887
1/45	3/41	1/43	1/19	15/167	20/383
2/5	15/41	15/43	4/19	60/167	63/187

Tabla 3.13 Matriz normalizada de Protección.

Pizarro	BMPT	Bradley	Warrior	Puma	V.PRIORIDAD
105/197	7/23	315/491	5/17	175/327	367/795
15/197	1/23	15/491	1/17	5/327	17/379
35/197	7/23	105/491	5/17	35/109	220/839
21/197	1/23	21/491	1/17	7/327	42/769
21/197	7/23	35/491	5/17	35/327	50/283

Tabla 3.14 Matriz normalizada de Coste

A continuación se muestran los mismos principios de decisión para preferenciar los criterios entre sí.

	P. Fuego	Movilidad	Protección	Coste
P. Fuego	1	2	3	2
Movilidad	1/2	1	3	3
Protección	1/3	1/3	1	2
Coste	1/2	1/3	1/2	1

Tabla 3.15 Matriz de comparación de criterios

	P. Fuego	Movilidad	Protección	Coste
P. Fuego	3/7	6/11	2/5	1/4
Movilidad	3/14	3/11	2/5	3/8
Protección	1/7	1/11	2/15	1/4
Coste	3/14	1/11	1/15	1/8

Tabla 3.16 Matriz normalizada de criterios

Vector de prioridad	
Potencia de Fuego	365/899
Movilidad	59/187
Protección	83/538
Coste	99/797

Tabla 3.17 Vector de prioridad de los criterios

	P. Fuego	Movilidad	Protección	Coste
Pizarro	16/217	293/615	128/711	367/795
BMPT	278/633	9/202	189/544	17/379
Bradley	139/895	47/323	74/887	220/839
Warrior	16/217	65/604	20/383	42/769
Puma	8/31	75/332	63/187	50/283

Tabla 3.18 Matriz de vectores de prioridad de las alternativas

Finalmente haciendo la multiplicación matricial de los vectores de prioridad, tanto de las alternativas como de los criterios, y se obtiene la matriz de decisión:

	en tanto por 1	en tanto por 100
Pizarro	0,265364498	26,54%
BMPT	0,251535578	25,15%
Bradley	0,15440639	15,44%
Warrior	0,078729581	7,87%
Puma	0,249963954	25,00%

Tabla 3.19 Vector de preferencia de las alternativas

Esta última tabla muestra como su propio nombre indica el nivel de preferencia entre las alternativas, en la que el VCI Pizarro nos representa su situación competitiva, siendo la mejor alternativa para el Ejército español, por su coste y al ser un vehículo diseñado y fabricado en gran medida en España.

A la vista de los resultados de estos estudios podemos concluir que el VCI Pizarro diseñado por ASCOD es un vehículo moderno y equilibrado en cuanto a protección, armamento y movilidad, pues muchas veces estas características van en detrimento unas con otras y hay que igualarlas, pero a pesar de ello podemos extraer dos carencias que sufre hoy por hoy el Pizarro.

Estas son la ausencia de un misil C/C exterior montado sobre la torre del vehículo y la segunda son las últimas mejoras en blindaje pasivo con materiales compuestos, los cuales hasta hace no mucho estaban reservados para los carros de combate de última generación.

En cuanto a los otros vehículos, sus principales carencias son que el Bradley y el Warrior pertenecen a una generación anterior y están anticuados. El BMPT además de ser Ruso y estar fuera de la OTAN, por lo tanto no cumple con los criterios STANAG, se desconoce su coste por el hermetismo de este país en sus programas de defensa, pero también tiene un peso excesivo y por tanto los consiguientes problemas de movilidad. Para el Puma alemán, que es el más moderno de todos, el principal problema es el coste ya que es el más caro de todos ellos.

En relación a este último, que cuenta con la capacidad de instalarle un misil C/C Spike LR (el mismo con el que cuenta España para Defensa Contra Carro) en forma de kit desmontable, podría ser una solución a la carencia que sufre el VCI Pizarro como se verá más adelante.

La importancia de este punto la podemos apreciar en la siguiente lección aprendida, donde se puede ver su gran utilidad táctica: en la batalla de *73 easting* enmarcada en la operación Tormenta del Desierto en la que los Bradley M-2 derrotaron a los CC T-72, que aunque más antiguos no dejan de ser un carro de combate y contaban con mayor blindaje y potencia de fuego, por lo que sin los misiles TOW los Bradley M-2 no hubieran tenido nada que hacer.

3.3. Análisis de las formas más comunes de fallo

Para este apartado se han utilizado los datos extraídos de la herramienta SIGLE (Sistema Integrado de Gestión Logística del Ejército), donde se puede ver el histórico de todas las tareas de mantenimiento realizadas a los VCI Pizarro fase 1 de la unidad en cuestión desde su entrada en servicio hasta el día de hoy.

Con esto se pretende ver cuáles son las partes del Pizarro que suelen provocar más fallos, para posteriormente determinar si es necesario mejorar algún aspecto del VCI.

Para ello se ha seleccionado una muestra de 5 vehículos en el periodo comprendido entre enero de 2003 y septiembre de 2017. Y con ello se pretende contrastar de una forma cuantitativa lo analizado en las encuestas y entrevistas

Matrícula / año	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
ET-098900-VE	Cambio de filtros cambio de 4 ruedas de marcha Rep. Display cámara térmica	1 cambio de las barras de torsión	reparación de 1 amortiguador hidráulico	Cambio de las zapatas Rep. Amortiguador de caucho	cambio del difusor cambio de filtros	ajuste del freno mecánico	1 cambio de las barras de torsión	Rep. Display cámara térmica	1 cambio de barras de torsión cambio de las baterías sustitución ruedas de marcha (4)	cambio de los faldones cambio de las zapatas	Rep. Display cámara térmica	cambio de la rueda tensora 1 cambio de barras de torsión	cambio de las baterías cambio de faldones y zapatas	Rep. General de chapa cambio rueda tractora
ET-098901-VE	cambio de las zapatas	cambio de filtro	cambio de las baterías, 1 cambio barras de torsión	1 cambio de las barras de torsión	cambio de la rueda tensora	Cambio de juntarse. Display cámara térmica	cambio de las baterías	2 cambios de barras de torsión	Rep. Display cámara térmica	cambio de las zapatas, 1 cambio de las barras de torsión	cambio de las baterías	cambio rueda tractora	cambio de las zapatas	Cambio de las baterías Rep. Display cámara térmica
ET-098903-VE	cambio de las ruedas de marcha	cambio de las zapatas cambio de los faldones	Ajuste del freno mecánico Rep. Display cámara térmica	1 cambio de las barras de torsión	cambio de juntas	Rep. General de chapa	2 cambios de barras de torsión	Cambio de baterías Rep. Display cámara térmica	cambio del difusor cambio de las zapatas	2 cambios de barras de torsión	Rep. Amortiguador de caucho	Rep. Display cámara térmica	cambio de las zapatas	cambio de juntas cambio de ruedas de marcha ²
ET-098904-VE	cambio de los faldones 2 cambios barras de torsión	1 cambio de las barras de torsión	Cambio de las baterías Rep. Display cámara térmica	cambio de faldones cambio de ruedas de marcha 3	reparación de un amortiguador hidráulico	cambio de la rueda tensora cambio de juntas	3 cambios de barras de torsión	cambio de las baterías cambio de la rueda tensora	Rep. General de chapa	ajuste del freno mecánico	2 cambios barras de torsión	cambio de las baterías	cambio de 3 ruedas de marcha	cambio rueda tractora
ET-098905-VE	cambio de las zapatas	cambio de la bomba de achique	1 cambio de barras de torsión	Cambio de baterías Rep. Display cámara térmica	cambio de ruedas de marcha (5)	cambio de las zapatas	1 cambio de las barras de torsión	cambio de baterías	cambio de filtros, 2 cambios de barras de torsión	cambio de juntas	1 cambio de las barras de torsión	1 cambio de barras de torsión	cambio de las zapatas	Rep. Display cámara térmica

Tabla 3.20 Histórico de las acciones correctivas.

De todas estas acciones correctivas que se han resumido en la anterior tabla 3.20. se tendrán en cuenta las siguientes para la aplicación de la metodología Análisis Modal de Fallos y Errores (AMFE): barras de torsión, display de la cámara térmica, cambio de baterías, y cambio de zapatas. Esto se debe al asesoramiento realizado por los mecánicos de JPG e INDRA, como "opinión de expertos", pues bien estos fallos presentan un fallo en su diseño o bien se encuentran con un número elevado de ocurrencia. Utilizando esta herramienta se quiere calcular el índice de prioridad de fallos que es igual a la gravedad de la avería por la ocurrencia de esta y por la probabilidad de detección, cada uno de estos tres factores va desde 0 hasta 4, siendo el 4 la más grave, la que más ocurre y con una probabilidad de detección alta, por lo que se considerara que un fallo es crítico si supera un índice de prioridad de fallos de 16 o más.

avería	gravedad	ocurrencia	detección	índice de prioridad de fallos
rotura barras de torsión	2	3	4	24
cadena inoperativa (falta de zapatas)	3	2,5	4	30
cambio de baterías	1	2	4	8
Display de la cámara térmica	2	2	4	16
Brazo rotativo	3	1	2,5	7,5

Tabla 3.21. Índice de prioridad de fallos.

De lo que se deduce que los fallos de las barras de torsión, falta de zapatas y el display de la cámara son críticos, es decir, tienen un índice GOD alto y de cierta gravedad, y eso nos indica en que aspectos se puede mejorar el mantenimiento, objeto del siguiente capítulo, en el apartado 4.2. definición de mejoras relativas al mantenimiento.

4. Propuestas de mejora

4.1. Definición de mejoras relativas al producto

Blindaje: tal y como se ha visto, la situación del Pizarro en lo relativo a la protección no es ningún punto crítico pero, aun así, tiene alguna carencia que puede ser salvada con alguna mejora. Estas carencias se deben al año de diseño del vehículo (1984), que provocan que se vaya quedando anticuado, pues las últimas tendencias son construirlos de materiales compuestos que ofrecen una mayor protección con un peso menor y que, para el año de fabricación del Pizarro, parecía exclusivo de los carros de combate. Aun así un vehículo de estas características, sobre todo debido al coste de fabricación que conlleva, no se puede sustituir con tanta prontitud. Consecuentemente debe pasar por actualizaciones, y concretamente a este problema planteado se vislumbran varias soluciones: incorporar sistemas de protección activa, estos sistemas van desde inhibidores de frecuencia para artefactos IED, hasta a sistemas integrados de radar para lanzar señuelos a los proyectiles en vuelo antes de que impacten en el vehículo, aunque estos sistemas no se plantean necesarios en un VCI pues a día de hoy aún se están incorporando a los CC los segundos, y unos inhibidores se plantean innecesarios pues el VCI Pizarro no despliegue en ambientes con amenaza IED.

O bien se podría estudiar la posibilidad de añadir kits de blindaje compuesto. Esta medida ya fue tomada por el ejército americano para su IFV Bradley M2 y el ejército austriaco en su versión del Pizarro ASCOD Ulán, el cual en vez de llevar blindaje reactivo lleva placas de blindaje compuesto MEXA. Esta medida consistiría en superponer, en ciertas zonas del vehículo, láminas de estos materiales, de la misma forma en la que se coloca el blindaje reactivo y que, lógicamente, como en todos los carros, estarían localizadas en ciertas partes del vehículo. Estas son la parte frontal, tanto del casco como de la torre. Un inconveniente de esta solución sería el peso añadido del mismo, que podría originar averías en el tren de rodaje, además de disminuir las características de movilidad al haber menor relación de caballaje/peso.

Además llegados a este punto se tendría que estudiar si se desecha el blindaje reactivo SABBLIR o se usa conjuntamente con el blindaje compuesto MEXA, redundando aún más en su peso.

Otra posibilidad sería la de incorporar un kit de blindaje Slat. Este consiste en colocar en la parte exterior del vehículo una rejilla metálica con la que se pretende desbaratar el efecto de los proyectiles de carga hueca. Estos proyectiles tienen un espaciado en forma de cono que permite concentrar la fuerza del explosivo en un punto, formando un dardo que perfora el blindaje. Al colocar la rejilla se consigue un espacio entre esta y el vehículo. Esta distancia hace que el dardo perforante de la carga hueca se disipe y pierda su eficacia. La sencillez de este sistema, su poco peso y su reducido coste la convierten en una gran solución para protegerse ante estos proyectiles, ampliamente usados por la insurgencia y ejércitos convencionales (como el conocido lanzagranadas RPG).

Partiendo de esta alternativa es conveniente mencionar que el blindaje reactivo tiene como principal propósito desbaratar este dardo de los proyectiles con carga hueca al detonar la capa de explosivo incorporada en el blindaje. Por lo tanto una combinación de blindaje compuesto con *Slat* ofrecería mayor protección que solamente el blindaje reactivo actual que lleva el VCI Pizarro.

Motor: la sustitución del motor del fase 1 por otro de mayor potencia se ha demostrado como óptima, y se debería actualizar en todos los VCI. Además, la adquisición de un motor de más caballaje permitiría resolver el inconveniente asociado a la mejora en protección. Es decir, incrementando el caballaje, y mejorando la suspensión, se rediseñaría el vehículo para mantener sus capacidades con un mayor peso y, de esta forma, poder añadir un kit de blindaje compuesto.

Armamento: por norma general un Vehículo de Combate de Infantería suele estar equipado, como arma principal, con un cañón ligero de entre 20 y 40 mm de tiro automático. De este modo el cañón máuser MK 30-2, y la dirección de tiro diseñada por la empresa INDRA, cumplen perfectamente su función. Sin embargo, en este punto se ha encontrado uno de los principales déficits del VCI, y es la falta de un misil C/C en el exterior de la torre, como el que llevan los mejores VCI disponibles en el mercado hoy en día, tal y como se vio en el análisis AHP. Teniendo en cuenta que la mayor amenaza para un Vehículo de Combate de Infantería es un carro de combate y un helicóptero, con esta medida se equiparía de medios al Pizarro para enfrentarse a ellos, puesto que el misil Spike LR que usa el Ejército español tiene capacidad anti-aérea. Este problema podemos ejemplificarlo con el VCI del Ejército alemán, que además usa también el misil Spike LR y que, en su caso, se ha optado por considerarlo en el diseño como un kit montable y desmontable. Obviamente esta medida ofrece considerables ventajas en costes, pues bastaría con equipar con este sistema los VCI desplegados en misión en el extranjero, y un número reducido de ellos en las unidades, para las necesidades básicas de instrucción.

Además, la medida de incorporar un misil C/C en el exterior de la torre supondría un cambio en la estructura orgánica actual de las unidades de Infantería Mecanizada que cuentan con una unidad de apoyo de Defensa Contra Carro (sección o pelotón dependiendo de a qué unidad apoyen), la cual ya no sería necesaria.

Suspensión: a la luz de los estudios realizados la frecuencia con la que se parten las barras de torsión de la primera y última rueda de marcha sugiere que sean reforzadas y se aumente el grosor de las mismas. Esta mejora ya se realizó para el fase 2, pero sólo para la primera rueda de marcha. Sería conveniente realizarlo también para el último par de barras de torsión, y por supuesto actualizar todos los VCI Pizarro fase 1 en servicio.

Finalmente, si se optara por seguir las medidas de mejora en la protección, habría que reforzar este aspecto, siendo suficiente, según opinión de los "expertos", mecánicos de JPG, con añadir un amortiguador hidráulico más, en vez de los tres que lleva actualmente a cada lado, para soportar en torno a un 5% más de su peso.

Electrónica: a la vista de la información proporcionada por los cuadros de mando, usuarios del VCI, es altamente recomendable incorporar el sistema lince. Esto no se ha contemplado en este proyecto pues tras una breve investigación se ha visto que el proyecto ya está en marcha. Si bien, actualmente, sólo disponen de este sistema los VCI Pizarro desplegados en Letonia, el propósito es hacerlo extensivo a todos los existentes.

También se ha visto que la cantidad de fallos del display de la cámara térmica, reflejados tanto en las encuestas como en los datos históricos, quedan suplidos con la actualización de la empresa INDRA, al poner una cámara de 2º generación en el VCI Pizarro fase 2. Por ello no se plantea cambiar está a una nueva versión.

Trasmisión: la mejora en este aspecto se ha determinado como satisfactoria, por ello se propone hacer una modernización de todos los vehículos fase 1 con la transmisión RENK a los vehículos fase 2 con la transmisión SAPA, para incrementar su movilidad.

4.2. Definición de mejoras relativas al proceso de mantenimiento

El Sistema Integrado de Gestión Logística (SIGLE) ha demostrado ser una herramienta eficaz para el proceso de mantenimiento, al igual que ocurre con los formularios estandarizados M-2404 y M-2407. Por tanto, no se propone modificación para este punto.

Sin embargo, se ha visto que uno de los principales problemas del mantenimiento es el uso de recambios no originales, provocando una disminución en la vida útil de los mismos y haciendo que el número de vehículos para mantenimiento correctivo en el segundo escalón se eleve. Esto, unido a la escasez de

personal destinado en esta unidad de mantenimiento, desemboca en saturación del taller y aumento del tiempo que están los vehículos ingresados en el escalón, con los consiguientes perjuicios.

Además, la falta de repuestos en zapatas para la cadena, provoca que esta se desgaste y haya que sobre tensarla. De este modo, se pueda partir la cadena y quedar inoperativa, bien por el desgaste propio de no tener zapatas o bien por haberla sobre tensado por este mismo desgaste que va provocando holguras con el tiempo.

Para solventar estos problemas se propone realizar un concurso para ofertar una contrata que proporcione los recambios con la calidad suficiente.

Además se considera relativo al mantenimiento parte de las mejoras propuestas del apartado anterior 4.1. sobre definición de mejoras relativas al producto, pues estas presentan un diseño erróneo y suponen factores críticos al proceso de mantenimiento, tal y como se vio en el apartado 3.3 análisis de las formas más comunes de fallo. Es decir, dado el índice de averías relacionadas con estos aspectos, requieren de un número elevado de recambios, tiempo, y recursos humanos en el taller. Por lo tanto, se podría considerar la propuesta de mejorar el último par de barras de torsión aplicable a este caso.

5. Conclusiones

Como primera medida para la modernización de los Vehículos de Combate de Infantería del Ejército de Tierra español debería proponerse la actualización progresiva de los VCI fase 1 a los fase 2 pues, tal y como se ha ido viendo a lo largo de esta memoria, ofrecen un aumento considerable en sus capacidades operativas. Resumiendo, las modernizaciones que se deberían llevar a cabo y que suponen las diferencias más significativas entre los VCI fase 1 y 2 son:

- Cambiar la cámara térmica
- Cambiar el motor
- Cambiar la transmisión y los pasos finales
- Incorporar las barras de torsión mejoradas para las primeras ruedas de marcha
- Cambiar los guardabarros de goma por los de acero
- Acoplar las rejillas portaequipos en el exterior de la torre
- Cambiar los asientos de la cámara del Elemento de Combate a Pie

De igual forma, uno de los puntos más débiles del VCI es la carencia de un misil C/C en el exterior de la torre, lo cual se ha demostrado indispensable para equiparar nuestro VCI a la altura de los vehículos de nuestros aliados. Por ello debería considerarse como un proyecto futuro a desarrollar, a raíz de los análisis aplicados en esta memoria.

Por otro lado, la protección se plantea como un aspecto a mejorar en el Pizarro, existiendo varias medidas al respecto, desde inhibidores para la lucha IED o sistemas de protección activa, hasta un kit de blindaje compuesto o añadir una protección Slat.

Sin duda la mejora adoptada en este campo debe de ser flexible y adaptarse a las misiones encomendadas. Los inhibidores para la lucha IED quedan descartados, puesto que el Pizarro no despliega en misiones donde exista este tipo de amenaza usada por la insurgencia.

Hoy en día los sistemas de protección activa, y salvo excepciones, se usan de forma generalizada en carros de combate. Teniendo en cuenta que ni siquiera el CC Leopardo lo utiliza, y su elevado coste económico y técnico, queda descartada esta opción.

Sin embargo, el uso de un kit de blindaje compuesto se plantea sencillo, al igual que el conjunto Slat, y ambos deberían ser adaptados según las necesidades del momento y las misiones encomendadas, teniendo en cuenta que existen kits de última generación que concilian el blindaje reactivo y de materiales compuesto, constituyendo un proyecto futuro como resultado de este para su estudio particular.

Por último y como se ha visto a lo largo de este trabajo se propone la realización de un estudio para llevar a cabo las propuestas en mantenimiento, pues este aspecto puede abaratar los costes de las tareas logísticas y alargar la vida útil del vehículo.

6. Bibliografía

- [1] MI-018 Tripulación del VCI Pizarro (fase 1)
- [2] MT6-021 Manual Técnico VCI Pizarro (fase 1)
- [3] MT-103 VCI/C PIZARRO 2ª Fase (2ª Edición) Manual de Tripulación Tomo I/III (Casco)
- [4] MT-103 VCI/C PIZARRO 2ª Fase (2ª Edición) Manual de Tripulación Tomo II/III (Torre)
- [5] MT-103 VCI/C PIZARRO 2ª Fase (2ª Edición) Manual de Tripulación Tomo III/III (Mantenimiento)
- [6] MT-104 Vehículo VCI/C PIZARRO Fase 2 Manual de Mantenimiento de segundo escalón Tomo I: Casco
- [7] MT-104 Vehículo VCI/C PIZARRO Fase 2 Manual de Mantenimiento de segundo escalón Tomo II: Torre
- [8] SAATY, T. (1980) the Analytical Hierarchy Process, John Wiley New York.
- [9] ZAHEDI, F. (1986) "The analytic hierarchy process: a survey of the method and its applications", Interfaces, 16.
- [10] GOLDEN, B., WASIL, E., HARKER, P. (eds) (1989) The Analytical Hierarchy Process: Applications and Studies, Springer Verlag, New York.

Webgrafía

- https://www.militaryfactory.com/armor/detail.asp?armor_id=618
- <http://edicionesparabellum.com/2017/08/09/analisis-del-blindaje-del-vci-puma-el-mas-protegido-de-su-clase/>
- <https://www.militaryfactory.com/armor/index.asp>
- <http://edicionesparabellum.com/2017/03/03/fallos-en-el-vehiculo-blindado-ajax-britanico/>
- <http://www.army.mod.uk/equipment/23237.aspx>
- <http://www.ejercitos.org/2016/10/09/vci-ascod-pizarro/2/>
- <http://abcblogs.abc.es/tierra-mar-aire/public/post/bms-lince-el-novedoso-sistema-de-mando-y-control-de-los-leopardo-y-pizarro-en-letonia-22188.asp/>

Índice de figura

Figura 2-1 M-113 TOA (izquierda) junto al VCI Pizarro (derecha).....	3
Figura 2-2 Cámaras del VCI Pizarro.....	4
Figura 2-3 Dimensiones del VCI Pizarro Fase 1.....	4
Figura 2-4 Dimensiones del VCI Pizarro fase 2.....	5
Figura 2-5 Elementos del tren de rodaje.....	6
Figura 2-6 Elementos de la suspensión.....	6
Figura 2-7 Blindaje barcaza.....	7
Figura 2-8 Blindaje adicional exterior de la torre.....	7
Figura 2-9 Blindaje adicional interior de la torre.....	8
Figura 2-10 Cañón Máuser MK 30-2.....	8
Figura 2-11 Posición Ametralladora MG-3S.....	8
Figura 2-12 Ametralladora MG-3S.....	8
Figura 2-13 Posición de las cuatro baterías de lanzaingenios.....	9
Figura 2-14 Barras de torsión VCI Pizarro fase 2. (MT-103 T1).....	10

Índice de tablas

Tabla 1.1 estructura de desglose de trabajo.....	2
Tabla 2.1 matriz comparativa de las principales diferencias técnicas.....	9
Tabla 3.1 Respuestas a las encuestas del 1º escalón.....	12
Tabla 3.2 Histograma de la encuesta al primer escalón.....	12
Tabla 3.3 Respuestas a la Encuesta del 2º escalón.....	13
Tabla 3.4 Histograma de la Encuesta al 2º escalón.....	14
Tabla 3.5 Despliegue Funcional de la Calidad.....	15
Tabla 3.6 Escala de evaluación de Saaty.....	18
Tabla 3.7 Matriz de comparación de alternativas por pares según Potencia de Fuego.....	18
Tabla 3.8 Matriz de comparación de alternativas por pares según Movilidad.....	19
Tabla 3.9 Matriz de comparación de alternativas por pares según Protección.....	19
Tabla 3.10 Matriz de comparación de alternativas por pares según Coste.....	19
Tabla 3.11 Matriz normalizada de Potencia de Fuego.....	19
Tabla 3.12 Matriz normalizada de Movilidad.....	19
Tabla 3.13 Matriz normalizada de Protección.....	20
Tabla 3.14 Matriz normalizada de Coste.....	20
Tabla 3.15 Matriz de comparación de criterios.....	20
Tabla 3.16 Matriz normalizada de criterios.....	20
Tabla 3.17 Vector de prioridad de los criterios.....	20
Tabla 3.18 Matriz de vectores de prioridad de las alternativas.....	20
Tabla 3.19 Vector de preferencia de las alternativas.....	21
Tabla 3.20 Histórico de las acciones correctivas.....	22
Tabla 3.21. Índice de prioridad de fallos.....	22

Índice de anexos

Anexo A..... Encuestas

ANEXOS A
ENCUESTA 1º ESCALÓN

1. ¿Dónde se producen con mayor frecuencia las averías?
 - a) En la barcaza
 - b) En la torre
 - c) De electrónica
 - d) En ninguna en particular
2. ¿Cuáles son las averías que ha sufrido en la barcaza? ¿y con qué frecuencia?
3. ¿Cuáles son las averías que ha sufrido en la torre? ¿y con qué frecuencia?
4. ¿Cuáles son las averías que ha sufrido de electrónica? ¿y con qué frecuencia?
5. ¿Cuánto tiempo dispone semanalmente para realizar el mantenimiento?

ENCUESTA 2º ESCALÓN

1. ¿Con qué frecuencia reciben un vehículo para su mantenimiento correctivo?
 - a) Entre uno o dos por semana
 - b) Entre dos o cuatro por semana
 - c) Más de cuatro por semana
2. ¿Cuál suele ser el periodo medio que permanece un vehículo para su mantenimiento correctivo?
 - a) Una semana o menos
 - b) Entre una semana y dos
 - c) Dos semanas o más
3. ¿con qué frecuencia un vehículo debe ser mandado a 3º o 4º escalón para su mantenimiento?
 - a) Uno o ninguno al mes
 - b) Entre dos y cuatro al mes
 - c) Cuatro o más al mes
4. ¿Dónde se producen las averías con mayor frecuencia?
 - a) En la barcaza
 - b) En la torre
 - c) De electrónica
 - d) En ninguna en particular
5. ¿Cuáles son las averías más comunes de barcaza?
6. ¿Cuáles son las averías más comunes de torre?
7. ¿Cuáles son las averías más comunes de electrónica?
8. ¿A menudo cuentan con el personal necesario para atender a las demandas de mantenimiento?
 - a) Si
 - b) No
9. ¿A menudo cuentan con las herramientas necesarias para realizar el mantenimiento de los vehículos?
 - a) Si
 - b) No
10. ¿A menudo cuentan con los repuestos necesarios para realizar el mantenimiento de los vehículos?
 - a) Si
 - b) No