



Trabajo Fin de Grado

Diseño de un programa preventivo para el
mantenimiento de vehículos en zonas de
elevada erosión

Autor

Rafael Aguado Hernández

Director/es

Director académico: Roberto Jiménez Pacheco

Director militar: Ignacio García Porgueres

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

Año 2019

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo no habría sido posible sin la ayuda de mi director académico, el profesor D. Roberto Jiménez Pacheco, y mi director militar, el capitán D.Ignacio García Porguera.

Es preciso agradecer a todos los profesores de la Academia General Militar y del Centro Universitario de la Defensa que han contribuido con su trabajo a mi formación.

También me gustaría expresar especialmente mi agradecimiento al Batallón de Infantería Protegida “Ceriñola” I/50 y a todo el personal que lo compone, por el apoyo desinteresado que me brindaron en todo momento durante y después de las prácticas externas que realicé en la unidad. También agradecer a todos los mandos ajenos a la unidad que me han ayudado en la búsqueda de información y en la consecución de objetivos.

Quiero agradecer muy especialmente a mi familia, en especial a mi padre y a mi hermano, cuya ayuda y apoyo han sido imprescindibles para mantener una moral elevada que se ha traducido en un ánimo de trabajo fundamental para llevar a cabo este proyecto.

Índice

Resumen.....	5
Abstract	5
1. Introducción	6
1.1 Ámbito de aplicación.....	6
1.2 Objetivos	7
1.3 Metodología	7
2. El mantenimiento preventivo en el ET	8
2.1 Concepto de mantenimiento preventivo en el ET	8
2.2 Organización del mantenimiento preventivo en el ET.....	9
2. 3 Gestión del mantenimiento preventivo en el BIP “Ceriñola” I/50	11
2.3.1 El vehículo objeto de estudio	11
2.3.2 Análisis del primer escalón de mantenimiento.....	15
2.3.3 Análisis del segundo escalón de mantenimiento	16
3. El efecto de la intemperie sobre los vehículos.....	17
3.1 Erosión.....	17
3.2 La corrosión.....	17
4. Problemas detectados.....	20
4.1 Principales problemas detectados en el vehículo.....	20
4.2 Problemas relacionados con el efecto de la erosión	20
5. Soluciones	22
5.1 Lona de protección.....	22
5.2 Rediseño del proceso de limpieza del vehículo.	23
5.3 Plan de Pintura alternativo.	24
5.4 Recubrimientos de Resina Epoxy	25
5.5 Cataforesis.....	25
5.6 Techado o aparcamiento en tinglado.	26
5.7 Hangar	27
5.7.1 Hangar semipermanente.....	27
5.7.1 Hangar permanente	28
6. CONCLUSIONES	29
Bibliografía	30
Lista de Imágenes.....	32
Lista de abreviaturas	32

Listas de Tablas	33
Anexo I: Subsistemas del vehículo RG-31	35
ANEXO II: Temario Curso de Conductor de RG-31.....	38
Anexo III: Esquemas de comprobación de niveles 1º EMAN	46
Anexo IV: Imágenes de la corrosión presente en un vehículo RG-31.....	48
Anexo V Desglose de gastos generados por la base de precios de construcción de tinglado	52

Resumen

Este trabajo, centrado en el Batallón de Infantería Protegida “Ceriñola” I/50 (BIP I/50) tiene la finalidad de estudiar las posibles mejoras en el mantenimiento preventivo en vehículos ligeros que operan habitualmente en zonas de elevada erosión. El efecto de la erosión representa un problema ya que provoca roturas y fallos significativos en partes del vehículo. De no poderse resolver este problema, se corre el riesgo de inoperatividad de las citadas partes del vehículo.

En el primer punto de este trabajo se expone el objetivo del mismo, así como el ámbito de aplicación. El segundo pretende introducir a cualquier lector en las generalidades del mantenimiento preventivo y en el vehículo RG-31, sus principales características y su información más relevante, y familiarizarle con las actividades de mantenimiento preventivo que se llevan a cabo en el BIP I/50.

El capítulo siguiente se centra en las averías que tienen origen en el efecto de la erosión. El quinto capítulo constituye la consecución del objetivo principal de este trabajo. En él se exponen las soluciones que se plantean para reducir el efecto de la erosión en el vehículo estudiado

Por último, en las conclusiones se resumen los resultados obtenidos en el trabajo y la posible aplicación de éstos en el futuro.

Palabras clave: Mantenimiento, RG-31, Erosión, MRAP

Abstract

This Project is focused on the Battalion of Protected Infantry “Ceriñola” I/50 and has the objective of analysing possible improvements on the preventive maintenance of light vehicles that are often used on high erosive areas. The erosion effect represents a problem due to the major fractures and failures on some parts of the vehicle. In case these problems are not properly solved, they could cause the inoperativity of these elements of the vehicle.

The first chapter of this project shows the objective and the area of application. The second one means to introduce any kind of reader into the generalities of the preventive maintenance and into the RG-31 vehicle, its main characteristics and its most relevant information. It also pretends to make the reader familiar with the different preventive maintenance procedures that are carried on by the Battalion of Protected Infantry “Ceriñola” I/50.

The next chapter is focused on the most usual damages related to erosion. The fifth chapter is the actual achievement of the main objective of this project. It shows the different solutions that are proposed in order to reduce the effect of erosion in the vehicle.

Lastly, the conclusions summarize the results obtained in this study and possible implementations of these in the future.

Key Words: Maintenance, RG-31, erosive, MRAP

1. Introducción

1.1 Ámbito de aplicación

El espectro en el que se desarrollan las operaciones militares está en constante cambio. La nueva y creciente amenaza terrorista, así como la actuación de grupos insurgentes en diversas partes del mundo, ha hecho que las operaciones adopten un carácter expedicionario.

Las nuevas formas de conflicto armado han afectado a los ejércitos modernos en gran variedad de ámbitos, siendo la función logística de mantenimiento uno de ellos, ya que ha aumentado enormemente la variedad y complejidad del material. Sin importar el escenario ni las condiciones en las que se desarrolla la misión, es necesario que las Unidades dispongan siempre de su material en un alto grado de operatividad, por lo que el mantenimiento es un factor clave para la ejecución y éxito de cualquier misión.

En el Ejército de Tierra (ET) de España, la gestión y aplicación del mantenimiento conlleva unos costes elevados, por lo que sus Unidades deben trabajar en la línea de evitar crear costes adicionales. Esto implica una correcta planificación y ejecución de las tareas de mantenimiento, especialmente las de mantenimiento preventivo, lo cual es imprescindible para que las diferentes Unidades consigan ser operativas y contribuyan a la consecución de los objetivos estratégicos del ET.

En la actualidad, las políticas de mantenimiento se centran en proporcionar un adecuado apoyo, de forma que cualquier militar al que se le otorga armamento o equipo debe conocer perfectamente sus capacidades y limitaciones. Esta preocupación por el material debe derivar en la realización de un adecuado mantenimiento preventivo, el cual favorece que los medios o equipos de combate no queden inoperativos en los momentos decisivos, especialmente cuando las Unidades se encuentran desplegadas en Zona de Operaciones (ZO).

Una de las particularidades del ambiente protagonista en los lugares de actuación de las unidades de Infantería, tanto en Territorio Nacional como en Zona de Operaciones la elevada erosión que ejercen sobre los materiales los factores ambientales de dichas zonas.[1]

1.2 Objetivos

Este trabajo tiene como objetivo principal estudiar posibles mejoras en el mantenimiento preventivo de aplicación en vehículos militares de la clase MRAP (Mine Resistant Anti-Ambush) que operen en zonas donde la erosión es un factor importante a tener en cuenta desde el punto de vista de la operatividad de los mismos. Particularmente, el trabajo se focaliza en el mantenimiento preventivo de los vehículos RG-31 pertenecientes a una unidad militar operativa, en este caso, una Compañía/Batallón de Infantería ubicada en Canarias.

Este objetivo genérico se traduce en dos objetivos concretos:

- Determinar los tipos de fallo causados por la erosión con influencia significativa en la eficacia (operatividad) y eficiencia (coste) encontrados en los vehículos de la clase MRAP, concretamente el vehículo RG-31.
- Plantear acciones en el ámbito del mantenimiento preventivo que lleve a reducir el efecto y la ocurrencia de estos fallos, analizándolas en función de su viabilidad, su eficiencia y su coste. A la hora de plantear dichas acciones, se entenderá el mantenimiento preventivo en un sentido amplio.

1.3 Metodología

Con el fin de estudiar posibles mejoras en el nivel de operatividad de los vehículos, se procederá a analizar la doctrina de mantenimiento vigente, sus normas y procedimientos técnicos. Seguidamente se analizarán los fallos más recurrentes ocasionados por efecto de la erosión. Finalmente se estudiarán diferentes propuestas de soluciones a dichos problemas para acabar estudiando la posible aplicación de éstas.

De este modo, se propone determinar si el mantenimiento preventivo se ejecuta de la forma más eficaz y eficiente en la Unidad, a nivel primer y segundo escalón, y definir qué acciones de mejora podrían implementarse a estos y a mayores niveles para mejorar las tareas y materiales asociados a los procesos de mantenimiento de una Unidad de Infantería y para solucionar los problemas que se detecten en los problemas estudiados.

Para lograr todo lo anterior es necesario definir una serie hitos u objetivos intermedios que permitan alcanzar el objetivo principal, que son los siguientes:

- Recopilar y analizar las normas generales para conocer los principios generales del mantenimiento en el ET y específicamente la normativa aplicable a vehículos MRAP y cómo se pueden ver afectados cuando una Unidad opera en ambiente de elevada erosión.
- Describir la organización del mantenimiento y sus tipos. En relación con el punto anterior, es muy importante conocer los diferentes escalones de mantenimiento (EMAN's) y las competencias de cada uno. Además, es necesario especificar qué tipos de mantenimiento existen para atender a una justa priorización de tareas.
- Analizar la gestión del mantenimiento del BIP Ceriñola I/50. Para ello se procederá a las siguientes acciones: definir el vehículo objeto de estudio, exponer las tareas de mantenimiento que realizan los diferentes escalones (1º y 2º), analizar las averías del vehículo en cuestión y relacionar las diferentes averías con el efecto de la erosión.
- Para conocer de primera mano las principales averías, cómo afecta la erosión al vehículo RG-31 y qué opciones de mejora se pueden contemplar, se han llevado a cabo entrevistas con personal especialista en éste vehículo.

- Capitán Jefe Interino de la Unidad de Ingeniería de la AALOG nº81
- Capitán Jefe de Innovación y Desarrollo del PCMVR nº2
- Sargento Jefe del Pelotón de Mecánicos de la Sección de Mantenimiento de la Compañía de Servicios del Batallón “Ceriñola” I/50

En dichas entrevistas se abordaron cuestiones fruto del estudio palpable del vehículo RG-31. El objetivo de las entrevistas era conocer los mayores problemas que afectaban a los vehículos y conocer diferentes opciones para solucionarlos.

Estudiar las posibles soluciones a los problemas ocasionados por la erosión, proponer mejoras a algunas que ya han sido testeadas y proponer nuevas.

2. El mantenimiento preventivo en el ET

Este capítulo tratará de mostrar de una forma general en qué consiste y qué tiene de peculiar el mantenimiento preventivo en el ámbito castrense. A lo largo del texto se irán exponiendo diferentes términos relativos a clases o tipos de mantenimiento al igual que conceptos estrictamente militares.

2.1 Concepto de mantenimiento preventivo en el ET

En el ámbito del ejército, el mantenimiento se define como: “conjunto de métodos, procesos y actividades homogéneas cuyo objetivo común es satisfacer las necesidades de las unidades en cuanto a la conservación del material (armamento, materiales y equipo) en las mejores condiciones para su empleo; devolverle estas cuando se deteriore; desembarazar a las unidades del material averiado o inútil o recoger el inservible o capturado al enemigo, para su aprovechamiento o destrucción”.

Se define prevención como la “preparación y disposición que se hace anticipadamente para evitar un riesgo”.

El concepto importante al que atendemos en este trabajo y que es crucial para alcanzar un nivel de disponibilidad óptimo es el mantenimiento preventivo. El mantenimiento preventivo se puede definir como el conjunto de operaciones y cuidados necesarios que se llevan a cabo anticipadamente para evitar el riesgo de que activos tangibles no funcionen adecuadamente.

El mantenimiento preventivo permite mejorar o mantener el estado de conservación de un material y, en consecuencia, aumentar su fiabilidad. El objetivo del mantenimiento preventivo de un material militar es mantener el nivel de disponibilidad y operatividad del mismo para asegurar su vida útil y, en caso de fallo, minimizar el coste asociado a las tareas de mantenimiento correctivo derivadas del mismo.

El mantenimiento preventivo es programable, es decir, no requiere de una condición de fallo o avería previa. Las paradas en el uso del material para que se le apliquen las tareas de mantenimiento preventivo se planifican con anterioridad. Esto constituye una pieza fundamental en la gestión del mantenimiento en el ET. Tanto es así que las Unidades del ET dedican una parte importante de sus horas de trabajo a realizar actividades de mantenimiento preventivo.[2]

2.2 Organización del mantenimiento preventivo en el ET

A la hora de planificar las actividades que componen el mantenimiento de cualquier material es necesario estudiar dónde y cómo se usa dicho material. Los materiales de un ejército se usan en un campo de batalla. Dicho campo de batalla puede estar condicionado por infinidad de factores, ya que en los conflictos modernos pueden darse situaciones de combate en cualquier circunstancia y ambiente. Por esto, el mantenimiento debe ir enfocado a un fin operativo y táctico.

Para asegurar un alto nivel de disponibilidad se debe conseguir que las averías se produzcan con muy baja frecuencia (fiabilidad), y que cuando estas terminan por ocurrir, que existan una serie de procedimientos y tareas predefinidos que aborden el problema de una forma sencilla, rápida y eficaz (mantenibilidad).

Con el fin de mantener el material militar en plenas condiciones, el ET decidió que sus órganos elementales tuvieran la responsabilidad del mantenimiento del mismo. Así, se creó una cadena logística fundamentada en unos órganos especializados denominados escalones de mantenimiento (EMAN). Según el nivel de cada EMAN, del primero al cuarto, estará capacitado para realizar tareas de mantenimiento de diferente tipo y complejidad. A mayor escalón, mayor complejidad de las tareas que llevará a cabo, al igual que dispondrá de un determinado nivel de almacenamiento de materiales y un determinado empleo de productos o repuestos.

Surge aquí la importancia del mantenimiento preventivo, ya que el material que se averíe y no pueda ser solucionado en el primer EMAN provocará un aumento en la carga de trabajo de los EMAN's superiores. A mayor EMAN en el que se esté llevando el mantenimiento, mayores costes asociados tienen dichas tareas de mantenimiento.

El primer escalón de mantenimiento comprende a los usuarios del vehículo o sistema de armas en cuestión, los cuales realizan tareas de mantenimiento sencillas. El segundo escalón lo conforman los talleres en los que trabaja la sección de mantenimiento, encargada de realizar tareas de una mayor complejidad. En el segundo escalón es necesaria la presencia de personal del Cuerpo de Especialistas del Ejército. El tercer escalón está compuesto por las Agrupaciones de Apoyo Logístico (AALOG's), que se encuentran distribuidas a lo largo del territorio nacional. Suelen trasladar sus medios a las bases de las unidades para realizar periódicamente tareas de mantenimiento, aunque también pueden recibir materiales que necesitan que se le apliquen dichas tareas. Por último, el cuarto escalón está formado por los Parques y Centros de Mantenimiento del diferente material y armamento (PCM's). Cada uno de estos órganos está especializado en un determinado material. Cuando el fallo es originado por un problema grave relacionado con el diseño del material, éste es trasladado a uno de estos órganos. [3]

El mantenimiento preventivo de los materiales y equipos de las unidades de combate se lleva a cabo principalmente en el primer y segundo escalón. Por norma general, las instalaciones de dichos EMAN se encuentran en las mismas instalaciones que las Unidades operativas usuarias del material. Dependiendo del material que emplean estas Unidades, los EMAN disponen en sus instalaciones de determinadas herramientas.

Las actividades que se llevan a cabo en cada EMAN dependen también de los materiales que emplean las Unidades usuarias. Por ejemplo, las instalaciones con las que cuentan los EMAN de la Brigada “Guzman el Bueno X” con sede en Córdoba y que emplean medios mecanizados y acorazados son diferentes de las instalaciones con las que cuenta la Brigada “Canarias XVI” con sede en Canarias y que emplea medios ligeros.

EMAN	Constitución	Misión y cometidos	Observaciones
1º EMAN	Usuario-Operador	Efectuar el mantenimiento preventivo y, excepcionalmente, el correctivo de emergencia o combate siempre que no necesite especialización sobre el material a su cargo.	
2º EMAN	Personal especialista orgánico de las Unidades para ofrecer apoyo logístico a Batallón, Grupo o Regimiento.	Efectuar el mantenimiento preventivo y correctivo sobre tareas bajo su responsabilidad. Estas serán: pequeñas reparaciones, sustituciones o fallos que puedan ser resueltos con sencillas operaciones; siempre que no excedan de más de 4 hombres/hora y que tampoco requiera el empleo de herramientas especiales.	La Dirección de Mantenimiento podrá autorizar la realización de tareas de 3º EMAN en materiales concretos.
3º EMAN	Órganos fijos, mixtos y móviles del ET, aunque a su vez pueden ser autorizados también otros no específicos. Son órganos de 3ºEMAN: las Agrupaciones Logísticas su Unidad Móvil, los Complejos Logísticos de Apoyo General y las Unidades de Apoyo Logístico Operativas	Tiene como misión las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo bajo su responsabilidad, que se corresponden con profundas averías o desgastes los cuales exigen la intervención de un personal especializado con unas instalaciones y equipos determinados. Además, puede realizar de forma excepcional, modificaciones y reparación de repuestos, siempre que no se supere los 50 hombres/hora	La DIMA puede autorizar la realización de 4º EMAN.
4º EMAN	Parques y Centros de Mantenimiento, los Órganos Logísticos Centrales y los Órganos de Alta Especialización Logística de la Fuerza únicamente para su material especial de dotación.	El mantenimiento preventivo y correctivo sobre tareas bajo su responsabilidad, de las que se incluyen: grandes averías o reconstrucciones, revisiones generales, modificaciones, reparaciones de conjuntos, subconjuntos y piezas de repuestos.	

Tabla 1 *CLASIFICACIÓN DE LOS EMAN'S.* [1]

2. 3 Gestión del mantenimiento preventivo en el BIP “Ceriñola” I/50

La unidad en la que se va ha realizado el estudio es tipo Batallón de Infantería Protegida. Según la doctrina actual del ET, toda unidad tipo Batallón/Grupo debe contar con un segundo escalón propio que le permita llevar a cabo las labores de mantenimiento preventivo y correctivo principalmente.

El BIP “Ceriñola” I/50 está formado por una Plana Mayor de Mando (PMM), tres Compañías de fusiles, una Compañía de Mando y Apoyo (MAPO) y una compañía de servicios. El BIP cuenta con 15 vehículos RG-31, en los que se centra el estudio, entre otros.

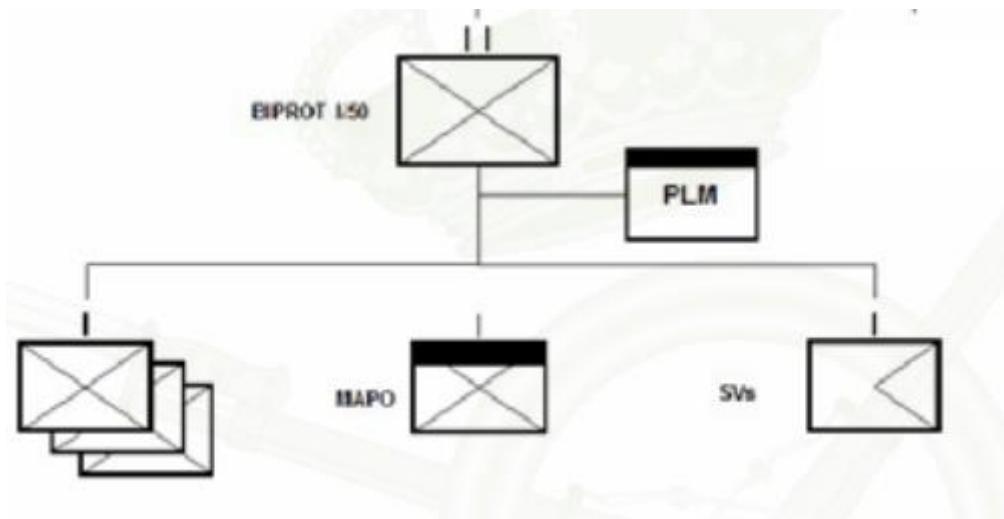


IMAGEN 1 ORGANIGRAMA DEL BIP “CERIÑOLA” I/50

Se va a proceder a analizar el estado actual del mantenimiento preventivo a nivel 1º y 2º escalón en el BIP. Para ello se va a analizar el vehículo objeto de estudio para después analizar cada escalón.

2.3.1 El vehículo objeto de estudio

Se ha decidido escoger el MRAP RG-31 MK5 como vehículo base del análisis del mantenimiento preventivo. Junto al MRAP LMV “Lince”, el URO VAMTAC y el BMR conforman el conjunto de vehículos tácticos que se emplean en las unidades de infantería ligera/ligero-protectora, como es el caso del batallón donde se ha llevado a cabo este trabajo.

El vehículo RG-31 MK5E “Nyala”, se comenzó a adquirir dentro del plan de renovación del parque de blindados a finales de 2007, por lo que sigue considerándose un vehículo de la generación actual. Está diseñado por la empresa BAE SYSTEMS LAND SYSTEMS OMC, la misma que fabrica sus piezas en Sudáfrica, sin embargo, los vehículos fueron ensamblados en España por la empresa GENERAL DYNAMICS SANTA BÁRBARA SISTEMAS.

Es un vehículo multipropósito blindado con protección antiminas y capacidad 4x4 para el transporte de tropas entidad pelotón. Posee un blindaje monocasco totalmente soldado en acero, con el que protege a la tripulación contra el fuego de armas ligeras y detonaciones anti-tanque, y también cuenta con paquetes blindados mejorados. Además, tiene capacidad para ser

transportado en aviones Lockheed C-130 Hércules. Hay tres variantes de éste vehículo: Transporte de personal, ambulancia y puesto de mando.

El vehículo tiene capacidad para transportar una unidad entidad pelotón distribuido de la siguiente manera: Conductor y Jefe de vehículo en la cabina, tirador en el puesto del tirador del arma principal del vehículo y seis fusileros en el habitáculo de personal.

Está capacitado para ser empleado en misiones tales como el transporte de tropas, tareas de vigilancia, patrullas y reconocimiento de zona, protección de zonas y convoyes en el marco de las operaciones de operaciones de mantenimiento de la paz. Está específicamente diseñado para operar en ambiente IED, ambiente predominante en países como Iraq y Afganistán, donde el ET ha llevado y sigue llevando a cabo misiones internacionales.[4]



IMAGEN 2 LATERAL DERECHO Y PARTE POSTERIOR DEL RG-31

RG-31 MK5E “Nyala”	
Fabricación	Sudáfrica.
Longitud	6.809 m.
Anchura	2.487 m.
Altura	2.720 m.
Tara/Carga útil/MMA	12500 Kg / 4500 Kg / 17000 Kg
Velocidad máxima	100 Km/h
Potencia	275 Cv
Vadeo máximo	0.90 m
Autonomía	700 Km a 70 Km/h
Pendiente lateral máxima	25%
Pendiente	25% sin reductora 60% con reductora
Obstáculo vertical	36 cm.

TABLA 2 DATOS TÉCNICOS DEL VEHÍCULO RG-31[2]

En el anexo I se desglosan algunos subsistemas que componen el vehículo.



IMAGEN 3 PARTE DELANTERA Y LATERAL DERECHO.

El vehículo está dotado de una torre estabilizada que permite el tiro en movimiento con la totalidad de la tripulación protegida. Dicha torre puede equiparse con una ametralladora MG-3 (alcance eficaz 1400m) o con una ametralladora Browning M2HB (alcance eficaz 2000m), ambas manejadas por control remoto diseñado por SAMSON TECHNOLOGIES. Dicho sistema de armas está fabricado por la empresa israelí RAFAEL ADVANCE DEFENSE SYSTEMS. [5]

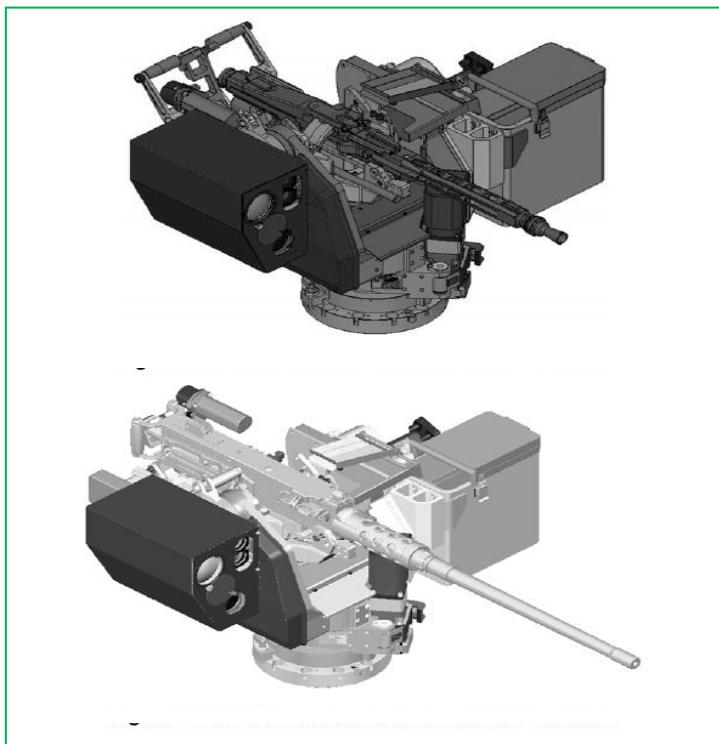


IMAGEN 4 LAS DIFERENTES AMETRALLADORAS CON LAS QUE PUEDE EQUIPARSE EL SISTEMA DE ARMAS [2]

2.3.2 Análisis del primer escalón de mantenimiento

El personal ejecutante de las tareas de mantenimiento preventivo en el primer escalón es el personal usuario del vehículo.

El conductor del vehículo es personal de tropa del ET que dispone de un permiso válido de circulación de vehículos pesados. Cuenta con una formación específica que consiste en un curso impartido en el CENAD San Gregorio (Zaragoza). Éste curso acredita al conductor como operador del vehículo RG-31, lo que le capacita para conducir el vehículo con eficacia y seguridad, así como para llevar a cabo todas las tareas de mantenimiento necesarias propias del operador. En el anexo II se expone el temario del curso de conductor del RG-31.

No existen unas instalaciones específicas para llevar a cabo las tareas de mantenimiento preventivo de primer escalón. Aun así, podría entenderse como tal el lugar de estacionamiento del vehículo en la base, que es donde los usuarios realizan sus tareas de mantenimiento preventivo y preparación de los vehículos para realizar las actividades de instrucción. En lo referente a esto, el BIP “Ceriñola” no posee una infraestructura para el almacenaje de sus vehículos en la Base “General Alemán Ramírez”. Al finalizar las actividades en las que se emplean vehículos, éstos se estacionan en una explanada trasera a los edificios de la zona de mando. Dicha explanada no cuenta con protección alguna contra la meteorología u otros agentes externos, incluso parte de su superficie no está asfaltada. Ésta falta de instalaciones es una de las causas de los mayores problemas que tienen estos vehículos, como se explicará más adelante.



IMAGEN 5 ZONA DE ESTACIONAMIENTO DE VEHÍCULOS DEL BIP “CERIÑOLA”.

Los productos empleados por el operador al llevar a cabo las tareas de mantenimiento preventivo de primer escalón son los siguientes:

- Aceite
- Líquido hidráulico de la transmisión
- Refrigerante del motor
- Líquido hidráulico de la dirección

El conjunto de tareas de mantenimiento preventivo de primer escalón constituyen la inspección periódica que el operador del vehículo lleva a cabo. [6]

Las tareas y los esquemas para la comprobación de niveles se muestran en el anexo III.

2.3.3 Análisis del segundo escalón de mantenimiento

El personal que conforma el segundo escalón de mantenimiento está encuadrado en el taller de mecánica, que a su vez está encuadrado en la sección de mantenimiento de la compañía de servicios del BIP. Casi la totalidad del personal pertenece al Cuerpo de Especialistas del Ejército de Tierra. Dicho personal tiene una titulación de técnico de grado superior en automoción que han cursado en la Academia de Logística del Ejército de Tierra, en Calatayud. La plantilla se completa con soldados del arma de infantería que han sido seleccionados por poseer una titulación civil de formación profesional de mecánica.

El segundo escalón de mantenimiento cuenta con unas instalaciones propias y específicas para llevar a cabo las labores de mantenimiento de los materiales del BIP.

Las tareas de mantenimiento de tercer escalón son llevadas a cabo en la AALOG 81, que está situada en la isla de Tenerife. Sin embargo, dicha AALOG tiene un destacamento situado en las cercanías de la Base General Alemán Ramírez, en Las Palmas de Gran Canaria.



IMAGEN 6 INSTALACIONES DEL 2º EMAN DEL BIP “CERIÑOLA I/50”

Los ciclos de mantenimiento preventivo se basan en tareas predeterminadas a realizar una vez que el vehículo haya recorrido un cierto número de kilómetros o después de un tiempo específico, lo que ocurra primero. El ciclo principal de mantenimiento del vehículo es 20.000 km/12 meses; sin embargo, es necesario realizar ciertas tareas entre ciclos después de los 10.000 km de conducción o después de 6 meses, después de una inspección o un mantenimiento específicos. [3]

3. El efecto de la intemperie sobre los vehículos

3.1 Erosión

La erosión es el desgaste o destrucción producidos en la superficie de un cuerpo por la fricción continua o violenta de otro sobre él. Entre los agentes erosivos principales se encuentran la acción del agua, el viento y los cambios térmicos.

Los factores ambientales que producen una elevada erosión, concretamente en los materiales de los vehículos MRAP son la cercanía al mar, aridez del terreno, sequedad del ambiente, cambios de temperatura, cambios en el nivel de humedad relativa, etc. [7]

3.2 La corrosión

La corrosión se define como el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno. De manera más general, puede entenderse como la tendencia general que tienen los materiales a buscar su forma de mayor estabilidad o de menor energía interna. La corrosión, de hecho, es el regreso del metal a su estado natural, el óxido. Siempre que la corrosión esté originada por una reacción electroquímica (oxidación), la velocidad a la que tiene lugar dependerá en alguna medida de la temperatura, de la salinidad del fluido en contacto con el metal y de las propiedades de los metales en cuestión. El proceso de oxidación es natural y espontáneo.

La oxidación es una reacción química en la que intervienen tres factores: la pieza manufacturada, el ambiente y el agua.

Cabe destacar que la oxidación y la corrosión son términos distintos. Mientras que la oxidación es el ataque del oxígeno, generalmente presente en el aire o en el agua, a un material, la corrosión es el resultado de ese ataque, el deterioro producido en el material.

Las alteraciones producidas en la estructura química del metal debido a la corrosión se manifiestan en la formación de una sustancia de color marrón que resulta de la degradación del metal, en este caso hierro o acero, que provoca que dichos materiales puedan romperse. A esta sustancia se la conoce como óxido o herrumbre

Los factores más conocidos son las alteraciones químicas de los metales a causa del aire, como la herrumbre del hierro y el acero.

La corrosión por aireación superficial, se produce en superficies planas, en sitios húmedos y con suciedad. La presencia de suciedad provoca, en presencia de humedad, la existencia de un entorno más electronegativamente cargado, lo que favorece la aparición de herrumbre.

Los principales agentes causantes de la corrosión son los siguientes:

- Humedad: El deterioro comienza a ser bastante significativo cuando se supera el 60% de humedad.
- Temperaturas elevadas: A mayores temperaturas, la reacción de oxidación se ve acelerada, originándose corrosión con mayor prontitud.

- Cercanía al mar: Las zonas de costa tiene mayor concentración de sal en el ambiente. Los iones de la sal aceleran la reacción de oxidación, apareciendo antes la corrosión.

Los tipos de corrosión más comunes en zonas de elevada erosión son:

- Corrosión galvánica: Un metal se corroe al estar en contacto con otro metal más estable en un medio húmedo.
- Corrosión por picadura: Provoca pequeños agujeros en el metal que crecen rápidamente. Es muy destructiva.
- Corrosión química general: Se trata de un deterioro de toda la superficie del metal. Aunque puede predecirse con facilidad es causa de un problema muy presente en la industria.[7][8]



IMAGEN 7 EFECTO DE LA CORROSIÓN EN LA CARROCERÍA DEL VEHÍCULO RG-31. ELABORACIÓN PROPIA

El efecto de la erosión provocada por la acción de un clima árido que mayores problemas ocasiona es la corrosión que ésta produce.

El clima de las Islas Canarias favorece que se den lugar muchos de los factores que favorecen la aparición de corrosión anteriormente comentados:

- Humedad: En Canarias los vientos alisios, si bien no suelen dejar precipitaciones, reportan una elevada humedad a la zona. El valor medio de la humedad relativa en Las Palmas de Gran Canaria es cercano al 70%, según los históricos consultados. Esto concuerda con el valor anteriormente mencionado de que el efecto de la humedad para la corrosión se ve agravado al superar el 60%. También existe una diferencia notoria entre el nivel de humedad relativa entre el día y la noche. El rocío es un factor importante a tener en cuenta.

- Cercanía al mar: El salitre es un mineral blanco presente en la sal que viaja por el aire y tiene la propiedad de fijarse en las superficies de la mayoría de materiales que estén presentes en las zonas costeras, provocando daños en pinturas y metales. La insularidad conlleva convivir con este efecto costero.
- Temperaturas elevadas. La temperatura media en Las Palmas de Gran Canaria es cercana a los 21°C. Es destacable la amplitud térmica característica de la zona, ya que las temperaturas varían de media unos 10°C entre el día y la noche.

También es destacable el efecto conocido como “calima”, que ocurre cuando el viento sopla de levante desde la costa sahariana, lo que provoca que polvo en suspensión procedente del desierto del Sáhara llegue hasta las islas, a veces con gran densidad.[9][10]

En la siguiente tabla se pueden consultar los valores meteorológicos medios recogidos en la estación del aeropuerto de Gran Canaria desde 1981 hasta 2010

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	17.9	20.8	15.0	25	65	3.1	0.0	0.4	0.0	0.0	4.1	184
Febrero	18.2	21.2	15.0	24	66	3.0	0.0	0.4	0.1	0.0	4.4	191
Marzo	19.0	22.3	15.7	12	64	2.3	0.0	0.3	0.1	0.0	5.5	229
Abril	19.4	22.6	16.2	6	64	1.3	0.0	0.1	0.0	0.0	3.1	228
Mayo	20.4	23.6	17.3	1	65	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	272
Junio	22.2	25.3	19.2	0	66	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	284
Julio	23.8	26.9	20.8	0	65	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.6	308
Agosto	24.6	27.5	21.6	0	66	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	11.6	300
Septiembre	24.3	27.2	21.4	9	68	1.1	0.0	0.3	0.0	0.0	6.7	242
Octubre	23.1	26.2	20.1	16	69	2.3	0.0	0.3	0.0	0.0	4.1	220
Noviembre	21.2	24.2	18.1	22	67	3.9	0.0	0.3	0.0	0.0	3.6	185
Diciembre	19.2	22.2	16.2	31	68	4.5	0.0	0.5	0.0	0.0	3.9	179
Año	21.1	24.2	18.0	151	66	22.1	0.0	2.7	0.3	0.0	70.9	-

TABLA 3 VALORES METEOROLÓGICOS AEROPUERTO DE GRAN CANARIA DESDE 1981 HASTA 2010.[11]

T Temperatura media mensual/anual (°C)

TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C).

Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C).

R Precipitación mensual/anual media (mm).

H Humedad relativa media (%).

DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm

DN Número medio mensual/anual de días de nieve.

DT Número medio mensual/anual de días de tormenta.

DF Número medio mensual/anual de días de niebla.

DH Número medio mensual/anual de días de helada.

DD Número medio mensual/anual de días despejados.

I Número medio mensual/anual de horas de sol.

TABLA 4 LEYENDA. [11]

4. Problemas detectados

4.1 Principales problemas detectados en el vehículo.

Fruto de las entrevistas con el personal experto en la gestión del mantenimiento del vehículo objeto de estudio se han resaltado los mayores problemas que presentan los vehículos RG-31 en las Islas Canarias:

- Oxidación/Corrosión de la carrocería.
- Deslaminación de los vidrios blindados de seguridad. (Imposible conseguir más información sobre este problema por su carácter confidencial)
- Degradación del sistema optrónico del subsistema de armas por la aparición de máculas.(Imposible conseguir más información sobre este problema por su carácter confidencial)
- Avería reiterativa de los abarcones de la amortiguación por fatiga estructural. (Holgura en ballestas)
- Desgaste de los fiadores del recuperador en el afuste del sistema de armas.
- Oxidación prematura de los elementos exteriores (compartimentos porta equipo, antena inhibidores).
- Avería del sistema de cierre de puertas antiminas y cierre neumático.
- Fugas en el sistema de escape de gases.
- Roturas de correas de accesorios.
- Desgaste de los conductores y racores de los diferentes subsistemas.

4.2 Problemas relacionados con el efecto de la erosión

De la lista de problemas anteriormente citados, los que guardan una relación significativa con el efecto de la erosión son los siguientes:

- Oxidación/Corrosión de la carrocería.
- Oxidación prematura de los elementos exteriores (compartimentos porta equipo, antena inhibidores).
- Desgaste de los conductores y racores de los diferentes subsistemas.

En el problema de la “avería reiterativa de los abarcones de la amortiguación por fatiga. (Holgura en ballestas)” no está directamente relacionado con el efecto de la erosión, sino más bien con el elevado peso y la inestabilidad del vehículo. No obstante, este problema se ve agravado por el efecto de la erosión, que afecta a los materiales con el que están hechas las ballestas.

Las partes más vulnerables del vehículo a los efectos ambientales son aquellas donde se concentra rocío y agua, partes llanas y cavidades interiores, con llanos que favorecen el encachamiento. Las zonas del vehículo donde se encuentra mayor efecto de la corrosión son las aristas de los subsistemas y las zonas planas. Es destacable la ausencia de drenaje del agua que se deposita en estas zonas.

Destaca la ausencia de óxido en el subsistema motor, dentro del capó. La cámara del motor es estanca. Esto confirma que la exposición directa a los agentes meteorológicos como la lluvia o el aire es lo que provoca la corrosión.

Otra de las causas de la aparición de corrosión en la carrocería y en los elementos exteriores de los vehículos que se han estudiado es la exposición a la luz solar durante periodos prolongados de tiempo. La radiación solar y las altas temperaturas que afectan a la superficie del coche cuando éste se encuentra expuesto al sol, hace que se debilite la capa de barniz que protege el color. Este barniz pierde la resistencia original, la capa se debilita y pierde su densidad, dejando expuesto el color del vehículo que va perdiendo su intensidad y matices.

La corrosión afecta principalmente y casi únicamente a la carrocería y a los elementos exteriores. La cámara de personal no se ve afectada. Recordemos que el vehículo está diseñado con capacidad de resistir a un ataque con minas o con IED. Así, en caso de un ataque la cámara de personal no se vería dañada, pero si los elementos exteriores, que están diseñados para desprenderse del vehículo en caso de sufrir una explosión.

Los puntos donde aparece en mayor medida la corrosión están bien localizados. En el vehículo RG-31 son características las aristas, las figuras prismáticas y las superficies planas. Los lugares donde se puede acumular agua están localizados.

También existe corrosión dentro de los materiales que conforman ciertas zonas de los materiales de la carrocería. Esta corrosión interna no es visible, pero constituye un problema de iguales dimensiones.

En la parte superior del vehículo no hay signos de corrosión. Este hecho es llamativo, ya que es una de las zonas más expuestas a los efectos ambientales. Esto se debe a que ésta zona está recubierta por un material que es rugoso para que el personal que opere en esa zona no resbale. Este material tiene un peso y una densidad mayor. También tiene un mayor espesor. Por estas razones no se aprecia corrosión en la parte superior del vehículo.

La operatividad del vehículo no se ve afectada por la presencia de corrosión. El vehículo puede realizar sus funciones con normalidad, y el subsistema de armas no se ve afectado.

Las antenas de los inhibidores se ven muy afectadas por la corrosión, pero constituyen un ejemplo de corrosión por la salinidad presente en el ambiente, no por depósito de agua. Esto puede originar un problema grave en caso de que las antenas pierdan sus funciones, pues el no funcionamiento de los inhibidores supondría que el vehículo no sería apto para su uso en Zona de Operaciones, en el marco de Misiones Internacionales.

En el anexo IV puede verse una colección de imágenes que apoyan esta información.

Las Islas Canarias son una región especialmente característica de la geografía española. Destacan su particular clima y orografía. Esto hace que el efecto de la corrosión sea aparezca con mayor frecuencia, mientras que en las unidades del ET que se encuentran alejadas de las zonas de costa sólo se ha apreciado óxido en las zonas del vehículo que han sufrido roces o golpes, y como consecuencia esto la pintura ha faltado. Hay una coincidencia en las zonas donde aparece óxido, aunque en mucha menor medida. Estas zonas son los cajones laterales y en los lugares de encuentro de las soldaduras.

5. Soluciones

Una restructuración en el plan de mantenimiento preventivo para el vehículo objeto de estudio no necesariamente constituiría una solución definitiva al problema de la corrosión. Por ello, para acometer los problemas que ocasiona la corrosión en el vehículo RG-31 se ha tenido en cuenta un concepto amplio de lo que es el mantenimiento preventivo. Con este enfoque se han planteado las soluciones que se presentan en este capítulo, algunas de ellas se han probado, otras se siguen estudiando, y otras son propuestas.

5.1 Lona de protección

Anteriormente a la realización de este trabajo se había llevado a cabo la prueba de una lona para cubrir la totalidad del vehículo y protegerlo así de la lluvia y el aire. El funcionamiento de esta lona es idéntico al de las lonas que se emplean con vehículos civiles para protegerlos de los efectos ambientales durante períodos en los que el vehículo en cuestión no iba a ser usado.

Aunque se consiguió aislar al vehículo de los efectos del sol, la lluvia y el viento, no solucionó el problema de la corrosión, pues la humedad presente en el ambiente entraba por debajo de la lona y por efecto de la impermeabilidad de la misma y de la amplitud térmica, se condensaba dentro y el agua caía sobre el vehículo. Si bien es verdad que se protege al vehículo de la salinidad del ambiente, no es así con el agua que cae sobre él.

El precio de ésta lona es de aproximadamente 200 euros, su empleo correspondería al primer escalón de mantenimiento. La efectividad de su uso, como se ha explicado, es muy baja

Una posible solución que se propone sería el diseño de una lona de idénticas dimensiones pero de un material distinto, el Gore-Tex. Dicho material tiene unas propiedades que lo convierten en el más indicado para ser empleado en tareas de protección de personal y equipos materiales. La propiedad que lo hace tan destacable es su capacidad de ser impermeable y a la vez, permitir que cualquier fluido, sólido o gas, que se encuentre dentro salga al exterior. Esto teóricamente permitiría que el vapor de agua cargado de salinidad que anteriormente entraba por debajo de la lona saliera al exterior. Por falta de tiempo y presupuesto, no ha podido desarrollarse esta propuesta en mayor medida. [12][13]

La aplicación de este material protegería al vehículo de los agentes externos en gran medida, y solucionaría el problema descubierto en la prueba de la lona anteriormente mencionada, ya que evitaría que se produjera la condensación de líquido dentro de la funda de protección, evitando así que caiga agua sobre el vehículo.

Al igual que la lona anterior se estaba probando sobre un vehículo RG-31, habría que hacer una prueba de este nuevo diseño para comprobar que el material y sus propiedades protegen de manera efectiva al vehículo

No se ha podido hacer un balance económico de ésta solución pero se estima que el coste aumentaría en gran medida por el precio del material. Como estimación y sabiendo que una VIVAC unipersonal fabricada con este material tiene un coste de 130 euros y abarca una superficie de aproximadamente 5 m², se estima que una lona de idéntico material de unos 100 m² costaría aproximadamente 3000 euros.

5.2 Rediseño del proceso de limpieza del vehículo.

El proceso de limpieza del vehículo es llevado a cabo por el primer escalón de mantenimiento, por los usuarios del mismo. Las directrices para llevar a cabo la limpieza del exterior del vehículo se resumen en:

- Limpiar a fondo el exterior del vehículo utilizando una máquina de lavado de alta presión. Comprobar especialmente que las luces y reflectores del vehículo queden limpios.
- Utilizar una bayeta limpia y aire comprimido para limpiar y secar el motor, el interior de la cámara del motor y el exterior del vehículo.

Se ha constatado que a nivel primer escalón no se siguen completamente estas pautas, bien por falta de materiales (máquina de lavado de alta presión, aire comprimido) o por falta de tiempo. Es incluso entendible que ciertas zonas del vehículo queden sin secar por la cantidad de aristas y zonas planas de difícil acceso, donde el agua puede acumularse.

Otro de los aspectos a tener en cuenta es el agua que se usa en la limpieza del vehículo. Gran parte del agua corriente de Canarias proviene de estaciones desaladoras, lo que provoca que el agua tenga un nivel de dureza entre 100 y 200 mg de carbonato cálcico por litro, lo que le otorga la calificación de “agua dura”. Esto le confiere al agua una capacidad abrasiva a tener en cuenta, lo que favorece el deterioro de la pintura exterior y la posterior aparición de corrosión. Sin embargo, este problema no tiene una solución eficiente, por lo que deberíamos centrar nuestra atención en otros aspectos de la limpieza del vehículo que eviten el deterioro del exterior del mismo.

Por otro lado, uno de los aspectos que podríamos controlar es proceso de secado. El tercer escalón de mantenimiento (entendiéndose por él el destacamento que la AALOG 81 tiene en el cuartel) suele tener en sus instalaciones un túnel de lavado con capacidad de llevar a cabo tareas de secado por aire. No hay personal que esté especializado ni destinado en tareas de limpieza de vehículos.

Como se ha explicado, la capa de pintura de los vehículos militares es distinta de la de los vehículos civiles y no pueden ser sometidos a un túnel de lavado al uso. Hay que poner atención en que las esponjas y cepillos no sean abrasivos y que deterioren la pintura exterior. Sin embargo, podría plantearse la posibilidad de que sea el primer escalón quien lleve a cabo la limpieza del vehículo y que el tercer escalón se encargase únicamente del proceso de secado en su túnel.

5.3 Plan de Pintura alternativo.

En vehículos civiles no es tan común la aparición de corrosión en la carrocería hasta que el vehículo en cuestión envejece notablemente. Esto tiene una explicación sencilla: a los vehículos comerciales, civiles, en la última fase del proceso de pintado, llamada lacado, se les añade una capa de cera o barniz que recubre completamente toda la zona que con anterioridad se ha pintado. Esta capa separa la superficie pintada del vehículo del ambiente, y protege la pintura de los efectos meteorológicos y, sobre todo, de los efectos negativos provocados por la luz solar y los rayos ultravioleta. El proceso de lacado, aparte de proteger la pintura del vehículo, le aporta brillo, lo cual afecta positivamente a su estética.[14][15]

Los vehículos militares no se pintan igual que los vehículos civiles. El proceso de lacado no se le aplica por una razón puramente táctica, y es que los vehículos militares no deben brillar, pues podrían ser detectados más fácilmente por el enemigo. Así, la capa de cera o barniz que se le aplica a los vehículos civiles no es apta para ser usada en vehículos militares.

La oxidación y la corrosión son problemas que para ser resueltos necesitan, en un momento u otro, un proceso de pintado. Como se dijo antes, la pintura que tienen los vehículos no es la óptima para que estén protegidos contra la corrosión. La ausencia de lacado en el proceso de pintado del vehículo provoca que la vida útil de la pintura que se imprime al vehículo se vea reducida en un 70%. Otra circunstancia del proceso de pintado es que al vehículo se le dan dos manos de pintura, que puede que no sean suficientes.

Con estas características del proceso de pintado, la pintura se preveía que durara aproximadamente 5 años. Pero las condiciones ambientales en las que se encuentran y la ausencia de lacado han provocado que los vehículos tengan necesidad de someterse a nuevo proceso de pintado cada 2/3 años aproximadamente.

Ante esto, se propone el someter a los vehículos al proceso de lacado cuando se pinten. El brillo de la pintura de los vehículos protegería los mismos de los efectos de la oxidación y la corrosión, aunque perderían la capacidad táctica de enmascaramiento.

Si los citados vehículos no van a ser usados en misiones internacionales en ZO, cabe plantearse perder ese enmascaramiento con tal de ganar un alto nivel de protección contra la acción de los agentes meteorológicos. Las unidades usuarias del RG-31 se instruyen en el manejo y el trabajo con éste vehículo, siendo sus operadores. Por eso, no supondría un obstáculo a la instrucción del personal el que los vehículos fueran más fácilmente detectables.

Por otro lado, los vehículos que asignados a las unidades que se encuentran en TN no son los mismos que los vehículos que están desplegados en ZO. Para ahorrar costes logísticos, los vehículos que participan en Misiones Internacionales son empleados por la unidad que en cada misión se encuentre desplegada, de manera que dichos vehículos no vuelven a España cuando lo hace el personal usuario.

Deberían hacerse pruebas de este nuevo plan de pintado, añadiendo la fase de lacado sobre una muestra fiable de vehículos y comprobar que efectivamente ésta nueva pintura es eficaz.

Uno de los inconvenientes es el tiempo que se tardaría en pintar los vehículos, y también la posibilidad de encontrar una necesidad urgente de volverlos a pintar en caso de que fueran movilizados para actuar en Zona de Operaciones.

5.4 Recubrimientos de Resina Epoxy.

Otra opción es la imprimación de una capa de resina epoxi anticorrosiva antes de iniciar el proceso de pintado. Esta imprimación protege de la oxidación los sustratos metálicos de la chapa de los vehículos. La imprimación idónea sería la imprimación fosfatante, que consta de una base epoxi y un catalizador. Tiene un alto contenido en zinc que protege al metal del óxido.

Es necesario un eficiente proceso de lijado antes de la aplicación de la resina. También es preciso que el pintado se lleve a cabo en unas condiciones especiales (cabina de pintado), y que se respete el proceso de secado de la pintura. Se necesita personal especializado.[16]

Se estima el precio del producto en 5'5 euros/metro cuadrado. Aproximando la superficie lateral total del vehículo RG-31 a 65 metros cuadrados, se estima el coste de producto en 357'5 euros. Las tareas de aplicación de éste producto pueden ser llevadas a cabo por 2 personas y los tiempos de aplicación y secado y de espera para pintado no superarían las 24 horas.

Para acometer la limpieza y preparación de superficies donde se van a aplicar posteriormente revestimientos anticorrosivos se propone el empleo de la técnica de arenado-granallado, que consiste en propulsar agua o aire a alta presión para conseguir una fuerza abrasiva que es capaz de levantar la pintura, alisar la superficie y eliminar materiales contaminantes.[17]

5.5 Cataforesis.

La cataforesis o electodeposición catódica es un método de pintado por inmersión basado en el desplazamiento de partículas cargadas dentro de un campo eléctrico hacia el polo del signo opuesto aplicando una diferencia de potencial a las moléculas de pintura para que se depositen sobre la pieza objeto atraídas por su carga eléctrica. La pieza objeto actúa como cátodo que atrae a las moléculas de pintura.

Proceso de cataforesis:

1. Pretratamiento: Limpieza, desengrase y preparación de la superficie.
2. Baño de cataforesis: En la cuba de inmersión se aplica la pintura por electrodepositación. En la cuba encontramos las siguientes sustancias en los siguientes porcentajes: agua desionizada (80%-90%) y los sólidos de pintura, resinas y pigmentos de color (20%-10%). La resina brinda resistencia a la corrosión y durabilidad a la pintura mientras que los pigmentos aportan el color y el brillo. La pintura que se aplica en este proceso es de tipo epoxi.
3. Lavado posterior: Las piezas se enjuagan para eliminar los sólidos de pintura que hayan podido arrastras, devolviéndose este exceso de pintura a la cuba, haciendo el proceso más eficiente.
4. Horneado: Se consigue la polimerización de la pieza objeto sometiéndola a una temperatura de aproximadamente 180°C durante 20 minutos.

Ventajas del pintado por cataforesis:

- Sistema automatizado: Se reducen costes de mano de obra al precisarse una mínima intervención del operario.
- Eficiencia del material.
- Emisiones reducidas.
- Pintado uniforme de grandes series de piezas.
- Capacidad de pintado de zonas inaccesibles.

La cataforesis proporciona una protección anticorrosiva tanto en superficie como en cantos o bordes y un comportamiento homogéneo sobre los diferentes sustratos que componen la carrocería de un vehículo.[18][19]

La aplicación de este proceso a los vehículos RG-31 es una solución que se escapa a las capacidades del ET. Es necesario llevar a cabo un overall completo del vehículo para que se pueda llevar a cabo. Un overall es la operación de desmontar el vehículo completamente. El coste de someter a un solo vehículo a overall para una posterior cataforesis de sus piezas es muy elevado.

Este proceso sería la solución definitiva al proceso de la corrosión en vehículos militares, pero es una solución que debe ser aplicada antes de la aparición del problema, es decir, se necesita que el vehículo venga de fábrica pintado por cataforesis o en su defecto, cuando otros condicionantes aconsejen un overall, como podría ser una modernización del vehículo.

Como lección aprendida se propone que con el fin de evitar el problema de la corrosión en vehículos militares, en el Pliego de Prescripciones Técnicas de futuras adquisiciones para el ET se exija la aplicación de pintado por cataforesis.

Como medida preventiva de protección de los vehículos RG-31 se propone la construcción de infraestructuras para el almacenaje de estos vehículos. La Base General Ramírez de Las Palmas de Gran Canaria no dispone de estas infraestructuras. Se plantea la instalación de estas infraestructuras destinadas para albergar 20 unidades de RG-31, con las siguientes medidas:

Superficie: Teniendo en cuenta la superficie que ocupa cada vehículo, y dejando margen para que los usuarios/operarios de primer escalón puedan realizar trabajos sobre el vehículo sin tener que sacarlo de su estacionamiento y para almacenar todo el material de mantenimiento y de equipamiento del vehículo se estima que cada vehículo debe tener asignada una zona de 30 metros cuadrado. Necesitamos una holgura en éste cálculo de superficies para que todos los vehículos puedan efectuar las maniobras de entrada y salida del aparcamiento con facilidad. Total superficie estimada: 1000 metros cuadrados

Altura: Partiendo de la base de que el vehículo mide aproximadamente 3 metros de altura, para garantizar la correcta aplicación de las labores de mantenimiento con seguridad para el personal, se estima una altura de 5 metros.

5.6 Techado o aparcamiento en tinglado.

La mayoría de las bases del ET en España disponen de un techado destinado al almacenamiento de los vehículos. La instalación de ésta infraestructura protegería al vehículo de la lluvia y de la luz solar directa, pero la protección contra el viento y la humedad podría no ser suficiente.

A fecha de cierre del cierre de la memoria se ha contactado con empresas del sector pidiendo presupuesto, pero no se ha obtenido respuesta.

Como alternativa se han consultado bases de precios de construcción, siendo el resultado que la construcción de un techado o marquesina de las dimensiones pretendidas tendría un coste por metro cuadrado de 80 euros, lo que supone un coste aproximado de 80.000 euros. [20]



IMAGEN 8 RG-31 ESTACIONADO EN TINGLADO. ELABORACIÓN PROPIA

Para el techo deseado en el Anexo V puede verse un resumen del desglose de gastos generado por la base de precios de construcción consultada.

El ET tiene también la capacidad de instalar una estructura de similares características por medio del trabajo de las unidades de ingenieros, previo diseño, estudio, y firma de un oficial perteneciente al Cuerpo de Ingenieros Politécnicos. Se ha procedido a contactar con la oficina técnica para consulta, resultando el precio de llevar a cabo esta instalación aproximadamente 30.000 euros, sin contar el diseño, pues ésta opción se basa en un diseño que ya se ha acometido en otras unidades.

5.7 Hangar

La construcción de un hangar aislaría a los vehículos de todos los agentes meteorológicos externos durante su almacenaje. Ante esto se barajan dos opciones de hangar:

5.7.1 Hangar semipermanente

Un hangar semipermanente reduciría considerablemente el coste, al verse reducidos los precios de los materiales y las horas de trabajo a invertir en su instalación. Como inconveniente, la vida útil de un sistema semipermanente es más reducida que la de uno permanente. Como propuesta se expone el hangar semipermanente “1000” de la empresa Hispanovema.

Está diseñado para usos múltiples construido en estructura de aluminio, poliéster autoextinguible especialmente tratado, con opción de paneles sándwich. Con una superficie útil de 1.000 m², constituye una buena opción para almacenes, garajes de vehículos y talleres. Permite una anchura máxima útil de 36 m sin ningún tipo de columna central y una largura configurable. El tamaño de las puertas es igualmente configurable siendo modular. [21]

Longitud máxima	50 m
Anchura máxima	20 m
Altura (al cambio de inclinación)	5.5 m
Altura central	9 m
Distancia entre pilares	5 m
Puertas con abertura total	1 (pudiendo ser hasta 7)
Gama operativa de temperaturas	-20°C hasta +50°C
Resistencia al viento	27 m/s
Tiempo de montaje	120 h/hombre
Desnivel admitido	6%

TABLA 5 DATOS TÉCNICOS DEL HANGAR SEMIPERMANENTE “1000” DE HISPANOVEMA [21]



A fecha del cierre de la memoria se había contactado con la empresa para consultar precios pero no se había obtenido respuesta. Como alternativa se han consultado distintas páginas web generadoras de bases de precios, que no constituyen una fuente completamente fiable, pero permiten una estimación de coste basándose en el precio por m^2 de la nave. Se ha obtenido una media de 150.000 euros.

5.7.1 Hangar permanente

Un hangar permanente representaría una solución pensada a mayor plazo que el semipermanente, aunque encarecería el coste, pues es una infraestructura más complicada de instalar, y sus materiales son más caros. Como ventaja destaca que su vida útil es mucho mayor que la de un semipermanente y que supone una infraestructura mucho más resistente a los efectos ambientales.

Se ha consultado a la empresa LA Ingenieros, y como propuesta se expone la “Nave Tipo M”, destinada especialmente al almacén de vehículos y maquinaria. Sus características son:

- Estructura metálica con muros de hormigón armado a 3m de altura.
- Cubierta de panel sándwich en 3 cm de espesor con 20% de pendiente
- Cerramiento de fachada en chapa prelacada con lucernarios de Policarbonato
- Saneamiento de pluviales: Canalones de acero galvanizado + bajantes PVC
- Puerta seccional o corredera según necesidades
- Altura al alero: 6-8m

[22]

El precio de ésta opción es aproximadamente 250.000 euros según la empresa consultada.



IMAGEN 10 INTERIOR DE LA “NAVE TIPO M” DE LA INGENIEROS

6. CONCLUSIONES

En esta memoria se plasma el estudio realizado a la gestión del mantenimiento preventivo que se realiza en los niveles operativos (1º y 2º escalón de mantenimiento) sobre los vehículos RG-31 en un Batallón de Infantería, concretamente el Batallón “Ceriñola” I/50, con base en Las Palmas de Gran Canaria.

Se han analizado los efectos de la erosión provocada por los efectos ambientales característicos de la meteorología de las Islas Canarias.

Se ha recopilado un listado de las averías más comunes que sufren los vehículos RG-31 pertenecientes a las unidades con base en Canarias, para después de relacionarlas con los efectos de la erosión, seleccionar aquellas que son directamente causadas por estos efectos, destacando la corrosión como principal problema a solucionar.

Después de analizar estas averías, se ha concluido que una restructuración en el plan de mantenimiento preventivo en primer y segundo escalón del vehículo objeto de estudio no constituiría una solución definitiva al problema de la corrosión.

Así, se han propuesto y estudiado posibles soluciones a éste problema, destacándose entre las diferentes opciones un plan de pintado alternativo y la construcción de estructuras de protección para el almacenaje de los vehículos. Una conjunción de ambas opciones supondría una solución eficaz para el problema de la corrosión.

Un plan de pintado alternativo como el que se ha expuesto en la memoria supondría un coste asequible para el ET y la seguridad de que no se va a repetir el problema de la corrosión mientras dure el pintado del vehículo.

Para complementar ésta solución y como mejora permanente para la conservación de los vehículos asignados al Batallón “Ceriñola” I/50 se ha propuesto la construcción de una infraestructura destinada al aparcamiento de los mismos. De entre las diferentes infraestructuras que se han barajado, destaca la construcción de un hangar permanente que protegería completamente a los vehículos de todos los efectos meteorológicos.

En lo que respecta a los objetivos que se propusieron al inicio del proyecto, puede afirmarse que el primer objetivo se consiguió claramente tras los primeros estudios en la unidad, pues se detectó la corrosión como fallo causado significativamente por la erosión. Si bien no se ha diseñado un plan de mantenimiento preventivo para los vehículos RG-31 en zonas de elevada erosión en sí mismo, se han podido proponer soluciones al problema detectado.

De cara al futuro, el problema de la erosión puede agravarse si no se consigue resolver definitivamente. Por ello, las soluciones propuestas en este proyecto deben ser tenidas en cuenta no solo de cara al mantenimiento del vehículo RG-31, sino para el mantenimiento de futuros vehículos tácticos que vayan no solo a ser asignados a una unidad operativa del ET situada en zonas de erosión, sino que vayan a ser empleados en zonas de elevada erosión, como es el caso de las Zonas de Operaciones donde el Ejército de Tierra de España desarrolla y desarrollará en el futuro sus misiones.

Bibliografía

- [1] J. G. Villarreal, "Planificación del mantenimiento de materiales del Grupo de Caballería Ligero Acorazado," pp. 0–43, 2014.
- [2] M. D. E. Mantenimiento, "Manual técnico vehículo blindado rg31 mk5."
- [3] M. D. E. A. Y. Doctrina, "DIRECCIÓN DE DOCTRINA , ORGÁNICA Y MATERIALES MANUAL TÉCNICO VEHÍCULO BLINDADO RG31 MK5."
- [4] F. P. F. Mateos, "*Origen y evolución de los MRAPs*", 2019. [Online]. Available: <https://www.ejercitos.org/2019/07/31/origen-y-evolucion-de-los-mraps/>.
- [5] S. I. Definición and D. E. L. Servicio, "PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS OBJETO : MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS RG-31 Y VEHÍCULOS DE RECUPERACIÓN MAXXPRO DE," 2018.
- [6] "NOP 400-16 Generalidades MANTO BIPROT I 50 SEP16 - copia." .
- [7] J. L. Caballero, W. A. Aperador, and A. E. Delgado, "Determinación del desgaste por erosión en materiales recubiertos," *Inf. Tecnol.*, vol. 26, no. 2, pp. 163–172, 2015.
- [8] W. A. A. y A. E. D. José L. Caballero, "*Determinación del Desgaste por Erosión en Materiales Recubiertos*," 2015. [Online]. Available: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642015000200019.
- [9] ClimateData.com, "*Clima de Las Palmas de Gran Canaria*". [Online]. Available: <https://es.climate-data.org/europe/espana/canarias/las-palmas-de-gran-canaria-583/>.
- [10] GEVIC.com, "*Características del clima canario*". [Online]. Available: https://www.gevic.net/info/contenidos/mostrar_contenidos.php?idcat=22&idcap=92&idcon=532.
- [11] AEMET, "*Valores climatológicos normales. Gran Canaria Aeropuerto*". [Online]. Available: <http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos?l=C649I&k=coo>.
- [12] J. F. Panadero, "*¿Cómo funciona el Gore-Tex (R)?*" [Online]. Available: <https://lacienciaparatodos.wordpress.com/2010/11/27/¿como-funciona-el-gore-tex-r/>.
- [13] G. Industries, "No Title." [Online]. Available: <https://www.gore.com.es/industrias/fuerzas-armadas>.
- [14] Innauto.com, "*Cómo influye el sol en la pintura del coche*." [Online]. Available: <https://inniauto.com/influye-sol-la-pintura-del-coche/>.
- [15] D. Clavero, "*Los 4 peores enemigos de la pintura de tu coche*," 2015. [Online]. Available: <https://www.diariomotor.com/2015/11/23/enemigos-pintura-coche/>.
- [16] TITAN, "*IMPRIMACIÓN ANTICORROSIVA EPOX* I. [Online]. Available: http://ficheros.industriastitan.es/titan/FICHAS_TECNICAS/076_0000_IMPRIMACION_ANTICORROSIVA_EPOXI_es.pdf.

- [17] N. Gilani, “*Qué tipo de material se utiliza para el arenado a chorro de fibra de vidrio,*,” 2017. [Online]. Available: https://www.ehowenespanol.com/tipo-material-utiliza-arenado-chorro-fibra-vidrio-info_292986/.
- [18] PINCASA, “*Cataforesis,*”. [Online]. Available: <https://www.pincasa.es/cataforesis/>.
- [19] S. Jose and I. A. Sanz, “La pintura de Cataforesis ; presente y futuro,” 2014.
- [20] obras públicas y transporte de la R. de M. Consejería de vivienda, “*Generador de precios de construcción,*” . [Online]. Available: http://carm.generadordeprecios.info/obra_nueva/Revestimientos/RL_Tratamientos_superficiales_de_/Anticorrosion/RLC010_Proteccion_anticorrosiva_de_element.html.
- [21] D. D. E. L. Producto, “Almacen semi-permanente ‘1000,’” p. 8576.
- [22] L. Ingenieros, “*Naves Industriales, Construcción y diseño de proyectos llave en mano*”. [Online]. Available: <https://laingenieros.com/naves-industriales/>.
- [23] P. Del, V. Rg, and O. Y. Propósito, “ZONAS DE ENGRASE PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL VEHÍCULO RG 31 MK5E NYALA.” 2013.

Lista de Imágenes

- Imagen 1 *Organigrama del BIP “Ceriñola” I/50*
- Imagen 2 *Lateral derecho y parte posterior del RG-31*
- Imagen 3 *parte delantera y lateral derecho.*
- Imagen 4 *Las diferentes ametralladoras con las que puede equiparse el sistema de armas [2]*
- IMAGEN 5 *Zona de estacionamiento de vehículos del BIP “Ceriñola”.*
- Imagen 6 *Instalaciones del 2º EMAN del BIP “Ceriñola I/50”*
- *Imagen 7 Efecto de la corrosión en la carrocería del vehículo RG-31. elaboración propia*
- *Imagen 8 RG-31 estacionado en tinglado. elaboración propia*
- IMAGEN 9 *hangar semipermanente “1000” de hispanovema [21]*
- Imagen 10 *interior de la “nave tipo m” DE la iNGENIEROS*
- Imagen 11 *subsistema del grupo motorpropulsor*
- Imagen 12 *sUBSISTEMA DE TREN DE RODAJE*
- Imagen 13 *sUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE*
- Imagen 14 *ACCESORIOS EXTERIORES DEL VEHÍCULO RG-31*
- Imagen 15 *esquema de comprobación del nivel de aceite en el motor*

Lista de abreviaturas

- AALOG: Agrupación de Apoyo Logístico.
- BIP: Batallón de Infantería Protegida.
- BMR: Blindado medio sobre ruedas
- CENAD: Centro de Adiestramiento.
- EMAN: Escalón de Mantenimiento.
- ET: Ejército de Tierra
- IED: Improvised Explosive Device. Artefacto Explosivo Improvisado.
- LMV: Light Multirole Vehicle. Vehículo Ligero Multipropósito.
- MAPO: Mando y Apoyo.
- MRAP: Mine resistant anti ambush. Anti emboscadas resistente a minas.
- PCM: Parque y Centro de Mantenimiento.
- PCMVR: Parque y Centro de Mantenimiento de Vehículos Rueda.
- PMM: Plana Mayor de Mando.
- TN: Territorio Nacional
- VAMTAC: Vehículo de Alta Movilidad Táctica.
- ZO: Zona de Operaciones

Lista de Tablas

- Tabla 1 *CLASIFICACIÓN DE LOS EMAN'S.* [1]
- Tabla 2 *Datos técnicos del vehículo RG-31*[2]
- Tabla 3 *VALORES METEOROLÓGICOS AEROPUERTO DE Gran canaria desde 1981 hasta 2010.*[11]
- Tabla 4 *LEYENDA.* [11]
- Tabla 5 *datos técnicos del hangar semipermanente "1000" de hispanovema* [21]

ANEXOS

Anexo I: Subsistemas del vehículo RG-31

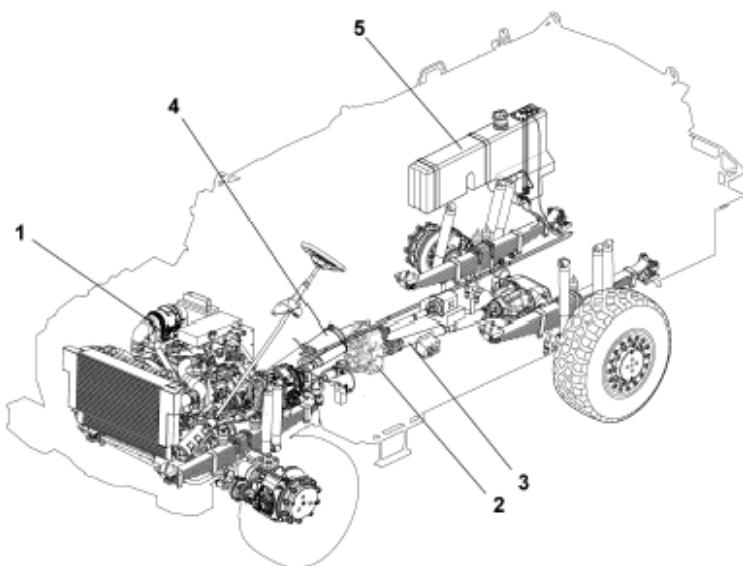


Figura 1-2 Grupo motopropulsor

- | | |
|---------------------------|-------------------------------------------|
| 1. Grupo motor | 4. Sistema de escape |
| 2. Caja de cambios | 5. Sistema de alimentación de combustible |
| 3. Árboles de transmisión | |

IMAGEN 11 SUBSISTEMA DEL GRUPO MOTORPROPULSOR

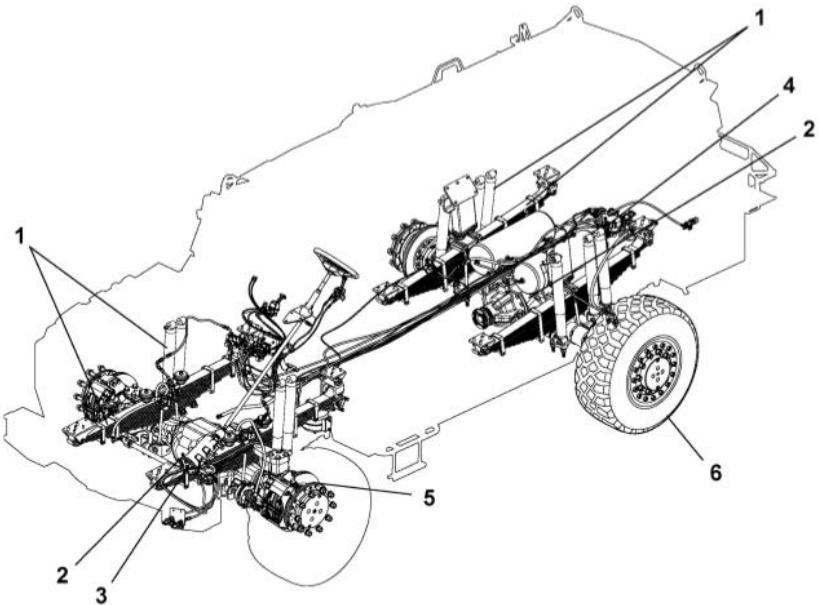


Figura 2-3 Tren de rodaje

- | | |
|-----------------------------------|------------------------|
| 1. Suspensión delantera y trasera | 4. Sistema neumático |
| 2. Puentes delantero y trasero | 5. Sistema de frenos |
| 3. Sistema de dirección | 6. Ruedas y neumáticos |

IMAGEN 12 SUBSISTEMA DE TREN DE RODAJE

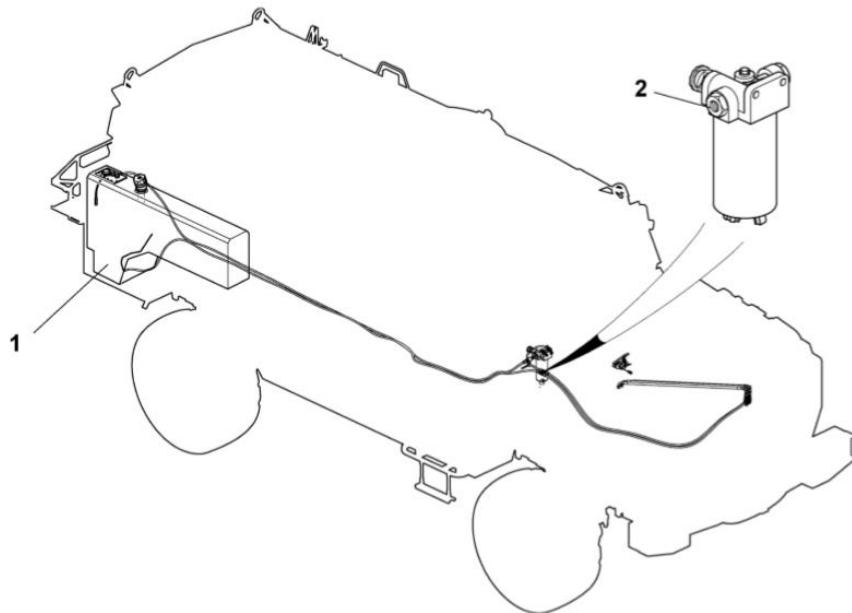


Figura 2-25 Sistema de alimentación de combustible

- | | |
|----------------------------|----------------------------------|
| 1. Depósito de combustible | 2. Separador de combustible/agua |
|----------------------------|----------------------------------|

IMAGEN 13 SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE

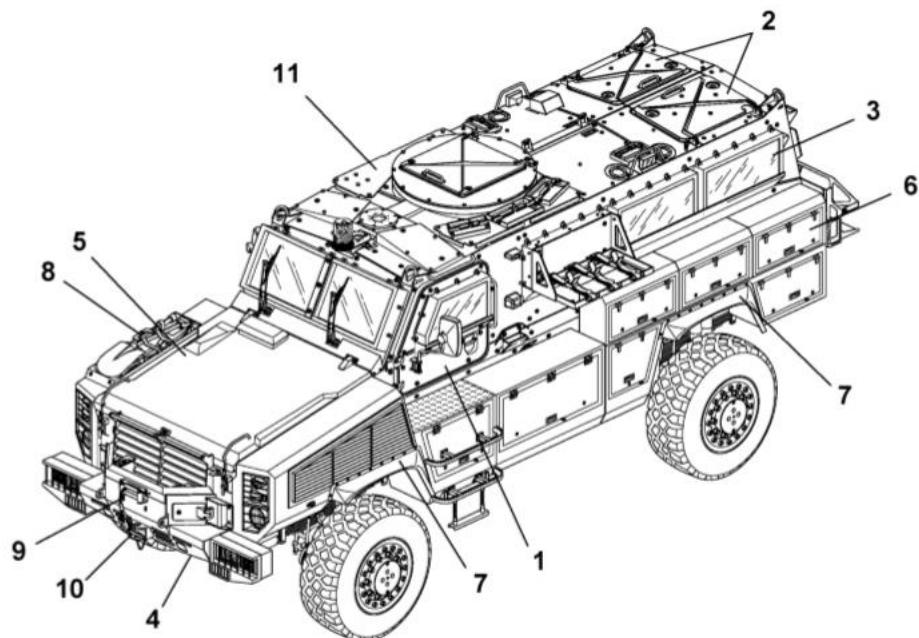


Figura 2-48 Vehículo RG31 Mk 5E

- | | |
|------------------------|-----------------------------------------|
| 1. Puertas laterales | 7. Guardabarros |
| 2. Escotillas de techo | 8. Soporte para herramientas de zapador |
| 3. Ventanas | 9. Cabrestante eléctrico |
| 4. Parachoques | 10. Enganche delantero de remolque |
| 5. Capó del motor | 11. Placas de blindaje |
| 6. Cajas de almacenaje | |

IMAGEN 14 ACCESORIOS EXTERIORES DEL VEHÍCULO RG-31

ANEXO II: Temario Curso de Conductor de RG-31

1. FINALIDAD DEL CURSO:

Proporcionar a los concurrentes la ampliación de conocimientos y la capacidad legal necesaria (PMC “F” – RG-31) para poder desarrollar actividades de conducción del VEHÍCULO MRAP “RG-31”, así como todas aquellas relacionadas con el entretenimiento y mantenimiento preventivo del mismo.

2. CAPACIDADES PROFESIONALES ADQUIRIDAS POR QUIEN LO SUPERE (UNIDADES DE CAPACITACIÓN.)

1. Realizar las labores de entretenimiento y mantenimiento de primer escalón y operación del puesto de conductor del material “RG-31”.
2. Desempeñar el puesto táctico de Conductor de “RG-31” .

3. DURACIÓN, DIRECCIÓN Y CENTRO DE DESARROLLO.

- El presente Plan de Estudios cuenta con un conjunto de enseñanzas teórico - prácticas de 46 horas

4. MÓDULOS DE FORMACIÓN QUE LO COMPONEN:

- **Módulo de Mantenimiento de Operador / Conductor “RG-31”**
- **Módulo de Prácticas de conducción del “RG-31”**

6.1.- Modulo de Mantenimiento de Operador/Equipo “RG-31”. Asociado a la unidad de capacitación 1.

CAPACIDADES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
6.1.a. Conocer las características generales del RG-31	<ul style="list-style-type: none"> Definir someramente las características generales del RG-31. Distinguir e identificar: Estructura general del RG-31, sus elementos internos y externos, accesorios y sistemas situados en el exterior del RG-31.
6.1.b. Realizar las actividades necesarias para prevenir averías.	<ul style="list-style-type: none"> Conocer la documentación del RG-31. Saber realizar el relleno y comprobación de una ficha de revisión diaria. Conocer las comprobaciones a realizar en niveles y sistemas, así como las revisiones y controles periódicos. Conocer los procedimientos de sustitución de luces, ruedas y otros elementos. Conocer la función de los indicadores ópticos y de mando y las acciones a desarrollar en relación con ellos. Conocer la ubicación de relés y fusibles, su función, determinación de fallo y sustitución. Conocer los procedimientos para el remolcado del vehículo. Efectuar el cuidado y limpieza del vehículo. Conocer los procedimientos de investigación de averías de los distintos sistemas del vehículo en general y de la transmisión en particular.
6.1.c. Conocer los elementos de la cámara del motor	<ul style="list-style-type: none"> Identificar los distintos elementos y accesorios de la tapa del motor. Operar la tapa del motor en modo manual y asistido. Identificar elementos de la cámara del motor y del motor. Identificar y conocer la misión y funcionamiento de los elementos del sistema contraincendios.
6.1.d. Conocer los elementos de la cabina	<ul style="list-style-type: none"> Conocer los indicadores ópticos y el manejo de mandos. Conocer los elementos, procedimientos, condiciones de uso y servidumbres de los sistemas de rodaje. Conocer los elementos, procedimientos, condiciones de uso y servidumbres de los sistemas de reducción y bloqueos de diferenciales. Conocer y saber emplear los sistemas de seguridad del vehículo bajo su responsabilidad: cinturones, asientos, sistemas de extinción, ventilación, calefacción, luces, frenos, etc. Conocer el manejo y normas de seguridad de la cúpula de techo. Conocer y saber montar-desmontar los sistemas accesorios de seguridad, así como los elementos de anclaje de armamento. Identificar y conocer la misión y funcionamiento de los elementos del sistema contraincendios.

	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer los sistemas, precauciones y procedimientos de acceso y seguridad de las puertas.
6.1.e. Conocer tareas generales de puesta en servicio.	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar las comprobaciones de puesta en servicio • Aplicar las comprobaciones antes, durante y después del servicio.
6.1.f. Conocer las operaciones para repostar.	<ul style="list-style-type: none"> • Operar el repostaje del vehículo.. • Operar la reposición de líquidos y aceites.

6.1.1.- Contenidos básicos.

Generalidades

- Ficha de revisión diaria
- Sobre normas y empleo de la documentación del vehículo.
- La revisión de 2º escalón. Elementos a tener en cuenta.

Generalidades, prestaciones e información técnica

- Descripción general del RG-31
- Datos de funcionamiento y especificaciones técnicas
 - Datos del vehículo
 - Datos de los sistemas
 - Datos del sistema automático de detección, supresión de incendios y antiexplosión
- Instrucciones de funcionamiento
 - Controles e instrumentos
 - Instrucciones generales de funcionamiento
 - Instrucciones sobre el arranque, conducción y apagado del motor
 - Procedimientos de emergencia y remolque
 - Lote de a bordo
- Investigación de averías y procedimientos correctivos
 - En vehículo
 - En grupo motopropulsor
 - En tren de rodaje
 - En sistema eléctrico
 - En accesorios
- Instrucciones de mantenimiento del operador
 - Limpieza
 - Procedimientos de inspección
 - Mantenimiento del operador

Prácticas sobre:

Motor.

- Acceso y elementos de la tapa del motor.
- Operaciones de apertura y cierre de la tapa del motor.
- Los elementos de la cámara del motor.

Niveles Grupo Motopropulsor

- Comprobación del nivel de aceite del motor

- Comprobación del nivel de aceite de la transmisión
- Comprobación del nivel del líquido refrigerante del motor
- Comprobación del nivel del líquido hidráulico de la dirección
- Purgado del sistema de combustible, incluido separador combustible-agua

Filtros de aire

- Desmontaje, limpieza y purgado de condensación del filtro de aire.

Ruedas

- Comprobación de los daños y límites de desgaste de las ruedas.
- Comprobación de niveles de lubricantes.
- Cambio de rueda

Cabina

- Accesos y elementos de seguridad de puertas y escotillas.
- Comprobación y regulación de elementos (volante, asientos, cinturón de seguridad, etc).
- Comprobación de indicadores visuales de los diversos sistemas.
- Comprobación de situación y estado de cajas de relés, fusibles y sistema de detección y supresión de incendios.
- Comprobación de situación de las distintas bolsas y cajas de impedimenta y documentación.
- Comprobación y manejo de la cúpula de techo.

Transmisión

- Comprobación y manejo sistemas reducción y bloqueos diferenciales.
- Puesta del vehículo en disposición de remolcado.

Sistema de frenos.

- Elementos del sistema de frenos
- Comprobación y manejo de los distintos elementos del sistema de frenos y de los elementos de remolque y anulación de frenos.

Revisiones periódicas

- Revisiones periódicas a realizar en el vehículo.

6.1.2. Duración del Módulo.

Este módulo tiene asignada una duración de 26 horas: veinte (20) teórico-prácticas y seis (6) de práctica.

6.2.- Módulo de Prácticas de Conducción del RG-31. Asociado a la unidad de capacitación 2

CAPACIDADES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
6.2.a. Conocer el puesto de conducción	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar y bloquear/desbloquear las puertas y escotillas de acceso • Identificar todos los elementos de la cámara de conducción • Identificar los mensajes de los Display del cuadro del conductor • Identificar y operar los desconectadores de baterías. • Operar el arranque/parada del motor del vehículo. • Operar la válvula de apertura-cierre de la cámara del motor. • Reconocer la importancia y emplear los elementos de asientos, cinturones de seguridad y reposapiés
6.2.b. Identificar los elementos de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado	<ul style="list-style-type: none"> • Encender / apagar / graduar el aire acondicionado • Poner en funcionamiento el sistema de calefacción y ventilación
6.2.c. Identificar los elementos del sistema contraincendios.	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar las comprobaciones de funcionamiento del sistema de detección y supresión de incendios y antiexplosión..
6.2.d. Conocer el sistema de frenos	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer los rudimentos del funcionamiento del sistema de frenos neumáticos. • Identificar y operar las conexiones neumáticas de vehículo remolcador y vehículo remolcado. • Identificar y operar el interruptor de freno y el freno de remolque. • Conocer el procedimiento y operaciones para el desbloqueo de los frenos en caso de ausencia de suministro de aire.
6.2.e. Adquirir destreza en la conducción del vehículo	<ul style="list-style-type: none"> • Operar la prueba de dirección • Operar la prueba de frenos • Operar la prueba de reducción y bloqueos de diferenciales • Operar la conducción diurna y nocturna. • Operar la conducción campo a través y en todo tipo de vías. • Operar las siguientes pruebas: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Arranque en rampa ▪ Paso estrecho ▪ Recorrido en zig-zag ▪ Arranque, aceleración y frenado ▪ Entrada en garaje

	<ul style="list-style-type: none"> • Cruce de zanjas y badenes • Operar el arranque del motor por baterías auxiliares • Operar el arranque del motor por cable esclavo • Operar el arranque del motor por pinzas • Operar el vadeo de un curso de agua • Operar los elementos y procedimientos para puesta del vehículo en disposición de remolcado
6.2.f Conocer los procedimientos normales de conducción	<ul style="list-style-type: none"> • Operar los mandos de conducción, empleando correctamente los sistemas de motor, transmisión y frenos de forma que se desarrolle una conducción segura y eficaz. • Operar el vehículo en distintas curvas, reconociendo la relación entre dimensiones/peso/centro de gravedad del vehículo, la velocidad del mismo y el radio de la curva
6.2.g Conocer los procedimientos operativos de conducción	<ul style="list-style-type: none"> • Operar el vehículo en distintos tipos de terreno, adecuando la tracción y potencia en función de las necesidades. • Operar el vehículo en distintas pendientes frontales, adecuando la tracción, potencia, reducción y bloqueos en función de las necesidades. • Operar el vehículo en pendiente lateral adecuada, reconociendo la relación entre dimensiones/peso/centro de gravedad del vehículo y la pendiente lateral. • Operar el vehículo en una pendiente frontal adecuada, deteniéndolo antes de que las ruedas delanteras alcancen la cresta. Reanudar el avance a continuación.

6.2.1.- Contenidos básicos.

Vehículo en general

- Utilización de las distintas puertas y accesos del vehículo
- Colocación del lote de a bordo

Puesto de conducción

- Utilización del asiento
- Los mandos e instrumentos del conductor
- Los elementos del panel de instrumentos. Mensajes de los Display
- La comprobación del sistema de extinción de incendios.
- El arranque y la parada del vehículo
- El empleo de los sistemas de reducción y bloqueo de diferenciales
- Los frenos. Su utilización
- La iluminación exterior: su manejo.

Sistema de calefacción

- Normas para el precalentamiento del motor a bajas temperaturas
- El sistema de calefacción. Puesta en funcionamiento

- El sistema de ventilación. Puesta en funcionamiento

La marcha.

- Acciones previas a la puesta en marcha.
- Actuaciones después del servicio

Vadeo

- Preparación del vehículo para el vadeo
- Dispositivos para el vadeo

Pruebas de conducción y prácticas sobre:

- Realización de pruebas de arranque en rampa
- Realización de pruebas de arranque, aceleración y frenado
- Realización de pruebas de entrada en garaje
- Realización de pruebas de paso estrecho
- Realización de pruebas de zig-zag
- Realización de pruebas de cruce de zanjas y badenes
- Realización de conducciones diurnas
- Realización de conducciones nocturnas con iluminación normal, luces de guerra y gafas de visión nocturna.
- Realización de conducción campo a través
- Realización de conducción en convoy, en diferentes tipos de vías.
- Realización del vadeo de cursos de agua.
- Realización del arranque por cable eslavo y pinzas.

Transporte del RG-31

- Preparación del RG-31 para el transporte.
- Operaciones previas para el remolque del RG-31.

6.2.2.- Duración del Modulo.

Este módulo tiene asignada una duración de veinte (20) horas prácticas efectivas por alumno.

5. NORMAS PARA LA SUPERACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS.

7.1 Evaluación.

Se realizará una evaluación continua de conocimientos y aptitudes, por los profesores que imparten la enseñanza.

Los concurrentes deberán efectuar una prueba de conocimientos por cada uno de los módulos contemplados, una vez se hayan impartido en su totalidad dichos módulos, que según el caso, será teórica, práctica o teórico-práctica.

La prueba de evaluación será realizada por un Tribunal de Exámenes designado al efecto, perteneciente a Secciones de Enseñanza de Conducción Territoriales o Secciones Delegadas de Conducción Vial de ésta (o que asuman estas funciones en el futuro) y cuya área de responsabilidad incluya los lugares de desarrollo del curso. Para ser evaluado del modulo de Practicas de Conducción del RG-31, será necesario haber superado previamente el módulo de Mantenimiento de Operador / Conductor RG-31.

El tiempo que medie entre la prueba de evaluación del módulo de Mantenimiento de Operador / Conductor RG-31 y la evaluación del módulo de prácticas de conducción, no deberá ser superior a dos años.

7.2 Superación de los Módulos.

Se entenderá que un concurrente ha superado el curso cuando haya obtenido una calificación de APTO, en todos y cada uno de los módulos.

No superado el Plan de Estudios, en los plazos previstos, los módulos superados habrán de repetirse.

7.3 Pruebas ordinarias.

Los concurrentes que finalicen los conocimientos del segundo módulo realizaran una evaluación del mismo, consistente en dos fases.

La primera de las fases de la evaluación consistirá en la superación de dos pruebas, una de Destrezas en pista, y otra de Conducción en instalaciones militares y terreno variado. Dicha evaluación se efectuará una vez se hayan impartido en su totalidad los conocimientos del modulo de **Prácticas de Conducción del RG-31**.

Una vez superada la fase definida en el párrafo anterior, el tribunal examinador expedirá una Autorización Temporal de conducción que habilite al alumno para la realización de la segunda fase, consistente en una última prueba de Circulación, en convoy y por vías abiertas al tráfico en general, donde se evaluará su aptitud en el manejo del RG-31 en dichas circunstancias.

La superación de la prueba de circulación en convoy por vías abiertas al tráfico, llevará implícita la capacitación correspondiente a la obtención del PMC tipo "F" que será expedido por el Organismo militar correspondiente.

La no superación de dicha prueba implicará la no concesión del PMC definitivo; por parte de la Escuela de Conductores se realizarán las prácticas de conducción necesarias para asegurar el perfeccionamiento de la conducción y la superación de la prueba en las condiciones establecidas en la IT 04/07 (IGE).

La totalidad de la información expuesta en este anexo proviene de

Anexo III: Esquemas de comprobación de niveles 1º EMAN

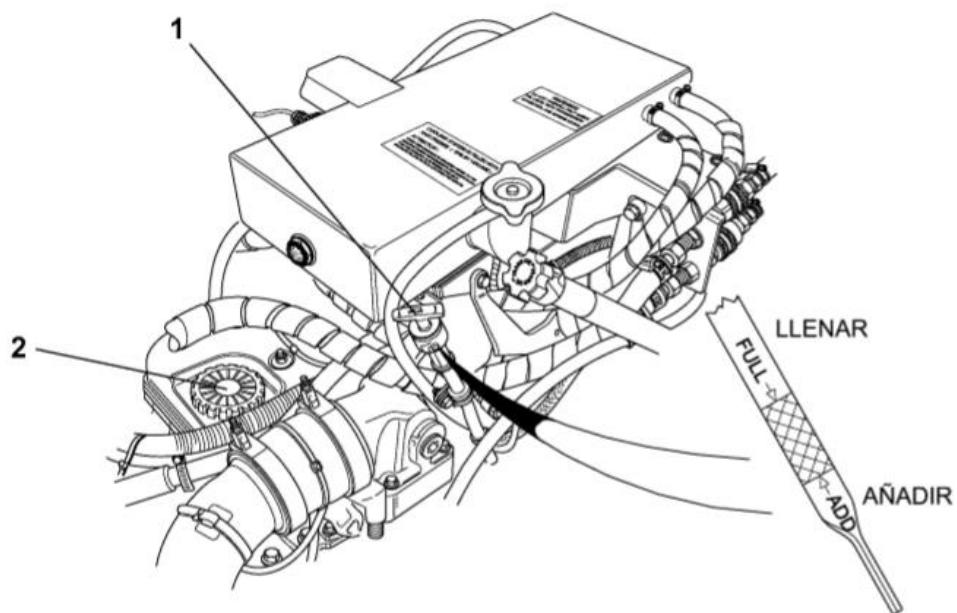


Figura 6-1 Comprobar el nivel de aceite del motor

IMAGEN 15 ESKEMA DE COMPROBACIÓN DEL NIVEL DE ACEITE EN EL MOTOR

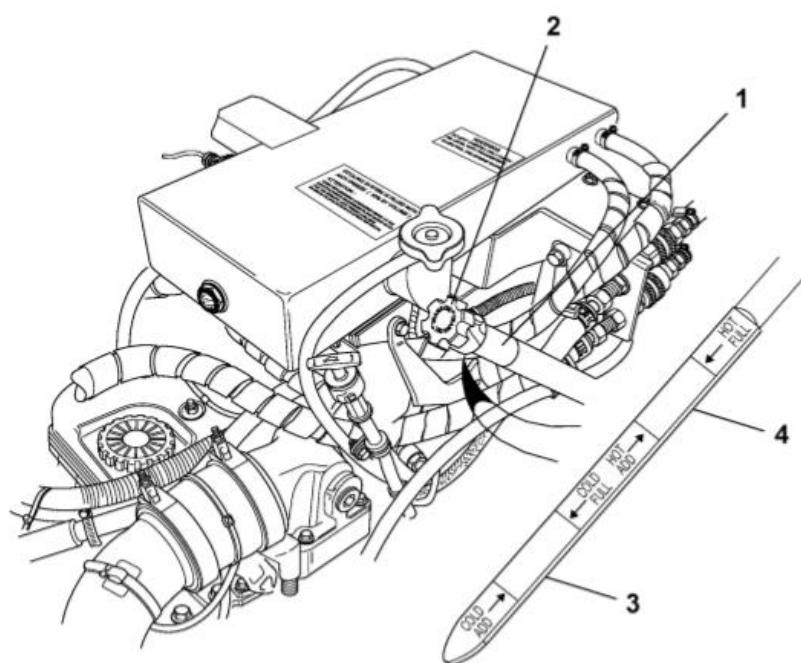


IMAGEN 14 ESKEMA DE COMPROBACIÓN DE LÍQUIDO HIDRÁULICO DE LA TRANSMISIÓN

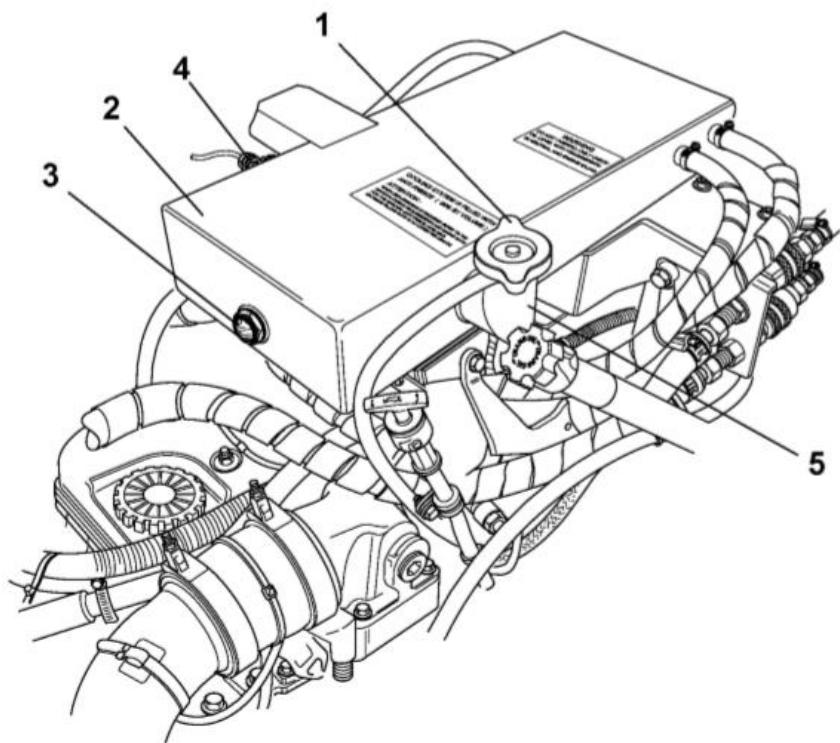


IMAGEN 15 COMPROBACIÓN DEL LIQUIDO REFRIGERANTE DEL MOTOR

Anexo IV: Imágenes de la corrosión presente en un vehículo RG-31

Las siguientes imágenes fueron tomadas a un vehículo RG-31 asignado el BIP “Ceriñola” I/50. La totalidad de las imágenes son de elaboración propia.

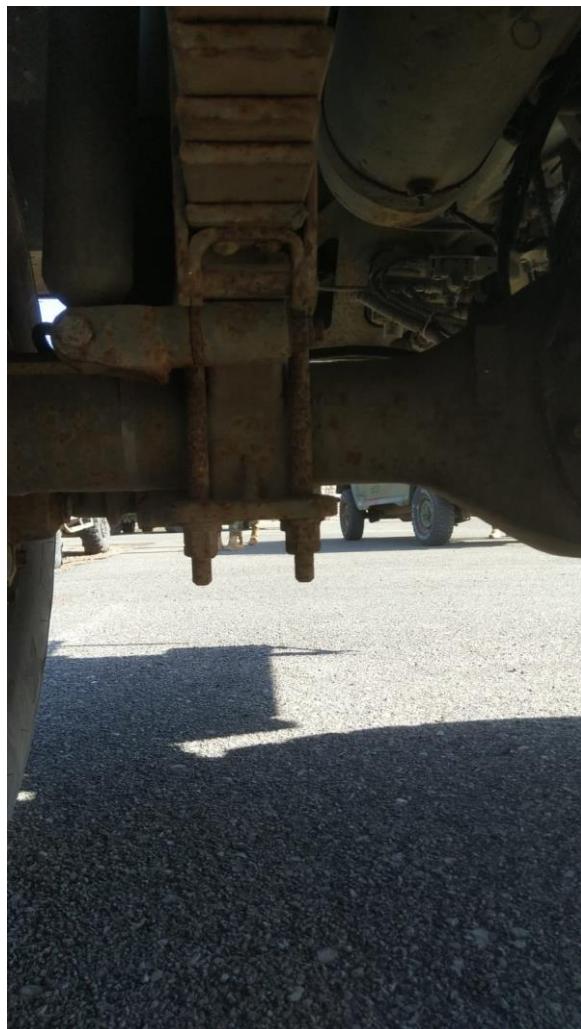


IMAGEN 15 CORROSIÓN EN LOS ABARCONES DE AMORTIGUACIÓN



IMAGEN 16 CORROSIÓN EN UNO DE LOS CAJONES LATERALES



IMAGEN 16 CORROSIÓN EN LA ANTENA DEL INHIBIDOR



IMAGEN 17 CORROSIÓN EN SUPERFICIE EXTERIOR



IMAGEN 18 AUSENCIA DE CORROSIÓN EN LA CÁMARA DEL MOTOR

Anexo V Desglose de gastos generados por la base de precios de construcción de tinglado

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	unitario	Importe
1		Materiales			
mt10hmf011fb	m ²	Hormigón de limpia HL-150/B/20, fabricado en central.	0.010	66.00	0.66
mt10ha010nga	m ²	Hormigón HA-25/B/20/la, fabricado en central.	0.100	76.88	7.69
mt07fac0010g	kg	Acero en barras corrugadas UNE-EN 10080 B 500 S, suministrado en obra en barras sin elaborar, de varios diámetros.	4.140	0.62	2.57
mt07ac0020a	Ud	Separador homologado para cimentaciones.	0.800	0.13	0.10
mt07ala011k	kg	Pielina de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, para aplicaciones estructurales. Trabajada y montada en taller, para colocar con uniones soldadas en obra.	0.470	1.34	0.63
mt07ala010deb	kg	Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales, acabado con imprimación antioxidente. Trabajado y montado en taller, para colocar con uniones soldadas en obra.	17.500	0.96	16.80
mt27pf010	m ²	Imprimación de seco rápido, formulada con resinas alquídicas modificadas y fosfato de zinc.	0.167	4.80	0.80
mt13ccp010a	Ud	Chapa perlada de acero galvanizado prelacado, de 0,6 mm de espesor, con nervios de entre 40 y 50 mm de altura de cresta, a una separación de entre 250 y 270 mm e inclinación entre 13 y 21 cm ⁴ , según UNE-EN 14782.	1.050	6.15	6.46
mt13ccg030g	Ud	Tornillo autotroscante de 6,5x70 mm de acero inoxidable, con arandela.	3.000	0.44	1.32
mt12www030mbj	m	Chapa plegada de acero galvanizado de 0,8 mm de espesor, 30 cm de desarrollo y 3 pliegues, para borde perimetral.	0.214	4.39	0.94
mt13ccg030d	Ud	Tornillo autotroscante de 6,5x130 mm de acero galvanizado, con arandela.	1.200	0.35	0.42
mt27iva011	Ud	Masilla de base neutra monocomponente, para sellado de juntas, para aplicar con pistola.	0.005	14.13	0.07
mt13ccg040	m	Junta de estanqueidad para chapas perladas de acero.	0.200	2.66	0.53
		Subtotal materiales:			38.99
2		Equipo y maquinaria			
mq01ref020b	h	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0.101	36.43	3.66
mq08sol010	h	Equipo de oxícore, con aceituno como combustible y oxígeno como comburente.	0.010	7.36	0.07
mq08sol020	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	0.606	3.19	1.93
		Subtotal equipo y maquinaria:			5.63
3		Mano de obra			
mo045	h	Oficial 1º estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0.005	19.37	0.10
mo092	h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0.030	18.29	0.55
mo043	h	Oficial 1º ferrallista.	0.064	19.37	1.24
mo090	h	Ayudante ferrallista.	0.097	18.29	1.77
mo047	h	Oficial 1º montador de estructura metálica.	0.284	19.37	5.50
mo094	h	Ayudante montador de estructura metálica.	0.284	18.29	5.19
mo051	h	Oficial 1º montador de cerramientos industriales.	0.312	19.11	5.96
mo098	h	Ayudante montador de cerramientos industriales.	0.156	17.53	2.73
		Subtotal mano de obra:			23.04
4		Costes directos complementarios			
		Costes directos complementarios			
		Coste de mantenimiento decenal: 9.86€ en los primeros 10 años.			
		4.000	67.71	2.71	
		Costes directos (1+2+3+4):			70.42