
FACULTAD
DE INGENIERÍA

DPTO. INGENIERÍA MECÁNICA

ÍNDICES DE LA FIABILIDAD DEL PARQUE AUTOMOTOR DE LA UNIDAD DE TRANSPORTACIÓN DE COMBUSTIBLE DEL SISTEMA CUPET DE LA PROVINCIA DE HOLGUÍN

TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

Autor: Einer Gustavo Osorio Fernández

Tutores: Ing. Jorge López Nuñez, MSc.

Ing. Carlos Alberto Trinchet Varela, Dr.C., Investigador Auxiliar.

HOLGUÍN 2018



DEDICATORIA



AGRADECIMIENTOS





RESUMEN

La investigación aborda el estudio de los principales índices de funcionabilidad de la flota de transporte de la Unidad de Transportación de Combustibles del sistema Cupet en la provincia Holguín. Se trabajó con 3448 registros del funcionamiento del parque automotor durante el año 2017 en 97 vehículos divididos en cinco líneas diferentes. Fueron calculados los Coeficiente de Disponibilidad Técnica (*CDT*), Tiempo Medio Para Reparar (*TMPR*), flujo de fallo (*W*) y el Tiempo Medio Entre Fallos (*TMEF*). Se obtuvieron las horas disponibles de la flota de transporte en el período estudiado y las que se encontraba inoperativa; fueron identificados los sistemas y elementos críticos; así como sus principales modos, causas de fallos y las acciones correctivas más empleadas. Estos fundamentos favorecen el proceso de mantenimiento y pueden disminuir los costos por transportaciones. Finalmente se realiza una valoración cuantitativa del costo de mantenimiento preventivo y correctivo, así como cualitativamente se valora el impacto ambiental y para la defensa.



SUMMARY

The investigation approach the study of the principal index of Combustibles 's functionality of the fleet of transportation of Transportacion 's Unit of the system Cupet in the provinces Holguin. It was worked up with 3448 records of the functioning of the automotive park during the year 2017 in 97 vehicles divided in five different lines. Technical Disponibility Coefficients (TDC), Mean Time To Repair (*MTTR*), flow of failure (*W*) and the Mean Time Between Failures (*MTBF*) were calculated. Were obtained the available hours from the fleet of transportation in the studied period and the one sthat were inoperative as well; Systems and critical elements were identified; as well as his principal modes, causes of failures and the most used corrective actions. The sefoundations favor the process of maintenance and can decrease the costs for transportations. Finally a quantitative assessment of the preventive and corrective maintenance cost are accomplished, the same way that qualitatively theen vironmental and for the defense impact is appraised.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
1. CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LOS INDICADORES DE LA FIABILIDAD .7	7
1.1. Confiabilidad o fiabilidad	7
1.2. Propiedades de la fiabilidad	1
1.2.1. Índices simples de la fiabilidad	2
1.2.2. Índices complejos de fiabilidad.....	3
1.2.3. Indicadores básicos de gestión.....	4
1.3. Sistemas de mantenimiento	2
1.4. Ley de distribución	1
1.5. Análisis de modos de fallas y su clasificación en los sistemas.....	2
1.6. Fallas en los sistemas y subsistemas de los vehículos	4
1.7. Caracterización de la Unidad Empresarial de Base Transportación Holguín, Transcupet	5
2. CAPÍTULO II. DETERMINACIÓN DE LOS INDICADORES DE LOS ÍNDICES DE FIABILIDAD DEL PARQUE AUTOMOTOR DE LA UNIDAD DE TRANSPORTACIÓN DE COMBUSTIBLE DEL SISTEMA CUPET DE LA PROVINCIA DE HOLGUÍN.....	8
2.1. Caracterización del parque automotor	8
2.2. Análisis y resultados de los indicadores de fiabilidad.....	12
2.2.1. Tiempo Medio Entre Fallos (TMEF).....	13
2.2.2. Coeficiente de Disponibilidad Técnica (CDT)	15
2.2.3. Tiempo Medio Para Reparar (TMPR)	18
2.2.4. Flujo de fallos (W).....	20
2.2.5. Análisis general de los índices de la fiabilidad	39
2.3. Valoración económica de la propuesta	40
2.4. Valoración del impacto medioambiental de la propuesta	44
2.5. Compatibilización de la propuesta con los intereses de la defensa	47
CONCLUSIONES.....	48
RECOMENDACIONES.....	49
BIBLIOGRAFÍA	50
ANEXOS	52

INTRODUCCIÓN

“El transporte es el sistema más antiguo de movilidad que conocemos y está integrado por cinco modos fundamentales: carretera, ferrocarril, agua, aire y tubería; siendo el automóvil el que más contribuye a la movilidad de personas y mercancías en la mayoría de los países Olivera, (2004). Para Aparicio (2008) el transporte es la actividad económica que tiende a satisfacer las necesidades humanas de movilidad. Cendrero y Truyols (2008) establecen que el transporte está formado por elementos fundamentales como la infraestructura, los vehículos y la empresa de servicio que viene a constituir la actividad previamente dicha. Estos elementos están interrelacionados entre sí, pues ninguno es útil sin que los otros existiesen” [Casanova, 2012].

De las distintas definiciones de transporte de mercancía que existen, se pueden destacar algunas de ellas:

- a. “Se define el transporte de mercancías como toda actividad encaminada a trasladar productos desde un punto de origen hasta un punto de destino.”[Anaya, 2009].
- b. “El transporte de mercancías es el traslado de productos desde un origen a un destino. En esto no se diferencia del transporte de viajeros. Esta definición sirve para cualquier medio de transporte: camión, barco, ferrocarril, avión. El origen puede ser diverso: fábrica, subcontratas de fabricación, proveedor, almacén regulador, almacén de delegación. Al igual que los destinos: fábrica, almacén regulador, delegaciones-distribuidores, grandes clientes, clientes en general.” [Mauleón, 2014].

En América Latina, el transporte de carga por carretera se encuentra en un momento de “*toma de conciencia energética y ambiental*”, con un potencial enorme de despertar la mayor transformación que esta industria haya experimentado. Es una transformación que, en lo esencial, demandará un fuerte impulso por la profesionalización y formalización de la estructura industrial y empresarial del sector.

La eficiencia energética es un concepto que se ha instalado con fuerza en la agenda pública de los últimos años. El incremento del costo de los combustibles fósiles, el cambio climático y los problemas de suministro energético, han sido los principales hechos que han motivado este proceso.

La Revolución Energética en Cuba ha sido el proyecto de eficiencia energética más integral que haya llevado a cabo país alguno en el mundo. Abarca todos los ámbitos de la energía: la extracción de portadores fósiles, las fuentes renovables, la generación, transmisión, distribución y uso final de la electricidad, así como la educación y la cooperación internacional. Se introdujeron el modelo de Generación Distribuida y tecnologías más eficientes para el uso final de la energía. El impulso de una concepción integral con el fin de masificar el empleo de las fuentes renovables de energía y el conocimiento del potencial nacional [Batista, 2016].

Al igual que otros sectores, en Cuba, el transporte se encuentra afectado debido al Bloqueo Económico impuesto por Estados Unidos a nuestro país, lo cual le impide el acceso al mayor y más próximo mercado del mundo, y limita su participación en los mercados e instituciones financieras internacionales. La revista La Radio del Sur, el último año registra afectaciones al transporte de 520 millones 541 mil dólares, como resultado de esa política de asfixia económica. Es por ello que se debe dar el máximo de importancia y atención a los recursos que tenemos.

Por lo que en este trabajo de diploma se pretende ayudar a mejorar la eficiencia en el transporte de combustible en la Unidad Empresarial de Base (UEB) Transcupet Holguín, mediante la determinación de los principales índices de funcionalidad de la fiabilidad de la flota de transporte.

Se denomina *flota de transporte* a un conjunto de vehículos destinados a transportar mercancías o personas y que dependen económicamente de la misma empresa [Cobos, 2010].

Transcupet es una transportista de combustibles y lubricantes en Cuba y cuenta con una dependencia en Holguín, transporta cerca del 38% del combustible que se consume en la provincia, o sea, unos 23 millones de litros mensuales de productos, se convierte así en un ente vital para el funcionamiento de la economía local. Para cumplir con ese encargo cuenta con un parque de 97 vehículos, sumados a más de 40 pertenecientes a la empresa comercializadora, fundamentalmente ligeros y de usos varios, que reciben servicio de mantenimiento [Nuñez, 2015].



Figura 1.1. Conjunto cuña tractora semirremolque cisterna, rastra, en la entrada de la UEB. Fuente propia

Un vehículo está compuesto por dos grandes partes que interactúan entre sí para su óptima operación, una de ellas llamada carrocería y la otra es llamada chasis, la carrocería es aquella parte visible en donde se ubican los pasajeros y la carga, y el chasis es aquella parte no visible en donde se alojan todos los sistemas encargados de producir el movimiento que a través de otros sistemas mecánicos se encargan de transmitir el movimiento a las ruedas; de esta manera estas dos grandes partes interactúan permitiendo que un vehículo funcione adecuadamente.

Dentro de estos sistemas y subsistemas se encuentran el sistema de transmisión, eléctrico, motor, dirección, freno, suspensión y rodaje que es el único elemento de unión entre el vehículo y el suelo sobre el que éste circula formando parte de la mayoría de estos sistemas (ver anexo A). En el caso particular de la flota objeto de estudio, cuenta con un sistema especial para la carga y descarga de combustible.

El objetivo principal de esta flota de vehículos es la transportación de combustibles y lubricantes al cliente final (servicentros, empresas transportistas, entre otros). A lo largo de su cumplimiento se han presentados diversos problemas de explotación dificultando así la eficiencia de la empresa. Se cuenta con una base de datos en documento Excel (3448registros), donde se recogen los fallos y averías de los vehículos durante el 2017, los

cuales se procesarán estadísticamente para conocer los índices esenciales pertenecientes a la propiedad de la fiabilidad, necesarios para el transporte eficaz de la mercancía.

Al encontrarse calculados la mayoría de los índices de fiabilidad en los sistemas de mantenimiento empleados en la empresa, dificulta la planificación correcta de los mantenimientos preventivos planificados, el pronóstico y diagnóstico preciso.

Se trabaja sin disponer de toda la información oportuna que permita tomar anticipadamente las medidas preventivas, para alcanzar niveles de eficiencia y calidad adecuados de la función mantenimiento, que garantice niveles de productividad para el proceso de transportación. En la actualidad la mayor parte de los mantenimientos realizados en el taller son correctivos. Lo que constituye la *situación problemática*.

Situación problemática:

El sistema de mantenimiento preventivo planificado es ineficiente, los gastos por acciones correctivas casi duplican a las preventivas. No se emplean adecuadamente herramientas modernas o las normas que regulan la actividad, para monitorear y diagnosticar la función mantenimiento.

Problema de investigación:

La utilización parcial, limitada, de los índices de fiabilidad de la flota de transporte de Transcupet Holguín.

Objeto de estudio:

Flota de transporte de Transcupet Holguín.

Campo de acción:

Índices de fiabilidad de la flota de transporte de Transcupet Holguín.

Hipótesis:

Si se hace un estudio de los principales índices de fiabilidad con la base de datos del año 2017, se podrá conocer los sistemas y componentes críticos, así como las causas de los fallos más frecuentes.

Objetivo general:

Determinar los índices de la fiabilidad a la flota de transporte de Transcupet Holguín.

Tareas de investigación:

- 1) Realizar una revisión bibliográfica sobre el estudio de la fiabilidad, leyes de la distribución, los índices simples de funcionabilidad, los tipos y modos de fallos y los principales fallos de la transportación de carga por carretera.
- 2) Caracterización de la flota de transporte de Transcupet Holguín.
- 3) Consulta a expertos y de la documentación técnica de la flota de transporte de Transcupet Holguín.
- 4) Realización del estudio de los fallos en la flota de transporte de Transcupet Holguín.
- 5) Cálculo de los índices simples y complejos de funcionabilidad en la flota de transporte de Transcupet Holguín.
- 6) Valoración económica del mantenimiento preventivo y correctivo aplicado.
- 7) Valoración del impacto medioambiental de la propuesta.
- 8) Compatibilización de la propuesta con los intereses de la defensa.
- 9) Elaboración del informe.

Métodos de investigación

Los **métodos de investigación** son herramientas para la recolectar datos, formular y responder preguntas para llegar a conclusiones a través de un análisis sistemático y teórico aplicado a algún campo de estudio.

Teóricos

Análisis y síntesis:

Se utiliza en la revisión y consulta de la bibliografía especializada sobre el tema, así como, en el estudio de la información existente sobre la aplicación del mantenimiento a las flotas de transporte de carga, en este caso es muy abundante porque el mundo entero en los

últimos años le ha atribuido gran importancia al sector del transporte por carretera, y Cuba no está ajeno al tema.

Histórico-Lógico:

Se examinan los antecedentes, estado actual y tendencias del objeto y campo de investigación.

Análisis sistémico

Partiendo del estudio de la estructura, componentes y funcionamiento del carro de transporte, se definen sus elementos básicos y relaciones esenciales. En la interacción con el hombre y el entorno se identifican algunas propiedades y limitaciones operativas y de calidad.

Modelación teórica y matemática

Se modela mediante los índices de fiabilidad el comportamiento de la flota de transporte por sistemas y piezas, asociados a variables de modos de fallas, causas y acciones correctivas.

Empíricos

Consulta a informantes claves: Se realizaron consultas a 16 trabajadores de experiencia de la entidad (mecánicos, ingenieros, choferes) y se obtuvo información sobre los principales problemas relacionados con el mantenimiento de la flota de transporte.

La observación: Fue uno de los métodos empíricos empleados mediante la realización en la Empresa Cupet Holguín del Proyecto III (2017) y las prácticas (2018), donde se pudo apreciar los diferentes regímenes de explotación, así como las técnicas empleadas y las condiciones para su mantenimiento.

Resultados esperados.

Determinar los índices de fiabilidad, los sistemas críticos y las fallas ocurridas en la flota de Transcupet en el período 2017. Estos fundamentos favorecen el proceso de mantenimiento y pueden disminuir los costos por transportaciones. Además, contribuir con la economía y la defensa del país, así como disminuir los daños ambientales.

1. CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LOS INDICADORES DE LA FIABILIDAD

En el presente capítulo se analizan las propiedades de la funcionabilidad y las leyes de distribución más usada en la teoría de la fiabilidad, índice simple y compleja, así como la metodología utilizada para la evaluación de los fallos en la flota de transporte de carga por carretera de la Empresa Cupet en Holguín.

1.1. Confiabilidad o fiabilidad

Muchos autores se refieren al término de confiabilidad para abordar una serie de conceptos y aplicaciones, sin embargo, otros simplemente le llaman fiabilidad atribuyéndoles el mismo concepto de manera diferente exclusivamente por no presentar con exactitud el mismo nombre. Es importante destacar las definiciones de cada uno de estos términos a los cuales se hacen referencias y se tratan con nombres diferentes y en realidad persiguen el mismo objetivo con semejantes herramientas. A continuación, se presentan algunos conceptos de los más representativos de cada término según un análisis en la bibliografía revisada.

“La ingeniería de fiabilidad es el estudio de la longevidad y el fallo de los equipos. Para la investigación de las causas por las que los dispositivos envejecen y fallan se aplican principios científicos y matemáticos. El objetivo estriba en que una mayor comprensión de los fallos de los dispositivos ayudará en la identificación de las mejoras que pueden introducirse en los diseños de los productos para aumentar su vida o por lo menos para limitar las consecuencias adversas de los fallos” [Nachlas, 1995].

Según Nachlas (1995), fiabilidad es la probabilidad de que un dispositivo realice adecuadamente su función prevista a lo largo del tiempo, cuando opera en el entorno para el que ha sido diseñado.

De acuerdo con la Norma Cubana (NC) 92-10 de 1978, la fiabilidad es la propiedad que tiene el artículo de cumplir las funciones asignadas, conservando en el tiempo los valores de los requisitos de utilización establecidos dentro de los límites fijados, en correspondencia con las condiciones establecidas. La fiabilidad es una propiedad compleja. En dependencia del artículo y de su utilización, puede incluir la operatividad, la

durabilidad, la mantenibilidad y la conservabilidad por separado o una combinación determinada de estas propiedades, tanto del artículo como de sus partes y componentes.

Gómez (2003) plantea que, la ingeniería de la confiabilidad es la aplicación apropiada de disciplinas de ingeniería, así como de datos, técnicas y habilidades con la finalidad de evaluar y/o mejorar aspectos tales como la confiabilidad, la mantenibilidad, la disponibilidad, la intercambiabilidad y la utilidad, de manera tal que se logren productos, procesos o servicios a un costo que satisfaga las necesidades de la organización.

La confiabilidad es la probabilidad de que el activo cumpla sus funciones durante un intervalo de tiempo dado para un determinado contexto operacional.

Mauricio (2006) plantea que, confiabilidad se define como la probabilidad de que un equipo opere sin falla por un determinado período de tiempo, bajo unas condiciones de operación previamente establecidas.

Lo primero que hay que destacar como novedoso del término es su carácter cualitativo, la confiabilidad no se mide directamente sino a través de las características que la configuran: la fiabilidad, la mantenibilidad y el soporte logístico, para las que sí existen parámetros y técnicas de medida. Este enfoque que se da a la confiabilidad le abre un campo enorme de actividad, ya que permite integrar aspectos que hasta entonces no se habían contemplado de forma sistemática en el diseño, producción y explotación de los sistemas, como son los relacionados con: costes, seguridad y factores humanos.

Según lo referenciado anteriormente y producto a estos nuevos cambios se sabe a qué se refiere en la actualidad cuando se habla de confiabilidad, la que se define como un término colectivo, que se utiliza para describir las características de disponibilidad de un sistema y los factores que le afectan como son las características de fiabilidad, las características de mantenibilidad y las características de soporte logístico, por lo que solamente al hablar de fiabilidad no se habla de confiabilidad, es necesario ver otros factores que se dejan fuera de gran importancia en el mantenimiento del equipo.

1.2. Propiedades de la fiabilidad

Como se expresó, la fiabilidad es una propiedad compleja de un sistema que permite realizar su función preestablecida y conservar sus parámetros técnicos dentro de los valores límites para un período, condiciones y régimen de explotación conocido.

La fiabilidad es una propiedad compleja que se expresa a través de cuatro propiedades esenciales:

Funcionabilidad: Es la propiedad del objeto de conservar continuamente la capacidad de trabajo en el transcurso de determinado tiempo de explotación sin receso necesario, que es el llamado tiempo muerto, provocado por las fallas. En las normas de calidad es conocido este término como operatividad. Esta propiedad es sumamente importante para todos los elementos del sistema (conjuntos de la máquina) cuyas fallas pueden provocar serias averías con prolongadas paradas de tiempo de roturas [Daquinta, 2004].

Durabilidad: Es la propiedad de conservar la capacidad de trabajo hasta llegar al estado límite con un sistema establecido de mantenimiento técnico y reparación [Daquinta, 2004].

Conservabilidad: Es la propiedad del objeto técnico de conservar los valores de los índices de trabajo sin fallas, durabilidad y reparabilidad durante y después de la conservación y transportación. La propiedad del objeto y sus agregados es determinante para detener la corrosión, el efecto del medio ambiente, el envejecimiento y la deformación, además de la estabilidad y mantenimiento de las regulaciones [Daquinta, 2004].

Reparabilidad o mantenibilidad: Es la propiedad del objeto que consiste en descubrir a tiempo las causas del surgimiento de las fallas y eliminar sus secuelas mediante la realización de los mantenimientos técnicos y reparaciones. A la tarea de aseguramiento de la reparabilidad se le suministra una extraordinaria importancia. La utilización de la máquina no puede ser muy efectiva mientras sus mecanismos y agregados no estén ajustados al mantenimiento técnico y la reparación, así como la sustitución de los elementos de corta duración. Al número de factores que determinan la utilidad de la reparación se refieren: el acceso al objeto de mantenimiento, agregados y mecanismos de fácil desmontaje; intercambiabilidad; acceso a los equipos de control; unificación de sistemas, mecanismos y agregados de máquinas [Daquinta, 2004].

Para Cabrera (2003), *mantenibilidad* es la probabilidad de que el activo sea devuelto a un estado en el que pueda cumplir sus funciones en un tiempo dado, luego de la aparición de un fallo y cuando las tareas de mantenimiento se realizan en las condiciones y con los medios y procedimientos preestablecidos.

1.2.1. Índices simples de la fiabilidad

- Índice de funcionabilidad

Probabilidad de trabajo sin fallos P_t :

$$P(t) = \frac{n-N(t)}{n} \quad (1.1)$$

Donde:

- $N(t)$: Número de sistemas o artículos que han fallado en el intervalo de tiempo considerado "t".
- n - número de sistemas (artículos) que se ensayan u observan.

Probabilidad de ocurrencia del fallo $F_{(t)}$:

$$F_t = 1 - P_t \quad (1.2)$$

La probabilidad de ocurrencia del fallo F_t en el instante t es complementaria a la probabilidad de trabajo sin fallo P_t , por lo que: $P_t + F_t = 1$.

Para los sistemas reparables:

Tiempo Medio Entre Fallos (TMEF)

$$TMEF = \bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{n_k} t_{ij}}{\sum_{j=1}^n n_j} \quad (1.3)$$

- n -número de sistemas (artículos) que se ensayan u observan
- $n(j)$ - sistema que han fallado en el intervalo de tiempo analizado
- t_{ij} - tiempo de trabajo entre dos fallos consecutivos del mismo artículo o sistema (h)
- n_k - número de fallos del artículo "k"

Para el caso particular de que es un solo tipo de artículo la ecuación se simplifica de la forma siguiente:

$$TMEF = \bar{t} = \frac{\sum_{j=1}^{n_k} t_{ij}}{n_k} \quad (1.4)$$

Flujo de fallos ($W(t)$):

$$W(t) = \frac{N(\Delta t)}{n \cdot \Delta t} \quad (1.5)$$

Donde:

- $n(\Delta t)$ - Sistema que han fallado en el intervalo de tiempo analizado.
- $N(0)$ - Cantidad de sistemas que están siendo estudiados.

1.2.2. Índices complejos de fiabilidad

Coeficiente de Utilización Técnica

$$CDT = \frac{TD}{TD+TI} \quad (1.6)$$

Donde:

TD – tiempo que el sistema está disponible para ser operado (h). El sistema se encuentra en completo estado de funcionalidad.

TI – tiempo que el sistema no está disponible para ser operado (h).

$$TI = Tp + Tf \quad (1.7)$$

El tiempo indisponible puede ser por dos causas: porque esté en estado de fallo o porque se le realice algún tipo de servicio técnico planificado.

Coeficiente de Disponibilidad CD :

$$CD = \frac{Ttr}{Ttr+Tf} \quad (1.8)$$

Donde:

Ttr – tiempo que trabajó el sistema en el período analizado (h)

Tf – tiempo que estuvo en estado de fallo el sistema (h).

En correspondencia con los objetivos planteados en la Resolución Económica del VI Congreso y como expresara el Primer Secretario del Comité Central, General de Ejército Raúl Castro Ruz en el informe central en el VII Congreso del Partido Comunista de Cuba, *la economía nacional sigue siendo una asignatura pendiente fundamental*. Se trabaja en el fortalecimiento institucional y se ha hecho énfasis en el concepto del plan, lo que

demanda para consolidar el fortalecimiento de la industria, establecer la Política de Mantenimiento Industrial, que tiene como objetivo optimizar el mantenimiento para lograr una eficiente explotación del equipamiento.

Como respaldo de esta política se requiere implantar un *sistema de gestión del mantenimiento*, que tendrá como objetivo principal establecer los principios básicos y responsabilidades en materia de organización y dirección del mantenimiento para la industria nacional así como para los talleres de prestación de servicios, sirviendo como base para elaborar o adecuar los sistemas de gestión específicos de cada empresa [Ministerio de industrias, 2016].

1.2.3. Indicadores básicos de gestión

La disponibilidad es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado.

$$D = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \quad (1.9)$$

Donde:

TMPR: Tiempo Medio Para Reparar

TMEF: Tiempo Medio Entre Fallas

Disponibilidad Técnica (Dt):

Es el indicador básico para medir la eficiencia de la gestión de mantenimiento (constituye una herramienta muy eficaz del servicio de mantenimiento).

La disponibilidad técnica debe calcularse básicamente, para los equipos que son fundamentales, aunque esto debe decidirse atendiendo a las peculiaridades de cada lugar; también se debe calcular esta disponibilidad, por áreas de proceso, talleres y para toda la planta.

Se calcula:

$$Dt = \frac{tep}{tep + tpm} \cdot 100 \quad (1.10)$$

Donde:

tep = Tiempo efectivo de operación

tpm = Tiempo de parada de mantenimiento

El término tep , es el tiempo real que estuvo trabajando el equipo (o la instalación) durante la etapa que se analiza (día, semana, mes, año), mientras que tpm , es el tiempo de paro debido a intervenciones de mantenimiento (inspección, lubricación, ajuste, limpieza y reparaciones de cualquier tipo ya sean planificadas o imprevistas) y comienza a contarse a partir del momento en que se produce el paro, hasta el momento de entrega del equipo a producción para su explotación [Ministerio de industrias, 2016].

Disponibilidad Técnica Requerida (Dr.):

Para realizar estos cálculos, se deben dar los siguientes pasos:

- Determinar el tiempo de operación requerido de cada equipo, teniendo en cuenta su capacidad potencial, para poder cumplir el plan de producción.
- Comparar este tiempo con el fondo de tiempo productivo total ($tept$).

La diferencia entre ellos, una vez descontados los tiempos auxiliares dictados por el proceso y otras exigencias de la producción, será el tiempo máximo con que podrá contar mantenimiento para garantizar esta disponibilidad. Debe observarse que aquí no se tiene en cuenta el tiempo de los equipos y sistemas que están parados fuera del calendario de producción, ya que ese tiempo se considera como una oportunidad a los efectos de mantenimiento, sin que se vea afectada la disponibilidad técnica de los mismos.

Cálculo de la Disponibilidad Técnica Requerida para cada equipo:

$$Dr = \frac{tepr}{tepr+tpmd} \quad (1.11)$$

Donde:

$tepr$ = Tiempo de operación requerido para cumplir el plan de producción.

$tpmd$ = Tiempo requerido para las intervenciones programadas de mantenimiento

Mientras mayor sea el valor de la Disponibilidad Requerida, menor será el tiempo con que cuenta el mantenimiento para actuar sobre el equipamiento, lo que implica que habrá que aplicar un método de mantenimiento basado en una sistemática y profunda inspección técnica y aprovechando al máximo las ventanas y oportunidades que permite la

producción. Por el contrario, mientras menor sea la Disponibilidad Requerida, mayores serán las posibilidades de mantenimiento para de forma planificada, programar las medidas necesarias tanto preventivas como correctivas, según sean las características del proceso [Ministerio de industrias, 2016].

Indicadores de desempeño, eficiencia y efectividad

Confiabilidad: Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado. El estudio de confiabilidad es el estudio de fallos de un equipo o componente. Si se tiene un equipo sin fallo, se dice que el equipo es ciento por ciento confiable o que tiene una probabilidad de supervivencia igual a uno. Al realizar un análisis de confiabilidad a un equipo o sistema, obtenemos información valiosa acerca de la condición del mismo: probabilidad de fallo, tiempo promedio para fallar, etapa de la vida en que se encuentra el equipo [Ministerio de industrias, 2016].

Tiempo Medio Para Reparar (TMPR):

Es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o sistema. Este indicador mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por un fallo, dentro de un período de tiempo determinado. El Tiempo Medio Para Reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad, es decir, a la ejecución del mantenimiento. La mantenibilidad, definida como la probabilidad de devolver el equipo a condiciones operativas en un cierto tiempo utilizando procedimientos prescritos, es una función del diseño del equipo (factores tales como accesibilidad, modularidad, estandarización y facilidades de diagnóstico, facilitan enormemente el mantenimiento). Para un diseño dado, si las reparaciones se realizan con personal calificado y con herramientas, documentación y procedimientos prescritos, el tiempo de reparación depende de la naturaleza del fallo y de las mencionadas características de diseño.

$$TMPR = \frac{\text{Nro.de horas de paro por averías}}{\text{Nro.de averías}} \quad (1.12)$$

En la expresión de la disponibilidad, el *TMPR* engloba todas las paradas del sistema, equipo o instalación pues la sumatoria del tiempo por reparaciones no diferencia entre paralizaciones correctivas o preventivas [Ministerio de industrias, 2016].

De este razonamiento se deduce que, en este aspecto, habrá dos ratios de control asociadas a nuestro mantenimiento:

$$D1 = \frac{TMEF}{TMEF+TMPR1} \quad (1.13)$$

Donde R1 son las reparaciones asociadas a fallos o averías.

$$D2 = \frac{TMEF}{TMEF+TMPR2} \quad (1.14)$$

Donde R2 son las revisiones sistemáticas preventivas.

Como $TMPR = TMPR1 + TMPR2$, tendremos tres líneas de mejora de la disponibilidad:

- Mejora asociada a reducir cuantitativamente el número de fallos, que redundará en aumentar el *TMEF*. Nuestro trabajo está enfocado a esta línea de mejora.
- Mejora asociada a disminuir los *TMPR1*, o reducir los tiempos de reparación de averías.
- Mejora asociada a disminuir los *TMPR2*, o a reducir las paralizaciones por mantenimientos preventivos, mediante programaciones de actividades más a la medida (predictivas), reduciendo o eliminando el preventivo que no añada valor, o atomizando los planes de mantenimiento en pequeñas operaciones que puedan programarse aprovechando otras paradas [Fernández, 2005].

Tiempo Medio Entre Fallos (*TMEF*):

Se utiliza para los equipos que son reparables.

El Tiempo Medio Entre Fallos indica el intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de un fallo; es decir, es el tiempo medio transcurrido hasta la llegada del evento "fallo". Mientras mayor sea su valor, mayor es la confiabilidad del componente o equipo.

$$TMEF = \frac{\text{Nro.de horas totales del período de tiempo analizado}}{\text{Nro.de averías}} \quad (1.15)$$

Índice de mantenimiento programado (IMP) %:

Porcentaje de horas invertidas en realización de mantenimiento programado sobre horas totales.

$$IMP = \frac{\text{Horas dedicadas al mantenimiento programado}}{\text{Horas totales dedicadas al mantenimiento}} \cdot 100 \quad (1.16)$$

Índice de mantenimiento correctivo (IMC) %:

Porcentaje de horas invertidas en realización de mantenimiento correctivo sobre horas totales.

$$IMC = \frac{\text{Horas dedicadas al mantenimiento correctivo}}{\text{Horas totales dedicadas al mantenimiento}} \cdot 100 \quad (1.17)$$

1.3. Sistemas de mantenimiento

Mantenimiento correctivo (MC)

En el sistema por interrupción de la producción, el personal de mantenimiento es independiente de la producción y normalmente se encarga de la lubricación y de realizar inspecciones y ajustes menores. El equipo continúa trabajando hasta que ocurre una avería y se requiere la reparación correspondiente. Podría resultar aplicable cuando intervienen muchas máquinas intercambiables, cuya capacidad, en conjunto, excede los requerimientos de producción, o cuando la capacidad de almacenamiento de la producción terminada es grande. Desde luego, estas dos últimas circunstancias no son comúnmente aceptables desde el punto de vista de la eficiencia económica de la empresa. Este sistema implica el riesgo de que toda avería puede tener consecuencias imprevisibles [Asencio, 2011; Expósito, 2007; Montoya, 2011; Portuondo, 1995;].

Mantenimiento predictivo (MP)

El mantenimiento predictivo basa su mayor efectividad con respecto a los sistemas tradicionales en el seguimiento de los parámetros de control de las máquinas, incidiendo de forma decisiva en un ahorro considerable de tiempo y piezas de recambio y en alargar

la vida útil de las máquinas. Parámetros tales como: niveles de vibraciones, temperatura, presión, caudal y tensión eléctrica constituyen variables de control, que son registradas y seguidas por el personal técnico, para tomar una decisión adecuada en el momento justo [Asencio, 2011; Mayordomo, 2015; Montoya, 2011].

Mantenimiento basado en la fiabilidad (RCM –*reliability centered maintenance*)

El RCM es una herramienta de análisis estructurado, de forma tal, que a partir de la información específica de los equipos y de la experiencia de los usuarios, trata de determinar qué tareas de mantenimiento, si las hay, son más efectivas, para aquellos componentes o equipos cuyas fallas tengan consecuencias significativas. Su objetivo principal es mejorar la fiabilidad funcional de los sistemas con una adecuada seguridad y disponibilidad, que permita prevenir los fallos y minimizar el costo del mantenimiento implicado [Expósito, 2007; Lezana, 1996].

Mantenimiento preventivo planificado (MPP)

El sistema de mantenimiento preventivo planificado (MPP) implica la restauración de la capacidad de trabajo de los equipos (precisión, potencia, rendimiento) y de su comportamiento (índices de consumo), mediante el mantenimiento técnico racional, cambio y reparación de las piezas y conjuntos desgastados, realizados conforme a un plan elaborado con anterioridad [Asencio, 2011; Lezana, 1996; Portuondo, 1995].

Mantenimiento productivo total (TPM - *total productive maintenance*)

Es un conjunto de disposiciones técnicas, medios y actuaciones que permiten garantizar que las máquinas, instalaciones y organización que conforman un proceso básico o línea de producción, puedan desarrollar el trabajo que tiene previsto en un plan de producción en constante evolución por la aplicación de la mejora continua [Kimura, 1995; Nakajima, 1991; Sugiura, 1998].

En este contexto el TPM asume el reto de cero fallos, cero incidentes y cero defectos, para mejorar la eficiencia de los procesos, permitiendo reducir los costos y paros intermedios y finales, con lo que la productividad mejora.

Mantenimiento controlado en la producción (MCP)

Este sistema implica que los propios operarios de los equipos cuidan y controlan estos, solo reclamando la intervención del personal de mantenimiento especializado al presentarse alguna condición anormal fuera de su alcance. En este sistema, el personal de mantenimiento generalmente se encuentra bajo las órdenes del supervisor de producción. Resulta aplicable cuando el personal de operación es calificado y llega a conocer su equipo no solo desde el punto de vista operacional, sino constructivo y está entrenado adecuadamente [Portuondo, 1995].

Mantenimiento regulado (MR)

En el sistema regulado, el personal encargado del mantenimiento prepara una lista de los principales equipos que deben requerir trabajos de mantenimiento de cierta importancia durante los próximos períodos. El frente de producción, conforme al plan de producción, determina los períodos aproximados en que tales equipos estarían disponibles para que se les efectúen los trabajos. Este sistema resulta de aplicación en industrias que no operan en régimen continuo, o sea que están sujetas a períodos de receso durante el año por ser su actividad de carácter estacional, o que interrumpen su producción para adaptar la maquinaria con vistas a la elaboración de productos distintos [Portuondo, 1995].

1.4. Ley de distribución

En la teoría de las probabilidades para este objetivo se utiliza una gran cantidad de leyes teóricas de distribución, tales como: la normal (Gauss), normal logarítmica, exponencial, binomial, Weibull, Releta, *Students*, Chi-cuadrado, gamma, entre otras.

Sin embargo, durante un período la experiencia había demostrado que en el tiempo de explotación de las máquinas existían tres etapas bien definidas y diferenciadas, las cuales se observan en la figura 1.2. Hoy en día con el avance de las técnicas y los sistemas de monitoreo y detección de fallas, ha permitido una mejor percepción del comportamiento del patrón de las mismas (figura 1.3).

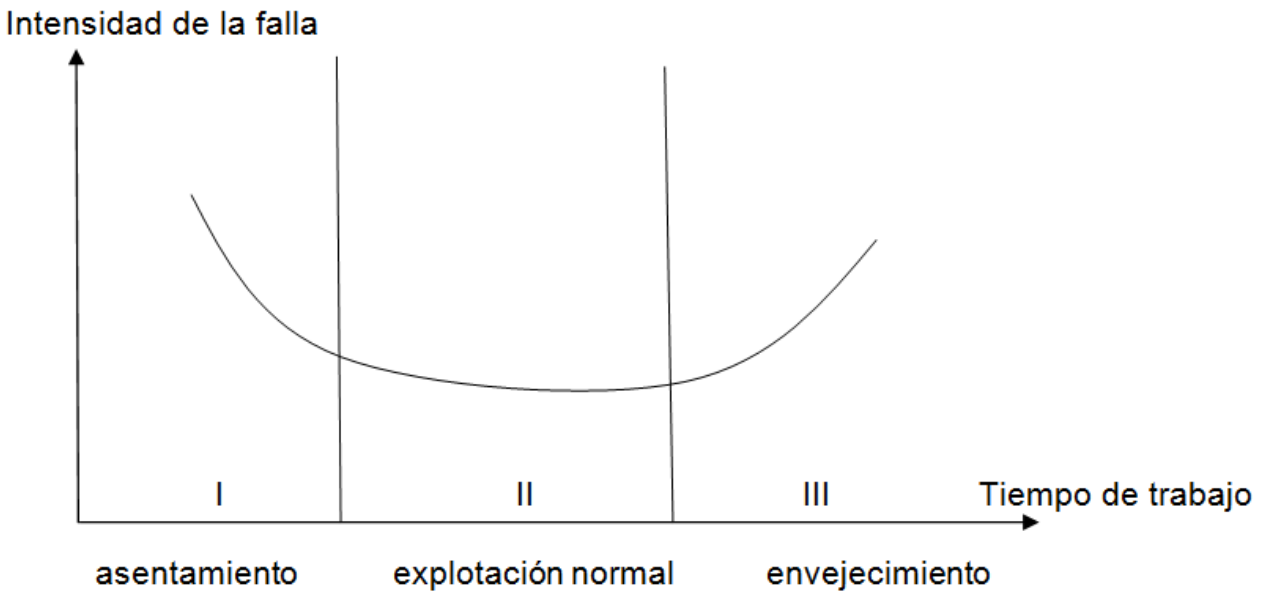


Figura 1.2. Representación grafica de la intensidad de las fallas de un objeto técnico. Curva de Davies o Tina de baño. Fuente propia

Zona I. Representa el período inicial del funcionamiento del objeto presentando una intensidad de falla alta, cuyos valores superan considerablemente el valor medio. Esto está relacionado con la presencia en los objetos nuevos o reparados de los así llamados defectos ocultos, así como, los posibles errores del personal de servicio. Estos defectos se manifiestan en el tiempo inicial de explotación llamado período de asentamiento y se relacionan solo con las fallas que aparecen de súbito, pudiéndose disminuir con un buen control inicial de las piezas y mecanismos que entran al montaje.

Zona II. Se conoce como zona de explotación normal. En ella ocurren las fallas debido al desgaste gradual producto de la explotación.

Zona III. Se conoce como zona de estado límite, en la cual se incrementa la intensidad de falla debido a que las piezas admiten sus características límites permisibles, denominándose período de envejecimiento[Daquinta, 2004].

1.5. Análisis de modos de fallas y su clasificación en los sistemas

Según (NC-92-10-1978) las fallas en los sistemas se pueden clasificar de acuerdo a diferentes criterios:

Fallo: cese del estado de capacidad de trabajo del artículo.

a) Clasificación de los fallos, según las causas de surgimiento:

- Fallo por sobrecarga: fallo que surge a causa de la aplicación de una carga que supera el límite establecido para el artículo.
- Fallo independiente: fallo de un componente del artículo cuya causa directa o indirecta no es el fallo de otros componentes del mismo.
- Fallo dependiente: fallo de un componente del artículo cuya causa directa o indirecta es el fallo de otros componentes del mismo.
- Fallo de proyecto: fallo surgido a causa de deficiencias en el proyecto del artículo.
- Fallo de producción: fallo surgido a causa de deficiencias en la producción del artículo.
- Fallo de distribución: fallo surgido a causa de deficiencias en el almacenamiento, transportación y entrega del artículo.
- Fallo de utilización: fallo surgido a causa del incumplimiento de los requisitos de utilización del artículo.
- Fallo sistemático: fallo del artículo que se repite frecuentemente por la misma causa y que presenta el mismo proceso de fallo.

b) Clasificación de los fallos, según su modo de manifestación respecto al tiempo.

- Fallo repentino: fallo caracterizado por las variaciones bruscas de una o varias especificaciones del artículo.
- Fallo gradual: fallo caracterizado por la variación gradual o paulatina de una o varias especificaciones del artículo.
- Fallo intermitente: fallo que se manifiesta repetidamente y durante un período limitado al final del cual el artículo recobra su estado de capacidad de trabajo sin haber sido sometido a reparación.

c) Clasificación de los fallos, según su modo de manifestarse respecto a su intensidad:

- Fallo total: fallo que inhabilita completamente el artículo para el cumplimiento de las funciones establecidas hasta su ulterior reparación.

- Fallo parcial: fallo que determina que una o varias de las especificaciones del artículo se encuentren fuera de los límites establecidos, pero que no imposibilita su utilización.
- d) Clasificación de los fallos, según sus consecuencias:
- Fallo crítico: fallo susceptible de causar perjuicios significativos a las personas o daños económicos importantes.
 - Fallo mayor: fallo no crítico susceptible de reducir sensiblemente el cumplimiento por parte del artículo de las funciones a él asignadas.
 - Fallo menor: fallo no crítico que no reduce sensiblemente el cumplimiento por parte del artículo de las funciones a él asignadas.
- e) Clasificación de los fallos, según la combinación de su intensidad y rapidez de ocurrencia:
- Fallo catastrófico: fallo del artículo que es a la vez repentino y total.
 - Fallo por degradación: fallo del artículo que es a la vez gradual y parcial. Con el tiempo un fallo de este tipo se puede convertir en un fallo total.

En relación con el concepto de falla y el método de eliminación, todos los objetos se pueden dividir en dos clases: no reparable y reparable.

Objeto no reparable: es el que no tiene prevista la reparación en las normas técnicas. Por ejemplo, cojinetes de rodamiento, correas o bandas del ventilador, cables, piezas de fijación y la mayoría de las piezas electrónicas.

Objeto reparable: es aquel para el cual se prevé la reparación por las normas técnicas. Es decir, la división del objeto en reparable y no reparable está relacionada con la posibilidad de restablecer su capacidad de trabajo mediante la reparación de estos, lo que depende de la construcción del objeto.

Patrones de Falla

Según [Gómez, 2003] las fallas ocurren de muchas formas diferentes y por muchas diferentes razones, las razones de las fallas pueden ser totalmente al azar y cada una debe de ser tratada como un problema independiente, y obviamente es necesario un punto de unión o punto similar para el estudio y solución del problema.

Para fallas de operación ha sido aceptado generalmente por varios años la tabla llamada

“tina de baño” para representar un patrón de falla típica, mostrada en la figura 1.2.

- En la actualidad otras formas comunes de comportamiento de fallas se muestran en la siguiente figura:

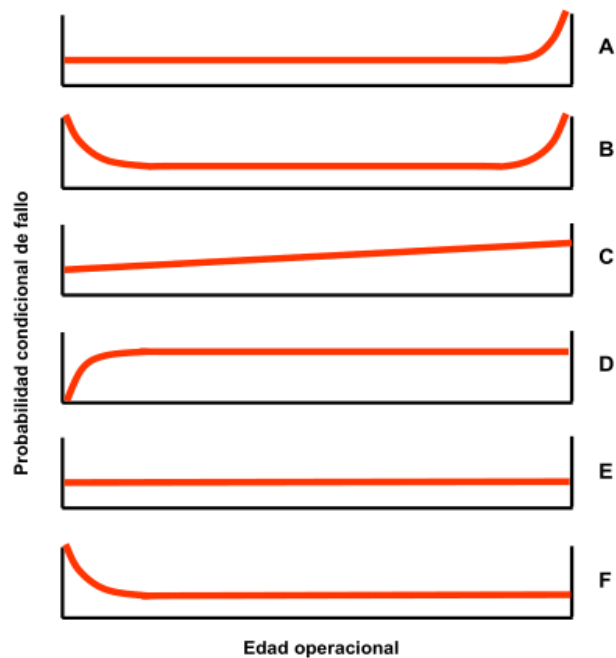


Figura 1.3. Modelos de probabilidad de fallas de equipos. Fuente:[Gómez, 2003].

El patrón de fallos **A**, conocido como Primera Generación, se basa en la suposición de que los elementos operan confiablemente durante un período determinado, conocido como vida útil y luego se deterioran con rapidez hasta aparecer el fallo.

El patrón de fallos **B**, típico de la Segunda Generación, es la conocida curva de la bañera y solo se diferencia del patrón anterior en que asume que, después de la puesta en marcha del activo, hay una etapa de ajustes iniciales en la que la probabilidad de fallos es alta. A esta fase inicial conocida como mortalidad infantil, le sigue un tiempo de explotación confiable, para luego finalizar con una zona de desgaste acelerado.

El patrón de fallo **C**, aunque también intenta establecer una relación entre la probabilidad condicional de fallo y la edad del elemento, el incremento de esta probabilidad de fallar es ligeramente ascendente a lo largo de toda la vida, sin que pueda identificarse una edad para la cual aparezca la ya mencionada zona de desgaste acelerado.

El patrón de fallo **D**, como se puede apreciar los elementos que siguen el patrón exhiben una baja probabilidad de fallo cuando son nuevos, la que se incrementa rápidamente para

estabilizarse en un valor constante.

El patrón de fallo **E**, constituye el modelo típico de fallo aleatorio, esto es, igual probabilidad condicional de fallo en cualquier edad.

El patrón de fallo **F**, presenta una etapa de mortalidad infantil similar a la de la curva de la bañera, pero luego la probabilidad de fallar decrece precipitadamente para mantenerse casi constante durante el resto de la vida del elemento [Gómez, 2003].

El alumno considera que determinar el tipo de patrón de fallas es fundamental para definir el tiempo y el contenido en que se puede realizar la acción de mantenimiento o incluso la acción correctiva planificada.

1.6. Fallas en los sistemas y subsistemas de los vehículos

En cada sistema, las fallas más comunes que se encuentran son los siguientes:

Sistema mecánico: desajuste de los frenos y embrague, desgastes en discos de frenos y de embrague, introducción de piedrecillas y mugre en los sistemas de frenado provocando rayones y desgastes de los discos de freno, desajustes y fugas en la caja de velocidades y del diferencial, fuga de aceite lubricante en el motor, freno de mano en mal funcionamiento, tubo de escape roto, pérdida de líquido de freno por alguna junta de las cañerías o en las ruedas.

Sistema de carrocería: parrilla delantera, puertas, sillones, pintura y retrovisores en mal estado. Corrosión, abolladuras y deterioro de la carrocería.

Sistema eléctrico: baterías y terminales de la batería en mal estado, luces en general y consumo de circuito interno. En el motor de arranque carbones gastados, inducido quemado. Fallos de bujías las cuales son muy comunes.

Sistema de lubricación: rotura del cárter o cañerías de aceite, bomba de aceite averiada o conductos tapados, fugas en los retenedores del diferencial, de la caja de velocidades, de la caja de timón, fugas de aceite por la tapa de válvulas, el distribuidor o la junta del cárter, fugas en la base del depurador de aire, falta de engrase en las cruces, en las hojas de resorte y tren delantero.

Sistema de enfriamiento: las causas de sobrecalentamiento son dos: o el refrigerante se está escapando por algún lado o no está circulando. Pérdida de refrigerante como

consecuencia de roturas en la bomba de agua, mangueras o radiador. Falta de circulación de refrigerante debido a rotura de la correa del alternador que también activa la bomba de agua que hace que el agua deje de circular y el motor se caliente, otra falla que tiene el mismo efecto es cuando el termostato se queda pegado, el electroventilador no funciona cuando debe, radiador con sus conductos tapados.

Cabe mencionar, que no todos estos desperfectos se presentan en una sola unidad, sino que cada unidad presenta algunos desperfectos o fallas.

Las causas en la mayoría de los casos, se debe a la falta de mantenimiento programado para cada unidad. Pero no hay que olvidar que obviamente existen otros factores a tomar en cuenta, por ejemplo: el cuidado que tenga el chofer al conducir el vehículo, la frecuencia de frenado, las condiciones de la carretera, el nivel de aceite de motor, el nivel de agua y la proporción correcta de refrigerante en el radiador, la revisión diaria del vehículo y el tiempo en horas de trabajo de la unidad, la precaución para colocar y transportar el producto, ya que esto, es el responsable de los daños que se ocasiona en la tubería de la carrocería de las unidades. Además de factores de operación causantes de fallas en el funcionamiento como: arranque y puesta del vehículo en marcha en forma inmediata, sobrecarga del vehículo, operación en frío, excesiva operación en mínimo.

1.7. Caracterización de la Unidad Empresarial de Base Transportación Holguín, Transcupet

La Unidad Empresarial de Base (UEB) fue creada en octubre de 2004 por Resolución del Director General, con objeto social claramente definido, se enmarca en la estrategia de la Unión Cupet de potenciar empresas especializadas que optimicen los recursos por la disminución del parque de equipos, y sean altamente eficientes al aumentar su aprovechamiento y productividad en su gestión por zonas de influencia, al igual que el capital humano. Se destaca como transformación principal la concentración de todo el parque de transporte de combustible en una sola entidad al igual que la actividad de talleres. En la actualidad cuenta con 8 áreas de trabajo y dos Sub-Bases ubicadas en Antillas y Moa (figura 1.4).



Figura 1.4 Ubicación de la base y las sub-bases de Holguín. Fuente propia

La Unidad Empresarial de BaseTranscupet Holguín, cuenta con una estructura organizativa diseñada para brindar servicio de transportación de combustibles por vía automotor a toda la provincia de Holguín. Es una de otras siete homólogas en el país, junto a otra especializada en la reparación de cisternas de combustibles.

La empresa tiene como objeto social brindar servicio de transportación, de trasiego (succión y bombeo) de combustibles y lubricantes al sistema Cupet y a terceros, se suma también la transportación de carga por vía automotor y ofrecer servicios de alquiler de cuñas tractoras. Desde el punto de vista de la actividad técnica y de talleres ofrece servicios de diagnóstico, reparación y mantenimiento, servicio de auxilio a equipos automotores y asistencia técnica directa a través de consultoría y asesoría en la actividad técnica y de explotación del transporte automotor. Para poder cumplir con estos objetivos de trabajo cuenta con un potencial de transportación diario de 785 413 litros de combustibles y derivados, que responden al mercado principalmente de la provincia y colabora con otras en casos de necesidad.

La fuerza de trabajo de la unidad de Holguín es de 163 trabajadores, desglosados ocupacionalmente en: 14 dirigentes, 37 técnicos, siete administrativos y 105 obreros.

La unidad cuenta con una estructura organizativa diseñada para responder a los objetivos planificados (figura 1.5).

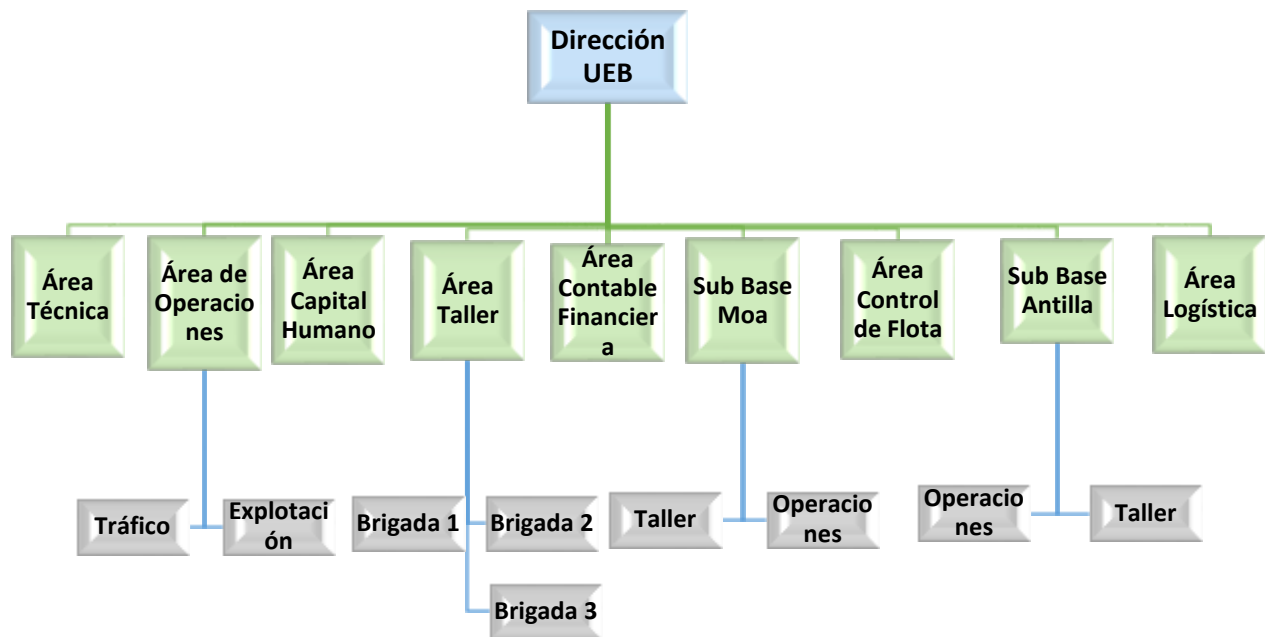


Figura 1.5. Estructura de la UEB Transcupet Holguín. Fuente propia.

En la estructura resaltan cinco áreas funcionales subordinadas al director de la entidad que ejecutan o apoyan la transportación de combustibles, son las de Operaciones, Técnica, Contable Financiera, Aseguramiento y Capital Humano.

2. CAPÍTULO II. DETERMINACIÓN DE LOS INDICADORES DE LOS ÍNDICES DE FIABILIDAD DEL PARQUE AUTOMOTOR DE LA UNIDAD DE TRANSPORTACIÓN DE COMBUSTIBLE DEL SISTEMA CUPET DE LA PROVINCIA DE HOLGUÍN

En el presente capítulo se emplean los fundamentos teóricos relacionados con los parámetros de la fiabilidad abordados, para realizar los cálculos de los índices de funcionabilidad propuestos en la tarea de investigación. Se hará la caracterización del parque automotor, partiendo de la base de datos disponible se calculan los valores de la fiabilidad, disponibilidad técnica y sus indicadores correspondientes. Finalmente son identificados los sistemas y elementos críticos; así como sus principales modos, causas de fallos y las acciones correctivas más empleadas.

2.1. Caracterización del parque automotor

Como objetivo del trabajo se considera necesario abordar la caracterización del parque automotor. La transportación de combustibles en Cupet se realiza con equipos de alta complejidad y muy especializados. Cuenta con medios de tecnología de punta que se han ido adquiriendo a fabricantes de renombre.

Esta UEB presenta un parque de equipos especializado compuesto por 18 cuñas tractoras (19 %), en tres modelos diferentes; 32 semirremolques cisternas y plataformas para las mismas (33 %), de 15 modelos diferentes. Posee además un grupo de rígidos cisternas que cubren la cantidad de 25 medios (26 %) en ocho modelos diferentes. Las plataformas para la transportación de cilindros de Gas Licuado del Petróleo (GLP) alcanzan el 14 % del parque, 14 medios distribuidos en cuatro modelos diferentes. Finalmente ocho medios que cubren actividades administrativas y logísticas representan el 8 % de los medios en siete modelos distintos (figura 2.1).

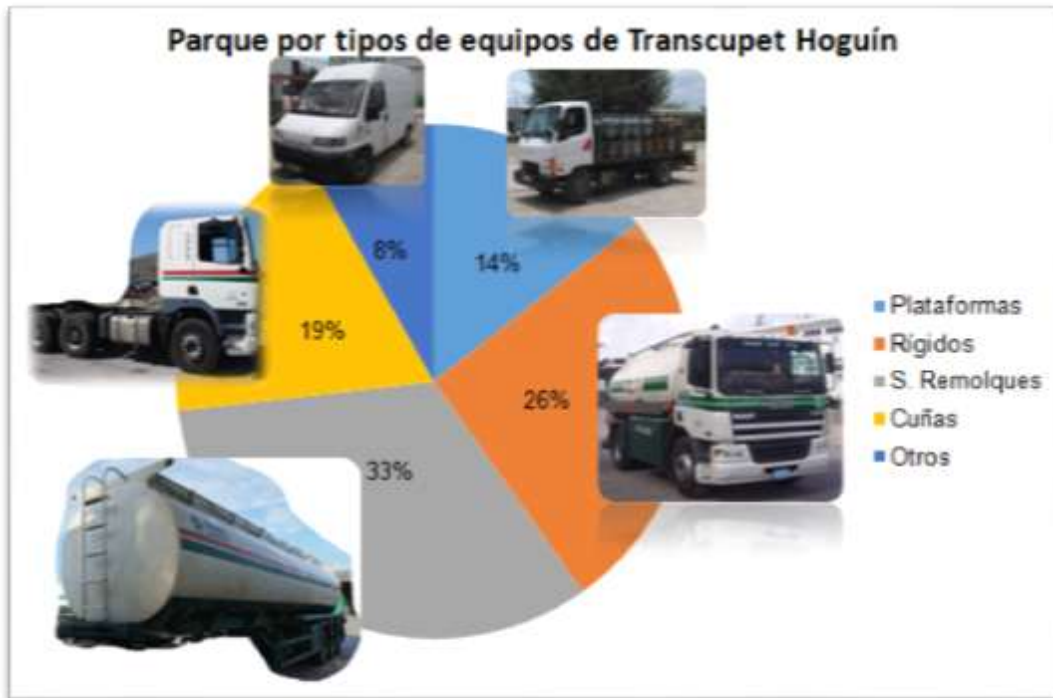


Figura 2.1 Parque por tipos de equipos de Transcupet Huguín. Fuente propia.

El parque procede de 14 orígenes diferentes, 21,8 % de Holanda, 17,2 de China, 13,8 de Rusia, 9,2 % de Corea del Sur y 8 % per cápita para Cuba y Bélgica, en esos seis países se agrupa el 78,2 % de los activos, ver figura 2.2



Figura 2.2. Parque de equipos por orígenes y en por ciento. Fuente propia.

Por la versatilidad de los recorridos, clientes, cargas a transportar, carreteras, se ve en la obligación de contar con cuñas tractoras acopladas a semirremolques y rígidos tanto cisternas como plataformas.

Por decisión del país desde hace unos años cambió la política de compra de equipos de segunda mano por medios completamente nuevos, considerándose esta decisión estratégica para el funcionamiento de la entidad, y su repercusión inmediata en la disponibilidad técnica del parque aparejado del incremento de la estabilidad en el servicio de transportación.

En Holguín se sigue apostando por el parque de la línea Daf, de factura holandesa y distribuida en nuestro país por la importadora WOMY, y representa el 50% del parque automotor de la base principal. Estos medios, con más de una década en el país, se han adaptado a las condiciones de trabajo existentes.

Este parque cuenta, a pesar de la introducción de equipos nuevos, con medios que oscilan entre 5 y 43 años de fabricados.

El subgrupo cuñas tractoras muestra el 72,7%, ocho en estado regular. La edad promedio es de 16,6 años a pesar de contar con dos, casi el 20% con cinco años de entrada al país.

Los rígidos cisternas, son los más favorecidos, con una edad promedio de 12,2 años, y el 50 por ciento de estos se categorizan como buenos. El resto, tres y cuatro, se evalúan de regular y mal respectivamente.

Por último el subgrupo plataformas, destinado a la transportación de GLP envasado y de importancia sensible en este mercado, con cuatro equipos evaluados como regular. Todos manufacturados por la surcoreana Hyundai, con casi 15 años de explotación, afrontan la carencia de piezas junto a problemas de chapistería y pintura en sus cabinas como rasgos generales, amén de inestabilidad en los sistemas de frenado.

De forma general encontramos que el 71,1% del parque se encuentra en estado regular o mal, 62,2 y 8,9% respectivamente y la edad promedio es de 17,5 años, por lo cual puede considerarse como una técnica envejecida. Estos datos permiten prever el comportamiento mediato e inmediato del grupo de medios de transporte.

La entidad cuenta con un sistema de mantenimiento implementado a través de procedimientos e instrucciones asentadas en las distintas resoluciones y normas ramales del Ministerio del Transporte (MITRANS) rector de esta actividad en el país. Se apoya además en el reglamento interno de la entidad y del extinto Ministerio de Base (MINBAS). Aplica como política un sistema de mantenimiento técnico preventivo planificado.

El proceso define que a partir del cálculo de los kilómetros recorridos por los equipos en función de la transportación, se planifican los mantenimientos por tipo de servicio y se chequea su cumplimiento mensual. En el mismo se reconocen como elementos que miden su eficacia:

- 1) Cumplir el plan de disponibilidad técnica mayor o igual a un 75%.
- 2) Cumplir con el indicador kilómetros recorridos contra imprevisto igual o mayor a 2 000 km/imprevisto para las cuñas tractoras y 1 000 km/imprevisto en el caso de los rígidos.
- 3) Alcanzar una durabilidad en los neumáticos igual o mayor a 80 000 km.
- 4) Alcanzar una durabilidad en las baterías igual o mayor a 16 meses.

Para evaluar el proceso como eficaz se debe cumplir con la disponibilidad, como requisito imprescindible, y de forma general con tres de los cuatro requisitos.

El sistema de mantenimiento se ve afectado por las siguientes problemáticas:

- 1) Precios altos de las piezas y materiales que elevan los costos a niveles importantes, sustentado en paralizaciones de la extracción de las mismas del almacén central para no comprometer los planes de gastos y afectar los indicadores que respaldan los pagos de estimulación y resultados.
- 2) Elevado número de líneas de equipos.
- 3) Insuficiente capacitación de acuerdo a la alta tecnología de la mayoría de los equipos.
- 4) Carencia de mano de obra calificada para realizar reparaciones generales de los equipos en lo concerniente a sus sistemas complejos.
- 5) Insuficiente cultura de mantenimiento y su importancia de los trabajadores.
- 6) Importantes limitaciones en el orden de las finanzas y la gestión de compras.

La entidad posee los procedimientos de trabajo para la ejecución de los mantenimientos y la atención a los imprevistos resaltando cada paso desde la recepción del medio en las instalaciones del taller hasta su entrega posterior, ya disponible técnicamente a los operadores de los mismos.

Este sistema que regula todas las actividades, confía a los operadores, en unos casos, y al grupo de taller la realización de cinco tipos de servicios técnicos programados denominándolos como sigue:

- 1) Servicio técnico diario (STD)
- 2) Revisión mecánica (RM)
- 3) Servicio técnico de lubricación (STL)
- 4) Servicio técnico 1 (ST1)
- 5) Servicio técnico 2 (ST2)

Cada 2 000 km realiza RM, a los 6 000 km STL, cada 24 000 km mantenimientos ST1 y a los 48 000 km, cerrando el ciclo, el ST2.

Tabla 2.1 Ciclo de mantenimiento 3 en la UEB Transcupet Holguín. (Compendio, 19)

2 000 km	4 000 km	6 000 km	8 000 km	10 000 km	12 000 km	14 000 km	16 000 km
RM	RM	STL	RM	RM	STL	RM	RM
18 000 km	20 000 km	22 000 km	24 000 km	26 000 km	28 000 km	30 000 km	32 000 km
STL	RM	RM	ST1	RM	RM	STL	RM
34 000 km	36 000 km	38 000 km	40 000 km	42 000 km	44 000 km	46 000 km	48 000 km
RM	STL	RM	RM	STL	RM	RM	ST2

2.2. Análisis y resultados de los indicadores de fiabilidad

En el presente epígrafe se procesará la base de datos de la Unidad de Transportación de Combustible del Sistema Cupet de la provincia de Holguín, para la obtención de los indicadores de fiabilidad tales como Tiempo Medio Entre Fallos (TMEF), Tiempo Medio Para Reparar (TMPR), coeficiente de disponibilidad técnica (CDT) y el flujo de fallos (W).

2.2.1. Tiempo Medio Entre Fallos(TMEF)

El indicador por excelencia de la fiabilidad es el Tiempo Medio Entre Fallos (TMEF), ya se ha dicho que en las flotas de transporte existe una fuerte tendencia a emplear el kilometraje recorrido Medio Entre Fallos (KMEF).

Tiempo Medio Entre Fallos (TMEF) en cuñas tractoras

En el análisis realizado a las cuñas tractoras y sus tres líneas insignes es apreciable la observación que la “Daf” presenta la alta frecuencia de fallos, cada 979 km recorridos, como todavía es la que tiene el mayor número de equipos, es capaz de definir este indicador promedio y hacer que caiga por debajo del plan 1900 km/imprevistos. “Sinotruk” que es el modelo de más reciente adquisición sobresale positivamente, tiene cuatro veces mejor rendimiento que el promedio alcanzado.



Figura 2.3. KMEF para cuñas tractoras por líneas. Fuente: Elaboración propia.

Tiempo Medio Entre Fallos (TMEF) en rígidos cisternas

De los equipos productivos los rígidos son los de más baja fiabilidad, solo alcanzan como grupo los 860 km/imprevisto, la mayoría de las líneas, excepto dos, están por debajo del plan, 950 km/imprevisto. En orden descendente, Man 702km/imprevisto, Maz 469km/imprevisto, Dong Feng 453km/imprevisto, Ural 387km/imprevisto, International 380km/imprevisto y Freightliner con 309km/imprevisto obtienen los más bajos registros. Es justo decir que en este grupo aunque se tienen medios de reciente adquisición, también están los más obsoletos tecnológicamente.



Figura 2.4. KMEF para rígidos cisternas por líneas. Fuente: Elaboración propia.

Tiempo Medio Entre Fallos (TMEF) en rígidos plataformas

Este es un grupo responsable de la transportación de cilindros de GLP, es también de bajos niveles de fiabilidad, pero solo uno queda por debajo del plan, la línea Maz 5334 con un promedio de 757 km para fallar, le sigue los sudcoreanos Hyundai con 1 138 km/imprevisto.

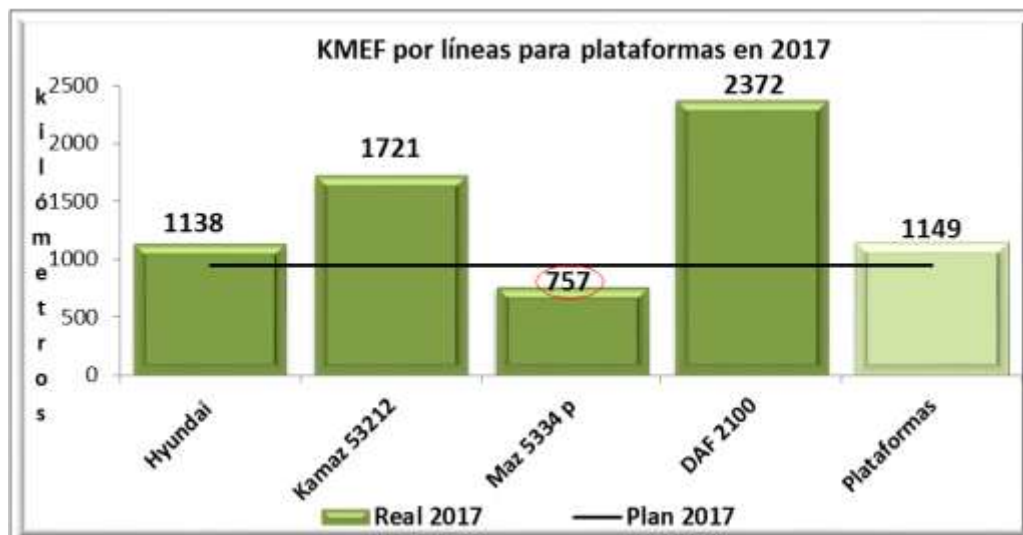


Figura 2.5. KMEF para plataformas por líneas. Fuente: Elaboración propia.

Tiempo Medio Entre Fallos (TMEF) en semirremolques

Queda para el final, el análisis de los medios de arrastre, los semirremolques cisternas o semirremolques plataformas, tienen un comportamiento promedio similar a las cuñas que los mueven, 1683 km para fallar, es el grupo de mayor diversidad de líneas, y en los que se realiza un trabajo de depuración para tramitar bajas de aquellos que por su obsolescencia tecnológica y su influencia negativa sobre la economía no valen la pena mantener en el parque, por eso el análisis se centra en un grupo de medios europeos de origen, como los Lag, Ozko, Blunhart o Hobur a los que a sus más de 30 años de vida los afectan sus sistemas especiales para carga y descarga del combustible.

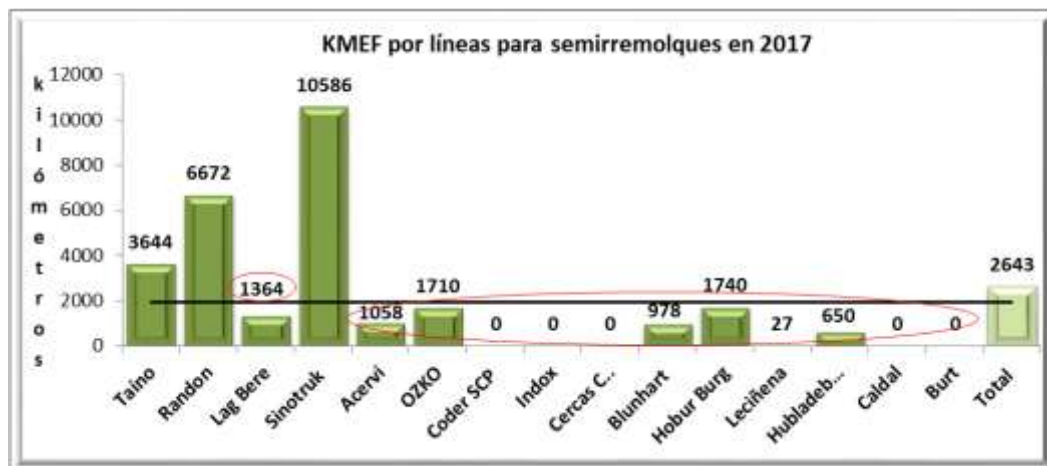


Figura 2.6.KMEF para semirremolques por líneas. Fuente: Elaboración propia.

2.2.2. Coeficiente de Disponibilidad Técnica(CDT)

Coeficiente de Disponibilidad Técnica (CDT) en cuñas tractoras

Indicador importantísimo que refleja la disponibilidad de un equipo o grupo de ellos para ser empleado operacionalmente en producción, muestra niveles altos de comportamiento, es de todos los grupos el de más altos niveles reflejados. Solo un grupo no alcanza el 70 %, aunque su cómodo plan de 61,75 %, sin dudas la inyección de cuñas Sinotruk Howo de reciente adquisición, dispara su comportamiento a un 95 %, de ensueño para el resto del parque.



Figura 2.7. CDT para cuñas tractoras por líneas. Fuente: Elaboración propia.

Coeficiente de Disponibilidad Técnica (CDT) en rígidos cisternas

Es un grupo de bajos niveles de disponibilidad, 61,1 %, apenas alcanza el plan de la entidad, las líneas International 30,3 %, Ural 33,6 % y Freightliner 46,1 %, las de niveles más bajos lo confirman. Las ocho variedades de equipos arrojan un panorama diverso para este indicador.



Figura 2.8. CDT para rígidos cisternas por líneas. Fuente: Elaboración propia.

Coeficiente de Disponibilidad Técnica (CDT), en rígidos plataformas

Este grupo muestra los más bajos registros de disponibilidad, 54,4 %, la variedad de equipos paralizados por piezas, y en algunos casos por mano de obra son las causas

principales, la obsolescencia tecnológica y las malas prácticas operacionales y de mantenimiento complementan el panorama que refleja este indicador.

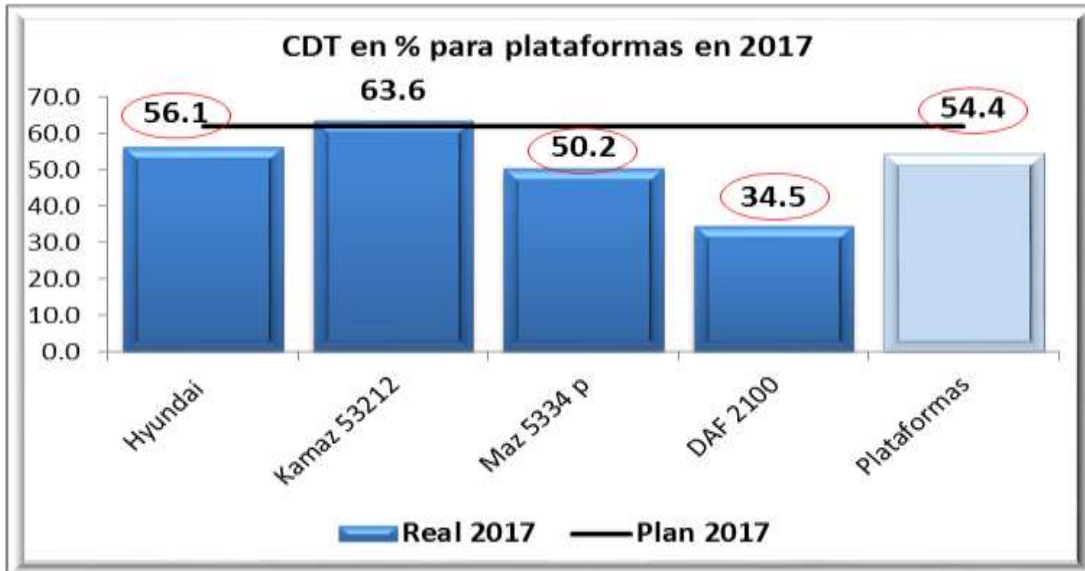


Figura 2.9. CDT para rígidos plataformas por líneas. Fuente: Elaboración propia.

Coeficiente de Disponibilidad Técnica (CDT) en semirremolques

Se conoce de la amplísima variedad de medios en este grupo y los cambios que ya se implementan, por lo que se descartan aquí los análisis particulares, solo se confirma que cumple su plan, aunque muy por debajo de sus tractivas cuñas.

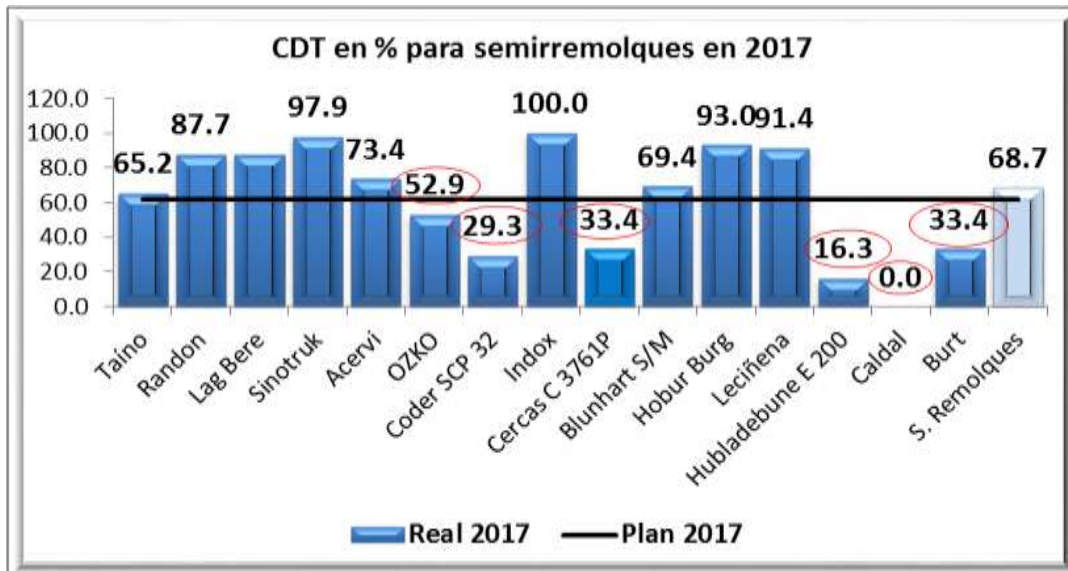


Figura 2.10. CDT para semirremolques por líneas. Fuente: Elaboración propia.

2.2.3. Tiempo Medio Para Reparar(TMPR)

Indicador de excelencia de la mantenibilidad es un fiel reflejo de las políticas de diseño de los fabricantes de equipos y del mantenimiento que reciben por sus mantenedores, no es un indicador popular en la flotas de transporte, sin embargo es muy ilustrativo para reflejar la rapidez con se realizan este tipo de operaciones.

Tiempo Medio Para Reparar (TMPR) en cuñas tractoras

En el caso de las cuñas tractoras es ilustrativo el alto nivel de demoras para reparar en la línea VW 18-310, 107:38:40 horas, el cual refleja dos problemas fundamentales, el bajo nivel de previsión con la pieza de repuesto, ineficientes políticas de mantenimiento recibidas por este tipo de equipo y la poca preparación técnica para afrontar desde el punto de vista práctico la realización de las operaciones de mantenimiento y/o reparación. Algo parecido sucede con las Daf, 48:19:37 horas, pero en menor cuantía, como grupo se llega a las 46:27:59 horas.

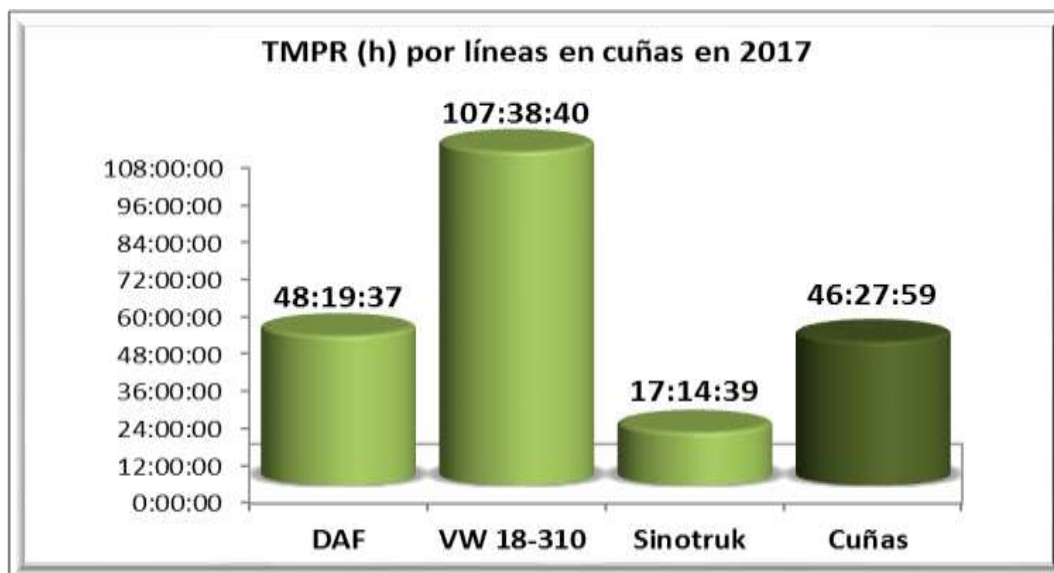


Figura 2.11. TMPR para cuñas tractoras por líneas. Fuente: Elaboración propia.

Tiempo Medio Para Reparar (TMPR) en rígidos cisternas

Como fiel reflejo de la alta frecuencia de fallos, la línea Ural demora 126:17:39 horas para reparar un fallo, Freightliner 132:48:43 horas y Daf 70:26:51 en los que están por encima del promedio del grupo, el resto, como Man con 63:07:52 e International con 54:18:44 son elevados también.

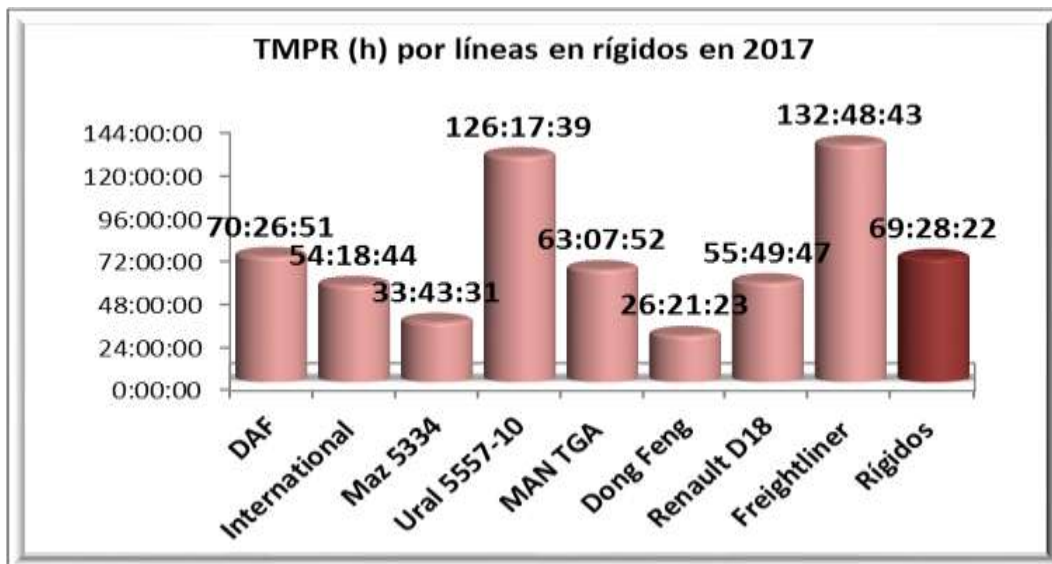


Figura 2.12. TMPR para rígidos por líneas. Fuente: Elaboración propia.

Tiempo Medio Para Reparar (TMPR) en plataformas

Para este grupo, aun exceptuando al Daf 2100 con reparaciones que se convirtieron de envergadura en un momento determinado, el resto de los medios alcanzan niveles casi de record, las 212:41:54 horas en los Kamaz 53212 o 157:35:05 para Maz indican con claridad que en este tipo de medios los niveles de mantenibilidad no son favorables.

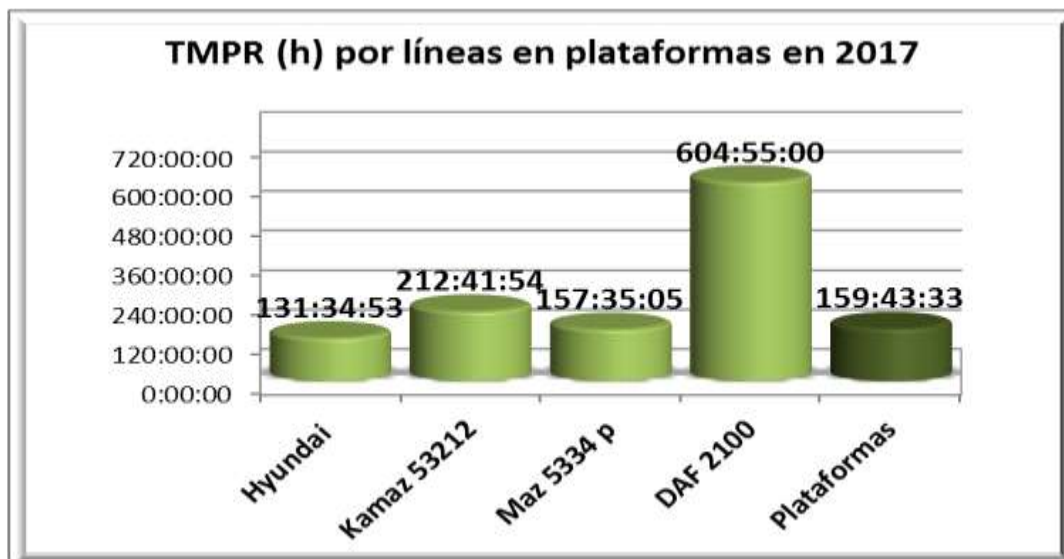


Figura 2.13. TMPR para plataformas por líneas Fuente: Elaboración propia.

Tiempo Medio Para Reparar (TMPR) en semirremolques

Los niveles de TMPR en algunas líneas, solo son entendibles desde el punto de vista de la complejidad de estos medios para ser reparados, sobre todos los relacionados con reparaciones de cierta envergadura en sus estructuras fundamentales, como son los propios recipientes o sus sistemas de rodaje que necesitan por ejemplo desgasificarse primero y/o en otros la ejecución especializada de algún equipo de trabajo externo que las desarrolle, para estos medios confluyen un grupo de pasos tecnológicos, procedimientos, que se necesitan cumplir para solucionarlas y es lo que ocurre con algunos valores, algunos de ellos finalmente fueron declarados bajas técnicas por su estado tecnológico.

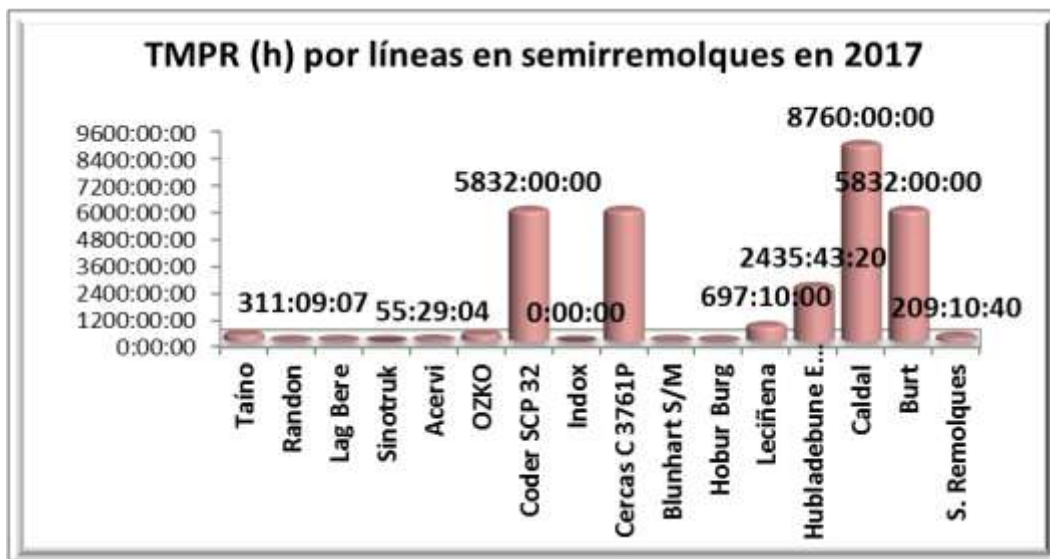


Figura 2.14. TMPR para semirremolques por líneas. Fuente: Elaboración propia.

2.2.4. Flujo de fallos (W)

Ya se conoce que la fiabilidad es la disciplina que estudia los fallos, el indicador flujo de fallos permite reflejar con gran amplitud el comportamiento de los diferentes medios, individuales o por diferentes categorías, por sistemas y componentes y valorar con justa precisión para la toma de decisiones que puedan influir en los resultados que se obtienen. La figura 2.15 muestra el comportamiento de este indicador por tipo de equipos, es de interés para este estudio tener solo en cuenta los medios productivos, por lo que “Otros”, que son medios de apoyo o logística no se reflejaran como grupo. Del resto la gráfica muestra que las plataformas, los rígidos, cuñas tractoras y semirremolques, por su orden, reflejan un comportamiento a la disminución.

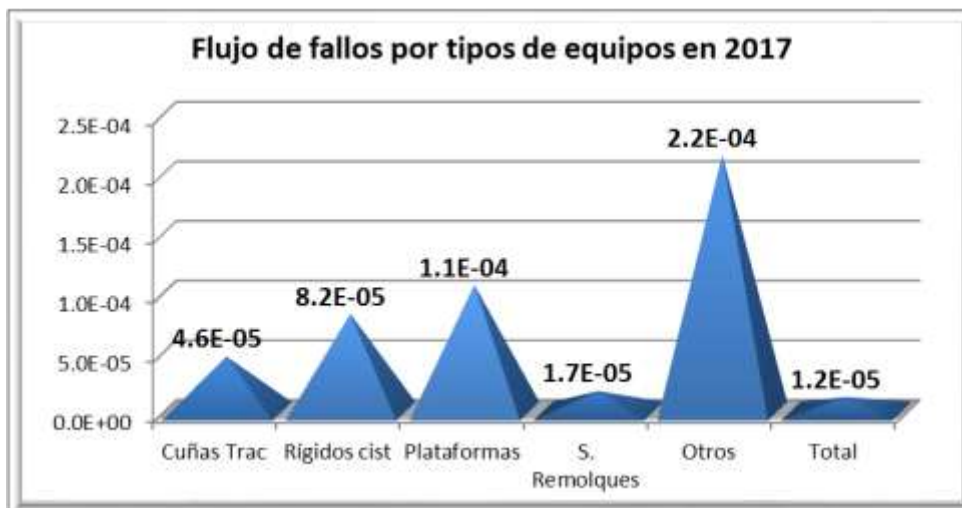


Figura 2.15. Flujo de fallos por tipos de equipos. Fuente: Elaboración propia.

Así es que al volver sobre las cuñas tractoras es muy ilustrativo ver reflejado las hondas diferencias entre unos y otros y resaltar la fiabilidad de una línea con relación a otra, ver figura 2.16. Los $0,29 \cdot 10^{-4}$ fallos por kilómetro recorrido en las Sinotruk pueden reflejar, hasta el momento, que son los medios de más reciente adquisición (dos años), por lo que encuentran en una etapa eficiente de comportamiento; los $1,5 \cdot 10^{-4}$ en Daf demuestran algún grado de vejez tecnológica, entre 13 y 18 años, pero que al compararse con los nueve de la VW refleja calidad mejor atención desde el punto de vista logístico y de la calidad de los componentes suministrados.

El flujo de fallos (W) en cuñas tractoras



Figura 2.16. Flujo de fallos por líneas y sistemas en cuñas tractoras. Fuente: Elaboración propia.

El equipamiento Daf refleja que el sistema que más falla es el eléctrico con $3,6 \cdot 10^{-5}$, el 77,7 % de esos imprevistos, ver figura 2.17 se concentran en la cablería y en los componentes lumínicos, el resto se distribuye proporcionalmente en otras partes. Las causas fundamentales de este suceso se ilustran con la no utilización de bombillos originales en un tiempo determinado de 2017 y a la inestabilidad y habilidades de una parte del factor humano especializado de esta actividad.

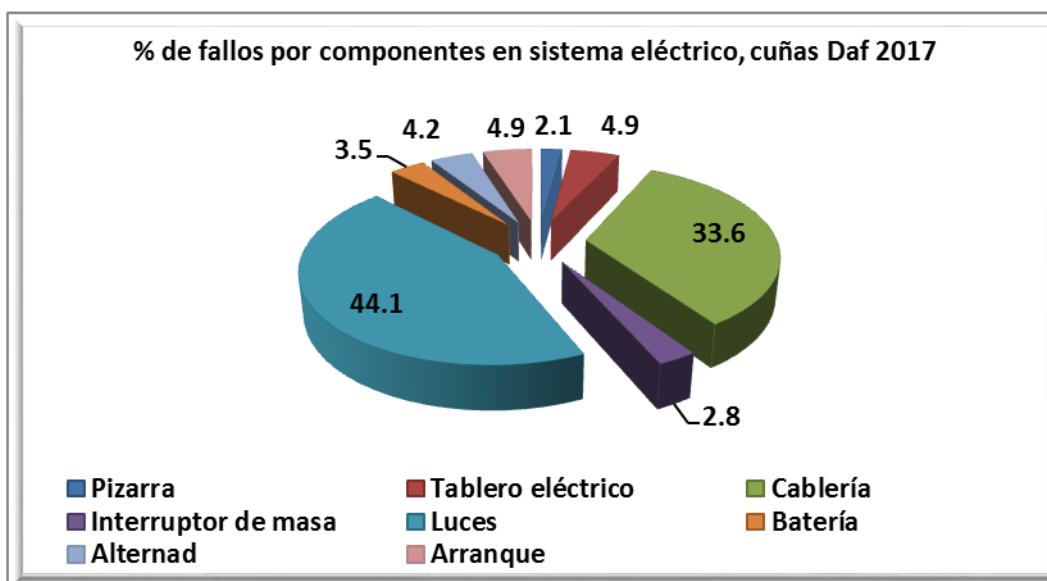


Figura 2.17. Distribución de fallos por componentes en cuñas tractoras Daf. Fuente: Elaboración propia.

El segundo sistema con más fallos es el motor y dentro de éste, el sistema de alimentación, ver figura 2.18, sin embargo el 85,8 % de ellos se distribuye en tres componentes, tuberías, los filtros y el mecanismo eléctrico o varillaje que acciona la bomba de inyección o la unidad de bombeo.

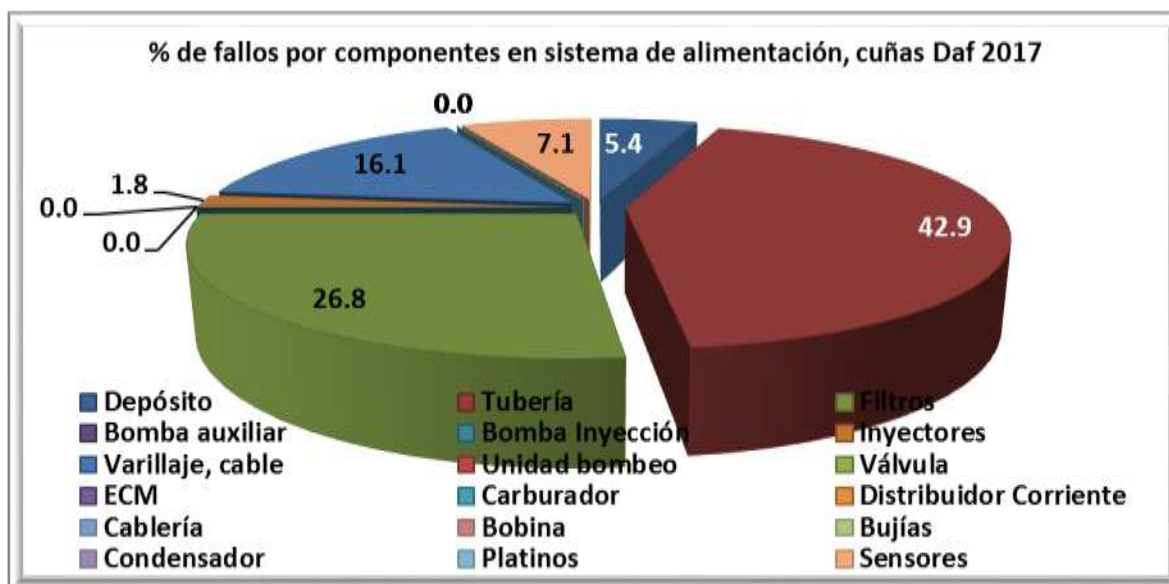


Figura 2.18. Distribución de fallos por componentes en cuñas tractoras Daf. Fuente: Elaboración propia.

Un tercer sistema, en orden de frecuencias de roturas es el sistema de frenos, figura 2.19, aquí también es apreciable que tres de sus componentes agrupan el 82,5 % de los fallos presentes, es así como la amplia diversidad de válvulas de frenos presentes en estos medios, el sistema de tuberías, mangueras, conexiones y los cilindros o reguladores de frenos, “chicharras” son responsables directos de este fenómeno presentado.

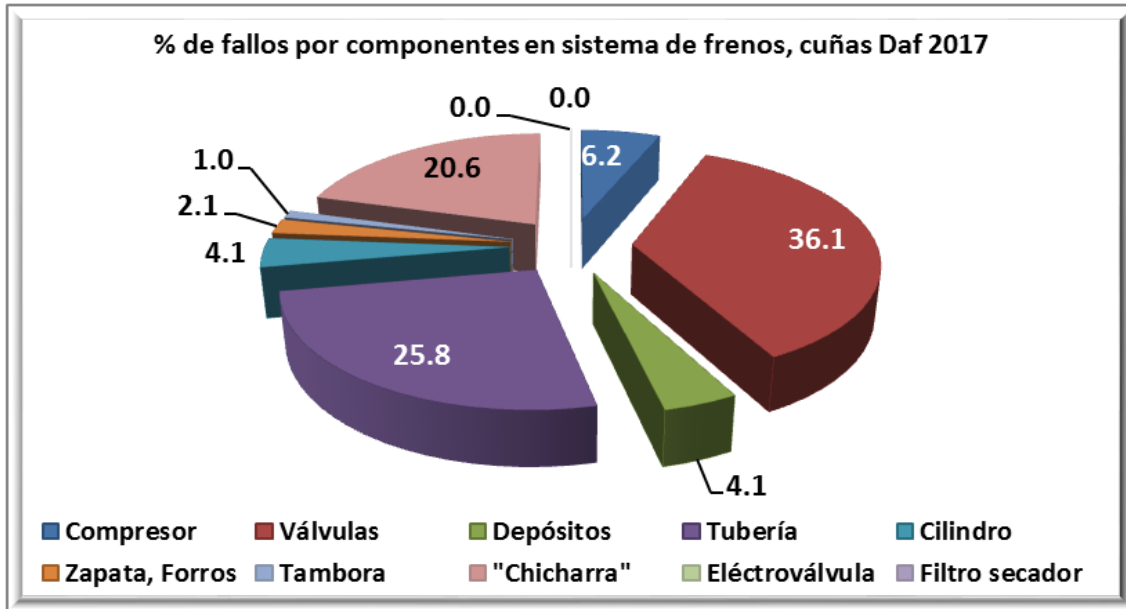


Figura 2.19. Distribución de fallos por componentes en cuñas tractoras Daf. Fuente: Elaboración propia.

El cuarto sistema en orden de fallos es el sistema de rodaje, figura 2.20, que agrupa todas las partes que van en la rueda, es fácil percatarse en el 74,6 % de los fallos relacionados con neumáticos, ya sea por ponches imprevistos como el retiro prematuro por roturas de esos componentes, este es uno de los renglones de mayor valor monetario en una flota de equipos pesados de transporte.

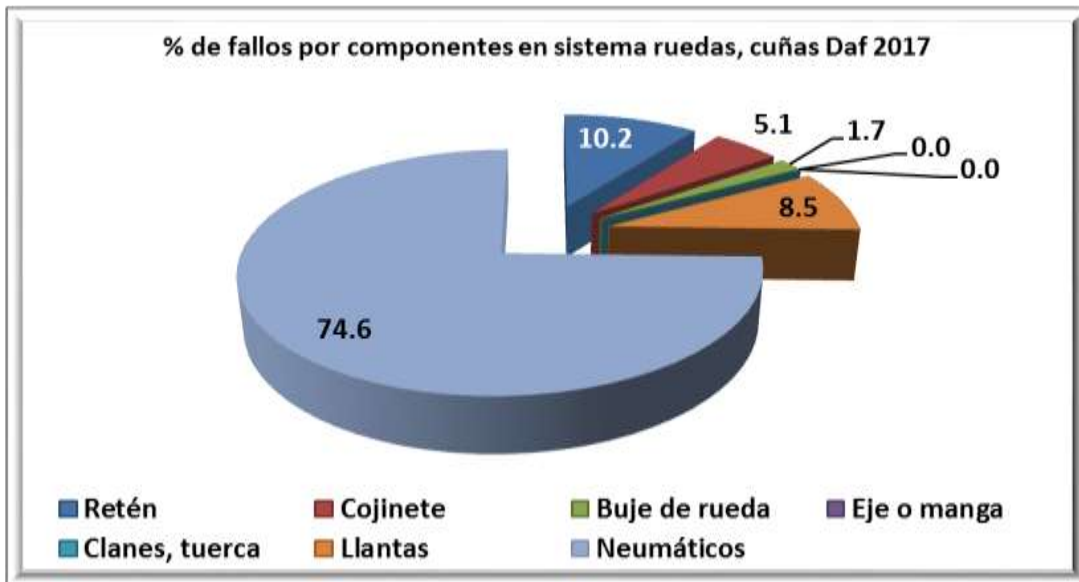


Figura 2.20. Distribución de fallos por componentes en cuñas tractoras Daf. Fuente: Elaboración propia.

La otra línea de interés es la Sinotruk Howo, estos medios, los de más reciente arribo para este tipo de equipamiento, tienen un muy bajo flujo de fallos en comparación con las otras dos. Sin embargo el primero de ellos es su sistema de alimentación, ver figura 2.21. Entre los filtros y su sistema de accionamiento de la bomba de inyección se recogen el 81,8 % de los fallos. Se debe reseñar la dificultad inicial para adquirir los filtros al arribo de este tipo de equipos.

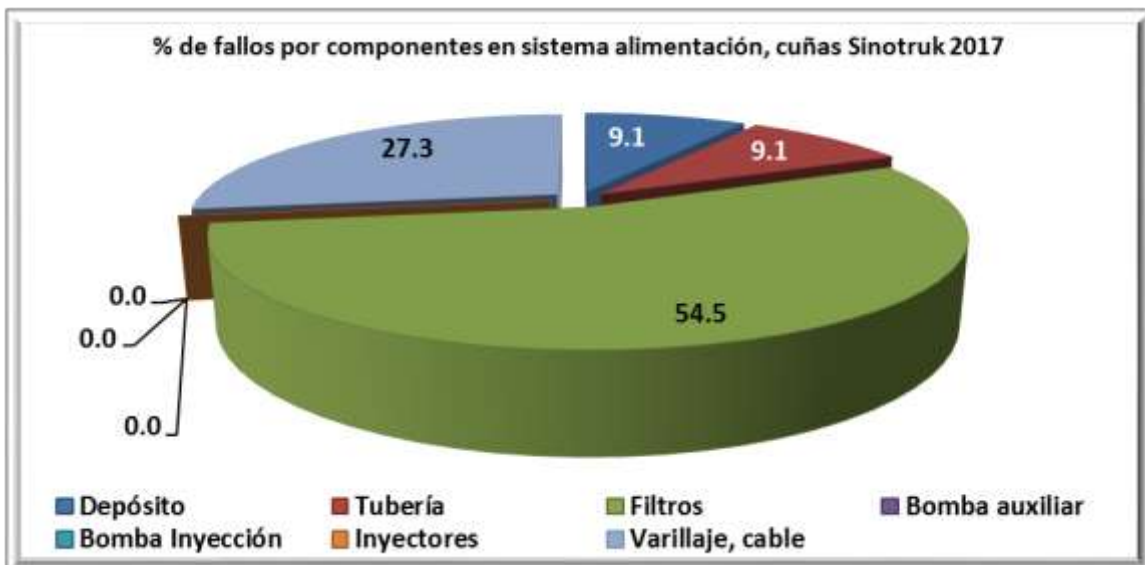


Figura 2.21. Distribución de fallos por componentes en cuñas tractoras Sinotruk. Fuente: Elaboración propia.

La figura 2.22 muestra un segundo sistema, en orden, con un bajo nivel de fiabilidad, sin embargo aquí la distribución de fallos es más equitativa entre todos los componentes, aunque es justo reflejar que el 50 % de los mismos ocurren en los fuelles neumáticos o muelles de la suspensión y las válvulas que gobiernan las primeras. El resto tiene que ver que son partes que requieren un constante ajuste para que funcionen correctamente, sobre todo al inicio de su explotación.

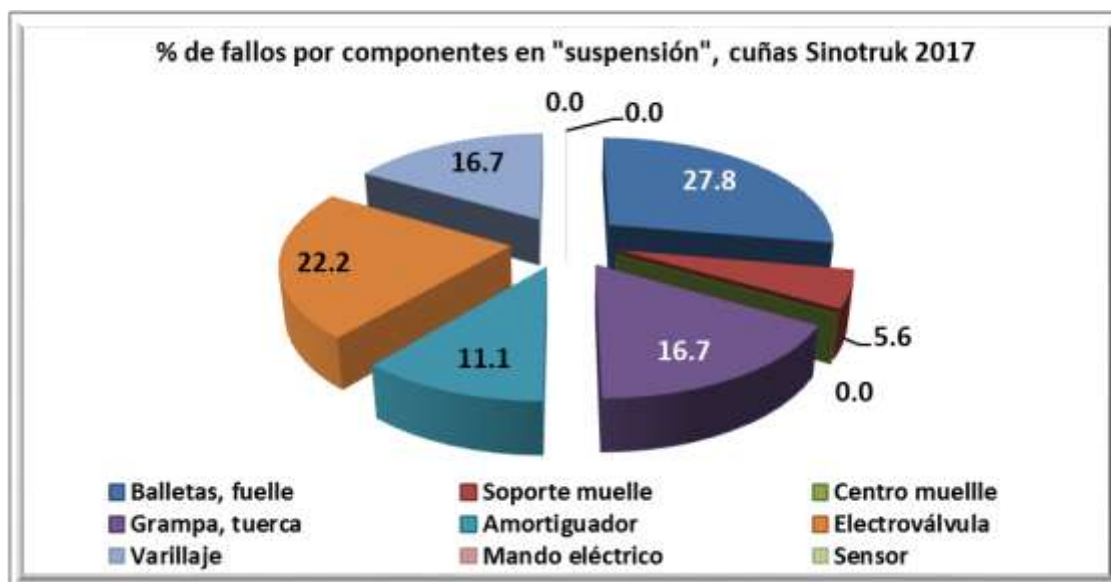


Figura 2.22. Distribución de fallos por componentes en camiones tractoras Sinotruk. Fuente: Elaboración propia.

Del grupo de equipos reconocidos como rígidos cisternas se conoce su amplia variedad de líneas, de procedencias y años de empleo, de ellos es destacable el Dong Feng, tercero en la figura 2.23, con un solo año de explotación sin embargo se comporta con registros similares a equipamiento envejecido tecnológicamente como los Urales o cercanos a Maz o Freightliner. Es destacable igualmente un grupo de medios que aunque llevan 13 años de explotación, todavía mantienen comportamientos en cuanto a fallos bajos, comparados con los enumerados anteriormente, como es Man TGA 33.430 o Daf CF 75.310.

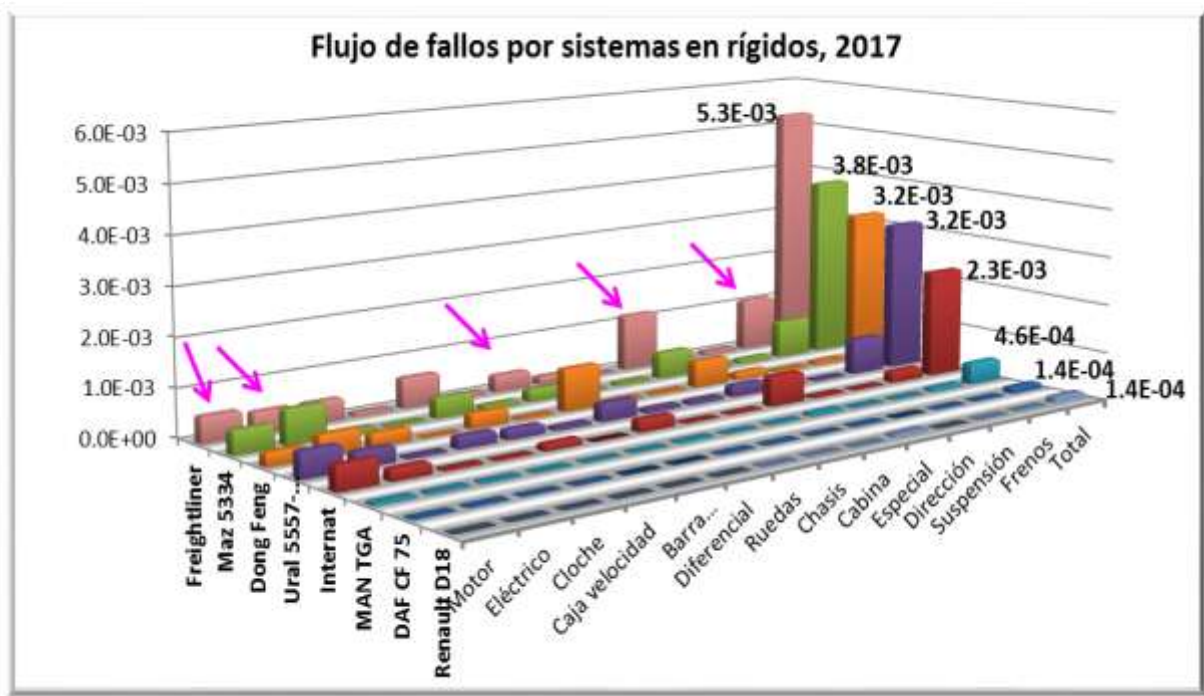


Figura 2.23. Flujo de fallos por líneas y sistemas en Rígidos cisternas. Fuente: Elaboración propia.

Por último se comprueba el alto nivel de fiabilidad de Renault D18 con una tecnología de punta con el mejor resultado estadístico.

Para realizar un análisis particularizado de los sistemas que mayor influencia tienen en el indicador analizado por modelos de vehículos comenzamos por el “Dong Feng”, ya fue mencionado que este equipo comenzó su explotación en la entidad en Enero 17, por lo que se analiza su primer año de vida, la figura 2.23, muestra dos sistema que recogen las mayores concentraciones de fallos, el sistema de ruedas y el especial de carga y descarga. Para el primero la figura 2.24 muestra que el 81,8 % de las roturas se manifiestan en una incorrecta selección de los mismos para el tipo de terreno en que se mueve, las dimensiones de las mismas y la calidad, algo que todavía no se ha solucionado.

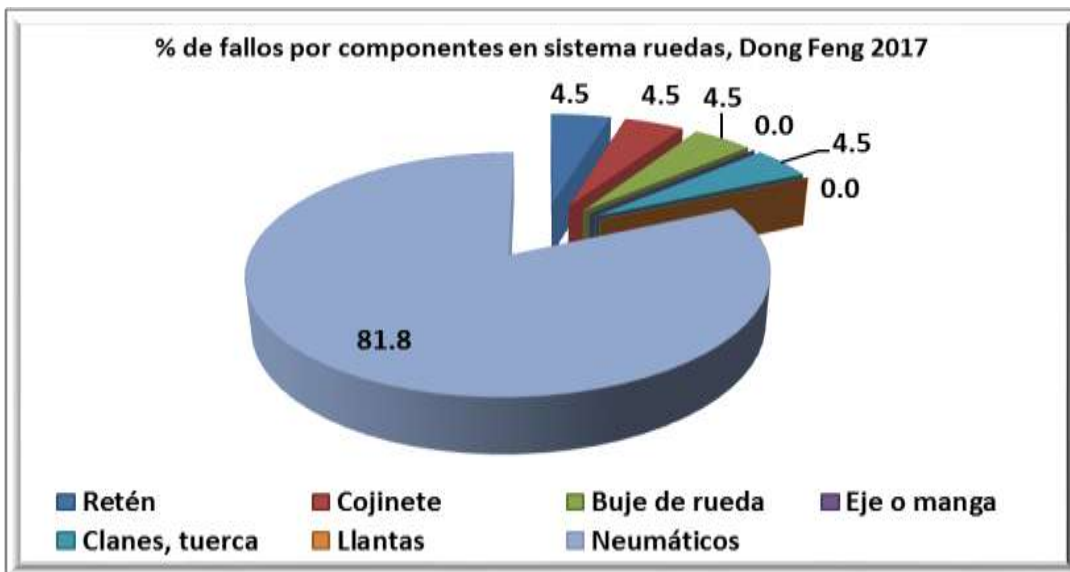


Figura 2.24. Distribución de fallos por componentes en Dong Feng. Fuente: Elaboración propia.

Del segundo sistema es destacable que el 64,3 % de los fallos se relacionan con el flujómetro, como muestra la figura 2.25, lo que unido al 14,3 % por roturas con las tuberías, mangueras y conexiones suman 78,6 % del total.

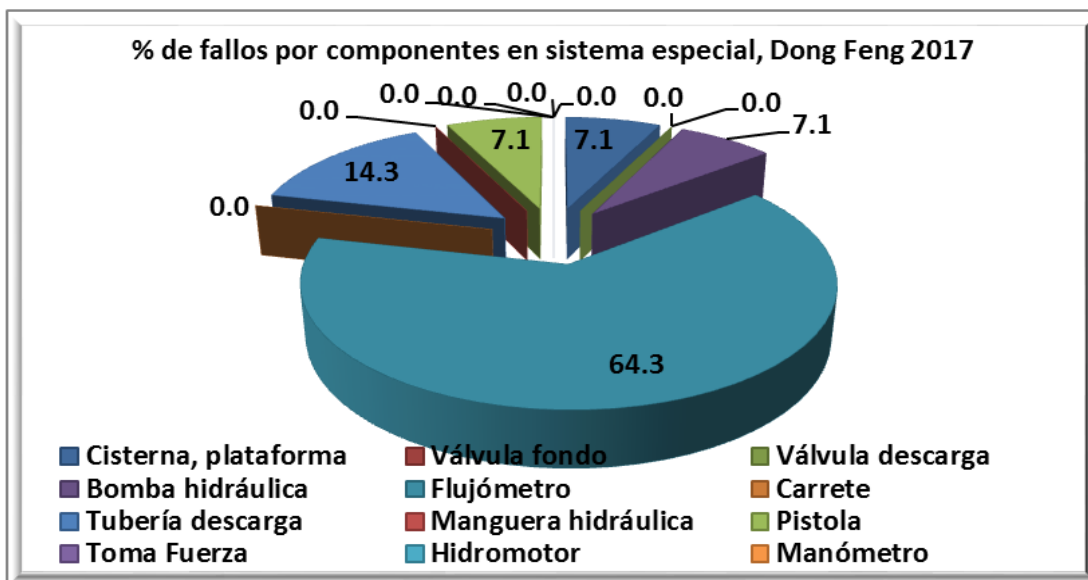


Figura 2.25. Distribución de fallos por componentes en Dong Feng. Fuente: Elaboración propia.

Por su parte la línea Man TGA 33 430 concentra su mayor cantidad de fallos (47,9 %) en tres sistemas, por interés revisaremos dos, ya que el tercero, el motor, su implicación está relacionado con fallos de alimentación en filtros y tuberías.

Del primero, el sistema de frenos, responsable de un 18,4 % del total, la figura 2.26, recoge en tres componentes el 67,9 %, se concentra en fallos en las válvulas de freno, los reguladores de freno, "chicharras" y conjunto piel-zapata de freno.

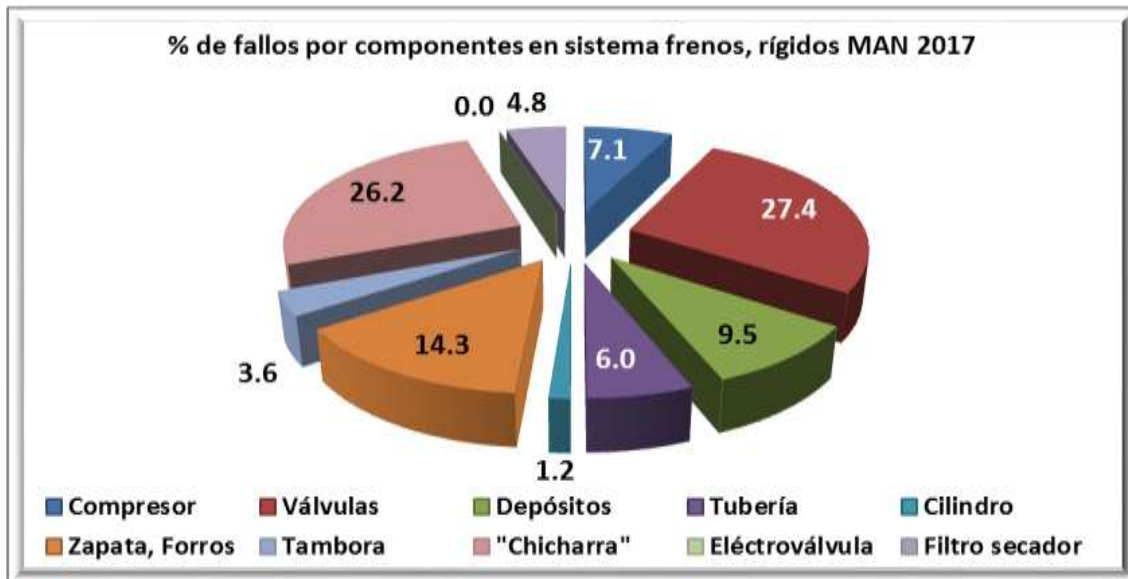


Figura 2.26. Distribución de fallos por componentes en Man TGA 33.430. Fuente: Elaboración propia.

El segundo componente en orden, figura 2.27, con un 15,8 % de todos los sistemas, concentra en un 66,6%, dos tercios, la totalidad de los imprevistos, son ellos las bombas hidráulicas 31,9 %, las tuberías y conexiones, 20,8 %, y el flujómetro con 13,9 %.

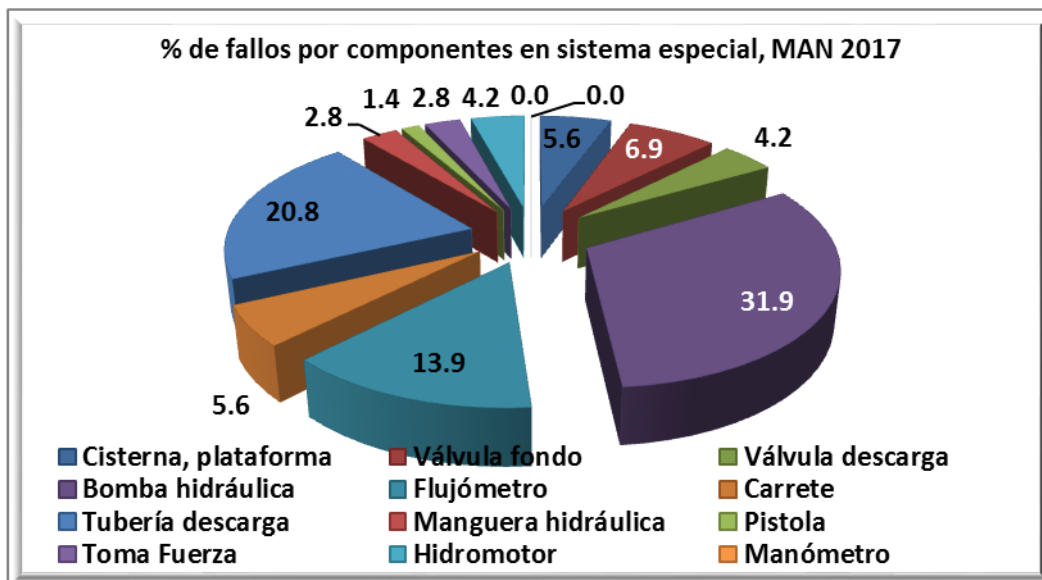


Figura 2.27. Distribución de fallos por componentes en Man TGA 33.430. Fuente: Elaboración propia.

El análisis de los equipos Daf CF 75.310 recoge en tres sistemas el 51,8 % de los fallos, sistema motor, 18,8 %, eléctrico, 18,0 % y especial de carga – descarga, 15,0 %. Por interés solo se presentan los dos primeros. La figura 2.28 muestra la distribución de averías en el sistema de alimentación, puede apreciarse filtros de combustible, 40 %, tuberías e inyectores, 15 % cada uno, se alcanza un 70 % total.

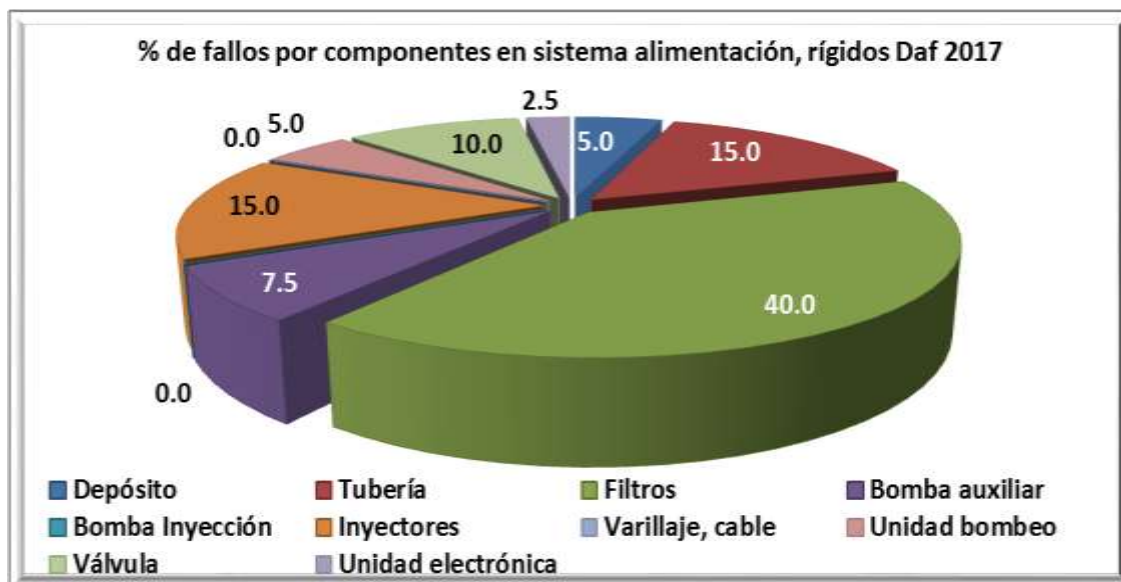


Figura 2.28. Distribución de fallos por componentes en Daf CF 75.310. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2.29 se puede observar que el 59,8 % de los fallos del sistema eléctrico de los rígidos Daf están repartidos en las luces (35,5 %) y en la cablería (24,3 %).

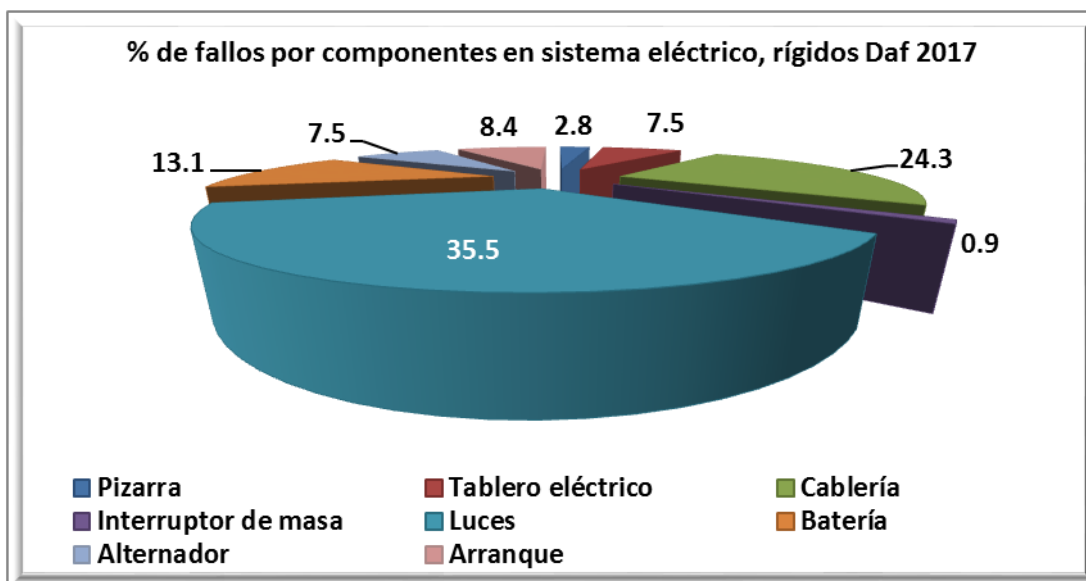


Figura 2.29. Distribución de fallos por componentes en Daf CF 75.310. Fuente: Elaboración propia.

Los equipos Renault D18, concentran la mayor cantidad de averías en sus sistema especial de carga y descarga, representan el 60 %, si se le suma el 16 % del sistema de frenos, en él solo han ocurridos imprevistos con salideros neumáticos en sus mangueras, se obtiene 76 % del total de fallos general.

Del sistema especial se conoce que salideros en válvulas del sistema de descarga, bypass, con un 33,3 %, en sus tuberías de líquido (20 %) y roturas en soportes y calzos el otro 20 %, suman un total de 73 % del total de esta área de trabajo.

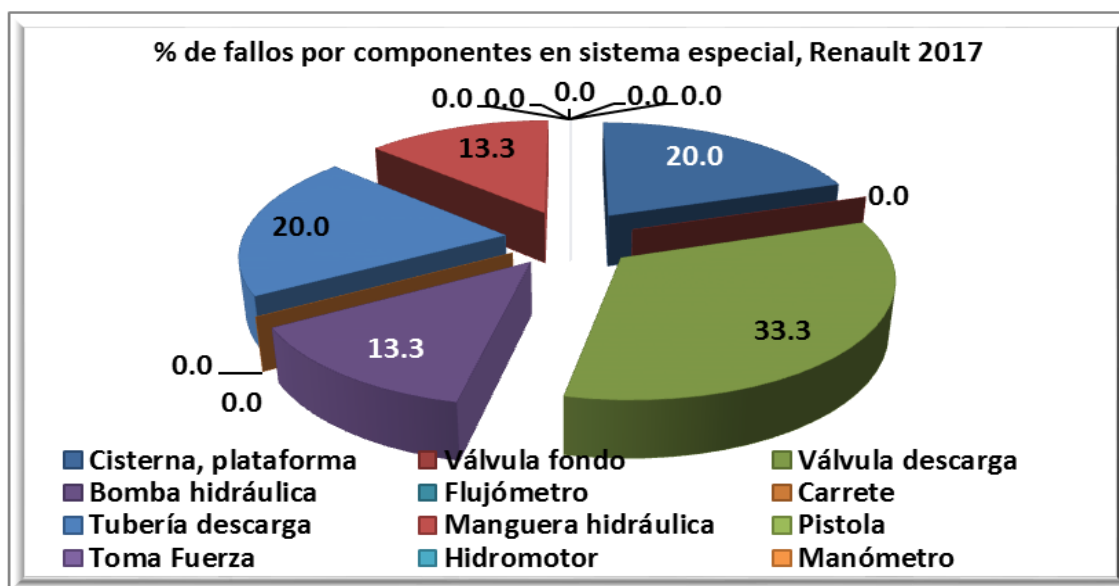


Figura 2.30. Distribución de fallos por componentes en Renault D18. Fuente: Elaboración propia.

De los equipos productivos las plataformas de GLP envasado son el grupo con mayor flujo de fallos, incidiendo negativamente en el sensible servicio que prestan de servir puntos de ventas a la población o centros e instituciones de la salud pública o de la educación como círculos infantiles o seminternados.

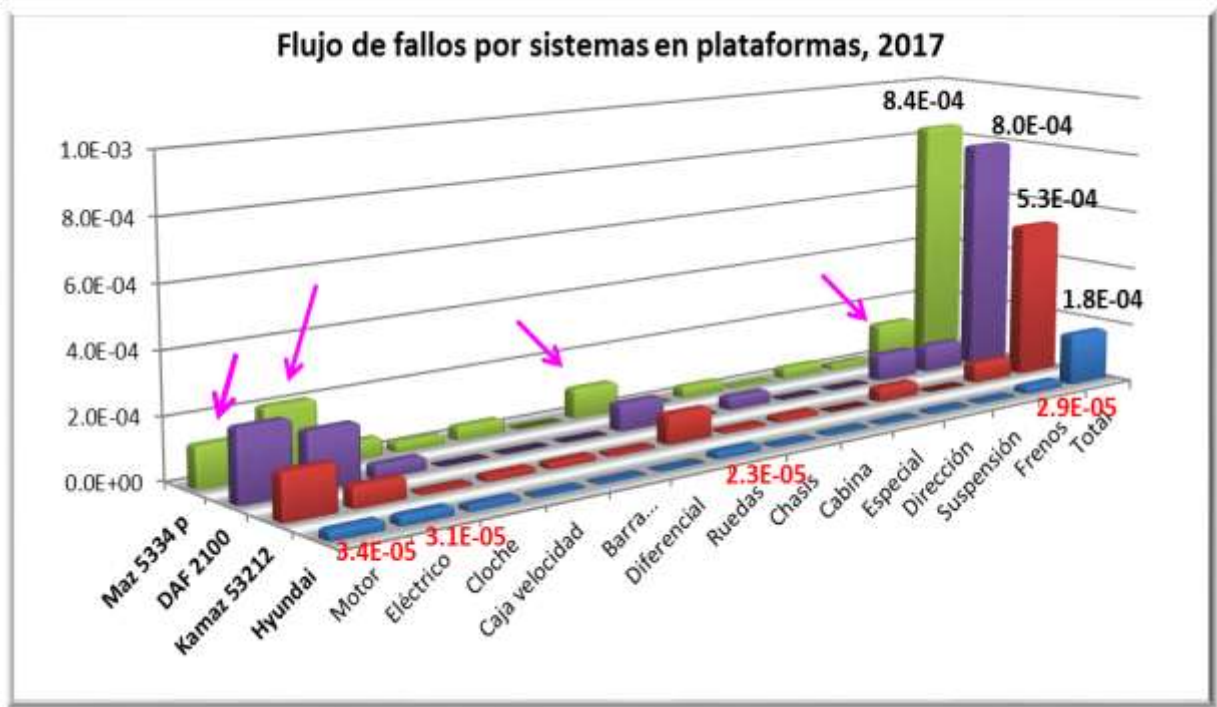


Figura 2.31. Flujo de fallos por líneas y sistemas en Plataformas. Fuente: Elaboración propia.

De estos medios la línea Maz despunta negativamente, figura 2.31, obsoletos tecnológicamente, es el sistema eléctrico con un, 25,8 %, el de mayor frecuencia de imprevistos, la figura 2.32, muestra que el 71,9 % de ellos se concentran en dos componentes, los sistema lumínicos, 46,9 %, y en el cableado con el otro 25 %.

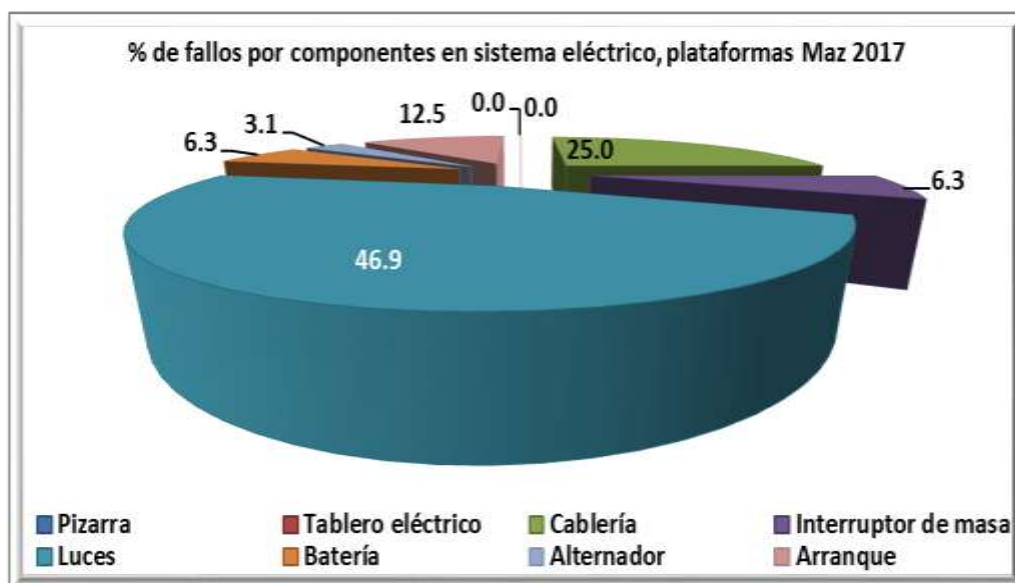


Figura 2.32. Distribución de fallos por componentes en Plataformas Maz 5334. Fuente: Elaboración propia.

El segundo sistema de mayor afectación es el motor con un 16,1 %, la figura 2.33, refleja una distribución equitativa en sus componentes mostrando que un 85 % está presente en cuatro de ellos. El primero de ellos son las averías en sistema de escape con un 25 % por roturas en silenciadores o partes de las tuberías. Con un 20 % cada uno se reparten el sistema de distribución, sobre todo la situación con la calidad de las correas para los motores que emplean estos medios(Yamz 236) y las poleas. Los otros dos son el sistema de alimentación y el block motor.

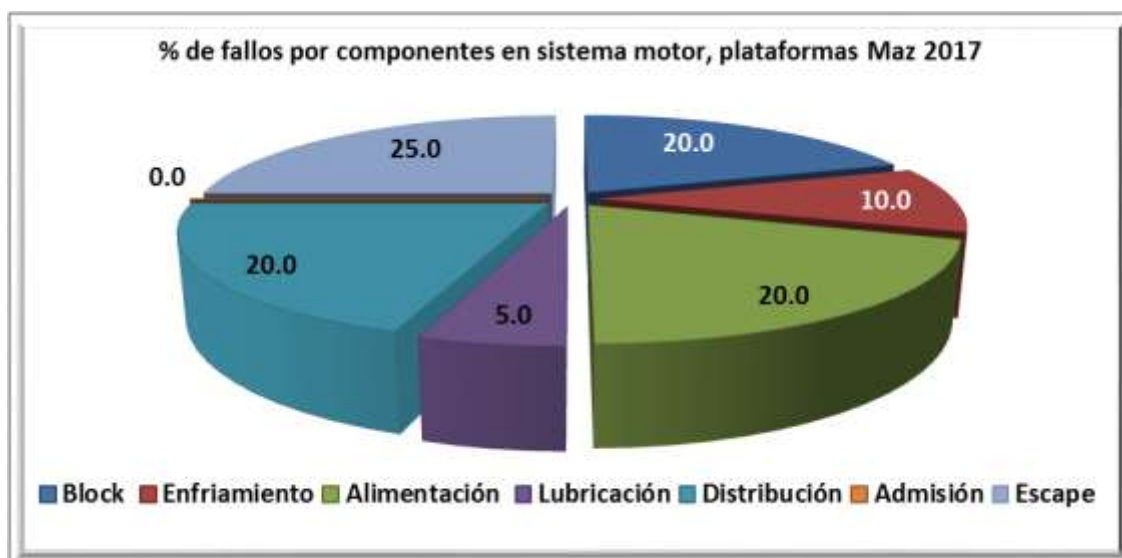


Figura 2.33. Distribución de fallos por componentes en Plataformas Maz 5334. Fuente: Elaboración propia.

La línea Hyundai representa el 60 % del parque de este tipo de equipos, por lo que los resultados de esta línea influyen directamente en la del parque automotor. En esta línea los principales sistemas afectados son el motor (19 %), sistema eléctrico (25,8 %), frenado (16,1 %) y rodaje (12,1 %).

El sistema de mayor afectación en el motor es el de alimentación o encendido con el 61 % (figura 2.34), con problemas en los filtros y tuberías.

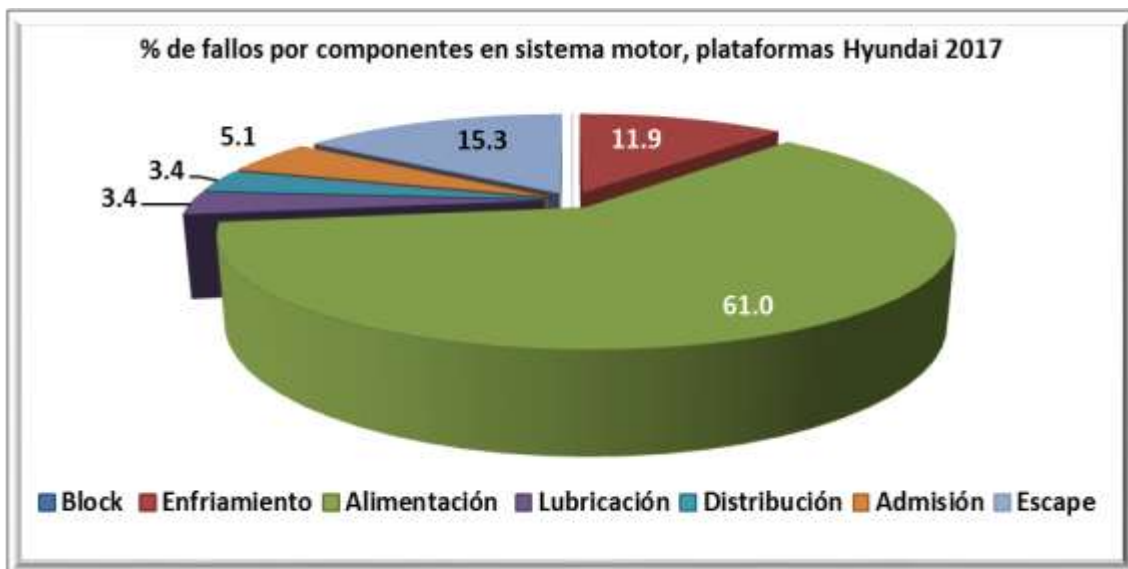


Figura 2.34. Distribución de fallos por componentes en Plataformas Hyundai. Fuente: Elaboración propia.

El sistema más afectado en las plataformas Hyundai es el sistema eléctrico (25,8 %), de los cuales el 63,6 % de los fallos ocurrieron en dos componentes, 40 % en las luces y 23,6 % en la cablería (figura 2.35)

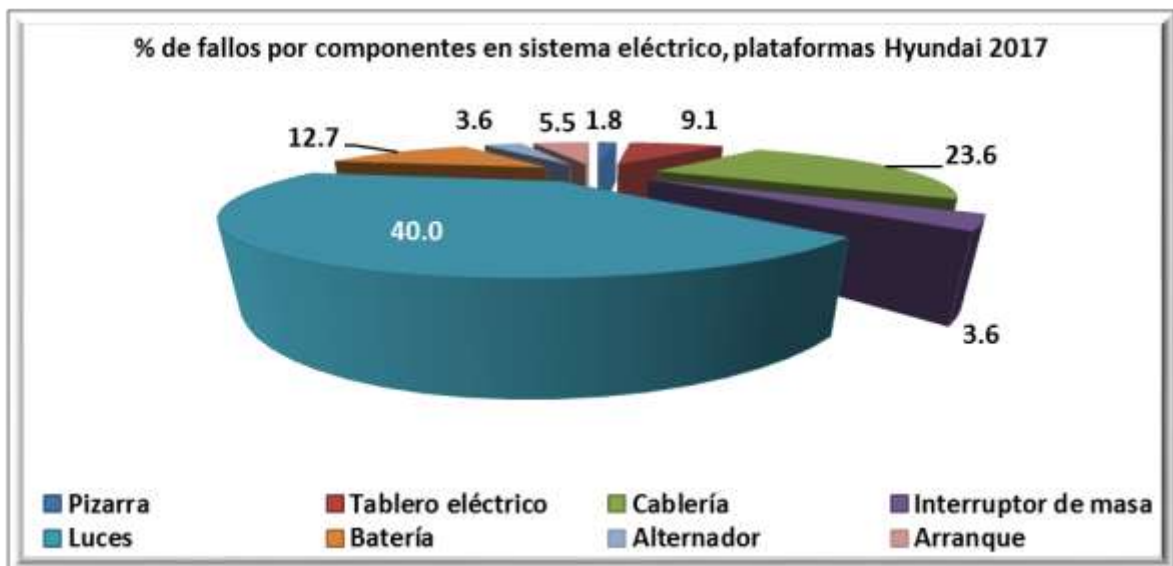


Figura 2.35. Distribución de fallos por componentes en plataformas Hyundai. Fuente: Elaboración propia.

Sistema de frenado presentó un 16,1 % de los fallos imprevistos de las plataformas Hyundai, reflejando un 38 % de los fallos en los cilindros, un 20 % en válvulas, 16 % en zapata o forro y el 14 % en tubería, sumando el 88 % de los fallos en el sistema de freno.

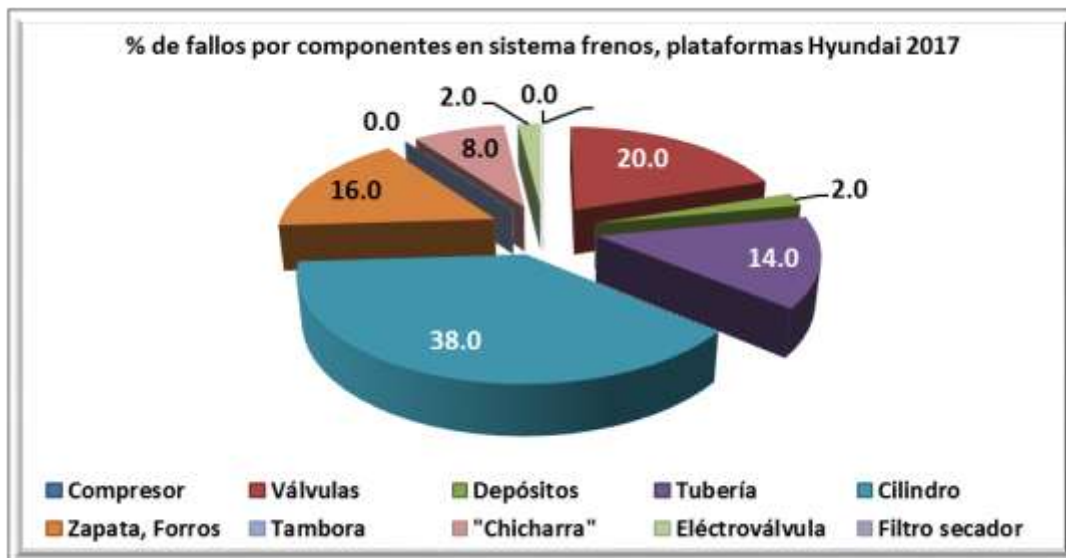


Figura 2.36. Distribución de fallos por componentes en plataformas Hyundai. Fuente: Elaboración propia.

El sistema de rodaje (12,1 % de los fallos imprevistos en las plataformas Hyundai), refleja sus principales deficiencias en los neumáticos (67,5 %), si se le suman a estos, los fallos en el retén (15 %), avarcarían ambos componentes el 82,5 % de los fallos.



Figura 2.37. Distribución de fallos por componentes en plataformas Hyundai. Fuente: Elaboración propia.

Este grupo de equipos se encuentra en un profundo proceso de depuración del parque y son sustituidos parcialmente por medios Sinotruk, los de mejores rendimientos como muestra la figura 2.38, por lo que el análisis se realizará de manera general concentrándose en los sistemas con mayor flujo de fallos. Es distintivo destacar que el 80.0 % de los fallos se concentran en tres de ellos: frenos, ruedas y especial, de carga y descarga.

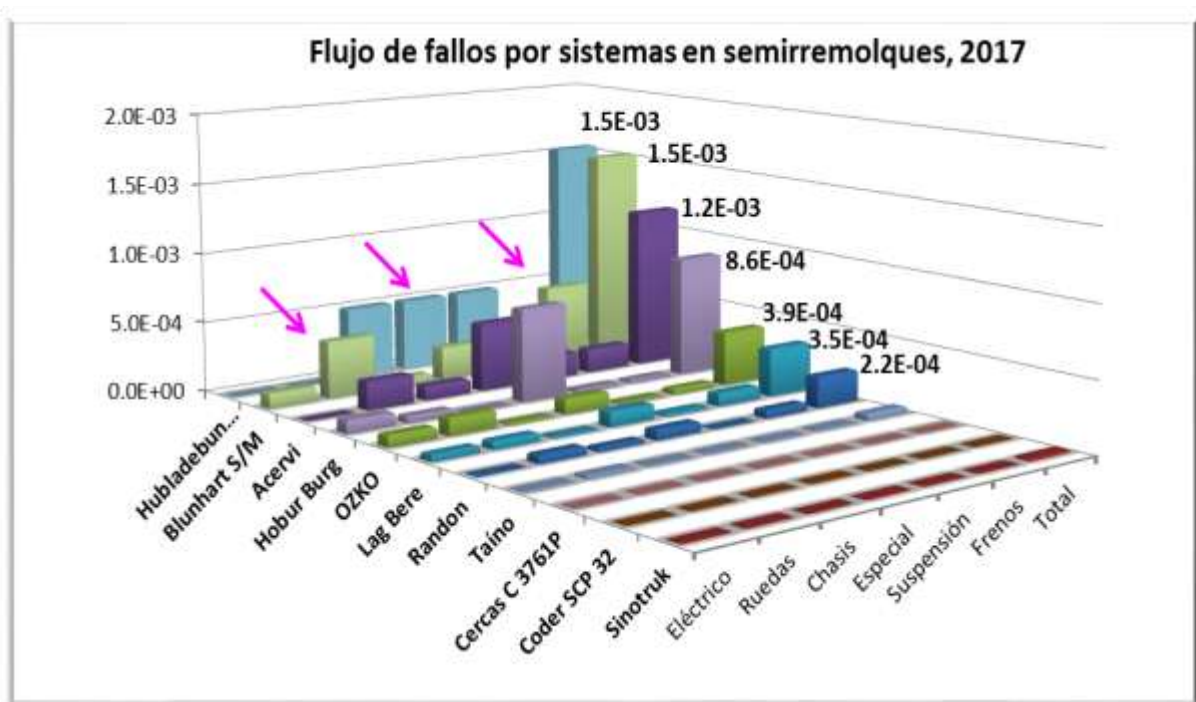


Figura 2.38. Flujo de fallos por líneas y sistemas en semirremolques. Fuente: Elaboración propia.

El sistema de mayor frecuencia de fallos en los equipos semirremolques es el de frenos con un 37,1 %, en tres componentes del mismo se concentran el 74,9 %. Reguladores de freno o chicharras 42,5 %, conjunto zapata-forros de freno el 16,7 % y válvulas del propio sistema con 15,7 %. En las pobres habilidades operacionales de los mantenedores en el primer y tercer caso así como no contar con forros originales y acudir a sustitutos en los segundos se concentran las causas principales.

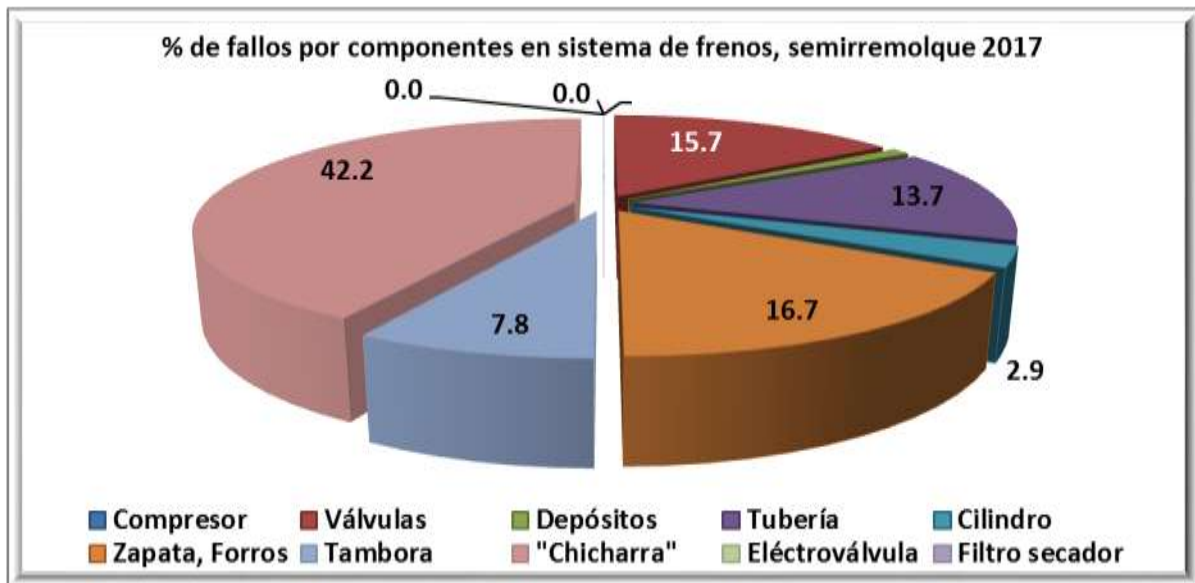


Figura 2.39. Distribución de fallos por componentes en semirremolques. Fuente: Elaboración propia.

En los equipos semirremolques el 79,7 % de los fallos de las ruedas, el segundo sistema de mayor nivel de roturas(27,1 %) se concentran en los neumáticos, es alto el número de partes de este renglón que se retira sin alcanzar una vida óptima y duradera. Roturas por baja presión de aire en su explotación o afectaciones en su sistema de frenos son las causas más visibles.

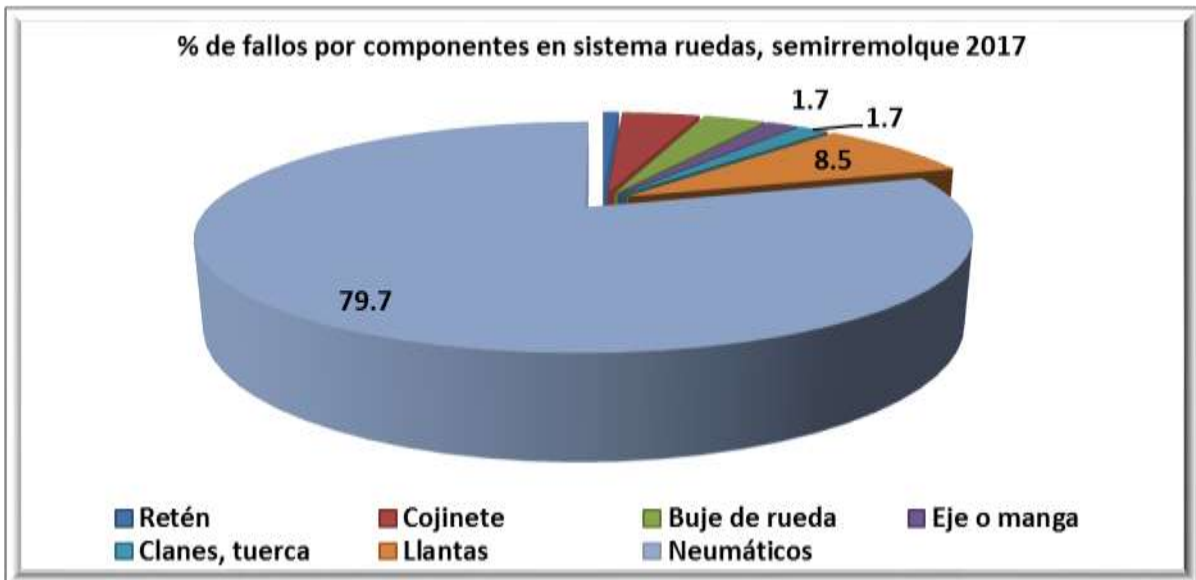


Figura 2.40. Distribución de fallos por componentes en semirremolques. Fuente: Elaboración propia.

En el sistema especial hay una concentración de fallos del 81,6 % en cuatro componentes, válvulas de fondo con el 28 %, tuberías con el 22,4 %, en la propia estructura de la cisterna con el 17,6 % y las bombas hidráulicas con el 13,6 %. Este sistema no recibe ninguna actividad preventiva, trabaja de manera correctiva a consecuencia de no contar de manera general con repuestos seguros, hay una alta diversidad de orígenes, no se cuenta con la información técnica apropiada, sin embargo el ajuste y verificación de muchos de sus componentes evitaría la ocurrencia de una parte considerable de los imprevistos presentes.



Figura 2.41. Distribución de fallos por componentes en semirremolques. Fuente: Elaboración propia.

2.2.5. Análisis general de los índices de la fiabilidad

Tabla 2.2. Resumen de los sistemas críticos en las líneas de la flota de transporte. Fuente propia.

Sistema crítico	Líneas más afectadas	Tiempo promedio de explotación (años)	%	Componente crítico	Causas	Medida
Eléctrico	Cuña Daf	23,1	25,1	Luces y cablería	No utilización de bombillos originales, factor humano (prácticas incorrectas)	Utilizar bombillos originales y preparar al personal en prácticas adecuadas
	Rígido Daf	10	18			
	Plataforma Hyundai	19	18,3			
	Plataforma Maz	27	26,9			
Motor	Cuña Daf	23,1	18,4	Tuberías y filtros	Tupición por mala calidad del combustible	El empleo de filtros de alta calidad que incremente el filtrado, disminuyendo el impacto agresivo del agua. Incorporar filtro adicional para el prefiltrado
	Cuña Sinotruk	1,3	19,5			
	Rígido Daf	10	18,7			
	Plataforma Maz	27	16,8			
	Plataforma Hyundai	19	19,7			
Rodaje	Cuñas Daf	23,1	10,5	Neumáticos	Inadecuado inflado de los neumáticos. Desalineado. En el caso particular del Dong Feng la incorrecta compra del tipo de	Lograr mantener los niveles de presión de inflado recomendado por el fabricante. Controlar la alineación y el balanceo.
	Rígido Dong Feng	1	22,2			

	Plataforma Hyundai	19	13,3		neumático	Selección y compra correcta del neumático
Sistema especial de carga y descarga	Rígido Dong Feng	1	14	Bomba hidráulica y manguera del combustible	Al sistema no se le aplica la política del mantenimiento preventivo por la diversidad de sus componentes y la falta de manuales de ellos. Es otra especialidad	Incorporar un grupo de actividades de ajuste de mantenimiento preventivo a algunos de sus componentes. Continuar investigaciones
	Rígido Man	11	17,4			
	Rígido Renault	1,5	68,2			
Freno	Cuñas Daf	23,1	10,4	Regulador de frenado (chicharra), cilindro y válvulas	Regulador de frenado (chicharra) y cilindros: malas prácticas de los operarios. Insuficiente drenaje en los depósitos de aire (obligación del operario)	Mejorar la capacitación teórica y práctica de los operarios y mantenedores en este tipo de operaciones
	Rígido Man	11	9,9			
	Plataforma Hyundai	19	13,3			

2.3. Valoración económica de la propuesta

Cuba es un país subdesarrollado y bloqueado económicamente, por lo cual la crisis económica mundial se hace sentir con mayor fuerza. El conocimiento y empleo de los indicadores que sustentan la fiabilidad de la flota de transporte de la Unidad de

Transportación de Combustibles del sistema Cupet de la provincia Holguín, contribuye en gran medida a la economía del país. Al conocer dichos indicadores se puede planificar con mayor efectividad el sistema de mantenimiento preventivo, disminuyendo así los fallos, y con él la reducción de gastos en mantenimiento. En el año analizado el 62 % de los gastos se produjeron en la reparación por fallos imprevistos, y solo el 32 % en mantenimiento preventivo planificado; esto evidencia que las acciones preventivas aplicadas no son suficientes.



Figura 2.42. Gastos por tipo de mantenimiento. Fuente: Propia

Otro punto que es favorecido con el conocimiento y puesta en práctica de los índices de fiabilidad, son las piezas de repuestos, en el 2017 el 19,7 % del tiempo que estuvo el parque automotor en el taller fue debido a la logística de piezas y accesorios (no se contaban en el almacén con las piezas necesarias para la solución de los fallos). Se podrá planificar mejor las inversiones de la empresa en compra de piezas y equipos especializados en mantenimiento, disminuyendo así los gastos. El restante 80,3 % del tiempo empleado en el taller fue por mano de obra, elemento en el que es factor la preparación de los operarios, punto en el que se puede trabajar para disminuir el período improductivo del vehículo.



Figura 2.43. Clasificación del tiempo en taller. Fuente: Propia.

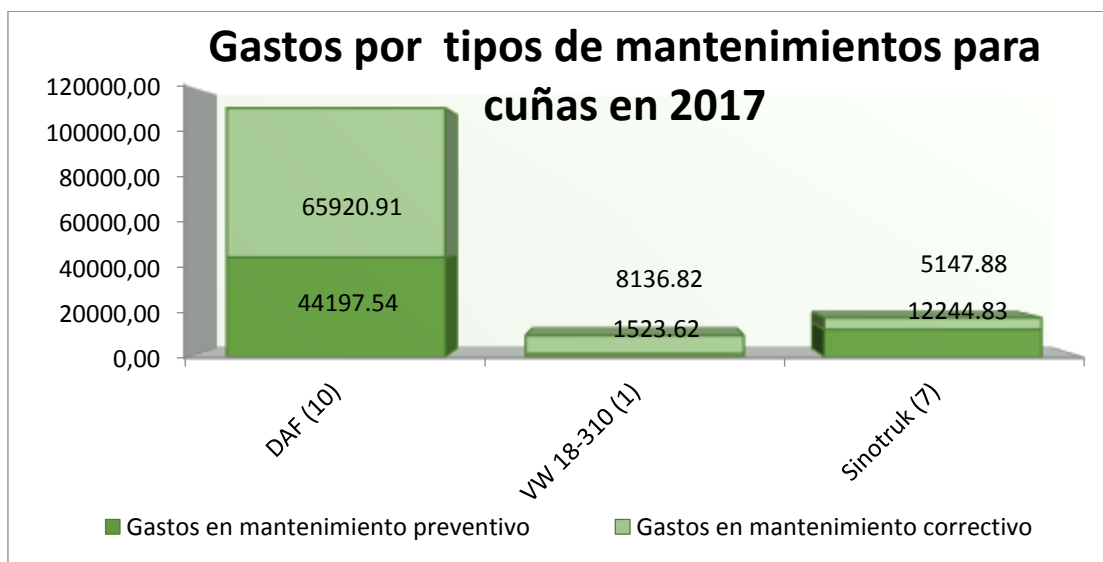


Figura 2.44. Gastos para cuñas tractoras por líneas. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2.44 se puede observar que las cuñas Daf (10) representan el 85,5 % de los gastos efectuados en dicha línea. Cabe destacar que presenta la mayor edad de explotación dentro del grupo. Mientras que SinotrukHowo con siete vehículos solo ha causado un 13,5 % de los gastos de la línea. Su bajo tiempo de explotación lo favorece (no requiere de grandes inversiones).

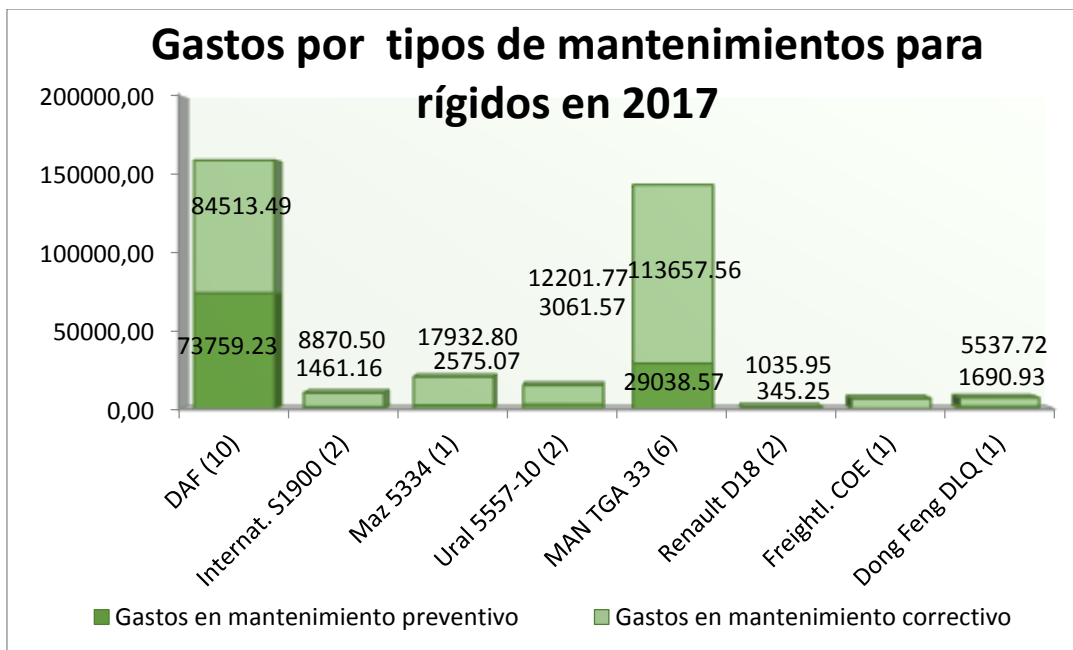


Figura 2.45. Gastos para rígidos por líneas. Fuente: Elaboración propia.

En esta línea los mayores gastos acontecieron en el modelo Daf y en el Man, algo lógico debido a que representan la mayor parte de los vehículos rígidos. Además las piezas de estos son de las más caras en el mercado internacional, principalmente las del Man, que deben ser las originales. Su elevado gasto en mantenimiento preventivo es consecuencia de los fallos ocurridos en el sistema especial de carga y descarga. Renault y Dong Feng presentaron bajos números de costos por ser de reciente adquisición y no necesitar de inversiones elevadas.

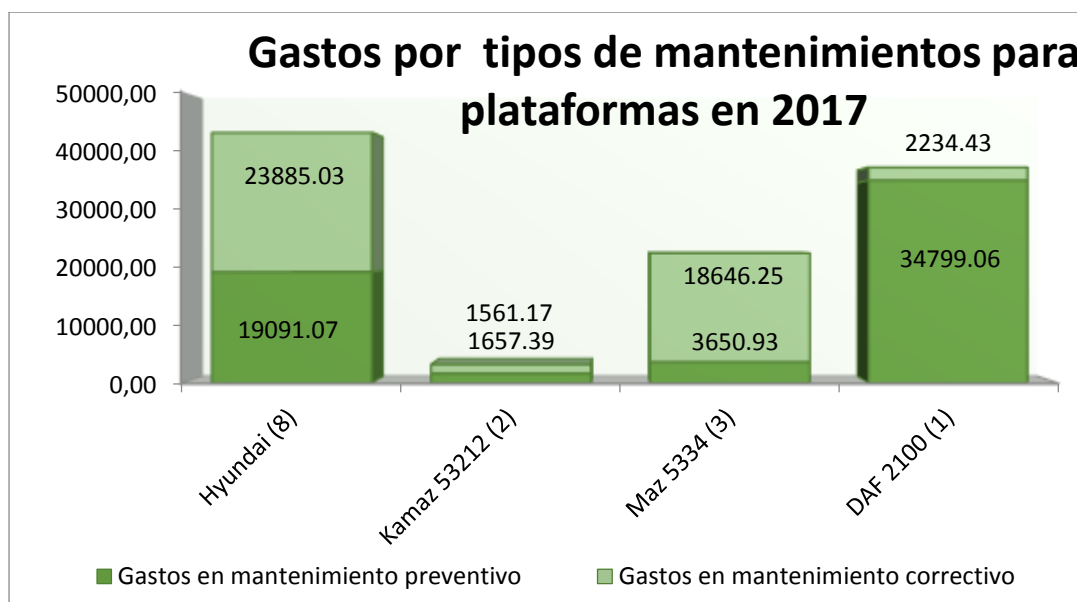


Figura 2.46. Gastos para plataformas por líneas. Fuente: Elaboración propia.

El dato a destacar en la figura 2.46 es en las plataformas Daf que su alto gasto en mantenimiento preventivo es a causa de la reparación casi total del motor y su sistema de transmisión.

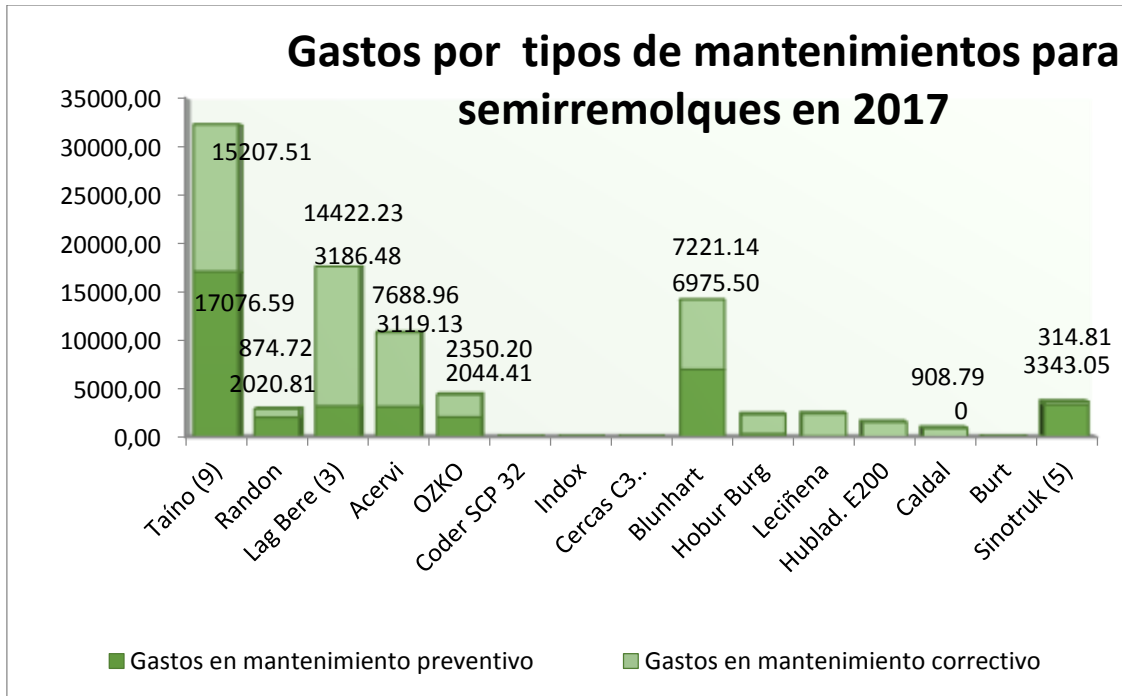


Figura 2.47. Gastos para semirremolques por líneas. Fuente: Elaboración propia.

El Taíno por ser el modelo de mayor número de vehículos, ocupa el primer puesto en los gastos de los semirremolques. Gran parte de la línea no presentan gastos debido a que están en proceso de bajas por su estado crítico. Al igual que en los rígidos, en gran medida sus gastos se deben a los fallos en el sistema especial. El Caldal solo presentó cuatro fallos, dos de ellos en el chasis, uno en freno y otro en rueda.

2.4. Valoración del impacto medioambiental de la propuesta

Para poder comprender con mayor claridad el impacto ambiental ocasionado por la flota de transporte de la UEB Transcupet Holguín, es necesario conocer dos conceptos fundamentales.

Medio Ambiente: Es un sistema de elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos con quienes interactúa el hombre, a la vez que se adapta al mismo, lo transforma y lo utiliza para satisfacer sus necesidades.

Daño Ambiental: Es toda pérdida, disminución, deterioro o menoscabo significativo al medio ambiente; a uno o más de sus componentes, que se produce contraviniendo una norma o disposición jurídica.

Según [Amarales 2008] la infraestructura del transporte y el propio movimiento de vehículos provocan impactos negativos en el medio ambiente, en particular la contaminación del aire, agua y suelos, influyendo en el efecto invernadero y afectaciones a la biota y a la calidad de vida por los entornos ruidosos, accidentes, y la presencia de elementos ajenos al paisaje.

De los problemas ambientales identificados en el país actualmente, la UEB reconoce la contaminación ambiental, relacionada con los gases de escape de los medios de transporte, por vertimiento involuntarios de las cargas de combustibles al suelo o al manto freático por el posible inadecuado tratamiento del agua que se utiliza en el fregado y limpieza de los medios y del aceite usado como el principal riesgo.

La contaminación del Medio Ambiente en la UEB transportadora de combustible Transcupet Holguín, se manifiesta de diferentes maneras y en distintos procesos:

En el proceso de fregado la unidad llega casi al millar de fregados anuales en actividades propias de mantenimiento y de limpiezas extras para mantener la imagen corporativa de los equipos, han existido problemas temporales con el tratamiento y evacuación de las aguas residuales.

El uso de agua para la limpieza exterior, pruebas de hermeticidad y calibración de las cisternas son actividades que generan residuos líquidos oleosos peligrosos (agua mezclada con grasas, aceites, hidrocarburos, combustibles y detergentes), y en los que además se encuentran residuos sólidos (lodos, óxidos, incrustaciones y otros componentes de la estructura metálica de las cisternas). Sin embargo la reutilización del agua como forma de ahorro es un tema pendiente, así como la empleada en la calibración de las cisternas, que en la actualidad se desecha en la primera oportunidad.

Tener una flota de transporte de combustibles por vía automotor hace que siempre este latente el riesgo de derrame, esa probabilidad, que se trata de minimizar con un grupo grande de medidas preventivas, ocurre y los perjuicios ocasionados pueden ser dañinos, al suelo, el manto freático o directamente a arroyuelos y ríos. También aparece el goteo por diferentes causas, que, aunque en menor medida que el derrame, tiene su peculiar

efecto negativo. Otro riesgo es el provocado por posibles accidentes catastróficos y su incidencia particular sobre este elemento.

Las tapas de domo, las válvulas de fondo, de descarga, mangueras y tuberías, bombas, flujómetros o pistolas, cada uno de estos utensilios forma parte del sistema de carga y descarga. Este sistema presenta el inconveniente de ser muy sensibles a objetos extraños que dificultan la hermeticidad, restos de sellos que caen desde la tapa superior por malas prácticas todavía presentes en los operarios y clientes que interactúan con ellas, el herrumbre en el caso de las cisternas de acero o la misma suciedad que trae el combustible, unido a las vibraciones existentes por el propio movimiento en carretera que desajustan algunas de sus partes, impiden hermetizar los asientos de las válvulas y provocan el consiguiente derrame.

Dentro de las tareas que se realizan en algunas de las operaciones de mantenimiento o de fallos imprevistos están el cambio del aceite motor, sus filtros; y la reparación, regulación o cambio de los agregados y filtros del sistema de alimentación. En todos ellos siempre hay latentes posibilidades de derrame.

El otro factor fundamental de contaminación ambiental generado en la UEB es la emisión de gases de escape emitido por la quema de gasolina o diesel, fundamentalmente, en los motores de combustión interna (MCI), elemento este del que dependen el tipo de combustible, el peso del vehículo, el diseño del motor, las condiciones de tránsito y los hábitos de conducción. Se conoce su incidencia en el actual cambio climático.

El desecho de componentes eléctricos como los bombillos, baterías y otros desechos sólidos como las gomas de los vehículos, piezas cambiadas por el mal estado, son una forma más de contaminación de los suelos.

Otra forma de contaminación ambiental tenida menos en cuenta son los ruidos producidos por los medios de transporte, fundamentalmente los MCI. Según [Fuentes 2010], los principales componentes de este último son: el ruido de admisión; el ruido por la deformación de las paredes de la cámara de combustión durante la compresión, combustión y expansión; el ruido durante la combustión; el ruido provocado por las oscilaciones del motor sobre la suspensión; el ruido por golpes durante el trabajo de los mecanismos; el ruido por el funcionamiento de agregados del motor y el ruido durante el

escape de los gases. Considera que para disminuirlo se deben colocar silenciadores o encapsular el motor, entre otras.

El ruido también es un elemento perturbador en la sociedad, las normas existentes sobre contaminación sonora se ven limitadas en su aplicación por la falta de una cultura de empleo de los elementos sonoros de los vehículos y las limitaciones de recursos materiales, pocas veces se priorizan recursos que amortigüen el ruido pues no se consideran críticos dentro de los inventarios de logística.

2.5 Compatibilización de la propuesta con los intereses de la defensa

El conocimiento y buen empleo de los índices de funcionabilidad de la fiabilidad de la flota de transporte de la Unidad de Transportación de Combustibles del sistema Cupet en la provincia Holguín, es de gran interés para la defensa del país. Contribuye al ahorro de recursos y por ende a la economía del país, punto sumamente importante debido a la implementación del Bloqueo impuesto por los Estados Unidos a Cuba. Esta unidad es la encargada de proveer el combustible a los bomberos, policías, unidades militares y otras organizaciones de la seguridad y orden interior del país durante todo el año.

La Base Cupet de Holguín forma parte de las unidades de reserva para la defensa de Cuba, o lo que es igual, la empresa en tiempo de guerra se convierte en una unidad militar más, con un mando único que responde a los intereses de la defensa del territorio. Además cuenta con una situación geográfica favorable (con vía férrea hasta su interior), con grandes depósitos de combustibles y sus derivados con sus sistemas de carga y descargas, es la encargada de la transportación de combustibles y lubricantes a las entidades que lo requieran. Asegura el suministro a los grupos energéticos, sistema de salud, transporte y la población entre otros.

CONCLUSIONES

1. El análisis de funcionabilidad realizado ha mostrado la utilidad de los indicadores que sustentan la fiabilidad, detallando un grupo que permiten evaluar la actividad de mantenimiento.
2. Se logra determinar el comportamiento de estos índices para todas las líneas, por tipo de equipos, los sistemas más afectados y de ellos los componentes de mayor incidencia, identificando su influencia en los fallos de los equipos.
3. Se permite identificar las principales causas de los fallos, en los distintos componentes, así como las acciones correctivas adecuadas, permitiendo centrar el sistema de mantenimiento preventivo planificado en ellos, para disminuir los fallos imprevistos.
4. El análisis sistémico de los índices de la fiabilidad brinda la fundamentación necesaria para adoptar medidas técnicas y organizativas que favorecen el proceso de mantenimiento y pueden disminuir los costos por transportaciones.

RECOMENDACIONES

1. Profundizar el estudio de los indicadores que asocien disponibilidad, mantenibilidad y fiabilidad con los costos de la función mantenimiento; así como la cuantificación de las afectaciones a producción.
2. Realizar el estudio relacionado con el empleo y gestión del capital humano asociado al mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Amarales, M. C. Control de las emisiones para el transporte automotor. La Habana, Cuba.
- Amendola, L. (2002). Diagnóstico de fallos por monitoreo de condición. Valencia.
- Anaya Tejero, J.J. (2009). El transporte de mercancías, enfoque logístico de la distribución. Madrid. Esic editorial.
- Aparicio Izquierdo Francisco (2008). Ingeniería del Transporte. Editorial CIE S. L. Inversiones Dossat. Primera Edición. España.
- Asencio, O. C. (2011). Gestion de Mantenimiento. La Habana, Cuba.
- Batista, Y. B. (2016). Indicadores para el análisis de la eficiencia del transporte de carga para empresas de servicios.
- Bauset, S. B. (2002). El mantenimiento de las flotas de transporte. Técnica Industrial .
- Casanova, O. L. (2012). Implementación de un sistema de gestión eficiente de flotas de transporte. México.
- Cendrero Ajenjo Benjamín y TruyolsMateu Sebastián (2008). El transporte: Aspectos y Tipología. Editorial Delta Publicaciones. 1ª Edición. España
- Cobos, M. M. (2010). Método para la gestión eficiente del combustible en flotas de vehículos de la construcción.
- Daquinta, L. A. (2004). Mantenimiento y reparación de la maquinaria agrícola. La Habana: Félix Varela.
- Expósito, J. C. (2007). Un modelo matemático óptimo de mantenimiento y fiabilidad aplicado a la aviación comercial.
- Fernández, F. J. (2005). Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. Madrid: Fundación Confemetal.
- Fuentes, J. R. Eficiencia energética en el transporte automotor. Cienfuegos, Cuba: Universo Sur.
- Gómez, J. C. (2003). Plataforma básica para un enfoque del mantenimiento centrado en la confiabilidad. La Habana.
- Kimura Y. (1995). PM Analysis: AnadvancedStep in TPM Implementation. PruductivityPress.
- Knezwvic J. (1996). Mantenibilidad. España.
- Knezwvic J. (1996). Mantenimiento. España.
- Leonidas, P. V. (2012). Plan de gestión del mantenimiento para la flota vehicular del gobierno autónomo descentralizado intercultural de la ciudad de Cañar. Cuenca, Ecuador.

Lezana, E. (1996). Mantenimiento centrado en la fiabilidad. Reviusta de mantenimiento. España.

Mauleón, J. R. 2014. La agricultura familiar en un sistema alimentario sostenible. Fundación de Estudios Rurales.

Mayordomo, C. M. (2015). Análisis de la fiabilidad y disponibilidad de los aerogeneradores. Valladolid.

Ministerio de Industrias. (20 de Mayo de 2016). Sistema de gestión de mantenimiento industrial.

Montoya, L. F. (2011). Mantenimiento predictivo aplicado a máquinas sometidas a velocidad y carga variables mediante análisis de órdenes.

Nachlas, N. A. (1995). Fiabilidad. España.

Nakajima, S. (1991). Introducción al TPM, mantenimiento productivo total. Tecnologías de Gerencia y Producción, SA.

NC 92-10-78 (1978). Fiabilidad, términos y definiciones. Norma Cubana.

Nuñez, J. L. (2015). La dinámicavehículos pesados de transportación de combustible por carretera y el medio ambiente en Transcupet Holguín. Holguín.

Olivera Bustamante Fernando (2004). Estructuras de vías terrestres. Editorial CECSA: Patria cultural. México.

Portuondo P. F. (1995). Selección y diseño de un sistema de mantenimiento. La Habana: UNEXPO.

Rattia, J. M. (2006). Desarrollo de un estudio de fallas en una flota de camiones blindados bajo la filosofía de confiabilidad operacional. Sartenejas.

Rojas, L. M. (2001). Mecánica automotriz.

Serrano, L. R. (2011). Dinámica Máquina-Medio Ambiente. Introducción al Derecho Ambiental.

Tavares L. A. (1999). Administración moderna de Mantenimiento. Brasil: Editorial Novopolo.

UNE-EN 133006. (2002). Terminología de mantenimiento. Madrid: AENOR.

Unión Europea, (2002). Libro Blanco del transporte: La política europea de transportes de cara al 2010: la hora de la verdad. Italia.

Unión Europea, (2011). Libro Blanco del transporte: Hoja de ruta hacia un espacio único europeo de transporte: por una política de transportes competitiva y sostenible. Luxemburgo.

ANEXOS

Anexo A: Caracterización de los sistemas y subsistemas de un vehículo

Un vehículo está compuesto por dos grandes partes que interactúan entre sí para su óptima operación, una de ellas llamada carrocería y la otra es llamada chasis, la carrocería es aquella parte visible en donde se ubican los pasajeros y la carga, y el chasis es aquella parte no visible en donde se alojan todos los sistemas encargados de producir el movimiento que a través de otros sistemas mecánicos se encargan de transmitir el movimiento a las ruedas; de esta manera estas dos grandes partes interactúan permitiendo que un vehículo funcione adecuadamente.

Chasis: Existen dos tipos de chasis para la fabricación de vehículos: chasis independiente sobre bastidores y chasis autoportante o monocasco. En ambos casos el chasis sostiene la mayor parte del vehículo, la masa suspendida, que incluye el motor, la transmisión, la carrocería, el sistema de escape y la caja de dirección. Es considerado como el componente más significativo de un automóvil. Es el elemento fundamental que da fortaleza y estabilidad al vehículo. Es una parte importante del automóvil que permite el armado de los demás componentes. Se clasifican en chasis con riostra, chasis sin riostra, chasis con largueros, chasis sin largueros, chasis clásico, chasis compacto y chasis en organización.



Figura A1. Chasis de camiones de carga.

Fuente <https://www.google.com/search?q=chasis+de+Daf&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwif-fHkh6LbAhXQzFMKHfWrA8kQsAQIJA&biw=1366&bih=611>

Suele estar construido de diferentes materiales, dependiendo de la rigidez, costo y forma necesaria. Los más habituales son aleaciones como el acero o de diversos materiales

como el aluminio. Las piezas que lo componen son por lo general tubos, o vigas, de diferentes calibres y funciones en la estructura.

Motor

Es el elemento encargado de proporcionar la energía mecánica necesaria para el desplazamiento del vehículo. Motor es toda máquina que transforma cualquier tipo de energía en trabajo o energía mecánica. Los motores más utilizados en automoción son los denominados motores térmicos de combustión interna.

En estos motores se transforma la energía química de un carburante mediante la combustión o "quema" de ese combustible en el interior del propio motor, aprovechando la expansión de esos gases quemados para mover los elementos de la cadena cinemática.



Figura A2. Motores diesel de camiones Daf.

Fuente <https://www.google.com/search?q=motor+Daf&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwiF3tjLhKLbAhXCuFMKHXYDCiEQsAQIJA&biw=1366&bih=611>

Para el caso de los combustibles líquidos más comunes el motor necesita para su óptimo funcionamiento del oxígeno que al combinarse con el combustible, generan una mezcla explosiva en cada una de las cámaras de combustión que posee esta máquina. Para que su funcionamiento sea continuo y confiable el motor se apoya en otros subsistemas como son el sistema de refrigeración, el cual ayuda a disminuir las altas temperaturas que se generan por la explosión en la cámara de combustión; otro sistema de apoyo que compone el motor se llama sistema de lubricación, el cual ayuda a evitar contactos entre todas las partes móviles que lo componen aumentando la vida útil de los componentes. El sistema eléctrico, muy utilizado en los motores a gasolina debido a que se encarga de generar la energía para crear la chispa que desencadena la liberación de la energía

química, y que por lo general permite la iniciación de los ciclos de generación de energía (arranque); los sistemas mencionados son los sistemas externos del cuerpo principal del motor, los sistemas dentro del cuerpo principal son el sistema distribución que es el encargado de transmitir el movimiento del cigüeñal (parte móvil que convierte la energía química en un movimiento rotatorio) al eje levas (elemento de sincronización de las partes internas del motor) y por último el sistema de pistón-biela-manivela que se encarga de darle el movimiento al cigüeñal. Toda esta interacción entre los sistemas y la reacción química del combustible permiten el funcionamiento de un motor en donde se tiene como entrada una energía química que se transforma en energía mecánica.

Estos motores térmicos de combustión interna a su vez se pueden clasificar en dos:

Motores de explosión: utilizan como carburante la gasolina.

Motores de combustión o diesel: utilizan como carburante el gas-oil.

La gran mayoría de los vehículos de carga utilizan motores diesel.

Elementos constitutivos de un motor

Elementos fijos o externos

Bloque motor. Es el elemento principal del motor. En él se pueden distinguir dos partes, los cilindros y la bancada.

Los cilindros son unas oquedades cilíndricas en cuyo interior se desplazan los pistones, realizando un movimiento lineal alternativo entre sus dos posiciones extremas, el punto muerto superior (PMS) y el punto muerto inferior (PMI).

La bancada es la parte inferior del bloque destinada a contener y sujetar el cigüeñal. En esta bancada se instalan unos rodamientos especiales antifricción en los apoyos del cigüeñal para facilitar su giro. El bloque motor está lleno de orificios por donde discurre el aceite necesario para el engrase del motor y para la refrigeración del mismo.

Otro elemento que contiene el bloque motor son las camisas, son unos cilindros huecos que se introducen en los cilindros originales para proteger el bloque de los desgastes y que sean ellas las que soporten el rozamiento del pistón. Existen las camisas secas y las húmedas.



Figura A3. Bloque de motor.

Fuente <https://www.google.com/search?q=motor+Daf&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwiF3tjLhKLbAhXCuFMKHXYDYCiEQsAQIJA&biw=1366&bih=611>

Culata: Es la pieza que va montada en la parte superior del bloque y que hace las funciones de tapa, cerrando los cilindros por su parte superior formando así las cámaras de combustión o de trabajo.

La culata es una pieza de especial importancia ya que, en ella, por su cara inferior, se encuentran unas aberturas que forman cámaras de compresión, además de tener practicados todos los orificios del sistema de distribución, que se encargará, mediante correspondientes válvulas de admisión y de escape, del llenado y vaciado de los cilindros. En ella también irán alojados los inyectores de combustible en el caso de motores diesel como los que nos ocupan.

Para garantizar la hermeticidad del conjunto, la unión entre el bloque y la culata se asegura mediante una junta especial, evitando así que en los cilindros pudiera entrar aceite de engrase o líquido de la refrigeración.

Tapa de balancines: Es una pieza situada encima de la culata cuya misión es tapar y proteger todos los órganos de la distribución que se encuentran en la culata. En ella se encuentra el tapón para rellenar con aceite de engrase en caso necesario.

Cárter inferior: Está situado en la parte inferior del bloque motor y sujeto a él mediante tornillos. Su misión es actuar de tapa inferior y contener el aceite de la lubricación o engrase.

En su interior se colocan uno o varias divisiones para evitar las variaciones bruscas en el nivel del aceite de engrase e impedir la polimerización del aceite.

A veces en su parte exterior, posee una serie de aletas para aumentar la zona de refrigeración del aceite. En su punto más bajo se encuentra el tapón de vaciado de aceite de engrase.

Elementos móviles o internos:



Figura A4. Parte móvil del motor. Fuente https://www.europart.net/es/products/_recambios-de-vehiculos-industriales-para-camiones--daf

Pistón o émbolo: Es el elemento móvil que se desplaza en el interior del cilindro. Recibe directamente la fuerza de expansión de los gases durante la combustión, lo que le obliga a desplazarse con un movimiento lineal alternativo desde el punto muerto superior (PMS) al punto muerto inferior (PMI).

Para unir el pistón al cigüeñal se necesita otro elemento móvil denominado biela, que está unido al pistón por su parte interior por un pasador de gran resistencia denominado bulón.



Figura A5. Pistón de un vehículo. Fuente https://www.europart.net/es/products/_recambios-de-vehiculos-industriales-para-camiones--daf

El pistón tiene las siguientes misiones:

Transmitir a la biela la fuerza producida en el interior del cilindro.

Mantener cerrada la cámara de combustión para evitar la fuga de gases o el paso del aceite a las cámaras de combustión.

Absorber parte del calor producido en la cámara de combustión.

Biela: Como ya se ha mencionado es el elemento de unión entre el cigüeñal y el pistón. Está sometida a grandes esfuerzos como son la tracción, flexión y compresión. Forma parte de la cadena cinemática encargada de transformar el movimiento lineal alternativo del pistón en un movimiento rotativo.



Figura A6. Biela. Fuente https://www.europart.net/es/products/_recambios-de-vehiculos-industriales-para--camiones--daf

Cigüeñal: También se denomina eje motor o árbol motor. Consiste en un eje acodado en el que a través de su unión con la biela, se transforma el movimiento lineal del pistón en movimiento rotatorio.



Figura A7. Cigüeñal de un vehículo automotor. Fuente https://www.europart.net/es/products/_recambios-de-vehiculos-industriales-para--camiones--daf

En uno de sus extremos se encuentra el volante de inercia que, entre otras misiones, será donde se acople el primer elemento de la transmisión, además del embrague, para transmitir el movimiento rotatorio a las ruedas del vehículo.

Los elementos del cigüeñal son:

Muñequillas o codos

Apoyos

Cojinetes o casquillos antifricción.

Contrapesos



Figura A8. Partes del cigüeñal. Fuente https://www.europart.net/es/products/_recambios-de-vehiculos-industriales-para--camiones--daf

Volante de inercia: Es una pieza circular y pesada que va unida a un extremo del cigüeñal y situada fuera del motor.

Su misión es regularizar el funcionamiento del motor acumulando energía cinética durante el tiempo activo o tiempo motor, mientras se produce la quema del combustible y cediendo esta energía en los otros tiempos del motor, los pasivos, manteniendo la regularidad del giro del cigüeñal.

En la parte exterior del volante de inercia se coloca una corona dentada para engranar con el piñón del motor de arranque.



Figura A9. Volante de inercia con corona de arranque insertada. Fuente <https://www.europart.net/es/products/recambios-de-vehiculos-industriales-para-camiones--daf>

Sistema de distribución: Es el conjunto de elementos encargado de asegurar la apertura y el cierre de las válvulas de admisión y escape de los gases en el momento oportuno.

Este sistema se encuentra totalmente sincronizado con el cigüeñal, del cual recibe el movimiento a través de uno de sus elementos denominado árbol de levas. Del correcto funcionamiento de este sistema dependerá el buen funcionamiento del motor y su rendimiento.

En los motores actuales, la generalidad es que, tanto el árbol o los árboles de levas como todo el conjunto de válvulas estén situados en la culata, haciendo este elemento una pieza fundamental y compleja.

Sistema de transmisión

Este sistema está compuesto por tres subsistemas que al interactuar de forma sincronizada son los que se encargan de transmitir el movimiento a las ruedas.

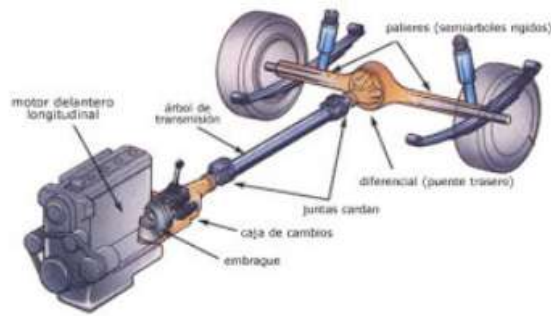


Figura A10. Transmisión para motor delantero.

Fuente https://www.google.com/search?biw=1366&bih=611&tbm=isch&sa=1&ei=BZ8IW5HXOZDazwLX55eYAw&q=transmision&oq=transmision&gs_l=img.3...21885.25636.0.27042.11.10.0.1.1.0.679.1731.2-3j1j0j1.5.0...0...1c.1.64.img..5.6.1766...0j0i67k1.0.pE7WsnQXHqI

Embrague: La función del subsistema embrague es tomar el movimiento del volante del motor y transmitirlo a un eje por intermedio de unos discos y platos giratorios, estos discos se encuentran fabricados de una fibra especial y metal, los cuales puede ser intercambiables. Este subsistema se basa fundamentalmente en la acción de freno o embrague que generan los discos en movimiento sobre los platos fijos y deslizantes, cuando estos se juntan entre sí por medio de un mecanismo de palancas y resortes que mantienen una presión adecuada evitando que los discos se deslicen y finalmente transmitan el movimiento al eje de salida de la caja de cambios, la transmisión de potencia se realiza de forma uniforme y su accionamiento a través de la palanca se realiza de forma suave. Para que este subsistema funcione correctamente hay que mantener una holgura adecuada entre los discos para que a su vez los resortes tengan la tensión de separación adecuada a la fuerza que se ejerce por el accionamiento de las palancas. Las fallas más comunes en este subsistema se producen por el desgaste que sufren los discos, los cuales están fabricados de una fibra especial metálica, como consecuencia del acople y desacople que está sometido el sistema por parte del operador del vehículo, lo cual hace que los discos se resbalen y flexionen aumentando de esta manera su desgaste. También se puede presentar una falla en los rodamientos del sistema por falta de lubricación. Las reparaciones que se pueden dar a este subsistema van desde un simple ajuste a una tuerca que permite accionar el embrague hasta el cambio total de los discos, prensas y rodamientos.



Figura A11. Componentes del sistema de embrague.

Fuente https://www.europart.net/es/products/_recambios-de-vehiculos-industriales-para--camiones--daf

Caja de velocidades: La caja de velocidades es el dispositivo encargado de acoplar el motor con el subsistema de transmisión con diferentes relaciones de engranes o engranajes de forma tal que a una misma velocidad de giro del cigüeñal se pueda convertir en diferentes velocidades de giro de las ruedas. A medida que la velocidad de las ruedas es mayor, la fuerza disminuye, suponiendo que el motor esté en una potencia constante, por tal motivo la caja de velocidades permite que se mantenga la velocidad de giro del motor a una potencia y par más adecuados con base en la velocidad que se requiera mantener el vehículo. Una de las misiones de este elemento es reducir las velocidades del motor e invertir el sentido de giro de las ruedas teniendo una marcha hacia adelante o una marcha hacia atrás de acuerdo a las necesidades que se tenga, la caja de velocidades recibe el movimiento a través del embrague y ésta se encarga de transmitir el movimiento al subsistema diferencial.



Figura A12. Caja de cambio de un camión daf.

Fuente https://www.google.com/search?q=caja+de+velocidad+daf&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwid-qHNmpLbAhVNvFMKHASCMMQ_AUICigB&biw=1366&bih=611

Diferencial: Un diferencial es un subsistema mecánico que permite que las ruedas derecha e izquierda de un vehículo giren a diferentes revoluciones en una curva esto quiere decir

que la rueda interna gire a menos revoluciones que la rueda externa. Anteriormente las ruedas estaban montadas sobre ejes rígidos las cuales en las curvas no giraban bien, lo que hacía que el vehículo se desestabilizara, mediante el subsistema diferencial se consigue estabilidad en las curvas.



Figura A13. Diferencial automotriz.

Fuente https://www.google.com/search?biw=1366&bih=611&tbm=isch&sa=1&ei=BZ8IW5HXOZDazwLX55eYAw&q=transmision&oq=transmision&gs_l=img.3...21885.25636.0.27042.11.10.0.1.1.0.679.1731.2-3j1j0j1.5.0...0...1c.1.64.img..5.6.1766...0j0i67k1.0.pE7WsnQXHgl

Sistema eléctrico

Sus componentes principales son:

- Motor de arranque
- Alternador
- Batería
- Instalación eléctrica
- Tablero de alarmas e instrumentos

A. Motor de arranque: A diferencia de los motores eléctricos, los de combustión interna, necesitan una fuerza externa para iniciar su movimiento, la cual es entregada por el motor de arranque. Las características principales que debe poseer son las siguientes:

- Debe desarrollar el máximo par inicial para poder vencer la resistencia pasiva del motor de combustión.

-Reducción gradual del par de giro a medida que aumenta la velocidad y se va poniendo en marcha el motor.

-El motor puede contar con un reductor de velocidad incorporado.



Figura A14. Motor de arranque. Fuente https://www.europart.net/es/products/_recambios-de-vehiculos-industriales-para--camiones--daf

Algunos tipos de motores de arranque son:

-Inducido deslizante

-Piñón deslizante

-Con horquilla y sin reductor

-Con horquilla y reductor

B. Alternador: Su función principal es transformar la energía mecánica entregada por el cigüeñal en energía eléctrica que será acumulada por la batería y funciona por el principio de inducción electromagnética. Sus componentes principales son:

-Conjunto inductor formado en el rotor

-Inducido formado en el estator

-Puente rectificador

-Carcasa y elementos complementarios

-Regulador electrónico

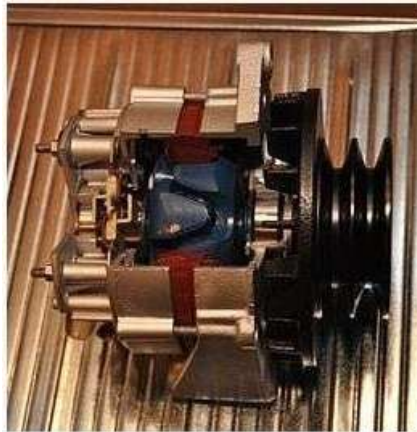


Figura A15. Alternador de un automóvil seccionado. Fuente <https://www.europart.net/es/products/recambios-de-vehiculos-industriales-para-camiones-daf>

Se aprecia en azul las masas polares inductoras (rotor), en rojo las bobinas del inducido (estátor), a la derecha la polea de arrastre por correa con ventilador de refrigeración, a la izquierda la placa de diodos de rectificación y excitación.

C. Batería: Elemento encargado de acumular energía eléctrica convirtiéndola en energía química, por medio de placas de plomo, electrólitos de ácido sulfúrico y agua. Alimenta los componentes que funcionan independientes de si el motor está en marcha o no, como el radio, las luces, el tablero de alarmas y el motor de arranque.



Figura A16. Modelo de batería usada por los vehículos DAF. Fuente <https://www.europart.net/es/products/recambios-de-vehiculos-industriales-para-camiones-daf>

D. Instalación eléctrica: Conjunto de medios que permite conducir la corriente eléctrica hasta los consumos del vehículo. En la mayoría de los camiones, la instalación eléctrica funciona a 12 V.

Los componentes principales de la instalación eléctrica son:

-Caja de fusibles

-Fusibles

-Conexiones y conectores

-Conmutadores

-Relé

En la caja de fusibles, se encuentran todas las conexiones vitales del sistema eléctrico del vehículo. Los fusibles, son elementos que previenen que circulen corrientes mayores a las permitidas, quemándose cuando hay sobre cargas y aislando el circuito correspondiente. Las conexiones y conectores unen las distintas líneas de corriente dentro del vehículo. Los relés, usados principalmente en los sistemas de frenos, también usan la corriente almacenada en la batería. Los conmutadores, redireccionan la corriente, el aire y el fluido, dependiendo de la ubicación y función.

E. Tablero de alarmas e instrumentos: Para la correcta y segura operación del vehículo, el conductor debe tener conocimiento del comportamiento de las variables que rigen los sistemas y subsistemas del equipo móvil en cualquier instante y más aún, debe estar enterado de las fallas que se puedan estar presentando. El tablero de control le permite al operario estar informado de tales sucesos, para que este pueda tomar las medidas adecuadas. Puede recibir la información desde una unidad de control electrónica o directamente desde sensores ubicados en los principales contenedores y componentes del vehículo y presentarla en forma análoga o digital por medio de medidores de agujas o *displays*.



Figura A17. Tablero de alarmas e instrumentos de un vehículo automotor. Fuente

<https://www.google.com/search?q=tablero+de+alarmas+e+instrumentos&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwjLucLJganbAhVRvIMKHQyWCS4QsAQIJA&biw=1366&bih=611>

Un tablero de control genérico debe contar con lecturas de:

- Combustible
- Temperatura del líquido de enfriamiento
- Nivel de aceite
- Presión de aire
- Presión llantas
- Medidor de velocidad
- Medidor de revoluciones
- Indicadores de seguridad (puertas, cinturón)
- Indicador luces.

Subsistema de producción y almacenamiento: Este subsistema está compuesto por un alternador que genera corriente alterna gracias al movimiento que es inducido por la transmisión de poleas del cigüeñal, la corriente alterna generada es convertida en corriente continua con el conjunto de un sistema de diodos o rectificadores. Esta corriente continua llega a la batería del vehículo, que funciona como acumulador de energía. Este acumulador está compuesto por múltiples vasos intercomunicados y en donde se encuentran placas positivas y negativas intercaladas entre sí, aisladas mediante separadores y sumergidas en un líquido llamado electrolito, por lo general estas baterías o

acumuladores se encuentran formadas por seis vasos los cuales generan 2 Voltios de tensión y están conectados en serie para generar una tensión total de 12 Voltios.

Subsistema de encendido: Este subsistema se encarga de dar inicio al funcionamiento del motor utilizando energía eléctrica acumulada en la batería, bien para mover las piezas en un motor diesel y generar la suficiente presión en las cámaras de combustión y producir autoencendido del combustible, o bien para además del movimiento inicial de las piezas generar una chispa eléctrica que produzca la explosión del combustible dentro de las cámaras de combustión en un motor a gasolina. En motores a gasolina la principal función de este subsistema es convertir la energía eléctrica de baja tensión en alta tensión por intermedio de una bobina y llevarla a través de los cilindros del motor por medio de un distribuidor. Está compuesto básicamente por un generador de corriente llamado alternador, un acumulador llamado batería, una bobina, un condensador, un distribuidor y bujías. Las fallas más comunes de este subsistema son la avería de las bujías lo cual se manifiesta en una falla constante del motor el cual no mantiene su velocidad de giro constante sino que es irregular, se basa en presentar aislamientos o discontinuidades eléctricas en los cables que conduce la energía de alta tensión del distribuidor a la bujía, se puede presentar un aislamiento de la escobilla presentes en el distribuidor lo cual evita la salida de corriente a las bujías, la reparación de este subsistema se limita al cambio de elementos que lo componen los cuales no son reparables ni reutilizables.

Subsistema de arranque: Este subsistema tiene su finalidad en dar el movimiento al cigüeñal del motor del cual consigue dar el primer impulso o fuerza que inicie su funcionamiento. Este subsistema consume una gran cantidad de energía la cual está formada por energía mecánica que es la que se encarga del movimiento del cigüeñal y vencer la resistencia que opone la mezcla al comprimirse en la cámara de combustión, una batería completamente cargada puede quedarse sin carga en cuestión de minutos si se ejecuta de manera constante este subsistema de arranque, el arranque funciona exactamente como un motor eléctrico, simplemente que cuenta con un dispositivo para guiar un piñón en la rueda dentada del volante el cual engrana y al accionar permite el giro del cigüeñal.

Sistema de dirección

El sistema dirección es aquel mecanismo que permite orientar las ruedas delanteras (y en algunos vehículos modernos también las traseras) para que el vehículo tome la trayectoria deseada por el conductor. Para disminuir el esfuerzo necesario para orientar las ruedas y por lo tanto el vehículo en conjunto existe un sistema llamado servomecanismo de asistencia. El sistema de frenos y el sistema dirección son sistemas importantes en un vehículo puesto que proporcionan seguridad y maniobrabilidad a los tripulantes. Estos sistemas deben de tener una serie de características que proporcionen al operador la comodidad y seguridad en la conducción; la seguridad depende en gran parte de la confiabilidad del mecanismo y de la calidad de los materiales empleados para la fabricación de las piezas, mientras que la suavidad se consigue con un montaje preciso, una desmultiplicación adecuada y un perfecto engrase, y en medio de la seguridad y la suavidad se encuentra la precisión, la cual se consigue haciendo que la dirección no sea ni muy suave ni muy dura, la falta de precisión se debe a diferentes causas tales como el excesivo juego en los mecanismos de la dirección, el alabeo de la ruedas, desgaste irregular de las llantas, desbalance de las ruedas y por último una presión inadecuada en las llantas.

Las direcciones básicamente están compuestas por:

- Un volante
- Una columna de dirección
- Caja de dirección
- Barras o terminales de dirección

Caja de dirección: La función de la caja es de transmitir el movimiento entrante por la columna o eje de dirección proveniente del volante y llevarlo a las terminales de dirección en forma de movimiento oscilatorio por medio de la biela de dirección. Vale la pena recalcar que este eje puede ser cardánico o directo. Básicamente la caja de dirección está compuesta por un tornillo sin fin, que al girar puede manipular una serie de elementos secundarios que son los que van conectados a una biela que activa el sistema de barrillas como lo pueden ser tuercas, sectores dentados, sectores dentados y bolas. Las cajas de cremallera son exclusivas para los vehículos livianos. Los vehículos de carga

o pesados, debido a las fuerzas que deben ser superadas, por el gran peso del camión y por las dimensiones de las llantas, deben usar sistema de dirección hidráulica, los cuales contienen:

- Bomba hidráulica
- Cilindro hidráulico de dirección
- Un depósito de aceite
- Válvula de regulación

La bomba se encarga de suministrar el fluido proveniente del depósito al sistema. El cilindro hidráulico se encarga de transformar la presión del aceite, en una fuerza auxiliar que ayude a manipular la biela de mando de la dirección. Los cilindros pueden ser internos (dentro de la caja de dirección) o externos, pero por lo general, los segundos son los más prácticos cuando se requiere reparación o cambio de pieza. La válvula permite el paso del aceite al cilindro hidráulico y cuando éste no está en uso, permite la circulación del líquido a su depósito.

Sistema de freno

La principal función del sistema de frenos es disminuir la velocidad del vehículo o mantenerlo inmóvil, este sistema permite controlar el movimiento del vehículo llegando a detenerlo si fuera preciso de manera eficaz, rápida y precisa. El sistema cuenta con el freno de estacionamiento que se puede utilizar como freno de emergencia en caso de falla del sistema de freno principal, el freno de estacionamiento debe cumplir la función de inmovilizar el vehículo en pendiente incluso en ausencia del conductor, el freno de emergencia es eficaz si al accionarlo evita que el vehículo se desplace, hay que tener en cuenta que un sistema de frenos está bien equilibrado cuando al frenar el vehículo este mantenga su trayectoria.

Un sistema de frenado se compone de:

Dispositivo de actuación (el conductor genera y controla fuerza de frenado deseada).

Dispositivo de transmisión (a través de él se transmite la fuerza de frenado del conductor a los frenos de rueda).

Frenos de rueda (retardan el movimiento de las ruedas del vehículo).

Los sistemas de frenado se diferencian en función de los elementos constitutivos y en la forma de actuación de las piezas sobre los elementos móviles clasificándose en:

Frenos de disco

Frenos de tambor

Subsistema de freno delantero: Este subsistema por lo general está compuesto por frenos de disco los cuales cumplen la función de detener o reducir la velocidad de la rueda de manera segura y eficaz. Está unido al eje, el cual sirve para detener la rueda, dispone de unas pastillas compuestas de un material ferroso, que presionan el disco con ayuda de un émbolo accionado de manera hidráulica de acuerdo al mando dado por el operador. En la actualidad hay diferentes clases de frenos de discos, algunos son de acero macizo y otros se encuentran rayados en la superficie o tienen agujeros que lo atraviesan, todas estas formas diversas de diseños de discos permiten una mejor velocidad de disipación de calor, además los agujeros en los discos ayudan a evacuar el agua en la superficie de frenado y las ranuras en la superficie de los discos ayudan a evacuar el líquido de las pastillas.

Disco de freno: Es la parte móvil del sistema, consiste en una pieza con forma de disco, fabricada en fundición gris perlítica o fibra de carbono. Se encuentra unida al buje de la rueda y en su zona central lleva unos taladros para el acoplamiento de los tornillos de sujeción de la rueda. En ambas caras del disco se encuentra una zona mecanizada, que representará la zona de fricción donde presionarán las pastillas.

Mordaza de freno: Es la parte fija del sistema, formada por una pieza en forma "U" fijada generalmente a la mangueta. Esta pieza abraza el disco ocupando una quinta parte de la superficie del mismo.

En el interior de la mordaza se encuentran unos cilindros, donde se desplazan unos pistones accionados hidráulicamente. La mordaza lleva unos alojamientos para el acoplamiento de las pastillas, que serán los elementos que fricciónarán y comprimirán al disco. Las pastillas se encuentran situadas entre los pistones de accionamiento de la mordaza y el disco de freno.



Figura A18. Freno de disco.

Fuente https://www.google.com/search?biw=1366&bih=611&tbn=isch&sa=1&ei=1p4IW-m8J4mkzwLwkZeYBw&q=frenos&oq=frenos&gs_l=img..3..0l10.36754.42100.0.42978.10.10.0.0.0.0.334.1830.2-5j2.7.0....0...1c.1.64.img..3.7.1816...0i67k1.0.iQtoCkm2Wjs

Subsistema de frenos trasero: Está compuesto generalmente por frenos de tambor el cual actúa por medio de las zapatas o pastillas que se friccionan con la campana la cual es giratoria. Una de las grandes ventajas de las zonas de tambor es proteger todo el mecanismo de zapatas contra el agua y el barro haciéndolos de esta manera importante en la utilización de condiciones adversas del terreno.

Tambor: Es la parte móvil del sistema. Consiste en una pieza cilíndrica en forma de tambor, abierto por una de sus caras (cuando está desmontado). Se fabrica con fundiciones aleadas o de aluminio con una camisa de acero. Es capaz de soportar elevadas cargas térmicas y grandes presiones.

En el interior del tambor se encuentra la zona de fricción, finalmente mecanizada, para facilitar el acoplamiento de las zapatas y evitar su agarrotamiento. En la zona central, lleva unos taladros para el acoplamiento de los tornillos de sujeción de la rueda. Además, posee otro orificio que le sirve de guía para el centrado de la rueda.

Plato de freno: Es la parte fija del sistema. Está constituido por un plato de chapa embutida sobre el que se montan unas zapatas, los elementos de fijación y los mecanismos de accionamiento y regulación. Sobre ellos se monta el tambor, cerrando así todo el conjunto.

Zapatas: Están constituidas por dos chapas de acero, fundición de hierro o de aleación ligera, que están soldadas entre sí, formando un casco en forma de media luna.

Por su parte exterior están recubiertas de unos forros de freno, que se unen al casco a través de remaches o bien pegados con cola, siendo esto último lo más usado.

Elementos de accionamiento: El accionamiento de las zapatas puede ser mecánico o hidráulico. Las zapatas están colocadas concéntricamente a la zona de fricción, situada en la parte interna del tambor.

Se encuentran apoyadas por uno de sus extremos a unos pivotes y por el extremo contrario sobre el mecanismo de accionamiento, que será una leva (accionamiento mecánico) o un bombín (accionamiento hidráulico).

El bombín está constituido por un pequeño cilindro en cuyo interior se desplazan dos pequeños émbolos opuestos, que se moverán en sentidos contrarios impulsados por la fuerza hidráulica.

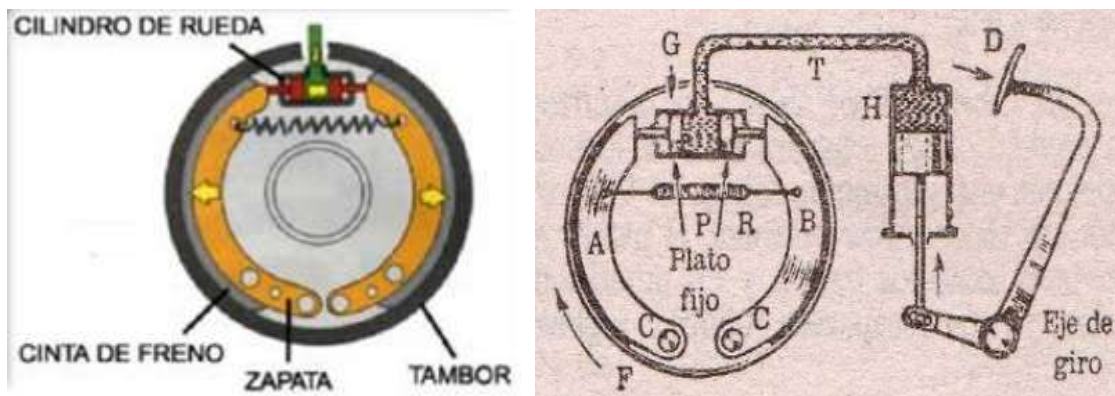


Figura A19. Freno de tambor.

Fuente https://www.google.com/search?biw=1366&bih=611&tbn=isch&sa=1&ei=1p4IW-m8J4mkzwLwkZeYBw&q=frenos&oq=frenos&gs_l=img..3..0i10.36754.42100.0.42978.10.10.0.0.0.0.334.1830.2-5j2.7.0....0...1c.1.64.img..3.7.1816...0i67k1.0.iQtoCkm2Wjs

Servo: El servo es aquel dispositivo que funciona con el vacío generado por el múltiple de admisión el cual se encarga de multiplicar la fuerza de frenado aliviando la presión de la bomba de freno.



Figura A20. Servo y bomba de freno.

Fuente https://www.google.com/search?biw=1366&bih=611&tbm=isch&sa=1&ei=1p4IW-m8J4mkzwLwkZeYBw&q=frenos&oq=frenos&gs_l=img..3..0l10.36754.42100.0.42978.10.10.0.0.0.0.334.1830.2-5j2.7.0....0...1c.1.64.img..3.7.1816...0i67k1.0.iQtoCkm2Wjs

Sistemas de mando: es el conjunto de mecanismos destinados a producir la fuerza para el accionamiento de los elementos frenantes (zapatas y pastillas).

Estos sistemas pueden ser:

Mecánico

Hidráulico

Neumático

Hidroneumático

Sistema de suspensión

El sistema de suspensión tiene como objetivo atenuar las irregularidades del terreno, para tal caso entre las ruedas y el chasis se colocan medios elásticos llamado muelles o amortiguadores los cuales tienden a deformarse con el peso del vehículo y con la inercia del mismo al elevarse y bajarse como consecuencia de las irregularidades del terreno. Este sistema sirve para disminuir el impacto de las irregularidades del camino sobre el conductor, los tripulantes y los elementos rígidos del vehículo como lo son el chasis y los bastidores, donde van montado los otros sistemas, además de mantener la carrocería lo más horizontal posible. Dentro de este sistema todos los dispositivos deben ser lo suficientemente resistentes y elásticos para resistir todas las cargas a las que se somete el sistema sin que se produzcan deformaciones permanentes o roturas.

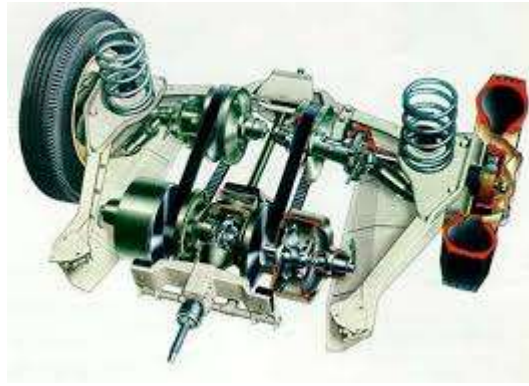


Figura A21. Sistema de suspensión. Fuente [Rojas 2001]

Elementos de la suspensión:

Elementos flexibles (muelles y resortes)

Elemento de amortiguación (amortiguador)

Otros elementos que templan o amarran la suspensión para lograr una mayor rigidez (barra estabilizadora, barra de torsión).

Elementos elásticos: Estos componentes, a pesar de su excelente capacidad para conservar la forma original debido a las deformaciones a las que se ven sometidos, no son buenos absorbiendo la energía mecánica y por eso deben montarse junto con elementos amortiguadores, que les permitan restitirse fácilmente de las oscilaciones causadas por la irregularidad del terreno y por el peso de la carga a transportar, lo cual juega un papel fundamental en el diseño en general del sistema de suspensión. Los elementos elásticos más comunes se llaman ballestas. Estas son un arreglo de hojas metálicas que se flexionan cuando son sometidas a alguna deformación. En general existen dos tipos de ballestas, las semielípticas y las parabólicas y básicamente se diferencian en su geometría y que, en las segundas, no existe contacto directo entre las hojas, ubicándose entre ellas láminas de un material compuesto de nylon. Otro tipo de elemento elástico es el resorte o muelle helicoidal, exclusivo de camiones pequeños y furgones.

Amortiguadores: Después de que los elásticos se deforman según el terreno en el que transiten, la energía mecánica que queda latente en estos debe ser liberada de tal forma que sus efectos no repercutan en la carrocería y el chasis del vehículo, por eso se usan los amortiguadores, para tanto atracción como a compresión, disminuyan las

oscilaciones mecánicas. Los más usados son los amortiguadores telescópicos de funcionamiento hidráulico.

Elementos estabilizadores: Sobre los ejes delanteros y traseros se montan unas barras de acero, con buena elasticidad, para que cuando el vehículo entre en curvas y se genera una tendencia a volcarse, las barras reaccionen con un par de torsión opuesto que estabilice al vehículo. Un efecto similar se da cuando una de las llantas baja o sube debido a huecos e irregularidades en el terreno.

Subsistema de suspensión neumático: Este tipo de sistemas es usado en los vehículos más pesados y que tienen sistemas de frenos neumáticos, por facilidad de aprovechamiento del aire comprimido. Consta principalmente de un fuelle o bombona, el cual funciona a la vez como elemento elástico y amortiguador.

Rueda

Es el único elemento de unión entre el vehículo y el suelo sobre el que éste circula. Forma parte, del sistema de transmisión de potencia, del sistema de dirección, del sistema de frenos y del sistema de suspensión.