

**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO A
TRAVÉS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL REGISTRO DE FALLAS, EN EL ÁREA
DE TALLER VEHÍCULOS, DE UNA PLANTA PRODUCTORA Y DISTRIBUIDORA
DE BEBIDAS CARBONATADAS ANALCOHÓLICAS**



MARIO ALBERTO MEJÍA RODRÍGUEZ

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

MONTERÍA

2021

**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO A
TRAVÉS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL REGISTRO DE FALLAS, EN EL ÁREA
DE TALLER VEHÍCULOS, DE UNA PLANTA PRODUCTORA Y DISTRIBUIDORA
DE BEBIDAS CARBONATADAS ANALCOHÓLICAS**

**Proyecto presentado en la modalidad de práctica empresarial, según Artículo 1° de la
Resolución No. 007 de 2008 del Consejo de Facultad de Ingeniería, como requisito para
optar por el título de ingeniero mecánico de la Universidad de Córdoba**

MARIO ALBERTO MEJÍA RODRÍGUEZ

Empresa:

GASEOSAS DE CÓRDOBA S.A.S. (POSTOBÓN S.A.)

Asesor Universidad de Córdoba:

Ing. VALÉRY JOSÉ LANCHEROS SUÁREZ, M.Sc.

Asesor de empresa:

Ing. JORGE ALBERTO PAVAJEAU HERNÁNDEZ

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

MONTERÍA

2021

La responsabilidad ética, legal y científica de las ideas, conceptos y resultados del proyecto, serán responsabilidad de los autores.

Artículo 61, acuerdo N° 093 del 26 de noviembre de 2002 del consejo superior.

Nota de aceptación

VALÉRY JOSÉ LANCHEROS SUÁREZ

Director

JAIRO EULISES TORRES SÁNCHEZ

Jurado

EDINSON DE JESÚS HERRERA DE ORO

Jurado

Dedicatoria

En primer lugar dedico a Dios este logro porque me dio la oportunidad y todos los recursos necesarios para culminar este proyecto académico. Toda la Gloria sea para Él.

A mis padres: Eugenio Mejía y Marta Rodríguez; a mis hermanos: Maribel, Víctor y Rodolfo por apoyarme y sacrificarse con mucho esfuerzo y amor para el cumplimiento de esta etapa personal.

A todos mis familiares y amigos que de alguna u otra forma contribuyeron para mi bienestar en todo el período de estudios universitarios, especialmente a Amparo Mejía; las hermanas Delis, Doris, y Dercy Rodríguez; las hermanas Sadis, Nicolaza, Rosario y Leda Ricardo.

Agradecimientos

Agradezco a todos los profesores del programa de Ingeniería Mecánica por su dedicación y esfuerzo para mi formación académica y personal, especialmente, al Ingeniero Valéry Lancheros por su dirección, paciencia y apoyo para la elaboración del presente documento de grado.

A todo el personal de Bienestar Universitario por facilitar muchos recursos para mi estadía en Montería. Particularmente, a Francis López, por su ayuda y consejos que ayudaron a formar mi carácter.

A la empresa Gaseosas de Córdoba S.A.S. quien me dio la oportunidad de realizar mis practicas universitarias. De manera notoria, a todo el personal técnico del Área de Taller Vehículos y a los ingenieros Jorge Pavajeau y Brian Roy por su constante apoyo y amistad.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	vii
1.1. LISTA DE IMÁGENES	ix
1.2. LISTA DE TABLAS.....	x
1.3. LISTA DE GRÁFICAS	xi
1.4. LISTA DE ANEXOS	xii
2. INTRODUCCIÓN	13
3. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA	14
3. 1. PRESENTACIÓN.....	14
3.1.1. Visión.....	15
3.1.2. Misión	15
3. 2. ESTRUCTURA ORGÁNICA	15
4. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA	17
5. OBJETIVOS	18
5.1. OBJETIVO GENERAL.....	18
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
6. ACTIVIDADES PROGRAMADAS	19
6.1. DIAGNÓSTICO AL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	19
6.2. DISEÑO DE COMPONENTES PARA ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS	19
6.3. ACCIONES DE MEJORAMIENTO CORRESPONDIENTES Y VERIFICACIÓN.	19
7. ACTIVIDADES DESARROLLADAS	20
7.1. DIAGNÓSTICO AL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	20
7.1.1. Recursos humanos:.....	20
7.1.2. Recursos de infraestructura	21

7.1.3. Recursos técnicos	24
7.1.4. Recursos documentales	25
7.1.5. Recursos económicos	31
7.1.6. Vehículos fuera de servicio	31
7.2. DISEÑO DE COMPONENTES DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO	31
7.2.1. Filtrado de información y clasificación.....	32
7.2.2. Primer componente: histogramas de frecuencias.....	38
7.2.3. Segundo componente: análisis de Pareto	43
7.2.4. Tercer componente: análisis Weibull.....	46
7.2.4.1. Método de estimación de parámetros Weibull.....	48
7.2.4.2. Confiabilidad total de los vehículos	57
7.2.4.3. Media, varianza y desviación estándar.....	58
7.3. EJECUCIÓN DE ACCIONES CORRESPONDIENTES Y VERIFICACIÓN DE MEJORAMIENTO.....	59
7.3.1 rutinas de mantenimiento	61
7.3.2. Zona de operación.....	66
7.3.3 Conductores de camiones y montacargas	67
7.3.4. Técnicos mecánicos	67
7.3.5. Verificación de mejoramiento.....	69
9. APORTES DEL ESTUDIANTE A LA EMPRESA.....	72
10. CONCLUSIONES	74
11. RECOMENDACIONES	76
12. BIBLIOGRAFÍA.....	77
13. ANEXOS.....	78

1.1. LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Logotipo de Postobón S.A.	14
Imagen 2. Organigrama de Gaseosas de Córdoba S.A.S.	16
Imagen 3. Organigrama de Taller Vehículos	21
Imagen 4. Distribución física de Taller Vehículos.....	21
Imagen 5. Zona administrativa.....	22
Imagen 6. Zona de mantenimiento camiones y livianos	22
Imagen 7. Área montacargas.....	23
Imagen 8. Caja de herramientas para técnicos en Taller Vehículos.....	24
Imagen 9. Carpetas con la información de cada vehículo.....	25
Imagen 10. Formato de revisión de montacargas.....	26
Imagen 11. Diagrama proceso de registro de fallas de Taller Vehículos.....	27
Imagen 12. Check List de camión diligenciado	28
Imagen 13.Formato de reporte de inspección de técnicos mecánicos.....	29
Imagen 14. Registro de equipos en Taller Vehículos.....	30
Imagen 15. Vehículos en Taller marzo 30 de 2020	31
Imagen 16. Diagrama de bloques de sistemas en serie	57
Imagen 17. Estudio de causa raíz de fallas con equipo de trabajo.....	60
Imagen 18. Análisis causa raíz de fallas en vehiculos	60
Imagen 19. Formato inspección a sistemas con mas averías del grupo Chevrolet	63
Imagen 20. Segunda etapa de rutinas de mantenimiento de camiones	65
Imagen 21. Charla líder de distribución a conductores y acta de entrega de vehículos.....	67
Imagen 22. Conversación del Jefe de Taller Vehículos con técnicos mecánicos	68
Imagen 23. Actividades de limpieza y orden.....	68
Imagen 24. Charla de seguridad a técnicos mecánicos	72
Imagen 25. Actividad de medición de ACPM.....	72
Imagen 26. Actividad de medición y monitoreo de estado de llantas.....	73

1.2. LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Muestra de historial de algunas órdenes de servicio o repuestos en SAP	29
Tabla 2. Clasificación de sistemas de grupos vehiculares (Parte 1)	33
Tabla 2. Clasificación de sistemas de grupos vehiculares (Parte 2)	34
Tabla 2. Clasificación de sistemas de grupos vehiculares (Parte 3)	35
Tabla 3. Ejemplo clasificación de datos por sistemas	36
Tabla 4. Lista de vehículos a los que se les realizó el análisis estadístico	37
Tabla 5. Fallas del sistema de dirección del equipo 6892	38
Tabla 6. Frecuencia de fallas totales grupo International	39
Tabla 7. Frecuencia de fallas totales grupo Montacargas	39
Tabla 8. Frecuencia de fallas totales grupo Chevrolet	40
Tabla 9. Tiempos entre fallas ordenados del sistema de dirección del equipo 6892	48
Tabla 10. Valores probabilidad acumulada de fallo de sistema de dirección del equipo 6892	49
Tabla 11. Valores de probabilidad acumulado de fallo en escala logarítmica	52
Tabla 12. Diferentes valores de R(t) y F(t) del sistema de dirección del equipo 6892	54
Tabla 13. Valor parámetros β . Grupo Chevrolet	55
Tabla 14. Parámetros β . Grupo International	56
Tabla 15. Parámetros β . Grupo de Montacargas	56
Tabla 16. Valores de confiabilidad del equipo 6307 en el día 14	58
Tabla 17. Ejemplo de resultado de levantamiento de vehículos	61
Tabla 18. Valores mínimos aceptados de confiabilidad para los grupos vehiculares	62
Tabla 19. Muestra de control de inspección de filtro de aire primario de camiones	64
Tabla 20. Control tiempo de uso de baterías de montacargas	64
Tabla 21. Muestra de control tiempo de uso de baterías de camiones	64
Tabla 22. Seguimiento de llantas de camiones mes de diciembre y acción correctiva	66

1.3. LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Histograma de frecuencia de falla (1/1/2016-15/8/2020). Grupo Chevrolet	41
Gráfica 2. Histograma de frecuencia de falla (1/1/2016-15/8/2020). Grupo International.....	42
Gráfica 3. Histograma de frecuencia de falla (1/1/2016-15/8/2020). Grupo Montacargas.....	42
Gráfica 4. Diagrama de Pareto de frecuencia de fallas. Grupo Chevrolet	44
Gráfica 5. Diagrama de Pareto de frecuencia de fallas. Grupo International.....	45
Gráfica 6. Diagrama de Pareto de frecuencias. Grupo Montacargas	45
Gráfica 7. Comparación curva de la bañera con parámetro beta de la distribución de Weibull	47
Gráfica 8. Curva distribución de fallos $F(i)$ vs $t(i)$	50
Gráfica 9. Curva de distribución de fallo con intercepciones	51
Gráfica 10. Regresión lineal en escala logarítmica	53
Gráfica 11. Diferentes valores de $R(t)$ y $F(t)$ del sistema de dirección del equipo 6892	54
Gráfica 12. Calificación SOL en Taller Vehículos en 2020	69
Gráfica 13. Disponibilidad flota de reparto del año 2020	70
Gráfica 14. Disponibilidad de montacargas del año 2020	70
Gráfica 15. Número de asistencias de técnicos en zonas de reparto	71

1.4. LISTA DE ANEXOS

ANEXOS A. Información de los equipos que conforman el grupo de vehículos del análisis	78
ANEXOS B. Frecuencia de fallas de sistemas por periodos de tiempo.....	80
ANEXOS C. Tablas de análisis de Pareto	82
ANEXOS D. Parámetros Weibull de grupos vehiculares	83
ANEXOS E. Valores coeficiente de determinación (r^2) y correlación (r) de regresión.....	87
ANEXOS F. Confiabilidad total Weibull grupo de vehículos	91
ANEXOS G. Confiabilidad Weibull promedio de los sistemas de los equipos.....	94
ANEXOS H. Tiempo medio entre fallas, varianza y desviación estándar de sistemas	96
ANEXOS I. Formatos de inspección a sistemas con más averías	101
ANEXOS J. Formatos de rutinas de mantenimiento	103

2. INTRODUCCIÓN

La Universidad de Córdoba desde su creación hasta la actualidad ha contribuido notoriamente en la formación de profesionales que han ayudado a las empresas del departamento de Córdoba para que se fortalezcan en el mercado; por esta razón, el Alma Mater permite que sus estudiantes, entre los cuales encontramos a los que pertenecen al programa de Ingeniería Mecánica, puedan realizar prácticas empresariales, las cuales ayudan a que afiancen y desarrollen los conocimientos de su formación académica; y a las empresas beneficiarse de los saberes y los servicios prestados por parte del practicante.

Este informe se centra en la realización de un mejoramiento al Sistema de Gestión de Mantenimiento (SGM) en el Área de Taller Vehículos de la empresa GASEOSAS DE CÓRDOBA S.A.S., ubicada en la ciudad de Montería, perteneciente al grupo Postobón S.A.; el cual, es el sector responsable de realizar el mantenimiento de la flota de camiones encargada del reparto de bebidas; las montacargas, que realizan las labores de cargar y descargar los diferentes productos de la empresa; y los vehículos livianos, que se dedican a las tareas de publicidad y preventas. Para hacer el documento se efectuó un diagnóstico a los recursos del SGM; después, se analizaron las fallas de los vehículos por medio de la estadística su frecuencia y su probabilidad de ocurrencia; posteriormente, se ejecutaron las acciones pertinentes.

Este proyecto también se enfocó en que el aprendiz practicante se beneficie aplicando sus conocimientos teóricos para dar opciones de solución a problemas encontrados en su ámbito de trabajo para el mejoramiento de la empresa y finalmente el fortalecimiento de las relaciones entre el sector empresarial y la Universidad de Córdoba.

3. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

3. 1. PRESENTACIÓN

La empresa Postobón S.A., representada con el logotipo de la imagen 1, cuenta con 115 años de historia y actualmente es la empresa líder en la producción de bebidas azucaradas de Colombia; perteneciente a la Organización Ardila Lülle. Las bebidas que más se destacan de la compañía son gaseosas Postobón y sus sabores, Colombiana, Pepsi, Bretaña, Hipinto, Popular, Seven Up, Mountain Dew, Jugos Hit, Tutti Frutti, Mr. Tea, Hatsu, Agua Cristal, Agua Oasis, Agua del Nacimiento, Sierra Fría, H2Oh!, Gatorade, Squash, Peak y Lipton Tea; así como marcas de cervezas como Heineken, Coors, Murphy's entre otras (Postobón, 2015).

Imagen 1. Logotipo de Postobón S.A.



Fuente: Archivos internos de Postobón S.A.

La compañía cubre el 90% del territorio nacional con sus plantas de producción y centros de distribución y la aceptación que tiene esta marca es ampliamente reconocida en los hogares colombianos; sus productos se pueden adquirir en países como Estados Unidos, Reino Unido, Aruba, España, Curazao, Panamá e Italia.

Es importante decir que Postobón S.A. cuenta con una sede de producción y distribución establecida en el año 1969, en la ciudad de Montería, llamada Gaseosas de Córdoba S.A.S; esta se dedica principalmente a la elaboración de bebidas no alcohólicas, producción de aguas minerales y aguas embotelladas (EMIS, 2020). Entre las áreas que conforman a Gaseosas de

Córdoba S.A.S. encontramos la de Taller Vehículos, la cual es la encargada del mantenimiento de los vehículos que conforman la flota de la compañía.

3.1.1. Visión

Ser una Compañía Multilatina, con operaciones propias en el continente, reconocida por su dinamismo en innovar, desarrollar y ofrecer bebidas no alcohólicas de calidad, penetrando otros mercados e incursionando en otras categorías de producto (Lülle, 2020).

3.1.2. Misión

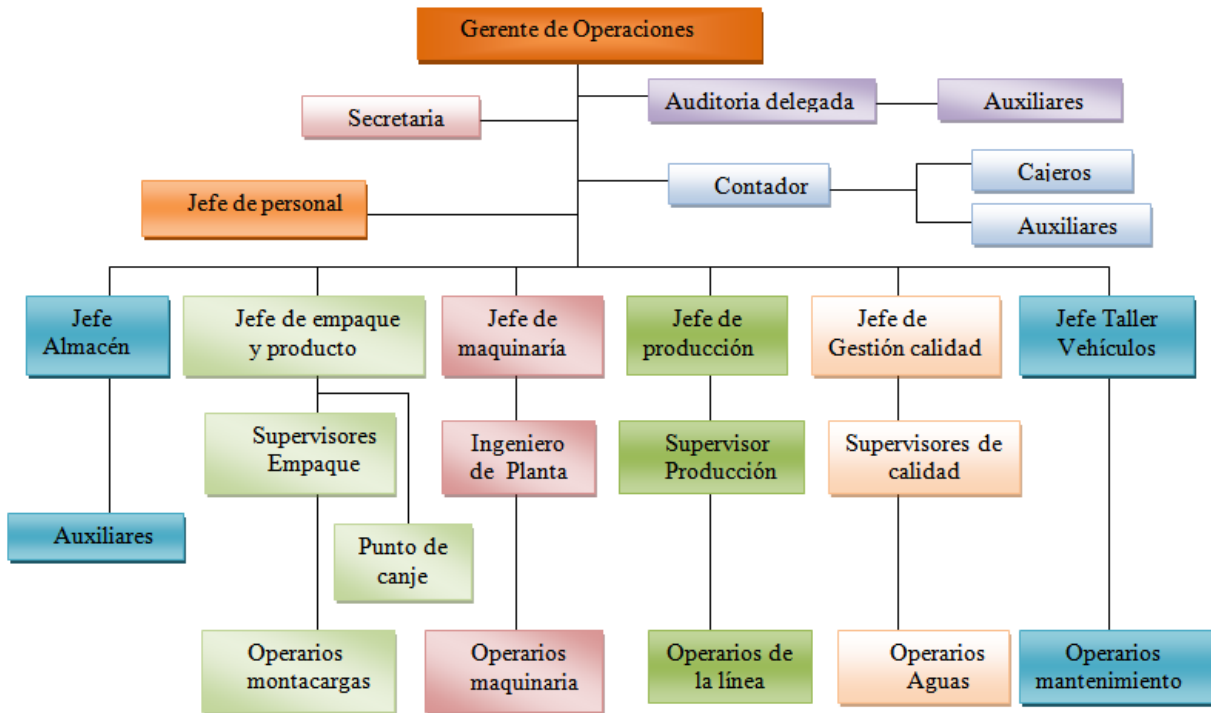
Fortalecer el liderazgo en el desarrollo, producción, mercadeo y ventas de bebidas refrescantes no alcohólicas, para satisfacer los gustos y necesidades de los consumidores, superando sus expectativas mediante la innovación, la calidad y la excelencia en el servicio. Generamos oportunidades de desarrollo profesional y personal apoyándonos en el talento humano organizado en equipos alrededor de los procesos. Trabajamos con los proveedores para convertirlos en nuestros socios comerciales. Contribuimos decisivamente al crecimiento económico de la Organización Ardila Lülle y del país, actuando con responsabilidad frente al medio ambiente y la sociedad (Lülle, 2020)

3. 2. ESTRUCTURA ORGÁNICA

La empresa está dirigida por un Gerente de Operaciones que es el líder de la compañía. En las distintas áreas se encuentran los jefes de almacén, empaque, maquinaria, producción, gestión de calidad, y taller vehículo; encargados de gestionar y dirigir las distintas operaciones de cada sector de la compañía; cada jefe está respaldado por distintos colaboradores para cumplir con las actividades y responsabilidades delegadas para el buen funcionamiento de la empresa.

La estructura orgánica de la empresa Gaseosas de Córdoba S.A.S. esta establecida de la siguiente manera (ver imagen 2):

Imagen 2. Organigrama de Gaseosas de Córdoba S.A.S.



Fuente: Archivos internos de Gaseosas de Córdoba S.A.S.

La empresa Gaseosas de Córdoba S.A.S cuenta con el sector de Taller Vehículos, el cual es el encargado del mantenimiento de su flota vehicular.

4. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

Durante la realización de la práctica empresarial en Gaseosas de Córdoba S.A.S. se observó que la compañía produce, embotella, y rotula bebidas pertenecientes a la marca Postobón S.A.; almacena mercancía propia y provenientes de otras plantas del país; realiza labores de publicidad y preventa; finalmente, distribuye sus productos a los diferentes clientes. Gracias al trabajo y esfuerzo de los colaboradores, actualmente la compañía tiene alcance en todo el departamento Córdoba y en el municipio de Caucásica perteneciente a Antioquia.

El área de Taller Vehículos contribuye notoriamente al avance de la empresa manteniendo en buenas condiciones de operatividad su flota vehicular con la ejecución de su Sistema de Gestión de Mantenimiento, el cual cuenta para su desarrollo con recursos humanos, técnicos, infraestructura, económicos y bases documentales; para estos últimos se encontró que no se le ha realizado un análisis estadístico enfocado en los registros de las fallas de los vehículos, que permitiera hacer un mejoramiento a través de actividades de mantenimiento predictivo y preventivo; razón por la cual, algunas de las acciones se centran en la corrección de averías en momentos no oportunos como lo es la detención de camiones repartidores en zonas alejadas de la planta y averías de montacargas en horas claves para carga y transporte de producto. Además, Taller Vehículos no cuenta con valores de confiabilidad de los camiones repartidores y montacargas cuando estos operan; lo que origina que cuando se presenten fallas a veces no se está preparado de la mejor forma posible para disminuir el impacto que puede generar la no disponibilidad de un vehículo.

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

- Mejorar el Sistema de Gestión de Mantenimiento a través del análisis estadístico del registro de fallas, en el área de taller vehículos, de una planta productora y distribuidora de bebidas carbonatadas analcohólicas.

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnóstico al Sistema de Gestión de Mantenimiento, revisando los recursos con que cuenta, para conocer el estado en que se encuentra.
- Diseñar los componentes de un análisis del registro de fallas de los vehículos, mediante métodos estadísticos, para determinar la relevancia de estas, su probabilidad, distribución en el tiempo, y confiabilidad de los vehículos.
- Implementar las acciones correspondientes en el plan del Sistema de Gestión de Mantenimiento, según los resultados del análisis estadístico, para el mejoramiento del mismo y verificarlo mediante el índice de disponibilidad de los vehículos.

6. ACTIVIDADES PROGRAMADAS

Para la realización del proyecto se plantearon las siguientes actividades:

6.1. DIAGNÓSTICO AL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Se realizará un diagnóstico a los recursos humanos, de infraestructura, técnico, documental y económico con que cuenta el Sistema de Gestión de Mantenimiento en Taller Vehículos para conocer el estado de este; por medio la consulta a los colaboradores del área, y la revisión u observación en el área de estudio.

6.2. DISEÑO DE COMPONENTES PARA ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

Después de recolectar los datos del registro de fallas de los vehículos se diseñarán los siguientes componentes para el análisis estadístico:

- **Histogramas de frecuencia:** Por medio de la realización de estos sabremos la frecuencia de las fallas y su distribución en el tiempo.
- **Diagramas de Pareto:** Los diagramas de Pareto permitirán asignar un orden de prioridades de las fallas para su intervención.
- **Cálculos de confiabilidad:** Para establecer la probabilidad de fallas de los vehículos en un tiempo específico, que es la confiabilidad, se utilizará el análisis estadístico de Weibull. Se realizará con la ayuda de herramienta del software Excel.

6.3. ACCIONES DE MEJORAMIENTO CORRESPONDIENTES Y VERIFICACIÓN

Después de realizar el análisis estadístico se implementará las medidas pertinentes para el mejoramiento del Sistema de Gestión de Mantenimiento. Por otra parte se, verificará el resultado de las acciones de mejoramiento mediante el índice de disponibilidad de la flota.

7. ACTIVIDADES DESARROLLADAS

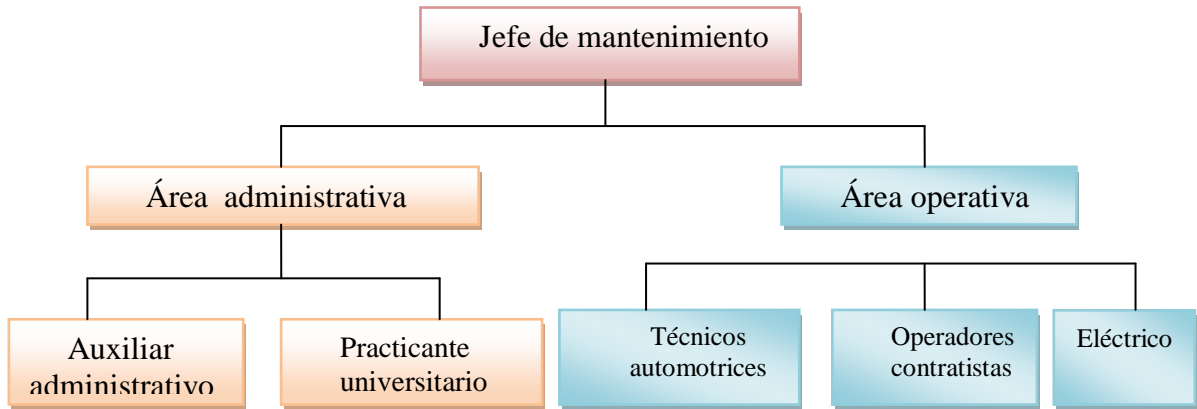
7.1. DIAGNÓSTICO AL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

El área de Taller Vehículos cuenta con la herramienta del Sistema de Gestión de Mantenimiento (SGM) para mantener en buenas condiciones de disponibilidad a los equipos que conforman la flota vehicular que está a su cargo, la cual está conformada por los siguientes automotores: 25 camiones Kodiak, 7 camiones International, 7 montacargas Toyota, 2 NPR, 1 NHR y 11 vehículos livianos. Para conocer el estado del SGM se hizo un diagnóstico a los recursos con que este cuenta mediante su revisión y conversaciones con los colaboradores del sector:

7.1.1. Recursos humanos:

Esta parte lo conforman el Jefe de Mantenimiento, ingeniero Jorge Pavajeau, a su mando están el auxiliar administrativo y el practicante universitario, que son los encargados del área administrativa; entre las funciones más importantes le corresponde: gestionar la compra de los repuestos, insumos, manejo y control de la documentación, liderar y verificar las actividades de los técnicos automotrices y contratistas. En el área operativa se encuentran tres mecánicos automotrices y un mecánico eléctrico, estos últimos son los encargados de realizar las distintas tareas técnicas de mantenimiento de los equipos. El organigrama del área de Taller Vehículo está establecido en la imagen 3. Después de observar el trabajo de mantenimiento de los técnicos mecánicos en la planta se encontró que en algunas ocasiones el número disponible para cumplir con todas las actividades necesarias no era el suficiente, especialmente, cuando los fallos tenían un número alto. Además estos también cumplen tareas como el reclamo de repuestos a los proveedores lo que hace que en ocasiones no estén en las instalaciones de Taller Vehículos.

Imagen 3. Organigrama de Taller Vehículos

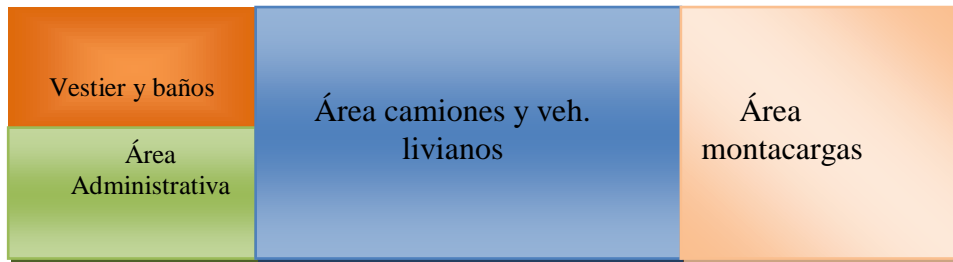


Fuente: Archivos internos Gaseosas de Córdoba S.A.S.

7.1.2. Recursos de infraestructura

La infraestructura física de trabajo se encuentra distribuida así (ver imagen 4):

Imagen 4. Distribución física de Taller Vehículos



Fuente: Los autores

➤ Área Administrativa

En esta parte se encuentra la zona encargada de dirigir y gestionar el plan de mantenimiento de los diferentes vehículos. El área cuenta con una unidad de aire acondicionado, conexión a las redes de electricidad, internet y telefonía de la empresa, estantes para guardar información, sillas y mesas (ver imagen 5).

Imagen 5. Zona administrativa



Fuente: Los autores

➤ **Área camiones y vehículos livianos**

En esta zona se realizan las actividades de mantenimiento por los técnicos a los camiones de reparto y a los vehículos de publicidad y ventas. Posee conexión eléctrica y a la red de agua local, estantes y zonas donde se guardan herramientas, repuestos, insumos como lubricantes y grasas. Además cuenta con mesas metálicas donde los operarios de latonería realizan estos trabajos (ver imagen 6).

Imagen 6. Zona de mantenimiento camiones y livianos



Fuente: Los autores

➤ **Área montacargas**

Es destinada al mantenimiento de las montacargas. Tiene una jaula mecánica donde se mantienen los cilindros de GLP (ver imagen 7).

Imagen 7. Área montacargas



Fuente. Los autores

➤ **Vestier y baños**

Posee baños, duchas, para los funcionarios del área de taller. También tiene lockers en el cual los técnicos guardan sus objetos personales.

Después de la inspección de la infraestructura de las áreas previamente descritas se pudo establecer que estas cuentan con el espacio adecuado, el suministro de las redes de servicio necesarias según los requerimientos del sector; pero los pisos de los sectores de mantenimiento se encuentran en malas condiciones por imperfecciones y las paredes requieren que se pinten nuevamente (esto es responsabilidad del sector de Servicios Generales). Al revisar la calificación del control del chequeo de Seguridad, Orden y Limpieza (SOL) que realiza el área de Calidad con el fin de evaluar el estado de las condiciones de las instalaciones se observó que en el mes de enero fue del 76%, en febrero del 86%, y en marzo un 85% que está por debajo de la meta del

90%. Esto en parte se debió a que algunos sectores de las zonas estaban desorganizadas o con suciedad.

7.1.3. Recursos técnicos

Para la realización de las actividades del SGM el área administrativa cuenta con los recursos tecnológicos de tres computadores con el paquete de Microsoft Office instalado, una fotocopiadora e impresora, teléfono, dos radios y demás recursos necesarios para el funcionamiento de una oficina; como Software de mantenimiento y planificación de recursos empresariales se cuenta con SAP (Servicios, Aplicaciones y Productos). Por otra parte, los técnicos mecánicos cuentan con recursos como gatos hidráulicos, taladros, pulidora, compresor de aire comprimido, multímetro, prensa hidráulica, pie de rey, entre otros; cada técnico poseen una caja de herramientas con los elementos más usados para mantenimiento de vehículos (ver imagen 8).

Imagen 8. Caja de herramientas para técnicos en Taller Vehículos



Fuente. Los autores

Es necesario afirmar que cuando Taller Vehículos no cuenta con los recursos técnicos o el personal necesario para hacer alguna actividad se recurre a proveedores de servicios externos, como por ejemplo, la alineación de las ruedas de los automotores. En la parte de stock de repuestos el área cuenta en sus instalaciones o en la zona de almacén con los elementos que más presentan reposición como llantas, filtros, correas, tornillos, etc; por políticas de internas de la

empresa, Taller Vehículos, debe evitar en la mayor medida posible mantener repuestos sin utilizar; por tal razón, la gran mayoría de veces cuando se necesitan estos se solicitan al departamento de compras. Por otra parte, los únicos recursos que los técnicos manifestaron como necesarios son unas camillas de mecánicos y una lavadora de piezas, por lo cual, el área administrativa hizo una solicitud para la adquisición de estos elementos.

7.1.4. Recursos documentales

El área administrativa cuenta con varias bases documentales para el cumplimiento del SGM, entre las más importantes tenemos:

a) Documentos de vehículos: el sector cuenta con carpetas (ver imagen 9) donde se encuentran las copias de los documentos obligatorios de tránsito, manuales, registros Check List (ver más adelante), actas de entrega, entre otros. Al inspeccionar esta información se encontró que la mayoría de los vehículos poseían la información ordenada y de manera completa; para los otros equipos el practicante universitario procedió a buscar, reunir y organizar la información faltante.

Imagen 9. Carpetas con la información de cada vehículo



Fuente. Los autores

b) Rutinas de mantenimiento: se conocieron diferentes formatos para las rutinas de mantenimiento, por ejemplo, el de revisión de montacargas (ver imagen 10). Se vio la necesidad de unificar varias clases de formatos para mayor facilidad de organizar y realizar la secuencia de tarea de los técnicos.

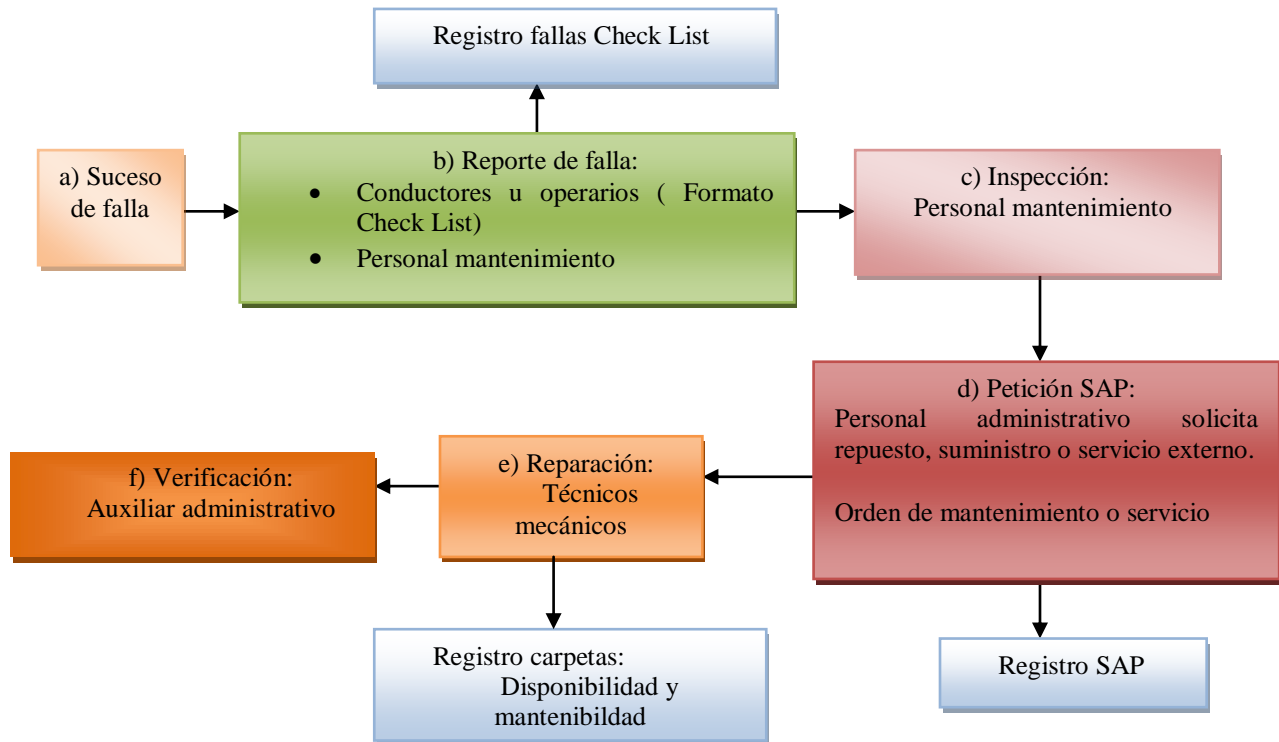
Imagen 10. Formato de revisión de montacargas.

TABLA GENERAL HOVER HALL				
MOTOR	INSPECCION PERIODICA			
	5000	10000	15000	20000
REVISION DE LA CONDICION DE ARRAQUE Y RUIDOS ANORMALES	R	R	R	R
REVISION DE COMPRESION	R/T	R/T	R/T	R/T
REVISION SISTEMA PTO HIDRAULICO		R/T	R/T	R/T
REVISION PIÑON BOMBA HIDRAULICA			R	
SISTEMA MANEJO DE CARGA	INSPECCION PERIODICA			
	5000	10000	15000	20000
CONDICION DE LA HORQUILLAS Y PASADORES	R	R	R	R
MASTIL Y BRAZO DE ELEVACION REVISAR (DETERIORO Y GRIETAS EN LA PORCION SOLDADAS)		R	R	R
CAMBIO RODAMIENTOS (MASTIL, CARRO PORTA HORQUILLAS)			R	
REVISION AJUSTE CAPSULAS Y BUJES PASADORES HOUSING			R	R
CADENAS Y POLEAS REVISAR (DESGASTE Y DETERIORO DE LA CADENA Y CONDICION DE ROTACION POLEAS)	R/T	R/T	R/T	R/T
SISTEMA HIDRAULICO	INSPECCION PERIODICA			
	5000	10000	15000	20000
FLOJEDAD Y DETERIORO EN LA MONTURA DEL CILINDROS DIRECCION, ELEVACION. INCLINACION	R	R	R	
REVISE AFLOJAMIENTO DE LAS ARTICULACIONES CONTROL DE MANDOS		R	R	
REVISE CAIDA E INCLINACION HACIA ADELANTE (SOPORTES)		R	R	
CABINA, CARROCERIA	INSPECCION PERIODICA			
	5000	10000	15000	20000
DETERIORO Y GRIETAS EN EL BASTIDOR	R	R	R	R
DEFORMACION GRIETAS Y DAÑOS	R	R	R	
ASIEN TO REVISE(DAÑOS y FLEJEDAD Y FUNCIONAMIENTOS DE LAS CORREAS DE SEGURIDAD	R	R	R	R

Fuente. Gaseosas de Córdoba S.A.S.

c) **Registros de fallas:** En la imagen 11 se muestra el proceso para obtener registro de las fallas de los vehículos. El proceso del diagrama empieza por una falla que puede definirse como el efecto que se origina cuando un componente, equipo, sistema o proceso deja de cumplir con la función que de ellos se espera (Medardo Yañez, 2004). En la imagen 11, se observa que en los cuadros azules representan los registros relacionados con las fallas que se registran el área de Taller Vehículos.

Imagen 11. Diagrama proceso de registro de fallas de Taller Vehículos



Fuente. Los autores

A continuación se presenta las tres clases de registros donde se documentan las fallas:

➤ **Registro Check List**

Todos los conductores de camión antes de salir de la planta tienen como requisito revisar su vehículo y calificar el listado del Check List donde registran los inconvenientes encontrados por ellos (ver imagen 12). Los operarios de los montacargas antes de hacer cumplir su turno de trabajo también deben registrar las fallas observadas. En los formatos mostrados se monitorea aspectos tales como niveles de fluidos, estados de los frenos, estado de las ruedas, fugas, sistema de manejo de materiales (montacargas), luces, pito, entre otros. La información de los fallos se digitaliza en Excel para su control, al revisar esta información se encontró que por varios periodos de tiempo no se sistematizaron los datos (principalmente cuando Taller Vehículos no tiene disponibles practicantes universitarios).

Imagen 12. Check List de camión diligenciado

FORMATO INSPECCIÓN VEHÍCULOS

Fecha: 9-24-20 Placa: 2KG 338
 No. Interno: 6320 Marca: KOMU

<input checked="" type="checkbox"/>	OK
<input checked="" type="checkbox"/>	Requiere Corrección
<input checked="" type="checkbox"/>	Corregido

REVISIÓN FÍSICA DEL EQUIPO

TAPAS:

COMBUSTIBLE	<input checked="" type="checkbox"/>	ACEITE MOTOR	<input checked="" type="checkbox"/>	HIDRÁULICO	<input checked="" type="checkbox"/>
DEL TANQUE DE EXPANSIÓN DEL REFRIGERANTE	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	COMBUSTIBLE	<input checked="" type="checkbox"/>

NIVELES DE FLUIDOS:

ACEITE MOTOR	<input checked="" type="checkbox"/>	ACEITE HIDRÁULICO	<input checked="" type="checkbox"/>	OTRO	<input checked="" type="checkbox"/>
--------------	-------------------------------------	-------------------	-------------------------------------	------	-------------------------------------

FUGAS DE FLUIDOS:

MOTOR	<input checked="" type="checkbox"/>	CAJA DE VELOCIDADES	<input checked="" type="checkbox"/>	DIFERENCIAL	<input checked="" type="checkbox"/>
-------	-------------------------------------	---------------------	-------------------------------------	-------------	-------------------------------------

FUGAS DE AIRE:

MANGUERAS	<input checked="" type="checkbox"/>	CAMARAS FRENO	<input checked="" type="checkbox"/>	PERILLA BAJO	<input checked="" type="checkbox"/>
-----------	-------------------------------------	---------------	-------------------------------------	--------------	-------------------------------------

ESTADO CORREAS:

ALTERNADOR	<input checked="" type="checkbox"/>	VENTILADOR	<input checked="" type="checkbox"/>		
------------	-------------------------------------	------------	-------------------------------------	--	--

ESTADO LUCES Y PITO:

BAJAS	<input checked="" type="checkbox"/>	ALTAS	<input checked="" type="checkbox"/>	ESTACIONARIAS	<input checked="" type="checkbox"/>
-------	-------------------------------------	-------	-------------------------------------	---------------	-------------------------------------

FUGAS DE AIRE: DIRECCIONALES

	<input checked="" type="checkbox"/>	REVERSO	<input checked="" type="checkbox"/>	PITO	<input checked="" type="checkbox"/>
--	-------------------------------------	---------	-------------------------------------	------	-------------------------------------

SISTEMA DE DRENADO:

FILTRO SEPARADOR DE AGUA	<input checked="" type="checkbox"/>	TANQUES DE AIRE	<input checked="" type="checkbox"/>		
--------------------------	-------------------------------------	-----------------	-------------------------------------	--	--

ESTADO DE LLANTAS:

DELANTERA IZQ.	<input checked="" type="checkbox"/>	TRASERAS IZQ.	<input checked="" type="checkbox"/>	REPUESTO	<input checked="" type="checkbox"/>
DELANTERA DER.	<input checked="" type="checkbox"/>	TRASERAS DER.	<input checked="" type="checkbox"/>		

ESTADO BATERÍA Y COMPONENTES:

NIVEL DE ELECTROLITO	<input checked="" type="checkbox"/>	BORNES	<input checked="" type="checkbox"/>	SULFATACIÓN POSTES	<input checked="" type="checkbox"/>
----------------------	-------------------------------------	--------	-------------------------------------	--------------------	-------------------------------------

EQUIPO DE CARRETERA:

GATO	<input checked="" type="checkbox"/>	COPIA ARTILLERA	<input checked="" type="checkbox"/>	PALANCA	<input checked="" type="checkbox"/>
CONOS	<input checked="" type="checkbox"/>	TACOS PARA BLOQUEO	<input checked="" type="checkbox"/>	EXTINTOR	<input checked="" type="checkbox"/>

DOCUMENTOS:

TARJETA DE PROPIEDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	REVISIÓN TECNOMEC.	<input checked="" type="checkbox"/>	SOAT	<input checked="" type="checkbox"/>
----------------------	-------------------------------------	--------------------	-------------------------------------	------	-------------------------------------

OBSERVACIONES: las puertas no cierran bien el agua no sirve tiene fuga de aceite

Vo. Bo. Departamento de Transportes

NOMBRE CONDUCTOR Luis Lopez NOMBRE _____
 C.C. 1068577875 C.C. _____
 FIRMA Luis Lopez _____

Fuente: Los autores

➤ **Registros SAP**

Cuando los técnicos realizan actividades de mantenimiento con sus formatos de inspección (ver imagen 13), ellos reportan las averías y los componentes necesarios para su reparación al área administrativa, que a su vez emite una orden de servicio y/o pedido de repuesto y todo esto es registrado en el software SAP (Sistemas, aplicaciones y productos). Al revisar la información de los registros en SAP se obtuvo el registró desde el primer día del año 2016 las órdenes de mantenimiento y pedido de repuestos de los equipos de forma ininterrumpida. En la tabla 1, se muestra una pequeña parte de órdenes de mantenimiento y pedido de repuestos; en el inicio de las filas del recuadro se observa un número de cuatro dígitos que indica el código interno del equipo en la compañía, al lado se muestra la solicitud de servicio de reparación o repuesto

necesario para la corrección de la falla y en la última parte se muestra la fecha de la transacción en SAP.

Imagen 13.Formato de reporte de inspección de técnicos mecánicos

Handwritten maintenance report form. The form includes the following information:

- N° Reporte: 0407
- Location: Postobón
- Report Title: REPORTE DE MANTENIMIENTO
- Date: 12/12/20
- Description: SC PATINA EL CDSH.
- Checklist of activities:

Actividad	✓	X	○
Indicador	✓		
Indicador de combustible	✓		
Indicador presión de aceite	✓		
Indicador temperatura motor	✓		
Indicador nivel de motor de arranque	✓		
Indicador nivel de aceite de motor	✓		
Indicador nivel de líquido de frenos	✓		
Indicador nivel de líquido de dirección	✓		
Indicador nivel de líquido de embrague	✓		
Indicador nivel de líquido de transmisión	✓		
Indicador nivel de líquido de frenos	✓		
Indicador nivel de líquido de dirección	✓		
Indicador nivel de líquido de embrague	✓		
Indicador nivel de líquido de transmisión	✓		

Additional handwritten notes at the bottom of the form:

- SC CALIBRO CDSH
- pedir: tringuita del CDSH

Fuente: Los autores

Tabla 1.Muestra de historial de algunas órdenes de servicio o repuestos en SAP

DESCRIPCIÓN TRANSACCIÓN SAP	FECHA
5631- CAMBIO CORONA Y SPEED 121822	14/12/2019
6319- REP. TRANSMISIÓN CAMIÓN KODIAK	03/12/2019
8167- REP. MODULO ELECTRÓNICO	09/01/2019
8166- VÁLVULA ANTI RETORNO	21/02/2019
6320- VOLANTA MOTOR Y KIT EMBRAGUE	30/04/2019
6172-REPARACION BOMBA DE AGUA	14/05/2019
6786- REPARACIÓN DEL CAPOT Y PERSIANAS	28/02/2019
6900- SERV. REPARACIÓN CAJA DIRECCIÓN	12/07/2019
8463- SERV. REPARACIÓN LLANTA VEH INTERNA	30/09/2019
6319- REP. TRANSMISIÓN CAMIÓN KODIAK	13/12/2019
8167- MODULO ELECTRÓNICO DAÑADO	09/01/2019
6786- REPARACIÓN MOTOR	25/02/2019
8168- VÁLVULA DE PARQUEO PARA VEH INT.	19/06/2019
5631 - CAMBIO ARAÑA RUEDA DELANTERA REF.: 12	11/08/2019

Fuente. Los autores

➤ **Registro carpetas de Vehículos en Taller**

Cuando los equipos ingresan a la zona de taller se registra esta información en un documento Excel que pertenece a la carpeta “vehículos en taller” donde se documenta el historial de los vehículos que ingresaron a taller y el tipo de las intervenciones hechas (ver imagen 14). Los datos de estos registros solo pudieron tenerse a la mano para los primeros meses del año 2020. Toda la información de los años anteriores fue guardada en las carpetas de mantenibilidad de ingeniería de mantenimiento a nivel nacional; Taller Vehículos hizo la solicitud para acceder a una copia pero esta no fue respondida.

Imagen 14. Registro de equipos en Taller Vehículos

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
CÓDIGO PLANTA	NOMBRE DE PLANTA O CEDI	Nº INTERNO	MARCA	TIPO	FECHA ENTRADA	FECHA SALIDA	DIAS EN TALLER	MAYOR DURACIÓN	DESCRIPCIÓN DE REPARACIÓN A EFECTUAR	ESTADO ACTUAL
0177	Gaseosas de Córdoba S.A.S	0405	Toyota	Montacarga	27/02/2020	15/04/2020	48	ATENDER	MTTO PREVENTIVO (REPARACION MOTOR)	En reparacion
0177	Gaseosas de Córdoba S.A.S	6715	Kodiak	Camión	26/03/2020	26/04/2020	31	ATENDER	MTTO GRAL DIRECCIÓN Y LATONERIA	En reparacion
0177	Gaseosas de Córdoba S.A.S	6242	Kodiak	Camión	04/05/2020	30/05/2020	26	ATENDER	REPARACIÓN MOTOR	En Diagnostico
0177	Gaseosas de Córdoba S.A.S	5831	Kodiak	Camión	04/05/2020	30/05/2020	26	ATENDER	REPARACIÓN MOTOR	En reparacion

Fuente. Archivos internos de Postobón S.A.

➤ **Conclusión diagnóstico total de registros**

Cuando se revisó los registros anteriores se evidenció que **no se había realizado un análisis estadístico que permitiera tener una base documental para hacer un mejoramiento**. Por otra parte, de todos los registros el único que ofreció un historial de datos solido y suficiente para realizar un buen el análisis fue la hecha en Software SAP, pues del registro de los Check List y el historial en las carpetas de mantenibilidad y disponibilidad en taller, solo se pudo obtener la información histórica de manera parcial y sin las condiciones adecuadas para hacer un buen análisis estadístico.

7.1.5. Recursos económicos

El presupuesto económico con el que contó Taller Vehículos para el año de 2020 para la compra de repuestos e insumos, pago de servicios externos y renovación de documentos, la adquisición de elementos necesarios, entre otros, es de \$1.049.362.745,50 COP.

7.1.6. Vehículos fuera de servicio

Después de la realización del diagnóstico a los recursos del SGM se procedió conocer el estado de la flota vehicular; se estableció que de los 54 vehículos que la conforman, 3 de ellos están en la zona de mantenimiento con averías importantes como lo muestra la imagen 15.

Imagen 15. Vehículos en Taller marzo 30 de 2020

N° INTERNO	MARCA	TIPO	FECHA ENTRADA	FECHA SALIDA	DIAS EN TALLER	DESCRIPCIÓN DE REPARACIÓN A EFECTUAR
0405	Toyota	Montacarga	27/03/2020	15/04/2020	19	MTTO PREVENTIVO (REPARACION MOTOR)
6715	Kodiak	Camión	26/03/2020	26/04/2020	31	MTTO GRAL DIRECCIÓN Y LA TONERÍA
6178	Kodiak	Camión	21/03/2020	30/04/2020	40	REPARACIÓN MOTOR

Fuente. Los autores.

Además se observó en este tiempo que se registraron una frecuencia importante de averías en zonas alejadas de la planta, que según palabras del Jefe de Taller Vehículos es un número importante: “El promedio de varadas de los camiones repartidores cuando están en operación en Montería y otros municipios de Córdoba es de 7 veces por semana (28 al mes)” (J. Pavajeau, comunicación personal, 28 de marzo de 2020).

7.2. DISEÑO DE COMPONENTES DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la realización del análisis estadístico, en primer lugar, se hizo un filtrado y clasificación de las base de datos del sistema SAP para poder gestionar la información de manera eficaz.

Seguidamente, para el diseño se establecieron tres componentes: primero, histogramas de frecuencia; segundo, análisis de Pareto; y tercero, análisis Weibull. Para facilidad de lectura y de comprensión en el desarrollo de cada componente del diseño estadístico se explica en cada uno su propósito, marco teórico, el proceso para su elaboración, y los resultados. A continuación se desarrolla lo explicado anteriormente:

7.2.1. Filtrado de información y clasificación

Cuando se realizó el levantamiento de la información **que comprendió el periodo de 1/1/2016 hasta el 15/8/20**, se encontró que algunos datos estaban repetidos, de forma anómala o que necesitaban una aclaración para su procesamiento, por tal razón se hizo un filtrado de la información. También se evidenció que era necesario clasificar la información por grupos de vehículos y por sus respectivos sistemas más importantes de los vehículos para la facilidad del estudio estadístico. Los grupos de vehículos están clasificado en tres grupos: **camiones repartidores Chevrolet, camiones repartidores Internacional; y Montacargas para manejo de materiales**. A continuación se muestra la clasificación de los sistemas con su respectiva definición, partes principales y abreviación en este documento (ver tabla 2):

Tabla 2. Clasificación de sistemas de grupos vehiculares (Parte 1)

Sistema (Abreviación)	Definición	Grupo vehicular	Principales componentes
Alimentación (Alim.)	Se encarga de que el motor reciba el combustible (diesel: camión; GLP: montacargas) a la cantidad necesaria para su funcionamiento a la presión requerida.	Chevrolet	Tanque de combustible, filtro, bomba de alta, turboalimentador, válvula antiretorno, tubería de alta, regulador, trampa.
		International	
		Montacargas	Regulador de gas, filtro de aire, carburador, manguera de gas, bomba de GLP, electroválvula, soporte GLP, carburador.
Chasis y Carrocería (ChyC.)	Carrocería: estructura en la que reposan los pasajeros o la carga. El chasis: sujeta los elementos mecánicos del vehículo.	Chevrolet	Cabina, tapicería, sillas, vidrios, bastidor, soportes, defensas, cortinas y tapabolsillos (Inter).
		International	
		Montacargas	Silla, estribos, parrilla de techo, bastidor, puente trasero, cabina.
Dirección (Dir.)	Permite orientar la trayectoria de las ruedas de los vehículos.	Chevrolet	Timón, terminales de dirección, bomba de dirección hidráulica, splinder, trompo reversa, caja de dirección, caña, balineras, barra corta, brazo pigman, cremallera.
		International	
		Montacargas	Rodillo de dirección, mangueras, splinder, volante, bielas, pasadores, bujes.
Eléctrico (Ele.)	Hace que al motor le llegue corriente y pueda encenderse. Por medio de este se alimentan de energía eléctrica las luces y el sistema de control de instrumento.	Chevrolet	Batería, alternador, luces, motor de arranque, relay, solenoide, bocina, porta escobilla, flasher, horómetro, regulador, bendix arranque, pito.
		International	
		Montacargas	

Fuente. Los autores

Tabla 2. Clasificación de sistemas de grupos vehiculares (Parte 2)

Sistema (Abreviación)	Definición	Grupo vehicular	Principales componentes
Frenos (Fre.)	Su función es la de reducir la velocidad del vehículo ya sea de manera parcial o totalmente, protegiendo de esta manera la seguridad de las personas a bordo y permitiendo también mayor maniobrabilidad.	Chevrolet	Juego de bandas, compresor, perilla bajo, cámaras de freno, bombonas, tanque de aire, zapatas, mangueras de aire, válvula pedal, gobernador, compresor de aire, filtro de aire.
		International	
		Montacargas	
Hidráulico (Hid.)	Tiene como propósito circular líquido a presiones determinadas hacia los diferentes órganos de trabajo capaces de realizar sus funciones en virtud de la presión hidráulica.	Montacargas	Bomba hidráulica, mangueras, empaques, tubos hidráulicos, tubos recibidores, válvulas.
Lubricación (Lub.)	Evita el desgaste de algunos elementos del motor debido a su rozamiento a través de la distribución de aceite.	Chevrolet	Filtro, carter, empaquetadura alta presión de aceite, base filtro, varilla medidora aceite, bomba de aceite.
		International	
		Montacargas	
Manejo de Materiales (M.M)	Tiene como propósito trasladar la carga de productos y llevarlos con seguridad a sitios determinados.	Montacargas	Mástil, base de gato, cadenas, horquillas, torres de carga, cilindro de inclinación, bomba hidráulica, cilindro central.

Fuente. Los autores

Tabla 2. Clasificación de sistemas de grupos vehiculares (Parte 3)

Sistema (Abreviación)	Definición	Grupo vehicular	Principales componentes
Motor (Mot.)	Es un gran componente mecánico sometido a la combustión térmica de un combustible. Es la fuente de propulsión de los vehículos.	Chevrolet	Bloque de cilindros, eje de levas, culata, bielas, cigüeñal, cojinetes, anillos compresión, volante de inercia.
		International	
		Montacargas	
Refrigeración (Ref.)	Es muy importante porque elimina calor producido en el motor y procura mantener un rango de temperatura ideal para que los lubricantes no pierdan sus características.	Chevrolet	Radiador, bomba de agua, ventilador, válvula IPR, termostato, radiador, aislamiento térmico, polea tensora de la bomba de agua, empaque enfriador.
		International	
		Montacargas	
Suspensión (Susp.)	Tiene como función primordial amortiguar las fuerzas causadas por la carga del vehículo y las irregularidades del terreno. Además ayuda a mantener la estabilidad del automotor.	Chevrolet	Llantas, rines, hojas de muelle, platina delanteras y traseras, barra estabilizadora, amortiguadores.
		International	
		Montacargas	Llantas, rines, bielas de suspensión.
Transmisión (Trans.)	Se encarga de transmitir el movimiento del motor a las ruedas del vehículo para que este pueda rodar.	Chevrolet	Cardán, rodamientos externos, guaya clutch, caja de cambios, housing, retenedor diferencial reyping, embrague, troque trasero y delantero, araña, yoke salida.
		International	
		Montacargas	

Fuente. Los autores

Los datos se clasificaron por sus respectivos sistemas, a continuación se muestra un ejemplo:

Tabla 3. Ejemplo clasificación de datos por sistemas

EQUIPO	FALLA	SISTEMA	FECHA
5631	CORONA Y SPEED 121822	Trans.	14/12/2019
6319	REP. TRANSMISIÓN CAMIÓN KODIAK	Trans.	03/12/2019
8167	MODULO ELECTRÓNICO	Ele.	09/01/2019
8166	VÁLVULA ANTI RETORNO Y SENSOR IPC	Alim.	21/02/2019
6320	VOLANTA MOTOR	Mot.	30/04/2019
6172	REPARACIÓN BOMBA DE AGUA	Ref.	14/05/2019
6786	REPARACIÓN DEL CAPOT Y PERSIANAS	ChyC.	28/02/2019
6900	SERV REPARACIÓN CAJA DIRECCIÓN	Dir.	12/07/2019
8463	SERV REPARACIÓN LLANTA VEH INTERNA	Susp.	30/09/2019
6319	REP. TRANSMISIÓN CAMIÓN KODIAK	Trans.	13/12/2019
8167	MODULO ELECTRÓNICO	Ele.	09/01/2019
6786	REPARACIÓN COMPRESOR	Fre.	25/02/2019

Fuente. Los autores

Del levantamiento de la información y su clasificación resultó que de los camiones repartidores 5596, 5753, 6385, 6900 y 6175, no se pudo obtener la información suficiente de sus fallas porque estos fueron trasladados a la planta de Montería desde Cartagena desde el año 2019. Por otra parte, los vehículos medianos desde el inicio del levantamiento no registraron fallas suficientes para un análisis. En la tabla 4, se presenta los vehículos a los cuales se les realizó el análisis estadístico, con su respectiva descripción; para conocer la imagen del tipo de los vehículos se pueden ver en el anexo A. Para la realización del estudio se dividió la información en Excel por vehículo y por cada sistema para encontrar la frecuencia de fallas y el tiempo transcurrido entre las mismas. Por ejemplo, la tabla 5, presenta la frecuencia de fallas y el tiempo entre estas (que se calcula haciendo la diferencia de la fecha de una falla con la fecha anterior a esta) del sistema de dirección del equipo 6892.

Tabla 4. Lista de vehículos a los que se les realizó el análisis estadístico

Grupo	N° Interno	Tipo de Vehículo
Chevrolet	5631	Camión Chevrolet Kodiak 1994
	5831	Camión Chevrolet Kodiak 1995
	6111	Camión Chevrolet Kodiak 1995
	6172	Camión Chevrolet Kodiak 1995
	6178	Camión Chevrolet Kodiak 1995
	6234	Camión Chevrolet Kodiak 1995
	6242	Camión Chevrolet Kodiak 1995
	6244	Camión Chevrolet Kodiak 1995
	6307	Camión Chevrolet Kodiak 1995
	6317	Camión Chevrolet Kodiak 1995
	6319	Camión Chevrolet Kodiak 1995
	6320	Camión Chevrolet Kodiak 1995
	6321	Camión Chevrolet Kodiak 1995
	6323	Camión Chevrolet Kodiak 1995
	6382	Camión Chevrolet Kodiak 1995
	6786	Camión Chevrolet Kodiak 1997
	6887	Camión Chevrolet Kodiak 1997
	6888	Camión Chevrolet Kodiak 1997
	6892	Camión Chevrolet Kodiak 1997
	6942	Camión Chevrolet Kodiak 1997
International	8615	Camión Chevrolet NPR 700P
	8165	Camión International 4300
	8166	Camión International 4300
	8167	Camión International 4300
	8168	Camión International 4300
	8463	Camión International 4300
	8466	Camión International 4300
5241	Camión International 4700	
Montacargas	405	Montacargas Toyota 8FG
	406	Montacargas Toyota 8FG
	440	Montacargas Toyota 8FG
	1069	Montacargas Toyota 8FG
	1070	Montacargas Toyota 8FG
	1071	Montacargas Toyota 8FG
	1203	Montacargas Toyota 8FG

Fuente. Los autores

Tabla 5. Fallas del sistema de dirección del equipo 6892

N° de falla	Descripción de reparación	Fecha	Equipo	Sistema	Tiempo entre fallas (días)
1	Serv. de arreglo de cremallera	17/01/2016	6892	Dirección	
2	Cambio de 1 barra corta de cambios	16/08/2016	6892	Dirección	212
3	Serv. de alineación de vehiculó	23/09/2016	6892	Dirección	38
4	Cambio de buje y asiento de cuna	12/01/2017	6892	Dirección	111
5	Serv. Taller alineación	10/04/2017	6892	Dirección	88
6	Reparación de dirección	07/10/2017	6892	Dirección	180
7	Cambio de balinera volante	14/11/2017	6892	Dirección	38
8	Serv. de alineación	11/12/2017	6892	Dirección	27
	Cambio de cremallera de volante				
9	Alineación vehiculó para revisión	23/03/2018	6892	Dirección	102
10	Cambio tapa guardapolvo splinder	06/07/2018	6892	Dirección	105
11	Balinera superior caña dirección	08/10/2018	6892	Dirección	94
12	Serv. acoplado manguera hidráulica	22/12/2018	6892	Dirección	75
13	Serv. de cambio de bujes dirección	07/01/2020	6892	Dirección	381
14	Cambio cremallera dirección	11/02/2020	6892	Dirección	35
	Cambio 2da terminal dirección				

Fuente. Los autores

Teniendo como base las consideraciones previas se diseñaron los siguientes componentes del análisis estadístico.

7.2.2. Primer componente: histogramas de frecuencias

Los histogramas son una forma de representación gráfica de una distribución de frecuencia que consiste en representar la frecuencia (absoluta, relativa, o acumuladas) por medio de un área de rectángulos (Llinas & Rojas, 2009, p.25). Estos nos permiten observar de una manera gráfica y ordenada la representación de datos para comprenderlos y estudiarlos con mayor facilidad. Antes de la realización del histograma de frecuencia por periodos de tiempo de cuatro meses en cada año desde 1/1/2016 hasta el 15/8/2020, se puede mirar un estudio de los equipos que más presentaron fallas por medio de tablas de frecuencia de fallas por equipo:

➤ **Tablas de frecuencias de fallas por equipo**

Tiene el propósito de hacer una representación de la cantidad de fallas totales por los sistemas en los equipos que se muestran en las respectivas tablas. El estudio de las fallas por los sistemas se realizó en el análisis de Pareto (ver sección 7.2.3). A continuación se muestra las tablas 6, 7 y 8 de la frecuencia de falla de cada grupo de vehículos; en la última columna se presenta una barra horizontal roja, entre más grande es la barra mayor fue la frecuencia de fallas en el equipo.

Tabla 6. Frecuencia de fallas totales grupo Internacional

Sistema/Equipo	Alim.	ChyC.	Dir.	Eléc.	Fre.	Lub.	Mot.	Ref.	Susp.	Trans.	Total-Equipo
E-8165	8	15	7	19	6	4	3	3	3	8	76
E-8166	5	16	4	10	11	4	4	6	4	5	69
E-8167	6	19	14	17	7	7	6	6	9	7	98
E-8168	6	19	6	21	21	4	3	6	5	9	100
E-8463	7	14	6	15	10	3	4	5	7	4	75
E-8466	7	12	7	11	13	4	3	4	5	5	71
E-5241	4	14	4	16	7	7	5	5	17	12	91
Total-Sistema	43	109	48	109	75	33	28	35	50	50	580

Fuente. Los autores

Tabla 7. Frecuencia de fallas totales grupo Montacargas

Sistema/Equipo	Alim.	ChyC.	Dir.	Elec.	M.M.	Fre.	Hid.	Lub.	Mot.	Ref.	Susp.	Trans.	Total Equipo
E-405	13	21	7	21	4	8	17	16	19	16	18	33	193
E-406	13	19	5	25	6	7	23	9	20	12	15	25	179
E-440	19	16	4	25	7	6	24	5	5	16	15	24	166
E-1069	16	14	5	18	9	4	16	13	10	8	7	23	143
E-1070	16	13	5	29	4	3	30	11	12	13	14	23	173
E-1071	15	13	5	24	12	4	34	9	10	15	10	21	172
E-1203	12	5	5	13	5	4	9	7	11	9	4	16	100
Total sistema	104	101	36	155	47	36	153	70	87	89	83	165	1126

Fuente. Los autores

Tabla 8. Frecuencia de fallas totales grupo Chevrolet

Sistema/Equipo	Alim.	ChyCa.	Dir.	Eléc.	Fren.	Lub.	Mot.	Ref.	Susp.	Trans.	Total equipo
E-8615	4	13	11	19	12	6	3	3	9	12	92
E-5631	18	25	9	19	24	12	4	8	27	35	181
E-5831	8	19	12	24	20	9	16	10	23	26	167
E-6111	6	15	6	18	16	4	6	5	20	10	106
E-6172	9	11	7	15	15	4	4	6	23	16	110
E-6178	4	14	4	15	15	6	5	5	15	10	93
E-6234	17	31	11	27	27	6	5	4	24	27	179
E-6242	15	20	6	22	20	4	14	7	17	13	138
E-6244	8	16	9	21	7	3	7	5	10	10	96
E-6307	10	14	8	14	13	4	10	7	12	17	109
E-6317	12	20	10	21	21	6	9	9	22	24	154
E-6319	9	21	15	28	19	4	11	9	17	19	152
E-6320	7	15	7	21	13	4	6	4	13	15	105
E-6321	8	21	10	22	19	4	7	6	15	21	133
E-6323	8	14	10	13	13	5	4	5	9	13	94
E-6382	21	17	12	17	19	8	9	7	8	13	131
E-6786	10	10	7	8	6	5	11	5	9	6	77
E-6887	16	12	9	14	19	6	6	5	16	14	117
E-6888	10	18	6	21	14	4	6	6	17	28	130
E-6892	12	15	14	14	22	5	10	12	21	15	140
E-6942	9	19	6	19	16	5	5	6	16	28	129
Total sistema	221	360	189	392	350	114	158	134	343	372	2633

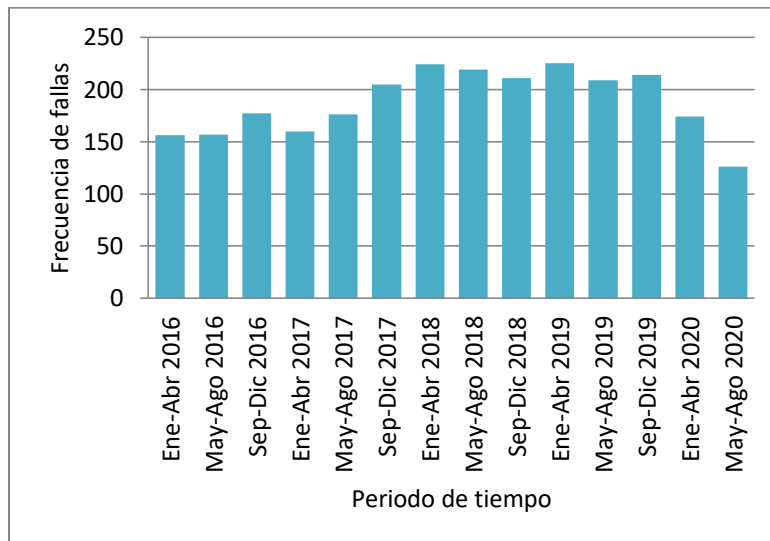
Fuente. Los autores

Resultados: Las tablas 6,7 y 8 muestran que en los camiones Chevrolet los que obtuvieron más fallas fueron los equipos 5631, 6234, 5831 y 6319; los de mejor resultado son 6244, 8615, 6323 y 6786. Por otro lado, en los camiones Internacional el menor desempeño es presentado por los equipos 8168, y 8167; los que menos presentaron inconvenientes son 8466 y 8166. Por último, en el grupo de montacargas las de mayores frecuencias de averías fueron 405 y 406; los equipos 1069 y 1203 presentaron menos fallas. Es importante decir, que los camiones repartidores enviados a las zonas más lejanas de reparto y de carreteras destapadas son los que sufrieron más averías. La montacargas 1203 presentó menos inconvenientes porque tiene menor carga de operación por ser utilizada en la mayoría de tiempo en el área de almacén.

➤ **Histogramas de frecuencias de fallas por sistemas en el transcurso del tiempo**

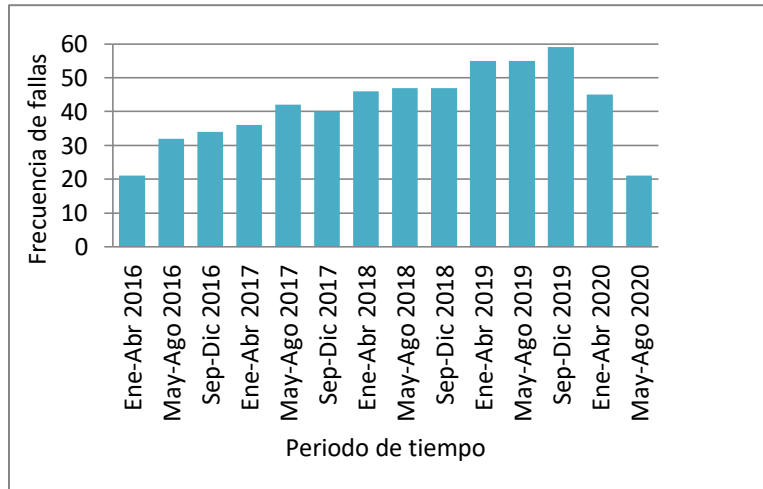
Estos histogramas nos permiten observar la evolución de la frecuencia de las fallas de los sistemas de los vehículos en el transcurso en el tiempo. Tienen el propósito de mostrar si el Sistema de Gestión de Mantenimiento de Taller Vehículos ha logrado reducir o controlar las averías durante el periodo del tiempo del análisis. Los distintos períodos de tiempo de cada año se clasificaron de la siguiente manera: (primer período: enero a abril; segundo período: mayo a agosto; tercer período: septiembre a diciembre). Las tablas de los anexos B muestran la cantidad de fallas por cada grupo de sistemas para cada período. A continuación los respectivos histogramas (gráficas 1, 2 y 3):

Gráfica 1. Histograma de frecuencia de falla (1/1/2016-15/8/2020). Grupo Chevrolet



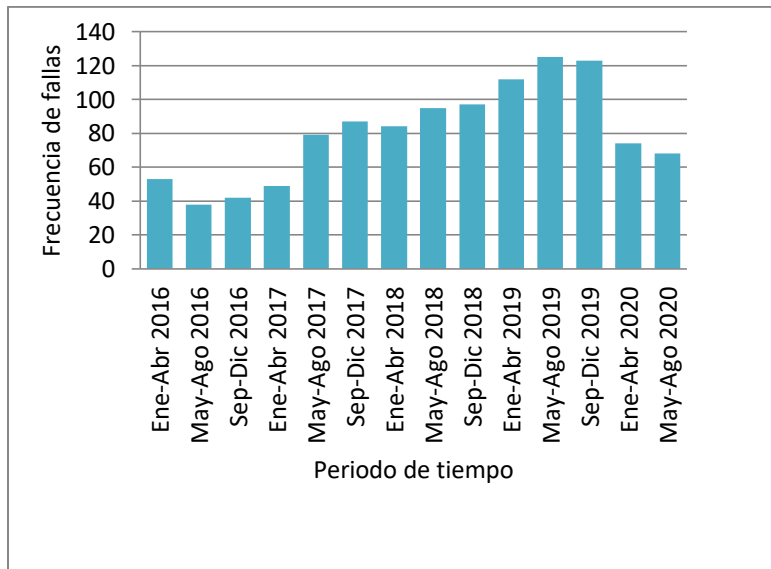
Fuente. Los autores

Gráfica 2. Histograma de frecuencia de falla (1/1/2016-15/8/2020). Grupo International



Fuente. Los autores

Gráfica 3. Histograma de frecuencia de falla (1/1/2016-15/8/2020). Grupo Montacargas



Fuente. Los autores

Resultados: En los dos últimos períodos en todos los histogramas se observa una menor frecuencia de fallas esto se debió a que los vehículos disminuyeron la carga operacional debido a la afectación a la economía a las empresas por el Covid 19. Al analizar los tres histogramas anteriores de forma conjunta se puede decir, que aunque el grupo de vehículos Chevrolet

presentó zonas de estabilización de fallas (enero 2018 a diciembre de 2019), el Sistema de Gestión de Mantenimiento de Taller Vehículo no ha logrado reducir o controlar la tasa de fallos de los vehículos. Es importante advertir que los equipos de maquinaria de vehículos tienden a aumentar la tasa de fallas debido el envejecimiento de las máquinas.

7.2.3. Segundo componente: análisis de Pareto

El diagrama de Pareto es una de las herramientas más utilizadas en el mundo del mantenimiento y otros campos como lo es: el comercio, los deportes, la medicina etc. Este principio permite la utilidad de una representación gráfica o tabular, la cual, identifica en una forma decreciente los aspectos que se presentan con mayor frecuencia o que tienen una ponderación o incidencia mayor. Aplicando el análisis de Pareto se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia, mediante la aplicación del principio pocos vitales, muchos triviales (Barrás, 2013,p.141).

Para la realización de los diagramas de Pareto se realizó el siguiente procedimiento:

a. Objetivo del análisis: Conocer cuáles son los sistemas que producen la mayor carga de frecuencia de fallas para prestar mejor atención de estos para su mejoramiento. **En el análisis se optó por conocer qué tipo de fallas producen el 40% de las detenciones** para posteriormente enfocarse en la reducción de averías de estos sistemas.

b. Clasificación de categorías: se clasificaron los tres tipos de vehículos (Chevrolet, International y montacargas) el tipo de fallas por los sistemas previamente clasificados (alimentación, motor, lubricación, frenos, etc.).

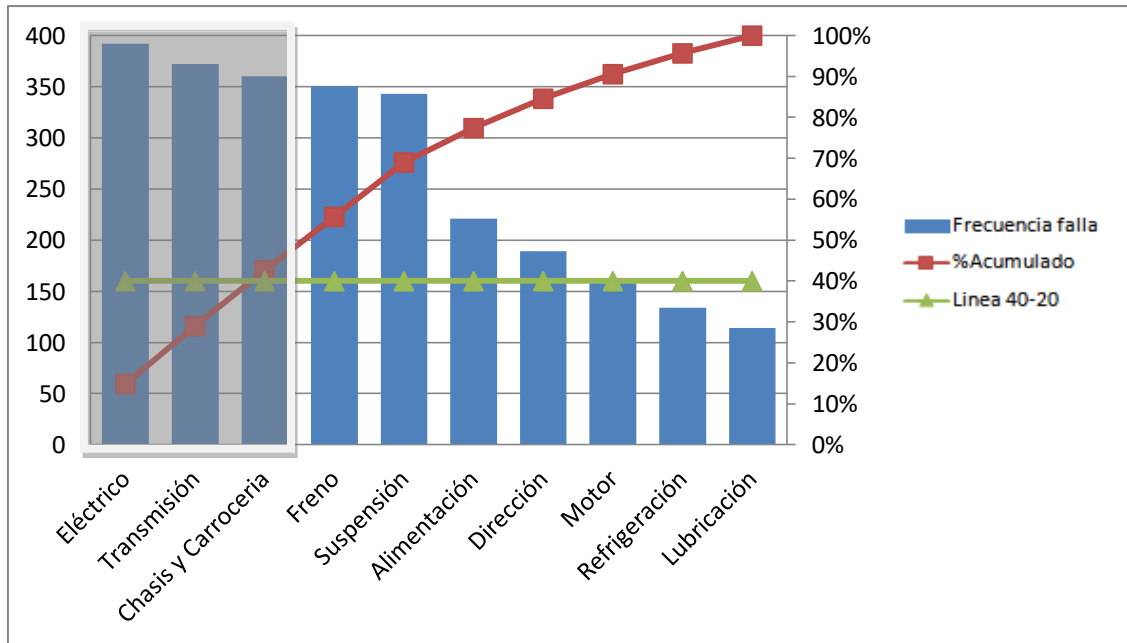
d. Ordenar de mayor a menor: Se jerarquizaron los sistemas de mayor a menor con base a la frecuencia de las fallas presentadas por estos.

e. Cálculos: con la frecuencia de falla de cada sistema se calculó su frecuencia acumulada, porcentaje y porcentaje acumulado (para mayor detalles ver tablas del anexo C).

f. Gráficas: En el eje X se colocaron los tipos de sistemas de los equipos, en el eje Y de la parte derecha la frecuencia de fallas y en el Y de la izquierda se gráfica el porcentaje acumulado.

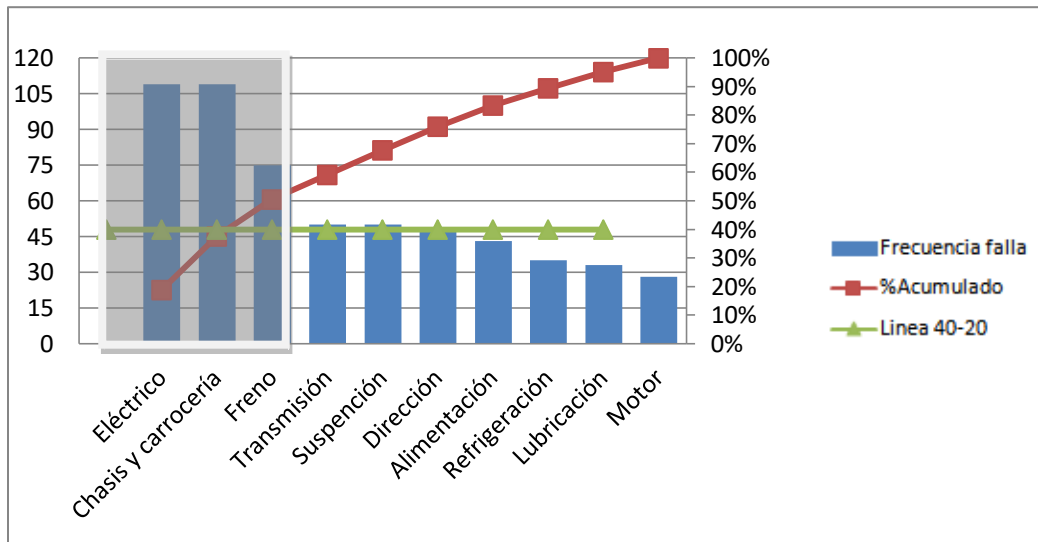
A continuación se presenta los diagramas de Pareto para cada grupo de vehículos en las gráficas 4,5 y 6.

Gráfica 4. Diagrama de Pareto de frecuencia de fallas. Grupo Chevrolet



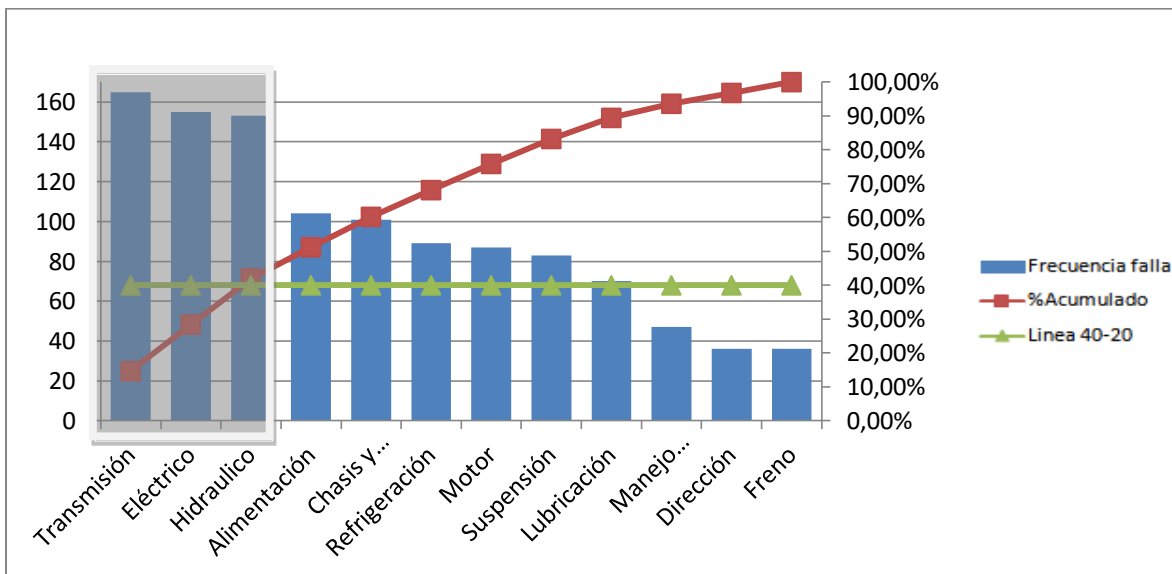
Fuente. Los autores

Gráfica 5. Diagrama de Pareto de frecuencia de fallas. Grupo Internacional



Fuente. Los autores

Gráfica 6. Diagrama de Pareto de frecuencias. Grupo Montacargas



Fuente. Los autores

Resultados: Las zonas sombreadas en los diagramas representan los sistemas con más frecuencias de fallas. En el grupo Chevrolet los sistemas que representan el 40% son los siguientes: eléctrico (14,8%), transmisión (14,1%), chasis y carrocería (13,7%); para el grupo

International: eléctrico (18,8%), chasis y carrocería (18,8%), y frenos (12,9%)); finalmente, en el de Montacargas: transmisión (14,7%), eléctrico (13,8%) e hidráulico (13,6%).

7.2.4. Tercer componente: análisis Weibull

Las máquinas y sus componentes fallan de forma inevitable a lo largo del tiempo, por esta razón, es necesario conocer que tan confiables son estas cuando operan. La **confiabilidad** se puede definir cómo: “la probabilidad de que un sistema logre su función, en sus condiciones de uso, durante un intervalo de tiempo de dado” (Pascual, 2005,p.2). Existen varios modelos de confiabilidad, entre los mas usados estan: el exponencial, normal, binomial , Poisson y Weibull. El modelo Weibull fue el que se seleccionó para el analisis de confiabilidad de los equipos de Taller Vehiculos porque ofrece varias ventajas como: a) su flexibilidad, b) en casos donde hay un poco tamaño de la muestra converger a datos precisos. El modelo de Weibull se puede estudiar con dos parámetros o con tres. En nuestro caso se estudiara con tres. El modelo esta establecido de la siguiente manera (Pascual, 2005, p.128):

$$\text{Confiabilidad o fiabilidad } R(t): \quad R(t) = \begin{cases} e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} & t > 1 \\ 1 & - \end{cases} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Con la ecuación 1 se encuentra la desconfiabilidad $F(t)$,que es la probabilidad que un equipo o sistema falle.

$$\text{Desconfiabilidad } F(t): \quad F(t) = 1 - R(t) \quad (\text{Ecuación 2})$$

➤ **Parámetros de distribución Weibull**

Según Jardine (2013, p.233-234) los parámetros de Weibull se pueden describir de la siguiente forma:

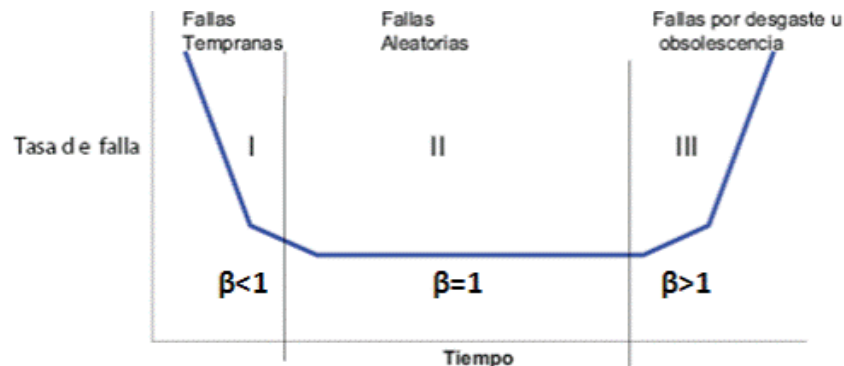
Parámetro de escala (η): Influye en el periodo de tiempo en los cuales se presentan fallos en el sistema. Cuanto sea mayor se η , mayor será el intervalo de tiempo en que se producirán los fallos. Su unidad de medida puede ser en unidades de tiempo, longitud, velocidad etc.

Parámetro de forma (β): Determina la forma de la distribución respecto al tiempo. Coincide con la pendiente de la recta y da una idea de la dispersión de la muestra. Si $\beta < 1$ la tasa de fallos disminuye; cuando $\beta = 1$, no hay variación; si $\beta > 1$, entonces las fallas se incrementan con el paso del tiempo. Su unidad es adimensional.

Parámetro de localización (γ): Indica el tiempo inicial en el cual empieza el periodo de fallos. Su unidad de medida es igual a la del parámetro de escala.

Adicionalmente a la forma en que Jardine (2013) explica los parámetros, otros autores complementan la definición del valor del parámetro de forma (β) con las zonas de la curva de la bañera (ver gráfica 7), como lo hace (Mora, 2009) de la siguiente manera: cuando $\beta < 1$, el parámetro se ubica en la fase de mortalidad infantil; si beta está en el rango cercano a 1 ($0.95 < \beta < 1.05$), se define una tasa de fallos aleatoria y constante, que define la fase dos o madurez; luego de que beta toma valores mayores que el rango cercano de 1 ($\beta > 1.05$), se ubica en la fase número tres de desgaste.

Gráfica 7. Comparación curva de la bañera con parámetro beta de la distribución de Weibull



Fuente: https://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/public/journals/1/html_v8n4/1390-6542-enfoqueute-8-04-00001-gf9.gif

7.2.4.1. Método de estimación de parámetros Weibull

Los métodos más utilizados para estimar los parámetros Weibull son los gráficos, porque estos ofrecen la ventaja de cálculos fácilmente medibles. Estos cálculos se pueden utilizar utilizando programas capaces de realizar regresiones lineales como lo hace Excel. Los pasos siguientes serán acompañados con el ejemplo del procedimiento de cálculo de confiabilidad del sistema de dirección del equipo Chevrolet 6892.

Parte 1: Hacer una distribución de fallos respecto al tiempo para encontrar el parámetro

Y: Al realizar los métodos gráficos siempre se aconseja hacer una representación de la distribución de fallos $F(t)$ respecto al tiempo (t) . Jardine (2013, p.238), describe los pasos para hacer la representación grafica.

a. Clasificar el tiempo $(t(i))$ de cada muestra de menor a mayor (ver tabla 9).

Los tiempos entre fallas son tomados de la tabla 5, a su lado se hace la ordenación de los tiempos de menor a mayor:

Tabla 9. Tiempos entre fallas ordenados del sistema de dirección del equipo 6892

Tiempo entre fallas (días)	Tiempos entre fallas ordenados (t_i)
212	27
38	35
111	38
88	38
180	75
38	88
27	94
102	102
105	105
94	111
75	180
381	212
35	381

Fuente. Los autores

b. Determinar los valores de probabilidad acumulada de fallo con la formula:

$$F(i) = \frac{i-0,3}{n+0,4} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde i , es el numero de orden de fallo y n es el tamaño de la muestra. En es este caso i se asigna desde el tiempo entre de falla más pequeño y hasta el tiempo entre fallas mas grande, y n es la cantidad total de tiempo entre fallos, así $n=13$. Para el orden de fallo $i=1$, la ecuación 3 será:

$$F(i) = \frac{1 - 0,3}{13 + 0,4} = 0,05224$$

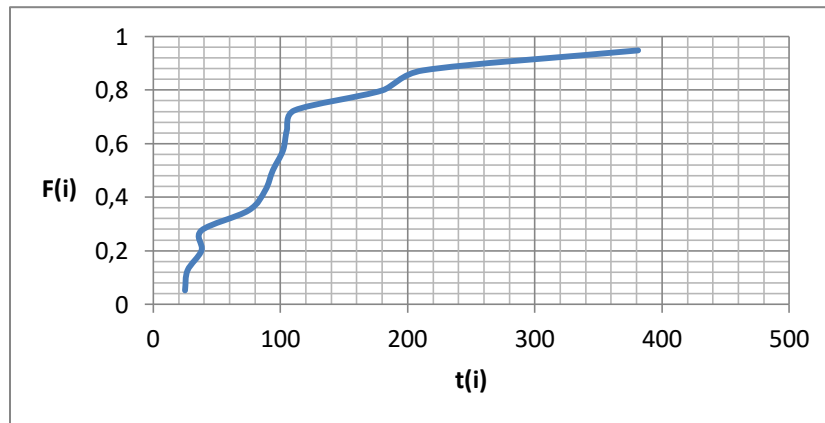
Los resultados de los demás valores de la probabilidad acumulada de fallo se pueden apreciar en la columna tercera de la tabla 10. En la gráfica 8, el eje de las abscisas representa los tiempos entre fallos $t(i)$ y el de las ordenadas el valor de $F(i)$

Tabla 10. Valores probabilidad acumulada de fallo de sistema de dirección del equipo 6892

Tiempos entre fallas ordenados (ti) (días)	Número orden de fallo(i)	Probabilidad acumulado de fallo (F(i))
27	1	0,05224
35	2	0,12687
38	3	0,20149
38	4	0,27612
75	5	0,35075
88	6	0,42537
94	7	0,50000
102	8	0,57463
105	9	0,64925
111	10	0,72388
180	11	0,79851
212	12	0,87313
381	13	0,94776

Fuente. Los autores

Gráfica 8. Curva distribución de fallos F(i) vs t(i)

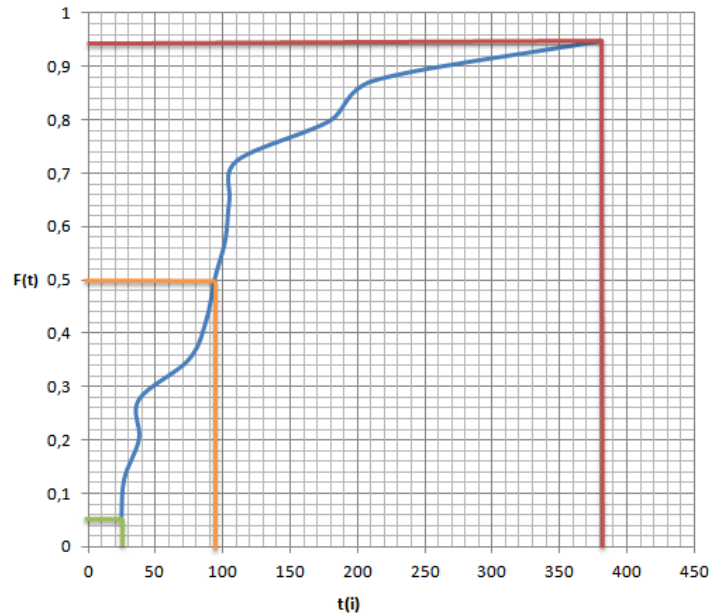


Fuente. Los autores

Al observar la curva es posible que se obtenga una línea recta, en este caso $\gamma=0$. En el caso que se observe una curva, entonces $\gamma \neq 0$ (como en el ejemplo presente); si es así, entonces es necesario realizar el siguiente procedimiento para encontrar el valor de γ , como lo hace Jardine (2013, p.244-245):

1. Se trazan tres rectas horizontales sobre la gráfica. La primera debe interceptar la curva por el tiempo de falla más pequeño, la segunda por el tiempo de falla más grande, y la última que pase por punto medio de las dos anteriores.
 2. Encontrar los tiempos de fallo que corresponden a los puntos de corte de estas tres líneas, trazando líneas verticales. El orden establecido con relación al punto 1, se establece de la forma correspondiente: la intersección de la recta menor como t_1 , la de la recta mayor será t_3 , y la recta intermedia como t_2 . Para el caso del ejemplo los tiempos son: $t_1=25$ días, $t_3=381$ días, $t_2= 93$ días.
- La gráfica 9 ilustra los pasos 1 y 2:

Gráfica 9. Curva de distribución de fallo con intercepciones



Fuente. Los autores

3. Se calcula γ con la siguiente ecuación:

$$\gamma = t_2 - \frac{(t_3 - t_2)(t_2 - t_1)}{(t_3 - t_2) - (t_2 - t_1)} \quad (\text{Ecuación 4})$$

De esta manera:
$$\gamma = 93 - \frac{(381 - 93)(93 - 25)}{(381 - 25) - (93 - 25)} = 3,982 \text{ días}$$

En los cálculos posteriores se sustituye $t(i)$ por $t(i) - \gamma$.

➤ **Parte 2. Aplicar el método gráfico logarítmico para encontrar β, η .**

Pascual (2005, p.148) enseña cómo hacer una relación lineal entre $F(t)$ y t , modificando la ecuación 1 con $\gamma=0$. Después se aplica logaritmo dos veces en ambos lados con lo cual se consigue una ecuación del tipo $y=ax+b$, mediante la cual encontramos los parámetros con una representación gráfica. El procedimiento tiene como fin establecer que en la gráfica se puedan establecer las siguientes escalas:

$$x = \ln t \quad (\text{Ecuación 5})$$

$$y = \ln \ln \left[\frac{1}{1 - F(t)} \right] \quad (\text{Ecuación 6})$$

Se inicia diciendo que cuando $\gamma=0$, la forma de la ecuación 1 y 2 se puede escribir como:

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta}$$

Manipulando la expresión se obtiene: $\ln \ln \left[\frac{1}{1-F(t)} \right] = \beta \ln t - \beta \ln \eta$

$$y = ax + b$$

De esta manera se establece: $y = \ln \ln \left[\frac{1}{1-F(t)} \right]$

$$a = \beta \text{ (Ecuación 7)}$$

$$b = \beta \ln \eta \text{ (Ecuación 8)}$$

Agregando los valores de $t_i - \gamma$, las columnas para los cálculos de la ecuación 5 y ecuación 6

a la tabla 10 se puede hacer una nueva tabla (11) con los valores en escala logarítmica:

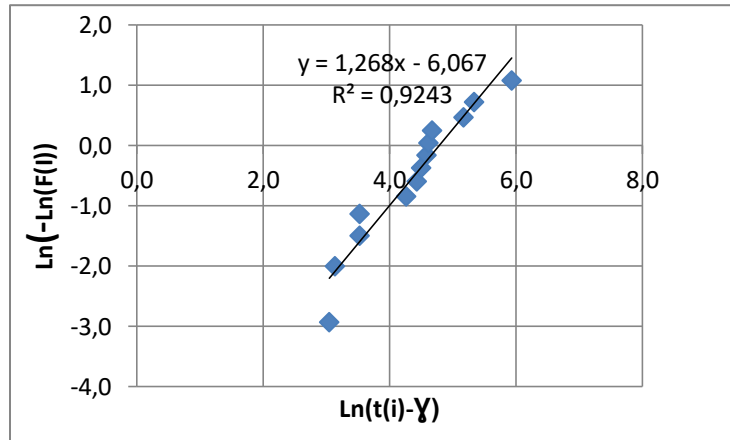
Tabla 11. Valores de probabilidad acumulado de fallo en escala logarítmica

Tiempos entre fallas ordenados (t(i))	Número orden de fallo(i)	Probabilidad acumulado de fallo (f(i))	t _i -γ	Ln(t(i)- γ)	Ln(-Ln(f(i)))
27	1	0,05224	21,01818	3,04539	-2,92522
35	2	0,12687	23,01818	3,13628	-1,99756
38	3	0,20149	34,01818	3,5269	-1,49161
38	4	0,27612	34,01818	3,5269	-1,1297
75	5	0,35075	71,01818	4,26294	-0,83949
88	6	0,42537	84,01818	4,43103	-0,59053
94	7	0,5	90,01818	4,50001	-0,36651
102	8	0,57463	98,01818	4,58515	-0,1569
105	9	0,64925	101,01818	4,6153	0,04659
111	10	0,72388	107,01818	4,673	0,25225
180	11	0,79851	176,01818	5,17059	0,47125
212	12	0,87313	208,01818	5,33763	0,72495
381	13	0,94776	377,01818	5,93229	1,08246

Fuente. Los autores

Graficando los valores de los resultados de las ecuaciones 5 y 6, y haciendo una regresión lineal con Excel se obtiene:

Gráfica 10. Regresión lineal en escala logarítmica



Fuente. Los autores

Aplicando las ecuaciones 7 y 8 se tiene que:

$$a = \beta \rightarrow a = 1,268 \quad \text{y} \quad b = \beta \ln \eta \rightarrow 6,067 = 1,268 \ln \eta \rightarrow \eta = e^{\frac{6,067}{1,268}} = 119,665 \text{ dias}$$

Obteniendo los parámetros β, η , y η se puede estimar los valores de confiabilidad para un tiempo deseado con la ecuación 1. Si se quiere calcular la desconfiabilidad se utiliza la ecuación 2. En la tabla 12 se observan diferentes valores de $R(t)$ y $F(t)$ para varios días estimados; en la gráfica 11, se observan los cálculos de manera continua para un periodo de 100 días (NOTA: Los valores calculados de $R(t)$ y $F(t)$ son de forma fraccionaria desde 0 a 1, el porcentaje respectivo sería 0% y 100%).

Por otra parte, es importante decir que en la gráfica 10, se observa el valor r^2 , que es valor del coeficiente de determinación muestral, el cual evalúa el grado de asociación entre los puntos correspondientes de las variables X y Y ; se permite como aceptable un rango r^2 entre 0,90 y 1. Otro factor de importancia es el coeficiente de correlación (r), quien califica lo bien que el modelo se ajusta a la regresión lineal, se considera aceptable un valor entre 0,95 y 1 según Mora

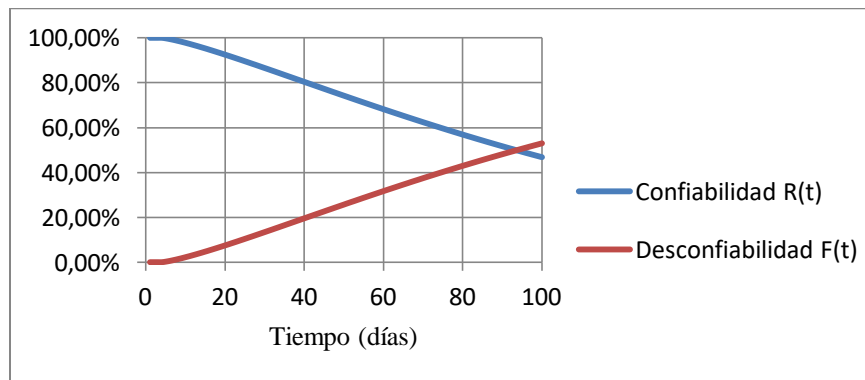
(2009, p.158-159). En nuestro ejemplo el valor de r^2 es 0,92 y el valor de r se calculó en Excel y es igual a 0,96, lo que está acorde con los parámetros.

Tabla 12. Diferentes valores de R(t) y F(t) del sistema de dirección del equipo 6892

Parámetros Weibull		
$\Upsilon = 3,98$ días	$\beta = 1,27$	$\eta = 119,67$ días
t estimado (día)	Confiabilidad R(t)	Desconfiabilidad F(t)
1	1	0
10	0,97768	0,02232
20	0,92488	0,07512
30	0,8655	0,1345
40	0,80398	0,19602
50	0,74255	0,25745
60	0,68252	0,31748
70	0,62475	0,37525
80	0,56977	0,43023
90	0,51791	0,48209
100	0,46935	0,53065

Fuente. Los autores

Gráfica 11. Diferentes valores de R(t) y F(t) del sistema de dirección del equipo 6892



Fuente. Los autores

Resultados: de la misma manera en que se calcularon los parámetros del ejemplo anterior con el mismo procedimiento se obtuvieron todos los parámetros Υ , η , y β de los sistemas de los tres grupos vehiculares (Ver anexo D); si se quiere conocer los valores de r y r^2 estos se encuentran

en el anexo E. En relación a lo visto, tomando solamente los valores de los parámetros beta (β) de las tablas D1, D2, D3 y D4 (ver anexos D) y formando tres nuevas tablas (13,14 y 15) se analizaron los valores con los conceptos de la sección 7.2.4, lo cual nos permite saber en qué etapa de la bañera se encuentran los sistema de los vehículos. Para la facilidad del estudio se clasificaron con tres colores: etapa I (color verde), etapa II (color amarillo) y etapa III (color rojo). A continuación se muestra cada tabla con su grupo y su respectivo análisis.

Tabla 13. Valor parámetros β . Grupo Chevrolet

Sistema	Alim.	ChyC.	Dir.	Ele.	Fre.	Lub.	Mot.	Ref.	Susp.	Trans.	Total etapas por sistemas
E-5631	0,99	1,25	0,80	1,02	1,62	1,60	1,41	1,30	1,23	1,19	
E-5831	1,82	1,10	1,82	1,34	0,87	2,01	0,92	1,30	1,28	1,01	
E-6786	1,45	0,97	0,84	1,68	1,45	2,61	0,92	1,45	1,36	1,44	
E-6234	1,69	1,54	1,29	1,27	1,88	1,65	0,92	0,85	1,84	1,76	
E-6317	0,72	1,04	0,72	1,36	1,20	1,75	1,48	1,08	0,80	1,02	
E-6319	1,45	1,36	1,62	1,20	1,09	1,07	1,38	1,40	2,84	0,92	
E-6321	0,78	0,93	0,77	1,64	1,04	1,29	0,73	0,78	0,76	0,92	
E-6172	1,51	0,61	1,68	1,46	1,66	3,19	1,35	0,92	1,49	1,66	
E-6242	1,31	1,83	0,90	1,45	1,06	3,86	0,80	0,58	1,20	1,43	
E-6382	1,30	1,01	1,80	2,03	1,30	1,42	1,35	0,97	1,03	1,14	
E-6887	0,86	0,77	0,72	0,76	1,08	1,62	2,59	2,61	2,02	1,47	
E-6888	1,52	1,28	1,29	1,31	1,38	2,07	1,00	1,52	1,07	1,52	
E-6892	0,69	1,63	1,27	0,92	1,00	1,26	0,96	0,89	2,03	1,38	
E-6942	1,37	1,44	3,07	1,71	1,45	2,62	1,29	2,47	0,74	1,72	
E-8615	2,40	1,19	0,73	1,28	0,92	1,52	2,41	3,44	1,71	0,76	
E-6111	1,74	0,86	2,02	1,19	1,51	1,28	0,59	1,75	1,79	1,89	
E-6178	1,63	1,06	1,84	1,19	1,10	0,90	1,56	0,88	1,48	0,69	
E-6307	0,81	0,81	0,71	1,25	0,81	1,51	1,01	2,34	1,43	1,41	
E-6320	1,51	0,76	0,96	1,44	1,33	1,27	1,15	2,67	1,11	1,00	
E-6323	1,99	0,96	0,69	1,06	1,50	1,18	1,68	1,39	1,02	1,03	
E-6244	1,31	1,20	1,08	1,56	1,19	2,68	1,81	1,81	1,79	0,91	
Promedio	1,37	1,12	1,27	1,34	1,26	1,83	1,30	1,54	1,43	1,25	
Etapa I	5,00	6,00	9,00	2,00	3,00	1,00	6,00	6,00	3,00	5,00	46,00
Etapa II	1,00	4,00	1,00	1,00	2,00	0,00	3,00	1,00	2,00	4,00	19,00
Etapa III	15,00	11,00	11,00	18,00	16,00	20,00	12,00	14,00	16,00	12,00	145,00

Fuente. Los autores

La mayor parte de todos los sistemas del Grupo Chevrolet están en la etapa III (envejecimiento) con un 69,05%. Seguidamente, la mayor frecuencia corresponde a la etapa I (21,90%), en esta

zona el sistema de dirección fue el que presento mayor frecuencia junto con los sistemas de chasis y carrocería, refrigeración y motor. La etapa II (aleatoriedad o estabilización) solo se represento en este grupo con un 9,05%.

Tabla 14. Parámetros β . Grupo Internacional

Sistema	Alim.	ChyC.	Dir.	Ele.	Fre.	Lub.	Mot.	Ref.	Susp.	Trans.	
E-8165	1,35	0,98	2,44	0,98	1,09	1,75	2,99	3,40	1,89	1,41	Total etapas por sistema
E-8166	3,53	2,79	2,81	3,16	0,59	1,90	2,31	1,36	1,20	2,88	
E-8167	2,40	1,40	0,91	1,03	1,58	2,47	1,29	1,25	1,09	1,04	
E-8168	1,34	1,34	1,13	1,72	1,22	1,99	2,55	1,17	1,17	1,34	
E-8463	1,02	1,29	1,91	1,34	2,08	2,07	3,34	3,27	1,65	3,82	
E-8466	1,87	1,55	2,46	1,76	0,82	2,61	1,91	1,96	1,14	1,18	
E-5241	1,46	1,26	1,38	1,46	1,56	1,42	1,52	1,70	1,29	0,87	
Promedio	1,85	1,51	1,86	1,63	1,28	2,03	2,27	2,02	1,35	1,79	
Etapa I	0,00	0,00	1,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	
Etapa II	1,00	1,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	5,00
Etapa III	6,00	6,00	6,00	5,00	5,00	7,00	7,00	7,00	7,00	5,00	61,00

Fuente. Los autores

En el Grupo Internacional, la mayor parte de los sistemas se encuentran en la etapa III (87,14%) donde todos los sistemas de lubricación, motor, refrigeración y suspensión están en esta zona. La etapa II representa un 7,14% y la I con 5,71%

Tabla 15. Parámetros β . Grupo de Montacargas

Sistema	Alim.	ChyC.	Dir.	Ele.	M.M	Fre.	Hid.	Lub.	Mot.	Ref.	Susp.	Trans.	
E-405	1,60	2,31	1,82	1,06	1,88	1,01	1,00	1,62	0,76	0,92	1,46	1,27	Total etapas por sistemas
E-406	1,24	1,38	1,42	1,41	2,23	1,40	1,06	1,47	0,97	0,95	1,18	1,52	
E-440	1,70	2,00	2,25	1,10	1,20	1,99	2,01	1,04	0,97	1,68	1,13	1,41	
E-1069	1,25	1,09	3,44	1,03	1,80	1,52	1,26	4,28	0,76	4,01	0,96	1,24	
E-1070	2,31	0,82	1,08	1,65	0,98	1,32	1,25	1,11	1,26	2,81	1,98	1,31	
E-1071	6,57	1,12	1,77	1,65	0,79	1,07	1,83	1,60	0,90	1,03	1,92	0,94	
E-1203	1,57	2,29	1,69	1,35	1,58	2,14	0,38	0,98	0,80	3,65	3,50	1,51	
Promedio	2,32	1,57	1,92	1,32	1,49	1,49	1,26	1,73	0,92	2,15	1,73	1,31	
Etapa I	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	4,00	1,00	0,00	1,00	
Etapa II	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	1,00	0,00	11,00
Etapa III	7,00	6,00	7,00	6,00	5,00	6,00	5,00	5,00	1,00	4,00	6,00	6,00	64,00

Fuente. Los autores

Al igual que en los dos grupos anteriores, el Grupo Montacargas presenta mayor parte de sus sistemas en la etapa III (76,19%), seguidamente de la etapa II (13,10%) y la etapa I (10,71). La mayoría de los equipos en el sistema motor presentan fallas de la etapa I.

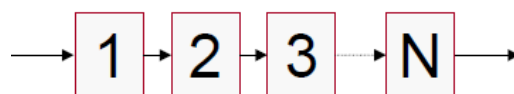
7.2.4.2. Confiabilidad total de los vehículos

Los vehículos están constituidos por varios sistemas que afectan en forma estructural la funcionalidad del equipo. Es esencial que se pueda calcular la confiabilidad total mediante un esquema estructural que puede ser de tipo:

a) en serie: desde el punto de vista de confiabilidad, es definido como aquel sistema en donde todos sus componentes deben operar para que el sistema en su totalidad opere. **b)** en paralelo: es definido como aquel sistema en donde todos sus componentes deben fallar para que el sistema en su totalidad no opere. (Yañez, 2004,p.253-254)

La clase de esquema escogido en el análisis es el del tipo en serie, puesto que, aunque desde el tipo de vista de construcción en los camiones y montacargas muchos elementos no tienen relación entre ellos, la falla de un elemento origina que se detenga la maquina en forma total para la reparación de este, por ejemplo, si se presenta averías en las luces, estas no están relacionadas con los neumáticos, pero para su reparación se debe detener el vehículo, lo que hace que también se detengan los neumáticos para que se pueda hacer la debida reparación. Yañez (2004,p.253) establece que la confiabilidad total de un sistema representado en un diagrama de bloques con N sistemas como en la imagen 16, se calcula con la ecuación 9:

Imagen 16. Diagrama de bloques de sistemas en serie



Fuente. Los autores

$$R(t)_{Total} = R(t)_{S1} * R(t)_{S2} * R(t)_{S3} \dots \dots R(t)_{SN} = \prod_{i=1}^N R(t)_i \quad (\text{Ecuación 9})$$

Después de la representación del funcionamiento de los sistemas en serie de los equipos, con la ecuación 9 se puede ejemplificar el cálculo de las confiabilidades totales de los camiones y los montacargas. Por ejemplo, la confiabilidad individual de los sistemas del equipo 6307 para el día catorce presentó los valores de la tabla 16.

Tabla 16. Valores de confiabilidad del equipo 6307 en el día 14

Sistema	Alim.	Chas.	Dir.	Ele.	Fren.	Lub.	Mot.	Ref.	Susp.	Trans.
R(14)	1	0,98107	0,95785	0,92918	1	0,9635	1	0,9965	0,99198	0,96832

Fuente. Los autores

Aplicamos la ecuación 9 para encontrar la confiabilidad total del vehículo:

$$R(14)_{Total} = 1 * 0,98107 * 0,95785 * 0,92918 * 1 * 0,96351 * 1 * 0,99649 * 0,99198 * 0,96832 = 0,80528$$

El camión 6307 en el día catorce posee una confiabilidad total del 81%. El cálculo anterior muestra que en un sistema en serie el producto total de las confiabilidades de sus componentes, es menor que la confiabilidad de cualquiera de sus componentes.

Resultados: en los anexos F se encuentran las graficas de las confiabilidades totales de los tres grupos de sistemas analizados. En los anexos G se pueden observar las confiabilidades promedios de todos los sistemas para todos los grupos.

7.2.4.3. Media, varianza y desviación estándar

Autores como Pascual (2009, p.142), en la distribución Weibull definen como una de las medidas de tendencia central a la media, que es igual el **tiempo medio entre fallos MTBF** (ver ecuación 10), por sus siglas en ingles, de un equipo o sistema. Por otra parte, para conocer la variación de los datos respecto a su media se utiliza **la varianza** (μ^2) (ver ecuación 11), a partir

de esta podemos calcular la **desviación estándar** (μ) (ver ecuación 12), que nos ayuda a entender la desviación de los datos de una manera más fácil que la ecuación 11.

$$MTBF = \Upsilon + \eta * \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \quad (\text{Ecuación 10})$$

$$\mu^2 = \eta^2 * \left[\Gamma\left(1 + \frac{2}{\beta}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \right] \quad (\text{Ecuación 11})$$

$$\mu = \sqrt{\eta^2 * \left[\Gamma\left(1 + \frac{2}{\beta}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \right]} \quad (\text{Ecuación 12})$$

La letra griega Γ representa a la función Gamma. Tomando los valores de los parámetros Weibull de la tabla 12 y con la ayuda de EXCEL, el valor del MTBF, la μ^2 y la μ para el sistema de dirección de dirección del equipo 6802 quedan establecidos así:

$$MTBF = \Upsilon + \eta * \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) = 3,98 \text{ días} + 119,67 \text{ días} * \Gamma\left(1 + \frac{1}{1,27}\right) = 115,08 \text{ días}$$

$$\mu^2 = \eta^2 * \left[\Gamma\left(1 + \frac{2}{\beta}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \right] = (119,67 \text{ días})^2 * \left[\Gamma\left(1 + \frac{2}{1,27}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{1,27}\right) \right] = 7785,03 \text{ días}^2$$

$$\mu = \sqrt{7785,03 \text{ días}^2} = 88,23 \text{ días}$$

Los demás valores de la media, la varianza y la desviación estándar de cada sistema se encuentran en los anexos H.

7.3. EJECUCIÓN DE ACCIONES CORRESPONDIENTES Y VERIFICACIÓN DE MEJORAMIENTO

Después de analizar los resultados del análisis estadístico junto al Jefe de Taller Vehículo se decide enfocarse en mejorar el desempeño de los vehículos, que según los resultados de la sección 7.2.4 , la mayoría de fallas corresponden a la etapa de desgaste, especialmente en los sistemas que representaron el 40% de las averías según el análisis de Pareto (sección 7.2.3). Para

la determinación de acciones correspondientes se procede a estudiar junto con los miembros del equipo de trabajo las causas raíz que originan las fallas de los equipos (ver imagen 17).

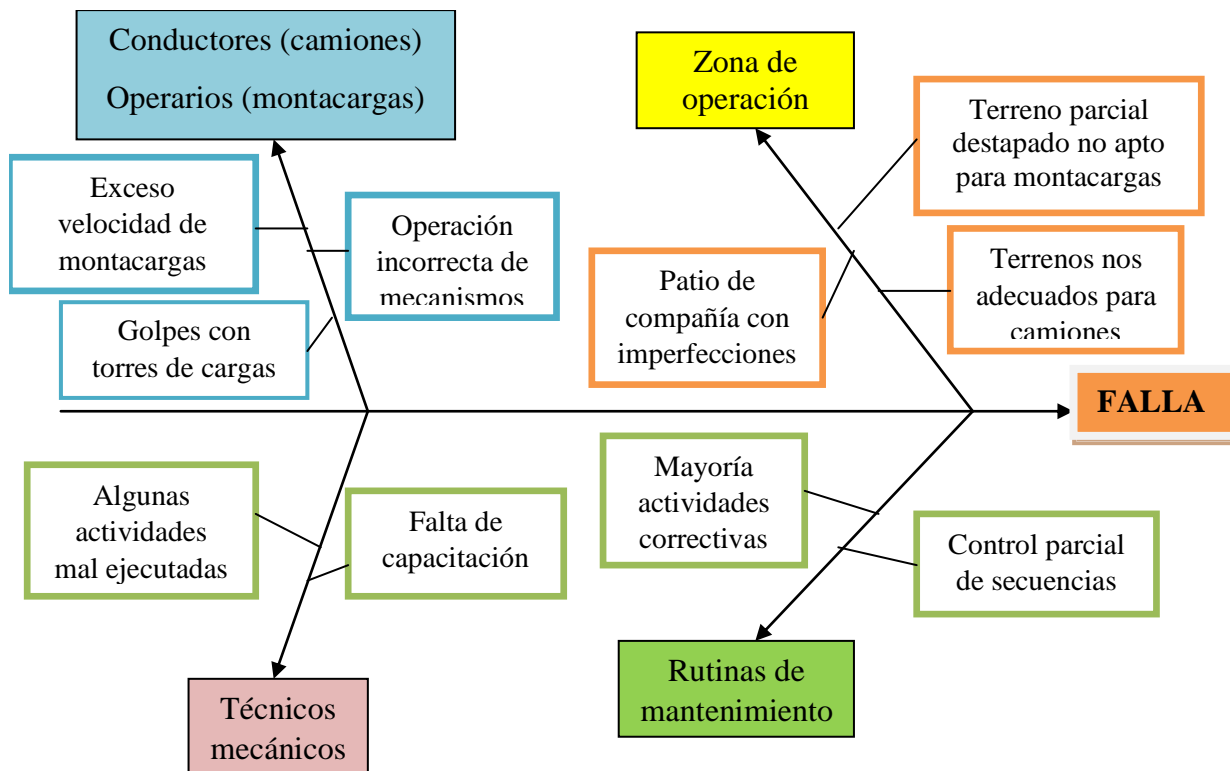
Imagen 17. Estudio de causa raíz de fallas con equipo de trabajo



Fuente. Los autores

Para la interpretación de la información de las causas se utilizó un diagrama de causa o efecto (o pescado) el cual tiene como función ubicar y esquematizar todas las causas potenciales que genera la falla o el defecto en el servicio de mantenimiento o de producción (Mora, 2009, p.314):

Imagen 18. Análisis causa raíz de fallas en vehiculos



Fuente. Los autores

Seguidamente se presenta la causa raíz y las acciones respectivas para su mejoramiento. Al final se describe los resultados de las acciones de mejora.

7.3.1 rutinas de mantenimiento

Al revisar la administración y la ejecución de las rutinas de mantenimiento se encontró que la mayoría de actividades eran del tipo correctivo, contrario a los resultados del análisis de la sección 7.2.4, que muestra que se debe enfocar a actividades del tipo preventivo o predictivo. Además la secuencia de algunas actividades no se llevaba a cabo por omisión o porque faltaban formatos que permitieran hacer el respectivo control. Por lo anterior, se establecieron las siguientes acciones:

➤ **Realización de un levantamiento de fallas de los vehículos**

Se inspeccionó en las dos primeras semanas del mes de septiembre de 2020 a los vehículos con el fin de encontrar los fallos presentes o potenciales (ejemplo: ver tabla 17).

Tabla 17. Ejemplo de resultado de levantamiento de vehículos

Equipo	Horómetro	Diagnóstico	Tipo Falla	Medida Coreectiva	Material
6892	316811	Limpia vidrios (plumillas y brazos)	Eléctrica	Diagnosticar	Serv
		Luces delanteras (bajas y altas)	Eléctrica	Diagnosticar	Serv
		Lámpara direccionales del averiadas	Eléctrica	Cambio material	1137742
		Fuga empaque turbo	Fuga	Cambio material	1028100
		Fuga retenedor trasero caja	Fuga	Cambio material	1130702
		Fuga aceite bomba y botella hidráulica	Fuga	Reparar	Propio
		Caucho y cruceta cardan	Mecánica	Cambio material	1156701 y 1130932
		Yoki cardan	Mecánica	Cambio material	1126650
8167	17389	Talcos luces reversa partido	Eléctrica	Cambio material	1027509
		Perillas	Mecánica	Cambio material	1157902
		Fuga aceite Gral. motor	Fuga	Diagnosticar	1446706
		Fuga caja dirección	Fuga	Reparar	Serv y rtos (1134488)
		Fuga aceite por compresor	Fuga	Diagnosticar	Serv
		Caucho y cruceta cardan	Mecánica	Cambio material	1156701 y 1130932
6715	373111	Fuga retenedor trasero caja	Fuga	Cambio material	1130702
		Fuga retenedor transmisión(reypin)	Fuga	Cambio material	1148196
		Accesorios puerta (vidrio, manijas, chapas)	Carrocería	Reparar	Serv
		Fuga acpm Gral. motor	Fuga	Diagnosticar	Serv

Fuente. Archivos internos de Gaseosas de Córdoba S.A.S.

Lo anterior permitió descubrir los servicios y repuestos necesarios para las acciones de manteniendo en tiempos oportunos de operación de la compañía.

➤ **Realización de control a sistemas con más averías con nuevos formatos**

Según los resultados de los anexos D, se quiso saber la confiabilidad promedio de los diferentes grupos de sistemas y se elaboraron graficas que permiten ver estos valores (ver anexos G); consultando al Jefe de Taller Vehículo se estableció como porcentaje de confiabilidad los siguientes valores mínimos aceptables de los sistemas de los vehículos (ver tabla 18) según las condiciones exteriores de operación de vehículos y las condiciones del área de Taller dentro de la compañía:

Tabla 18. Valores mínimos aceptados de confiabilidad para los grupos vehiculares

Sistema	Chevrolet		International		Montacargas	
	R(t) mínimo	Día	R(t) mínimo	Día	R(t) mínimo	Día
Alim.	75,00%	54	80%	61	75%	36
ChyC.	70,00%	43	75%	52	75%	62
Dir.	85,00%	39	85%	77	85%	79
Ele.	70,00%	45	70%	50	75%	31
Fre.	85,00%	31	85%	38	85%	77
Hid.					70%	37
Lub.	85,00%	72	87%	99	75%	50
M.M.					80%	54
Mot.	85,00%	48	88%	100	85%	38
Ref.	85,00%	50	85%	80	80%	31
Susp.	80,00%	36	80%	49	80%	37
Trans.	75,00%	37	75%	77	75%	31

Fuente. Los autores

Los números de días correspondientes a los porcentajes indican el tiempo máximo de operación del sistema sin que al menos se realice un chequeo de su funcionamiento y el estado de sus componentes. Los valores en rojo de la tabla indican los sistemas en que se enfocó para la

reducción de fallas, según el análisis de Pareto; para el mejoramiento de estos se realizó un control de monitoreo que permitió detectar y diagnosticar problemas en un tiempo conveniente según el análisis estadístico. A continuación se presenta uno de los formatos de inspección para los vehículos Chevrolet (imagen 19); los de International y de montacargas se encuentran en el anexo I. Por facilidad de inspección estos controles fueron establecidos durante los dos primeros días de los tres últimos meses del año 2020 (cada 30 días que es un valor ideal según la tabla 18).

Imagen 19. Formato inspección a sistemas con mas averías del grupo Chevrolet

CONTROL DE INSPECCIÓN DE SISTEMA CON MAS AVERÍAS GRUPO CHEVROLET					
Fecha	2-1-20	V	OK	Requiere corrección	Postobón S.A.
N° Interno	5741	X		Corregido	
Horometro kilometraje	1322				
	ACTIVIDAD	V	X	O	Observaciones
Eléctrico	Funcionamiento luces interiores	✓	X		Luz cabina derecha
	Funcionamiento pito	✓			
	Lecturas códigos motor (ECM)	✓			
	Lecturas Códigos Sistema Eléctrico (ESC)	✓			
	Funcionamiento tablero instrumentos y testigos	✓	X		Luz nivel 1
	Revisión de luces de carrocería	✓			
	Revisión de luces de conjunto	✓			
	Revisión de luces exteriores de cabina	✓		C	Brasos cambiados
	Revisión de cuchillas y brazos limpiacristales	✓			
	Revisar estado de motor de arranque	✓			(12,1V) (14,2)
Transmisión	Limpieza, medir y registrar voltaje de baterías	✓			
	Revisión operación del alternador y registrar	✓			
	Revisar estado de motor de arranque	✓		C	recargado
	Revisión nivel de aceite de transmisión	✓			
	Revisión nivel de aceite de diferencial	✓			
	Graduación de embrague	✓			
	Revisión de ruidos extraños	✓			
	Verificar fugas aceite por diferencial, ejes y retenedores	✓			Fuga diferencial
	Verificar funcionamiento bajo diferencial	✓			
	Verificar estado barra mecanismo de cambios	✓			
Chasis y carrocería	Verificar estado de respiraderos y tapones	✓	X		Requiere cambio
	Verificar estado de crucetas	✓			
	Revisar estado vidrios y espejos	✓			
	Verificar adhesivos de placas y logos	✓			
	Verificar estado de capot, bujes, amortiguador	✓			
	Funcionamiento de chapas puertas y correcto	✓	X		Puerta derecha
	Verificar ajuste grasas de carrocería a chasis	✓			
	Revisión estructura ante golpes u otros daños	✓			
	Revisar manijas y accesorios	✓			
	Cadenas y reparar según condición	✓			

TECNICO: *Daniela Contreras*
 APROBADO POR: *Mario Mejía R*

Fuente. Los autores

➤ **Control cambio de filtro de aire primario y baterías**

Los filtros primarios de aire en los camiones y las baterías en estos, y en las montacargas no tenían un control de tiempo de uso. Razón por la cual, en Excel se realizó un control de tiempo de uso promedio que permitiera estar alerta para la inspección y/o cambio de estos elementos; en

los filtros el tiempo promedio de duración es 2 meses (ver tabla 19) y las baterías para los camiones es de 18 meses y en las montacargas de 14 (ver tablas 20 y 21).

Tabla 19. Muestra de control de inspección de filtro de aire primario de camiones

CONTROL DE INSPECCIÓN FILTRO PRIMARIO CAMIONES				
N° Interno	Periodo instalación	Fecha máx de revisión o cambio	Días transcurridos	Situación
5596	19/11/2020	18/01/2021	58	OK
5753	21/10/2020	20/12/2020	54	OK
5631	22/11/2020	21/01/2021	55	OK
5831	10/12/2020	08/02/2021	37	OK
6111	16/12/2020	14/02/2021	31	OK
6172	09/11/2020	08/01/2021	68	ALERTA
6178	24/12/2020	22/02/2021	23	OK
6234	06/11/2020	05/01/2021	71	ALERTA

Fuente. Los autores

Tabla 20. Control tiempo de uso de baterías de montacargas

EQUIPO	Fecha Sol	solped	Fecha Inst	fecha de retiro	Fecha Garantia	Tiempo de servicio (meses)
1203	2020-07-16	5067186451	25/07/2020	2021-09-21	2021-07-16	5,0
1070	2020-07-16	5067186451	22/07/2020	2021-09-18	2021-07-16	5,0
405	2020-07-16	5067186451	28/08/2020	2021-10-25	2021-07-16	4,0
406	2020-10-14	5067279039	15/11/2020	2022-01-12	2021-10-14	2,0
440	2020-10-14	5067279039	31/10/2020	2021-12-28	2021-10-14	2,0
1069	2020-12-05	5067336266	08/12/2020	2022-02-04	2021-12-05	1,0
1071	2020-12-06	5067336266	11/12/2020	2022-02-07	2021-12-06	1,0

Fuente. Los autores

Tabla 21. Muestra de control tiempo de uso de baterías de camiones

N°	N° INTERNO	FECHA INSTALACIÓN	FECHA CAMBIO	TIEMPO USO BATERIA (MES)
1	5631-10-K	04/08/2019	01/02/2021	13,41
2	5831-10-K	17/04/2019	15/10/2020	17,00
3	6111-8-K	02/03/2019	30/08/2020	18,51
4	6172-8-K	07/06/2019	05/12/2020	15,32
5	6178-8-K	09/12/2019	08/06/2021	9,24
6	6234-10-K	13/06/2019	11/12/2020	15,12
7	6242-10-K	04/02/2019	04/08/2020	19,36
8	6244-10-K	08/11/2019	08/05/2021	10,26
9	6307-10-K	12/05/2019	09/11/2020	16,18
10	6317-10-K	03/09/2020	04/03/2022	0,39
11	6319-10-K	08/02/2019	08/08/2020	19,23
12	6320-8-K	30/09/2019	30/03/2021	11,54
13	6321-10-K	26/12/2019	25/06/2021	8,68

Fuente. Los autores

➤ **Rutinas de mantenimiento en forma sistemática**

Según los resultados de la sección 7.2.4. la mayoría de los sistemas de los vehículos se encuentran en la etapa III o de desgaste en la curva de la bañera por lo cual las actividades de mantenimiento deben de fortalecerse en las del tipo preventivo o predictivo. Por esta razón, junto al Jefe de Taller de vehículos se organizo con base a los documentos existentes rutinas sistemáticas para mantenimiento de los camiones y montacargas, dividido en varias etapas según el horómetro o el odómetro de los vehículos. En la imagen 20, se muestra el formato de la segunda etapa de mantenimiento de los camiones, los demás formatos de mantenimiento se encuentran en el anexo J.

Imagen 20. Segunda etapa de rutinas de mantenimiento de camiones

PLANILLA CONTROL MANTEIMIENTO DE CAMIONES																
M - 2 A PARTIR DE 21.000 KILOMETROS CON UNA FRECUENCIA DE 14.000 KILOMETROS 5.500 HORAS MOTOR											<i>Postobón S.A.</i>					
UBICACION	ITEM	DESCRIPCION Fugas, Niveles, Estado	OPERADOR		LUBRICADOR		MECANICO		ELECTRICO		Op. a R.	B	R	C	U	OBSERVACIONES
			Op	Especif.	Op	Especif.	Op	Especif.	Op	Especif.						
Lubricacion	1	Aceite de motor	I-A		I-A-C		I-R							X		
	2	Filtro aceite de motor			I-C									X		
	6	Filtro combustible			I-C									X		
	11	Filtro de aire primario			I-C									X		
	12	Filtro de aire secundario			I-C									X		
	26	Engrase general	I-A		I-C									X		
Eje delantero	88	Regular frenos	I				I-A-R						X			
Longitudinal	114	Calibrar Embrague	I				I-A-R						X			
Eje trasero	128	Regular frenos	I				I-A-R						X			
NOTAS:	1	Verificar Concentracion											Lubricador:			
	2	Verificar Coloracion														
	3	Verificar Funcionamiento											Mecánico:			
	4	Verificar juego axial y radial bomba de agua, fan clutch, tensor correas, compresor A/C y alternador														
	5	Presurizar, verificar soportes y deflectores											Eléctrico:			
	6	Verificar tambien vidrios, puertas, espejos, tapicería, etc.														
	7	Se cambia si se requiere											Aprobado por:			
			CONVENCIONES DE OPERACIONES A REALIZAR:													
			INSPECCIO	I	Inspeccion Visual o de Tacto											
			AJUSTAR:	A	Si lo requiere, segun Especificacion											
			DRENAR:	D	Si lo requiere, segun Especificacion											
			ENGRASAR	E	Si lo requiere, segun Especificacion											
			MANTENIM	M	Operaciones preventivas necesarias											
			BUENO:	B	Sistemas y/o componentes en buen estado											
			REPARAR:	R	Reparar bajo especificaciones tecnicas											
			URGENTE:	U	Se requiere realizar el correctivo de inmediato											
			CAMBIAR:	C	El componente no se puede ajustar o reparar											

Fuente. Archivos internos Gaseosas de Córdoba S.A.S.

7.3.2. Zona de operación

➤ Seguimiento de llantas

Algunas partes de la zona de la operación de los camiones son terrenos destapados donde los vehículos están expuestos a sufrir por las imperfecciones del terreno como lo son carreteras con baches, zonas inestables, superficie deslizantes etc. Por otra parte, las montacargas operan en la planta de Gaseosas de Córdoba S.A.S. de manera parcial en una zona inapropiada para las ruedas (llantas solidas) y la parte pavimentada presenta irregularidades. El rodaje de los equipos por estos terrenos ocasiona daños inmediatos o progresivos en los sistemas de manera directa o indirecta; el sistema más afectado es el de suspensión y el de chasis y carrocería. Por tal razón, como las llantas de los vehículos son los elementos que están expuestos directamente a las condiciones del terreno se decidió iniciar un seguimiento del estado de las llantas (tabla 22) para tomar las decisiones apropiadas como puede ser (cambio, rotación, cambio de posición). Por otra parte, con las montacargas se hizo la petición a la parte de Gerencia de la empresa para que una de las montacargas se le cambien las llantas solidas por unas de aire y que esta sea la única que opere en la zona no pavimentada de la compañía.

Tabla 22. Seguimiento de llantas de camiones mes de diciembre y acción correctiva

NÚMERO	POS	MARCA	EXT.	CENT	IN	MIN	Acción correctiva
6888	2	Goodyear	7	4	3	3,0	Cambiar posición a 2
6715	1	Goodyear	4	6	4	4	Cambiar a posición 2
8615	1	Goodyear	7	5	2	2	Cambiar a posición 2
	2	Goodyear	10	3	8	3	Calibrar
6234	1	Goodyear	8,2	7	3,9	3,9	Rotar posición 1 en puesto
6900	1	Steelmark	5,3	6,2	2,5	2,5	Rotar posición 1 en puesto
	2	Goodyear	3,2	4,4	2,1	2,1	Cambiar llanta
6382	1	Steelmark	7,8	5,5	4	4	Rotar posición 1 a 2
5831	1	Goodyear	0	2	3,5	0	Cambiar llanta
	2	Goodyear	9,1	8,7	3,2	3,2	Cambiar llanta
5241	5	Goodyear	1	1	2	1,0	Cambiar llanta

Fuente. Los autores

7.3.3 Conductores de camiones y montacargas

Algunas de las averías en los equipos son causados por la incorrecta operación de los mecanismos por parte de los operarios o conductores. Los errores más frecuentes son: velocidad no apropiada en algunos terrenos, golpes a causa de torres de montacargas, mal ejecución de accionamiento de embrague y caja de velocidades, paradas o arranque bruscos, entre otros. Por dicha razón, en charlas se recordó y advirtió a los conductores de camiones y operarios de montacargas los compromisos hechos en ocasiones anteriores (ver imagen 21). Además antes de la salida de la flota de los vehículos los conductores se hicieron responsables por los posibles daños ocasionados por fuera del uso del normal desgaste.

Imagen 21. Charla líder de distribución a conductores y acta de entrega de vehículos



Fuente. Los autores

7.3.4. Técnicos mecánicos

El Jefe de Taller vehículos realizó conversaciones con los técnicos (ver imagen 22), los cuales manifestaron el propósito de procurar la mayor excelencia posible en la realización de las tareas de mantenimiento. El área administrativa se comprometió a seguir ayudando a la capacitación a los técnicos en cursos ofrecidos por la misma compañía o talleres ofrecidos por proveedores. Por

otro lado, aunque se solicitó a la Gerencia de la empresa la incorporación de otro técnico esto no fue posible porque debido a que los efectos de la pandemia de Covid 19 se procuro la reducción de los gastos. Por otra parte, los técnicos también procuraron mantener en mayor orden y aseo sus instalaciones como se puede observar en la imagen 23. Lo que contribuyó a que aumentará la calificación SOL en el área durante los últimos mese (Ver gráfica 12).

Imagen 22. Conversación del Jefe de Taller Vehículos con técnicos mecánicos



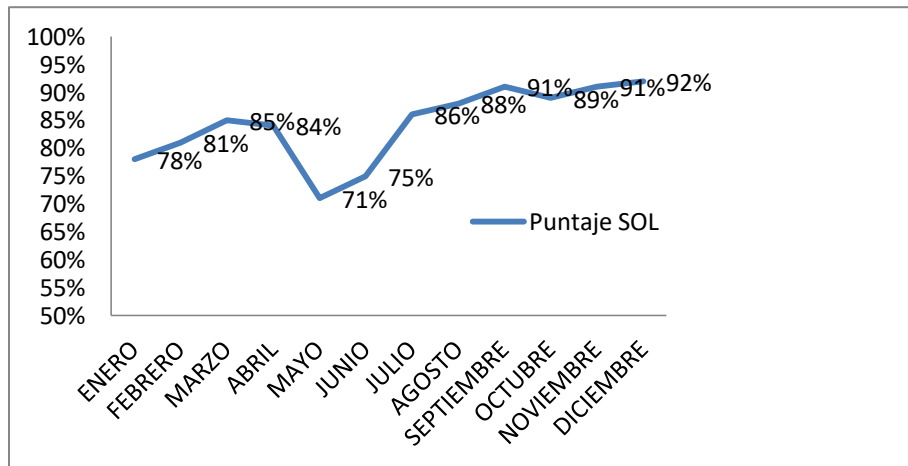
Fuente. Los autores

Imagen 23. Actividades de limpieza y orden



Fuente. Los autores

Gráfica 12. Calificación SOL en Taller Vehículos en 2020



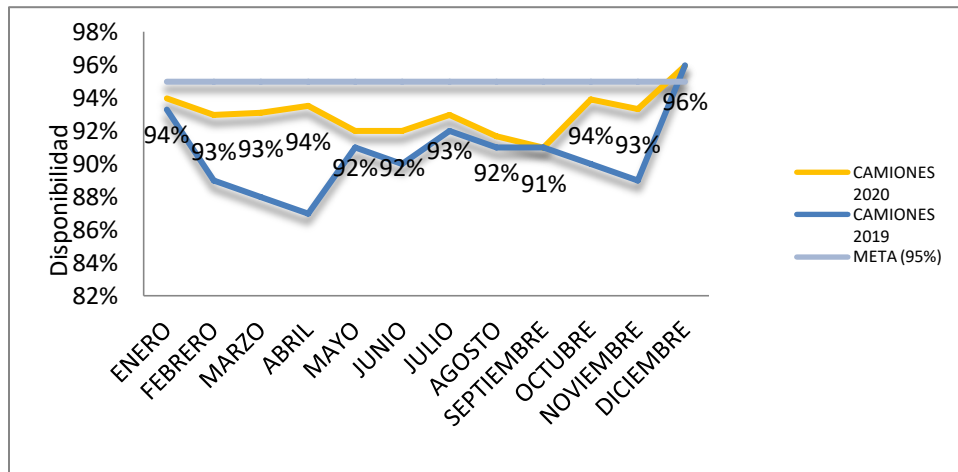
Fuente. Gaseosas de Córdoba S.A.S.

La calificación del chequeo SOL no pudo ser mayor al 92% ya que en este formato se incluye calificaciones respecto al estado de la infraestructura de las instalaciones que no tuvieron un registro alto porque el área de Servicios Generales no mejoró el estado de la planta física de Taller Vehículos debido también a las medidas de ahorro por la pandemia en el 2020.

7.3.5. Verificación de mejoramiento

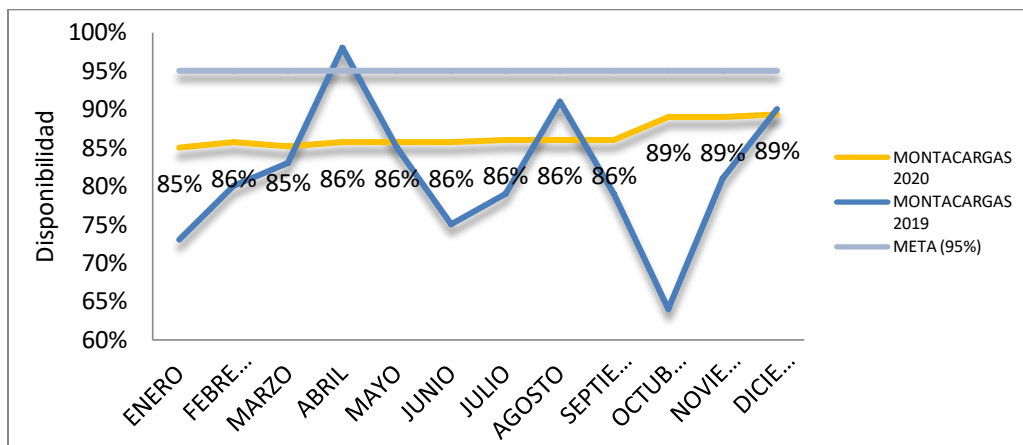
Las acciones ejecutadas para el mejoramiento ayudaron a aumentar los índices de disponibilidad (es los porcentajes de vehículos que están en condiciones de operar) de la flota de reparto y de las montacargas especialmente en los tres últimos meses del año 2020 como se puede observar en los siguientes gráficos:

Gráfica 13. Disponibilidad flota de reparto del año 2020



Fuente. Archivos internos de Postobón S.A.

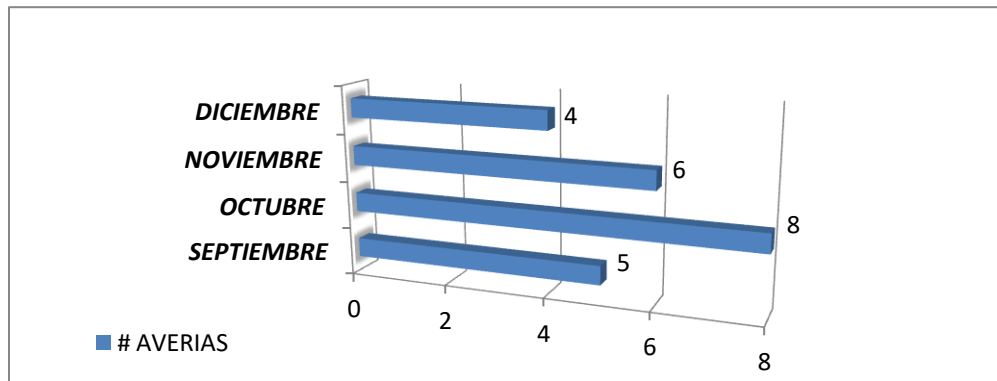
Gráfica 14. Disponibilidad de montacargas del año 2020



Fuente. Archivos internos de Postobón S.A.

Por otra parte también se redujo considerablemente el número de asistencias en la vía en los últimos meses que se contabilizaron (ver gráfica 15), comparado con la situación en los primeros meses del 2020 que era alrededor de 28 averías mensuales:

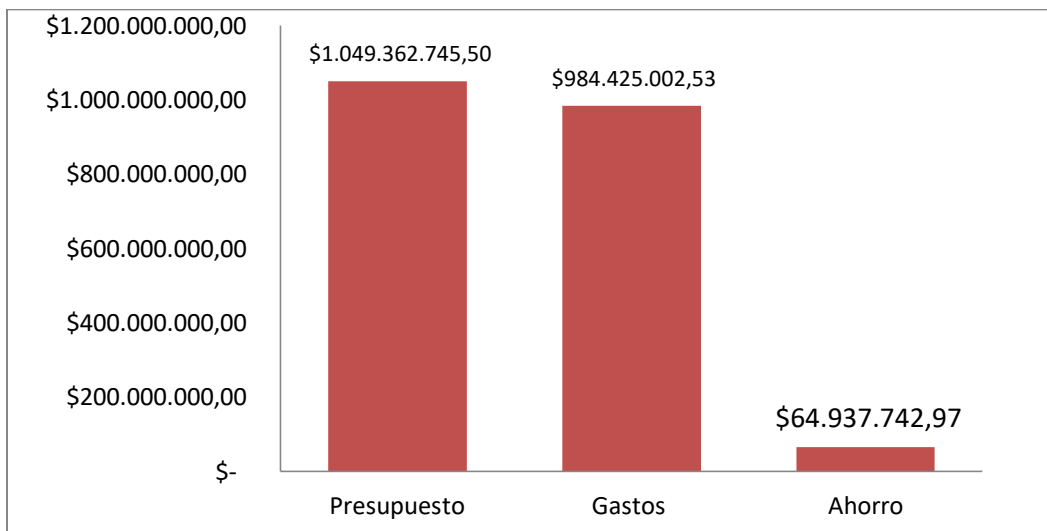
Gráfica 15. Número de asistencias de técnicos en zonas de reparto



Fuente. Archivos internos de Postobón S.A.

Por otra parte, las acciones de mejoramiento influyeron en el ahorro del presupuesto de Taller Vehículos para la reducción de gastos por la pandemia que se aplicó como política para todas las áreas de Gaseosas de Córdoba S.A.S. En la gráfica 16, se observó que durante el año 2020 se ahorraron \$ 64.937.742,97 COP, que representa un 6,19% del presupuesto del 2020.

Gráfica 16. Presupuesto y gastos en Taller Vehículos. Año 2020



Fuente. Gaseosas de Córdoba S.A.S.

9. APORTES DEL ESTUDIANTE A LA EMPRESA

Durante el periodo de prácticas el estudiante realizó los siguientes aportes a la empresa:

- Solicitud de servicios y repuestos por medio del software SAP.
- Realización de charlas de seguridad a técnicos mecánicos:

Imagen 24. Charla de seguridad a técnicos mecánicos



Fuente. Los autores

- Medición y control consumo de ACPM de camiones:

Imagen 25. Actividad de medición de ACPM



Fuente. Los autores

- Recopilación información y seguimiento de información de Check List y reportes de mantenimiento de técnicos

- Medición y monitoreo de estado de las llantas de vehículos:

Imagen 26. Actividad de medición y monitoreo de estado de llantas



Fuente. Los autores

- Realización de Chequeo SOL (Seguridad Orden y Limpieza).
- Acompañamiento a la salida de la flota de camiones en horas de la mañana.
- Actualización carpetas de registro de Vehículos en Taller.
- Análisis estadístico para calcular la confiabilidad de los equipos.

10. CONCLUSIONES

- Las acciones de mejoramiento realizadas con la ayuda de todos los colaboradores tuvieron un impacto positivo en el Sistema de Gestión de Mantenimiento pues ayudaron a aumentar los índices de disponibilidad de los camiones repartidores en un 5% y en las montacargas de un 3%; a reducir la frecuencia de averías en zonas de reparto que en el mes de marzo estaban en un promedio 28 veces por mes, durante los últimos tres meses no sobrepasaron las 10 varadas mensuales; además contribuyó a que Taller Vehículos ahorrrará un 6,19% de sus presupuesto. Todo lo anterior fue en el año 2020.
- La pandemia de Covid 19 ocasionó que Gaseosas de Córdoba S.A.S. implementará la política de reducir sus gastos en todas las areas, por lo cual, no se pudo contratar otro técnico en Taller Vehículos y también la infraestructura física del área de mantenimiento no se mejorará sus pisos ni se pintarán las paredes.
- Los vehículos repartidores que más presentaron inconvenientes son los que tienen mayor exposición en su operación a zonas de terreno destapado. Por otra parte, los sistemas que mas presentaron fallas para los camiones fueron: chasis y carrocería, eléctrico, y transmisión (grupo Chevrolet); eléctrico, chasis y carrocería, y frenos (grupo International); en las montacargas los sistemas eléctrico, transmisión e hidráulico. Finalmente, el análisis Weibull del parámetro beta (β) de los sistemas de los equipos, dio como resultado que los equipos analizados se encuentran en la etapa III (desgaste) de la curva de la bañera.

- Antes de la realización del análisis estadístico no se contaba con una base documental que permitiera tener un estimado de la probabilidad de los fallos de los sistemas en un tiempo estimado. Por esta razón, la obtención de los parámetros Weibull permitirá calcular la confiabilidad por sistemas y de manera total en la mayoría de los equipos de la flota de Taller Vehículos; por lo cual, se tienen criterios necesarios para programar actividades de mantenimiento en tiempos adecuados de reparación.
- El análisis estadístico del presente documento tiene la posibilidad de contribuir a otras investigaciones como el cálculo del tiempo de reemplazo óptimo de equipos y el descubrimiento de los elementos más críticos en los sistemas de los vehículos, entre otros.

11. RECOMENDACIONES

- Aumentar el número de técnicos mecánicos en uno más para tener más posibilidad de monitorear el estado de los equipos.
- Mejorar el estado de la zona pavimentada del área de carga pues presenta imperfecciones.
- Aumentar el presupuesto del Area de Taller Vehículos.
- Mejorar el estado de los pisos y las paredes en Taller Vehículos.
- Implementar en el software SAP la medición de los tiempos de reparación de los técnicos mecánicos.
- Realizar los reportes y registro de la información de los Check List de manera digital.
- Hacer formatos digitales que permitan hacer un control del registro del consumo de lubricantes y refrigerantes.
- Se recomienda al próximo practicante de Taller Vehículos que revise la base documental con la cual se realizó el presente análisis estadístico.

12. BIBLIOGRAFÍA

- EMIS. (2020). *Perfil de empresas*. Obtenido de https://www.emis.com/php/company-profile/CO/Gaseosas_de_Cordoba_SAS_es_1196009.html
- Jardine, A. (2013). *Maintenance, Replacement, and Reliability* (2da ed.). New York: Broken Sound Parkway .
- Llinas, H., & Rojas, Á. (2009). *Estadística descriptiva y distribuciones de probabilidad*. Barranquilla: Publicaciones Uninorte.
- Lülle, A. (6 de 4 de 2020). *Postobón. S.A.S*. Obtenido de <http://www.postobon.com/>
- Medardo Yañez, H. G. (2004). *Ingeniería de Confiabilidad y Analisis Probalistico de Riesgo*. Madrid: Reliability and Risk Management, S. A.
- Mora, A. (2009). *Mantenimiento industrial efectivo*. Envigado: COLDI Limitada.
- Mora, A. (2009). *Mantenimiento, planeación, ejecución y control*. Ciudad de México: Alfaomega.
- Pascual, R. (2005). *El arte de Mantener*. Santiago: Universidad de Chile.
- Pinilla, C. B. (2013). *Ingenieria de mantenimiento*. Obtenido de <https://www.coursehero.com/file/45216838/INGENIERÍA-DE-MANTENIMIENTOpdf/>
- Postobón. (2015). *¿Quiénes somos?* Obtenido de <https://www.postobon.com/la-compania/quienes-somos>
- Yañez, M. (2004). *Ingeniería de Confiabilidad de Confiabilidad y Análisis Probalístico de Riesgo*. Maracaibo: Reliability and Risk Management, S. A.

13. ANEXOS

ANEXO A. Información de los equipos que conforman el grupo de vehículos del análisis

Imagen A1. Camión Chevrolet Kodiak (Grupo Chevrolet)



Fuente. Los autores

Imagen A2. Camión Chevrolet NPR (Grupo Chevrolet)



Fuente: Los autores

Imagen A3. Camión Internacional 4300 (Grupo International)



Fuente. Los autores

Imagen A4. Camión Internacional 4700 (Grupo International)



Fuente. Los autores

Imagen A5. Montacargas Toyota 8FG (Grupo Montacargas)



Fuente. Los autores

ANEXO B. Frecuencia de fallas de sistemas por períodos de tiempo

Tabla B1. Frecuencia de fallas por períodos de tiempo. Grupo Chevrolet

Sistema	Ene-Abr 2016	May-Ago 2016	Sep-Dic 2016	Ene-Abr 2017	May-Ago 2017	Sep-Dic 2017	Ene-Abr 2018	May-Ago 2018	Sep-Dic 2018	Ene-Abr 2019	May-Ago 2019	Sep-Dic 2019	Ene-Abr 2020	May-Ago 2020	Total Sistema	Promedio trimestral
Alim.	12	7	10	9	13	17	14	22	15	27	19	26	25	5	221	15,79
ChyC.	26	29	27	18	21	23	24	33	19	23	27	34	30	26	360	25,71
Dir.	5	9	22	19	6	18	14	10	18	16	14	16	15	7	189	13,5
Elec.	39	26	21	27	29	25	37	30	34	28	31	31	20	14	392	28
Fren.	23	18	20	18	22	19	35	27	38	27	36	29	21	10	343	24,5
Lub.	0	3	3	6	5	9	10	7	12	13	11	14	10	11	114	8,14
Mot.	8	10	11	8	8	13	15	17	8	20	13	11	7	9	158	11,29
Ref.	3	3	7	8	12	13	13	9	11	12	8	4	15	16	134	9,57
Susp.	14	22	29	23	36	35	34	31	24	28	22	23	15	14	350	25
Trans.	26	30	27	24	24	33	28	33	32	31	28	26	16	14	372	26,57
Total periodo	156	157	177	160	176	205	224	219	211	225	209	214	174	126	2633	

Fuente. Los autores

Tabla B2. Frecuencia de fallas por períodos de tiempo. Grupo International

Sistema	Ene-Abr 2016	May-Ago 2016	Sep-Dic 2016	Ene-Abr 2017	May-Ago 2017	Sep-Dic 2017	Ene-Abr 2018	May-Ago 2018	Sep-Dic 2018	Ene-Abr 2019	May-Ago 2019	Sep-Dic 2019	Ene-Abr 2020	May-Ago 2020	Total Sistema	Promedio cuatrimestral
Alim.	1	1	3	1	3	2	3	5	2	6	7	4	4	1	43	3,07
ChyC.	7	9	6	11	6	10	10	9	5	5	10	4	9	8	109	7,79
Dir.	3	3	5	3	3	3	4	3	3	6	3	5	3	1	48	3,43
Elec.	5	5	8	11	12	7	9	11	7	9	8	9	3	5	109	7,79
Fren.	2	2	5	4	4	1	4	6	7	10	7	13	8	2	75	5,36
Lub.	0	1	2	1	1	5	3	0	5	3	3	4	4	1	33	2,36
Mot.	0	2	0	0	2	2	2	3	2	6	3	2	4	0	28	2
Ref.	0	1	0	0	4	3	4	5	4	3	5	1	3	2	35	2,5
Susp.	2	4	3	3	4	3	3	2	6	4	6	7	3	0	50	3,57
Trans.	1	4	2	2	3	4	4	3	6	3	3	10	4	1	50	3,57
Total periodo	21	32	34	36	42	40	46	47	47	55	55	59	45	21	580	

Fuente. Los autores

Tabla B3. Frecuencia de fallas por períodos de tiempo. Grupo Montacargas

Sistema	Ene-Abr 2016	May-Ago 2016	Sep-Dic 2016	Ene-Abr 2017	May-Ago 2017	Sep-Dic 2017	Ene-Abr 2018	May-Ago 2018	Sep-Dic 2018	Ene-Abr 2019	May-Ago 2019	Sep-Dic 2019	Ene-Abr 2020	May-Ago 2020	Total Sistema	Promedio cuatrimestral
Alim.	1	2	2	1	12	6	7	8	10	9	14	18	7	7	104	7,43
ChyC.	7	8	8	3	7	6	6	4	8	5	12	14	6	7	101	7,21
Dir.	0	0	3	0	1	4	2	3	3	4	6	5	3	2	36	2,57
Elec.	7	7	5	9	11	13	15	15	8	16	14	16	8	11	155	11,07
Fren.	3	0	2	2	1	4	1	3	2	5	4	4	3	2	36	2,57
Hid.	11	6	5	8	8	14	17	16	11	11	12	15	8	11	153	10,93
Lub.	2	0	5	1	1	7	4	6	11	9	8	8	4	4	70	5
M.M	0	2	1	1	4	5	4	7	3	4	6	1	6	3	47	3,36
Mot.	9	4	3	3	6	1	3	8	7	14	13	4	6	6	87	6,21
Ref.	1	1	0	5	12	9	3	4	15	8	11	16	3	1	89	6,36
Susp.	5	4	7	8	6	9	7	7	3	6	8	4	7	2	83	5,93
Trans.	7	4	1	8	10	9	15	14	16	21	17	18	13	12	165	11,79
Total	53	38	42	49	79	87	84	95	97	112	125	123	74	68	1126	

Fuente. Los autores

ANEXO C. Tablas de análisis de Pareto

Tabla C1. Análisis de Pareto. Grupo Chevrolet

Sistema	Frecuencia	Frecuencia acumulado	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Eléctrico	392	392	14,8%	14,8%
Transmisión	372	764	14,1%	28,9%
Chasis y Carrocería	360	1124	13,7%	42,6%
Suspensión	350	1467	13,3%	56,0%
Freno	343	1817	13,1%	69,0%
Alimentación	221	2038	8,4%	77,4%
Dirección	189	2227	6,9%	84,3%
Motor	158	2385	6,1%	90,4%
Refrigeración	134	2519	5,2%	95,6%
Lubricación	114	2633	4,4%	100,0%

Fuente. Los autores

Tabla C2. Análisis de Pareto. Grupo International

Sistema	Frecuencia falla	Frecuencia acumulada	Porcentaje relativo	Porcentaje acumulado
Eléctrico	109	109	18,8%	18,8%
Chasis y carrocería	109	218	18,8%	37,6%
Freno	75	293	12,9%	50,5%
Transmisión	50	343	8,6%	59,1%
Suspensión	50	393	8,6%	67,8%
Dirección	48	441	8,3%	76,0%
Alimentación	43	484	7,4%	83,4%
Refrigeración	35	519	6,0%	89,5%
Lubricación	33	552	5,7%	95,2%
Motor	28	580	4,8%	100,0%

Fuente. Los autores

Tabla C3. Análisis de Pareto. Grupo Montacargas

Sistema	Frecuencia	Frecuencia acumulado	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Transmisión	165	165	14,7%	15%
Eléctrico	155	320	13,8%	28%
Hidráulico	153	473	13,6%	42%
Alimentación	104	577	9,2%	51%
Chasis y Carrocería	101	678	9,0%	60%
Refrigeración	89	767	7,9%	68%
Motor	87	854	7,7%	76%
Suspensión	83	937	7,4%	83%
Lubricación	70	1007	6,2%	89%
Manejo Materiales	47	1054	4,2%	94%
Dirección	36	1090	3,2%	97%
Freno	36	1126	3,2%	100%

Fuente. Los autores

ANEXO D. Parámetros Weibull de grupos vehiculares

Tabla D1. Parámetros Weibull. Grupo Chevrolet. (Parte 1)

Sistema	Parámetro	E-5631	E-5831	E-6786	E-6234	E-6317	E-6319	E-6321	E-6172	E-6242	E-6382	E-6887	E-6888
Alim.	γ	5,97	-12,31	8,57	7,67	24,73	4,18	35,66	2,43	18,97	38,36	18,88	-13,32
	β	0,99	1,82	1,45	1,69	0,72	1,45	0,78	1,51	1,31	1,30	0,86	1,52
	η	79,88	104,42	80,67	86,02	96,65	208,80	142,01	180,03	70,91	92,80	59,36	167,98
ChyC.	γ	8,43	18,79	26,99	11,67	21,19	8,89	17,73	17,67	7,33	16,58	22,81	6,55
	β	1,25	1,10	0,97	1,54	1,04	1,36	0,93	0,61	1,83	1,01	0,77	1,28
	η	59,47	64,70	59,99	48,54	50,76	67,96	41,37	117,66	78,79	97,90	57,33	85,26
Dir.	γ	7,90	-10,83	26,99	-3,58	33,19	1,49	30,22	1,45	0,00	8,14	28,15	0,00
	β	0,80	1,82	0,84	1,29	0,72	1,62	0,77	1,68	0,90	1,80	0,72	1,29
	η	188,52	158,41	59,99	182,40	96,65	116,06	82,50	188,08	277,82	127,66	157,96	123,33
Ele.	γ	22,60	16,48	10,14	7,90	18,55	14,55	-2,34	2,40	7,69	-34,56	35,89	17,43
	β	1,02	1,34	1,68	1,27	1,36	1,20	1,64	1,46	1,45	2,03	0,76	1,31
	η	55,67	56,23	144,72	53,38	43,52	42,16	89,24	77,66	73,02	157,87	76,03	63,45
Fre.	γ	-3,60	15,97	0,00	5,37	22,08	12,00	28,26	-17,88	7,75	-9,50	19,75	8,22
	β	1,62	0,87	1,45	1,88	1,20	1,09	1,04	1,66	1,06	1,30	1,08	1,38
	η	76,57	63,07	129,08	58,72	45,86	68,57	47,81	139,03	68,38	92,80	50,68	99,84
Lub.	γ	-16,35	13,53	0,00	0,00	-48,01	-1,94	46,22	0,00	0,00	1,23	0,00	0,00
	β	1,60	2,01	2,61	1,65	1,75	1,07	1,29	3,19	3,86	1,42	1,62	2,07
	η	166,77	163,88	119,85	299,49	321,13	199,29	167,94	285,30	217,14	127,01	250,05	216,75
Mot.	γ	0,00	26,29	26,17	11,77	0,00	14,75	33,05	0,00	30,68	1,59	0,00	0,00
	β	1,41	0,92	0,92	0,92	1,48	1,38	0,73	1,35	0,80	1,35	2,59	1,00
	η	328,87	80,71	57,20	269,54	172,76	107,64	130,48	437,95	40,00	154,30	209,55	268,55
Ref.	γ	16,31	-1,25	0,00	0,00	-10,44	-6,20	43,18	0,00	35,12	4,41	0,00	0,00
	β	1,30	1,30	1,45	0,85	1,08	1,40	0,78	0,92	0,58	0,97	2,61	1,52
	η	202,05	147,22	80,67	239,26	215,32	206,04	142,01	229,38	100,45	155,40	299,49	167,98
Susp.	γ	14,88	13,89	13,06	2,56	26,08	14,76	23,09	-0,75	6,95	44,33	10,52	11,69
	β	1,23	1,28	1,36	1,84	0,80	2,84	0,76	1,49	1,20	1,03	2,02	1,07
	η	43,83	59,82	99,49	64,49	35,73	89,34	47,49	75,97	83,22	117,95	69,41	83,31
Trans.	γ	15,43	14,28	7,78	-3,20	16,18	27,33	21,03	5,16	-0,57	8,84	17,96	14,59
	β	1,19	1,01	1,44	1,76	1,02	0,92	0,92	1,66	1,43	1,14	1,47	1,52
	η	29,16	50,37	83,06	73,44	49,99	53,23	32,67	68,23	132,69	102,94	145,30	47,49

Fuente. Los autores

Tabla D2. Parámetros Weibull. Grupo Chevrolet. (Parte 2)

Sistema	Parámetro	E-6892	E-6942	E-8615	E-6111	E-6178	E-6307	E-6320	E-6323	E-6244	Promedio
Alim.	γ	26,30	-7,75	0,00	0,00	0,00	15,43	29,36	-18,45	0,00	8,79
	β	0,69	1,37	2,40	1,74	1,63	0,81	1,51	1,99	1,31	1,37
	η	84,73	173,50	267,90	274,88	182,09	123,36	237,74	224,79	190,41	149,00
ChyC.	γ	2,78	14,18	1,67	9,08	5,69	0,00	17,60	18,90	5,39	12,38
	β	1,63	1,44	1,19	0,86	1,06	0,81	0,76	0,96	1,20	1,12
	η	126,56	76,79	131,96	82,31	124,72	123,36	78,65	58,13	110,00	82,96
Dir.	γ	3,98	0,00	16,81	0,00	0,00	11,00	24,86	28,08	23,08	11,00
	β	1,27	3,07	0,73	2,02	1,84	0,71	0,96	0,69	1,08	1,27
	η	119,67	216,15	126,09	252,05	468,58	123,13	210,74	87,42	123,60	166,04
Ele.	γ	7,24	-2,67	9,69	16,52	-3,25	6,94	26,34	12,53	-1,76	8,97
	β	0,92	1,71	1,28	1,19	1,19	1,25	1,44	1,05	1,56	1,34
	η	116,16	98,40	74,98	86,49	122,06	131,83	63,51	80,11	90,79	85,58
Fre.	γ	19,44	16,73	21,60	-15,79	4,06	19,28	7,16	21,51	0,00	8,69
	β	1,00	1,45	0,92	1,51	1,10	0,81	1,33	1,50	1,19	1,26
	η	55,55	83,09	100,52	132,89	111,16	123,36	119,70	78,73	227,50	93,95
Lub.	γ	0,00	0,00	0,00	0,00	7,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
	β	1,26	2,62	1,52	1,28	0,90	1,51	1,27	1,18	2,68	1,83
	η	191,59	243,84	276,31	300,38	207,09	336,39	1000,30	205,37	316,98	267,28
Mot.	γ	17,64	2,43	0,00	26,18	0,00	23,00	-10,23	0,00	4,61	9,90
	β	0,96	1,29	2,41	0,59	1,56	1,01	1,15	1,68	1,81	1,30
	η	126,61	273,05	256,83	86,73	295,20	140,76	311,83	308,83	304,05	207,69
Ref.	γ	13,83	0,00	0,00	0,00	0,00	-40,75	0,00	0,00	0,00	2,58
	β	0,89	2,47	3,44	1,75	0,88	2,34	2,67	1,39	1,81	1,54
	η	92,48	183,87	209,85	228,40	221,35	283,36	429,13	253,88	274,90	207,74
Susp.	γ	5,96	30,12	-24,31	-20,12	-10,17	-19,45	14,34	23,87	-6,21	8,34
	β	2,03	0,74	1,71	1,79	1,48	1,43	1,11	1,02	1,79	1,43
	η	86,62	43,61	191,05	116,77	119,30	160,28	84,64	104,09	104,84	89,58
Trans.	γ	5,12	7,67	15,78	20,48	17,35	-1,69	30,08	17,02	59,09	15,03
	β	1,38	1,72	0,76	1,89	0,69	1,41	1,00	1,03	0,91	1,25
	η	107,15	49,24	60,11	158,80	95,14	96,69	52,23	69,04	103,60	79,08

Fuente. Los autores

Nota: En el cálculo de los valores promedio de la última columna de la tabla D2 se incluyeron los valores de la tabla D1.

Tabla D3. Parámetros Weibull. Grupo Internacional

Sistema	Parámetro	E-8165	E-8166	E-8167	E-8168	E-8463	E-8466	E-5241	Promedio
Alim.	γ	0,00	0,00	0,00	0,00	16,22	-1,20	1,11	2,30
	β	1,35	3,53	2,40	1,34	1,02	1,87	1,46	1,85
	η	189,82	230,68	254,81	301,82	167,86	112,65	66,27	189,13
ChyC.	γ	26,61	-51,30	-2,03	3,56	3,46	7,21	9,22	-0,47
	β	0,98	2,79	1,40	1,34	1,29	1,55	1,26	1,51
	η	76,77	178,45	92,24	89,06	129,51	108,50	104,98	111,36
Dir.	γ	-64,65	0,00	16,94	0,00	-30,65	0,00	0,00	-11,19
	β	2,44	2,81	0,91	1,13	1,91	2,46	1,38	1,86
	η	293,86	298,22	142,12	261,21	274,21	282,00	344,64	270,89
Ele.	γ	25,48	-82,29	11,87	5,76	2,95	-2,30	-7,01	-6,51
	β	0,98	3,16	1,03	1,72	1,34	1,76	1,46	1,63
	η	58,90	249,74	94,47	63,10	75,01	123,13	112,68	111,00
Fre.	γ	0,00	34,69	-13,76	7,15	-44,42	19,83	0,00	0,50
	β	1,09	0,59	1,58	1,22	2,08	0,82	1,56	1,28
	η	152,92	94,63	209,15	66,19	230,29	73,81	225,97	150,42
Lub.	γ	0,00	0,00	-50,96	0,00	0,00	0,00	33,35	-2,52
	β	1,75	1,90	2,47	1,99	2,07	2,61	1,42	2,03
	η	271,07	256,40	275,23	323,50	302,87	262,59	215,41	272,44
Mot.	γ	0,00	0,00	44,98	0,00	0,00	-1,20	0,00	6,25
	β	2,99	2,31	1,29	2,55	3,34	1,91	1,52	2,27
	η	274,19	221,56	195,97	197,19	263,06	395,34	283,62	261,56
Ref.	γ	0,00	5,30	3,67	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28
	β	3,40	1,36	1,25	1,17	3,27	1,96	1,70	2,02
	η	166,95	265,07	176,60	246,99	239,43	255,91	237,02	226,85
Susp.	γ	0,00	0,00	14,78	0,00	5,99	29,20	5,16	7,88
	β	1,89	1,20	1,09	1,17	1,65	1,14	1,29	1,35
	η	100,34	297,20	102,70	137,18	165,9	126,95	83,39	144,81
Trans.	γ	34,40	0,00	27,62	37,07	0,78	0,00	6,57	15,21
	β	1,41	2,88	1,04	1,34	3,82	1,18	0,87	1,79
	η	174,21	197,56	112,38	301,82	134,62	235,90	108,27	180,68

Fuente. Los autores

Tabla D4. Parámetros Weibull. Grupo Montacargas

Sistema	Parámetro	E-405	E-406	E-440	E-1069	E-1070	E-1071	E-1203	Promedio
Alim.	γ	-14,40	-7,27	5,25	14,42	-7,82	-149,56	5,08	-22,04
	β	1,60	1,24	1,70	1,25	2,31	6,57	1,57	2,32
	η	109,19	153,70	51,22	45,68	98,83	241,22	57,64	108,21
ChyC.	γ	-8,25	5,15	-14,96	15,81	27,28	48,61	0,00	10,52
	β	2,31	1,38	2,00	1,09	0,82	1,12	2,29	1,57
	η	101,25	93,51	138,32	69,81	82,25	71,20	131,97	98,33
Dir.	γ	9,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,38
	β	1,82	1,42	2,25	3,44	1,08	1,77	1,69	1,92
	η	246,07	177,53	326,82	155,48	217,89	284,08	230,66	234,08
Ele.	γ	15,74	2,12	12,50	16,79	2,99	-0,68	3,95	7,63
	β	1,06	1,41	1,10	1,03	1,65	1,65	1,35	1,32
	η	60,63	73,51	54,20	41,45	61,64	67,59	57,55	59,51
M.M.	γ	0,00	-53,23	7,67	0,00	0,00	13,61	0,00	-4,56
	β	1,88	2,23	1,20	1,80	0,98	0,79	1,58	1,49
	η	118,73	239,79	159,81	122,82	277,54	117,03	242,87	182,66
Fre.	γ	28,33	20,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,00
	β	1,01	1,40	1,99	1,52	1,32	1,07	2,14	1,49
	η	168,26	260,39	285,23	216,40	260,26	315,36	267,32	253,32
Hid.	γ	3,58	14,79	-15,30	9,42	9,12	6,08	33,87	8,80
	β	1,00	1,06	2,01	1,26	1,25	1,83	0,38	1,26
	η	93,41	55,04	89,68	48,09	52,90	51,90	160,12	78,73
Lub.	γ	5,78	-7,20	0,00	-69,38	4,25	5,34	20,08	-5,88
	β	1,62	1,47	1,04	4,28	1,11	1,60	0,98	1,73
	η	97,59	188,92	282,80	142,58	139,97	162,67	71,31	155,12
Mot.	γ	37,28	25,17	36,79	27,00	20,47	15,11	34,08	27,98
	β	0,76	0,97	0,97	0,76	1,26	0,90	0,80	0,92
	η	43,10	58,48	344,95	72,22	101,88	131,10	24,10	110,83
Ref.	γ	13,64	22,94	-10,51	-86,28	-38,08	14,25	-39,75	-17,69
	β	0,92	0,95	1,68	4,01	2,81	1,03	3,65	2,15
	η	66,63	57,14	98,73	204,14	128,56	52,98	99,48	101,09
Susp.	γ	-6,72	3,99	4,91	25,85	-33,15	-10,58	0,00	-2,24
	β	1,46	1,18	1,13	0,96	1,98	1,92	3,50	1,73
	η	110,33	106,61	98,17	130,03	163,47	131,76	136,71	125,30
Trans.	γ	10,33	-6,68	8,50	12,41	13,07	16,05	4,99	8,38
	β	1,27	1,52	1,41	1,24	1,31	0,94	1,51	1,31
	η	42,27	79,91	59,56	42,84	77,66	56,32	64,60	60,45

Fuente. Los autores

ANEXOS E. Valores coeficiente de determinación (r^2) y correlación (r) de regresión

Tabla E1. Coeficiente r y r^2 de equipos Chevrolet. Primera parte

Sistema	Coeficiente	Equipos											
		5631	5831	6786	6234	6317	6319	6321	6172	6242	6382	6887	6888
Alim.	r	0,97	0,97	0,96	0,96	0,99	0,96	0,98	0,95	0,98	0,97	0,97	0,95
	r^2	0,94	0,94	0,92	0,92	0,97	0,93	0,97	0,91	0,96	0,94	0,93	0,90
ChyC.	r	0,95	0,97	0,95	0,98	0,95	0,95	0,96	0,95	0,96	0,98	0,98	0,97
	r^2	0,90	0,94	0,90	0,96	0,91	0,90	0,92	0,91	0,93	0,97	0,96	0,95
Dir.	r	0,95	0,98	0,99	0,98	0,96	0,95	0,95	0,99	0,99	0,98	0,95	0,99
	r^2	0,90	0,96	0,97	0,95	0,92	0,91	0,90	0,98	0,98	0,95	0,90	0,98
Ele.	r	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95	0,97	0,98	0,95	0,97	0,97
	r^2	0,90	0,95	0,94	0,92	0,92	0,91	0,91	0,93	0,96	0,90	0,95	0,94
Fre.	r	0,97	0,95	0,99	0,98	0,98	0,95	0,98	0,97	0,96	0,97	0,97	0,97
	r^2	0,93	0,90	0,99	0,95	0,97	0,90	0,96	0,94	0,93	0,90	0,95	0,94
Lub.	r	0,98	0,96	0,99	0,98	0,96	0,96	0,99	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99
	r^2	0,95	0,92	0,99	0,96	0,91	0,91	0,99	0,99	0,97	0,97	0,98	0,99
Mot.	r	0,98	0,97	0,97	0,99	0,98	0,97	0,97	0,98	0,97	0,96	0,99	0,98
	r^2	0,96	0,94	0,94	0,97	0,96	0,94	0,94	0,97	0,94	0,91	0,99	0,97
Ref.	r	0,96	0,97	0,99	0,99	0,95	0,95	0,97	0,98	0,98	0,96	0,99	0,96
	r^2	0,93	0,94	0,99	0,99	0,91	0,90	0,95	0,96	0,97	0,93	0,99	0,92
Susp.	r	0,96	0,95	0,96	0,97	0,96	0,97	0,97	0,97	0,98	0,98	0,97	0,98
	r^2	0,95	0,90	0,92	0,95	0,92	0,95	0,95	0,97	0,95	0,96	0,95	0,96
Trans.	r	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,98	0,96	0,98	0,97	0,96
	r^2	0,94	0,92	0,93	0,93	0,91	0,90	0,90	0,96	0,93	0,96	0,94	0,91

Fuente. Los autores

Tabla E2. Coeficiente r y r² de equipos Chevrolet. Segunda parte

Sistema	Coeficiente	Equipos								
		6892	6942	8615	6111	6178	6307	6320	6323	6244
Alim.	r	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99	0,95	0,98	0,98	0,99
	r ²	0,98	0,95	0,98	0,98	0,98	0,90	0,95	0,97	0,98
ChyC.	r	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95	0,97	0,98	0,94	0,95
	r ²	0,94	0,97	0,93	0,93	0,91	0,95	0,97	0,90	0,90
Dir.	r	0,96	0,99	0,96	0,99	0,99	0,96	0,97	0,96	0,98
	r ²	0,92	0,99	0,92	0,98	0,99	0,92	0,93	0,91	0,96
Ele.	r	0,95	0,95	0,95	0,96	0,95	0,96	0,98	0,96	0,97
	r ²	0,90	0,91	0,90	0,92	0,90	0,93	0,96	0,91	0,95
Fre.	r	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96	0,98	0,98	0,97	0,98
	r ²	0,95	0,94	0,95	0,92	0,93	0,96	0,96	0,94	0,96
Lub.	r	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,99	0,98	0,99
	r ²	0,98	0,99	0,99	0,98	0,99	0,96	0,99	0,97	0,99
Mot.	r	0,96	0,99	1	0,98	0,99	0,98	0,99	0,99	0,98
	r ²	0,91	0,99	1	0,97	0,99	0,95	0,98	0,95	0,96
Ref.	r	0,95	0,99	1	0,99	0,96	0,95	0,99	0,99	0,99
	r ²	0,90	0,99	1	1	0,92	0,90	0,99	0,99	0,99
Susp.	r	0,95	0,97	0,97	0,96	0,96	0,95	0,97	0,97	0,95
	r ²	0,90	0,94	0,94	0,91	0,92	0,90	0,95	0,93	0,90
Trans.	r	0,95	0,95	0,96	0,96	0,96	0,96	0,97	0,95	0,96
	r ²	0,90	0,90	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,91	0,92

Fuente. Los autores

Tabla E3. Coeficiente r y r² de equipos International

Sistema	Coeficiente	Equipo						
		8165	8166	8167	8168	8463	8466	5241
Alim.	r	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,97	0,99
	r ²	0,98	0,99	0,98	0,98	0,96	0,94	0,99
ChyC.	r	0,98	0,96	1,00	0,96	0,95	0,97	0,95
	r ²	0,97	0,91	0,94	0,92	0,90	0,94	0,90
Dir.	r	0,95	0,99	0,96	0,99	0,97	1,00	0,98
	r ²	0,90	0,99	0,91	0,98	0,94	1,00	0,98
Ele.	r	0,96	0,97	0,95	0,95	0,97	0,97	0,96
	r ²	0,93	0,94	0,90	0,90	0,94	0,95	0,93
Fre.	r	0,99	0,95	0,97	0,95	0,95	0,96	0,97
	r ²	0,99	0,90	0,93	0,91	0,90	0,92	0,95
Lub.	r	0,99	0,99	0,96	0,99	1,00	0,99	0,98
	r ²	0,99	0,98	0,92	0,98	1,00	0,99	0,97
Mot.	r	1,00	0,99	0,97	1,00	0,99	1,00	0,99
	r ²	1,00	0,99	0,94	1,00	0,99	1,00	0,99
Ref.	r	1,00	0,96	0,95	0,97	0,95	0,99	0,99
	r ²	1,00	0,92	0,90	0,93	0,91	0,99	0,99
Susp.	r	1,00	0,99	0,97	0,98	0,99	0,97	0,95
	r ²	1,00	0,99	0,94	0,97	0,98	0,94	0,90
Trans.	r	0,97	0,99	0,98	0,98	0,99	0,99	0,93
	r ²	0,94	0,99	0,96	0,96	0,99	0,99	0,90

Fuente. Los autores

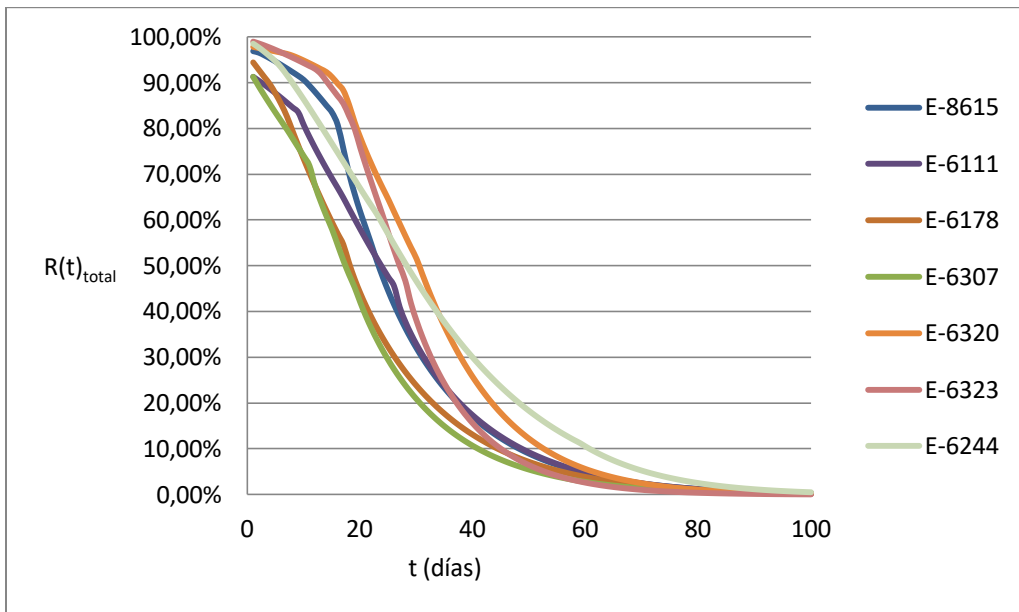
Tabla E4. Coeficiente r y r² de equipos de Montacargas

Sistema	Coeficiente	Equipos						
		405	406	440	1069	1070	1071	1203
Alim.	r	0,97	0,95	0,95	0,97	0,97	0,95	0,97
	r ²	0,93	0,90	0,90	0,95	0,94	0,90	0,94
ChyC.	r	0,97	0,98	0,98	0,97	0,96	0,97	0,99
	r ²	0,93	0,95	0,96	0,97	0,92	0,93	0,99
Dir.	r	0,95	0,99	0,99	0,99	0,98	0,99	0,99
	r ²	0,90	0,99	0,99	0,98	0,97	0,99	0,99
Ele.	r	0,95	0,95	0,97	0,98	0,95	0,96	0,97
	r ²	0,94	0,90	0,95	0,95	0,91	0,91	0,95
M.M	r	0,99	0,98	0,97	0,99	0,99	0,96	0,99
	r ²	0,99	0,97	0,95	0,99	0,97	0,92	0,99
Fre.	r	0,97	0,95	0,98	0,99	1,00	0,99	0,99
	r ²	0,94	0,91	0,96	0,99	1,00	0,98	0,99
Hid.	r	0,95	0,97	0,97	0,96	0,97	0,98	0,95
	r ²	0,90	0,93	0,93	0,92	0,94	0,96	0,90
Lub.	r	0,96	0,95	0,99	0,95	0,98	0,98	0,97
	r ²	0,91	0,98	0,99	0,91	0,95	0,96	0,98
Mot.	r	0,95	0,96	0,98	0,95	0,98	0,95	0,97
	r ²	0,91	0,93	0,97	0,90	0,91	0,90	0,94
Ref.	r	0,96	0,99	0,97	0,98	0,98	0,95	0,95
	r ²	0,91	0,97	0,94	0,96	0,95	0,90	0,90
Susp.	r	0,96	0,95	0,98	0,96	0,95	0,97	0,99
	r ²	0,93	0,90	0,95	0,92	0,90	0,93	1,00
Trans.	r	0,95	0,95	0,95	0,97	0,95	0,98	0,96
	r ²	0,90	0,90	0,91	0,95	0,96	0,95	0,92

Fuente. Los autores

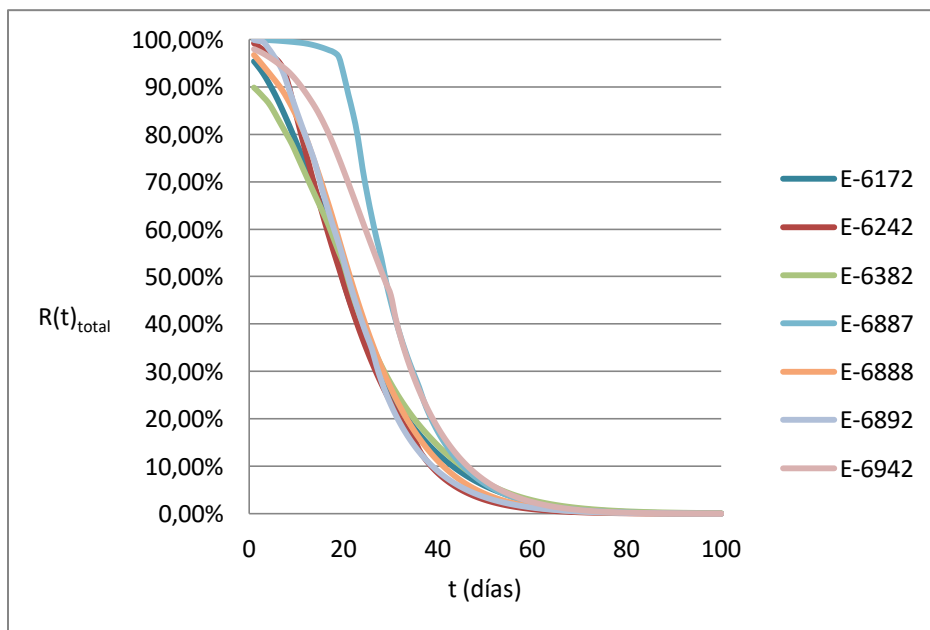
ANEXO F. Confiabilidad total Weibull grupo de vehículos

Grafica F1. Confiabilidad total de equipos del grupo Chevrolet (Parte 1)



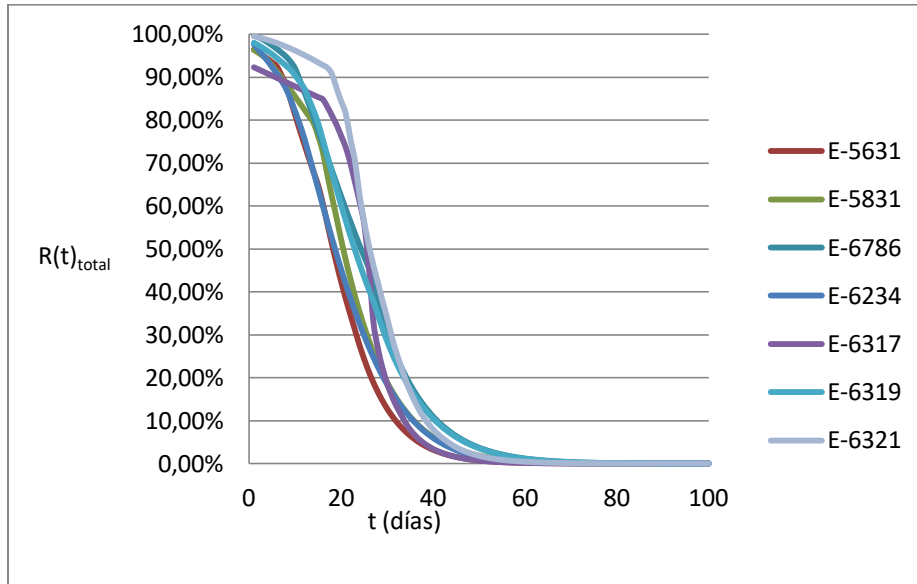
Fuente. Los autores

Grafica F2. Confiabilidad total de equipos del grupo Chevrolet (Parte 2)



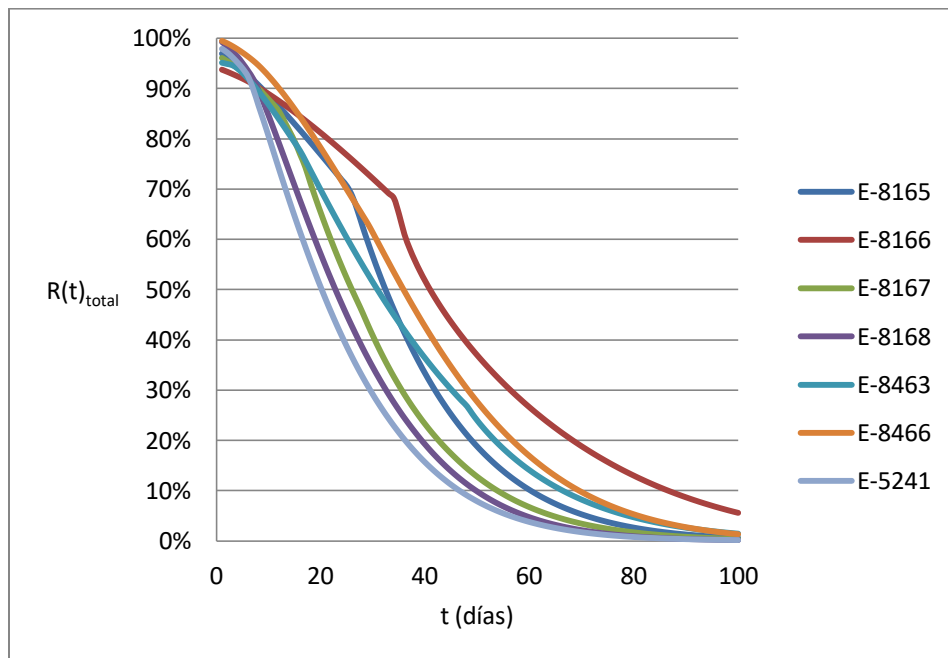
Fuente. Los autores

Grafica F3. Confiabilidad total de equipos del grupo Chevrolet (Parte 3)



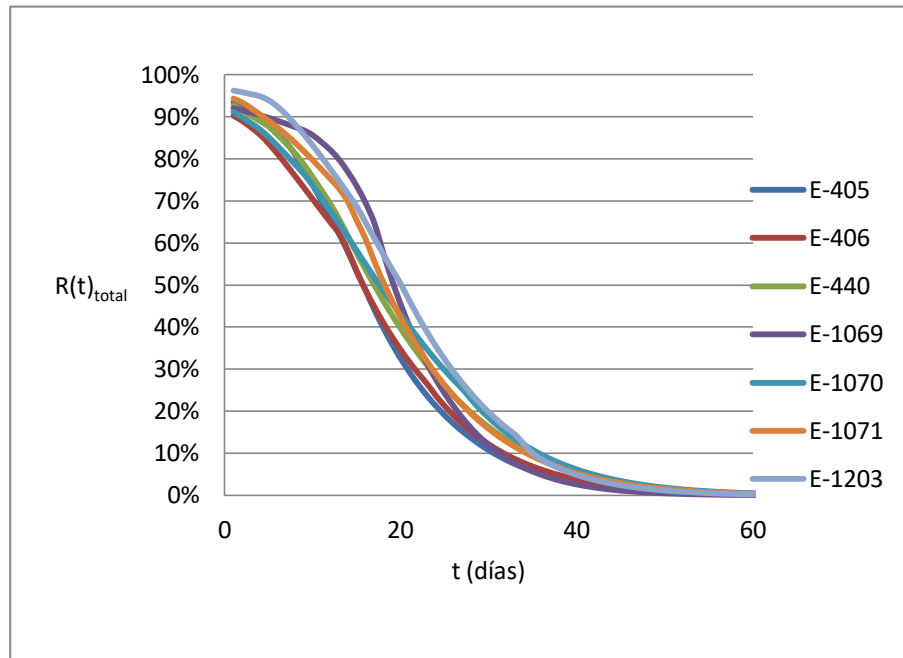
Fuente. Los autores

Grafico F4. Confiabilidad total de equipos del grupo Internacional



Fuente. Los autores

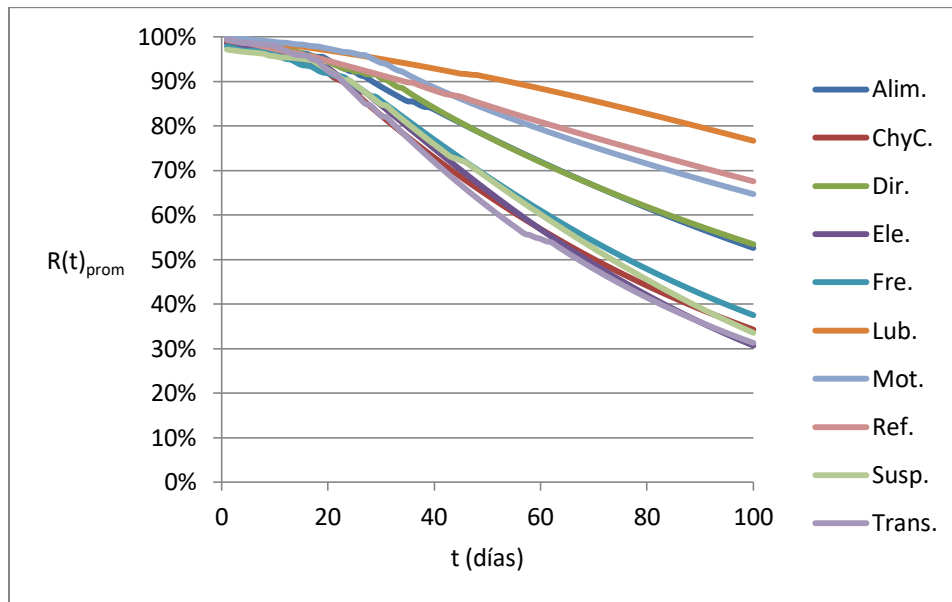
Grafica F5. Confiabilidad total de equipos del grupo de Montacargas



Fuente. Los autores

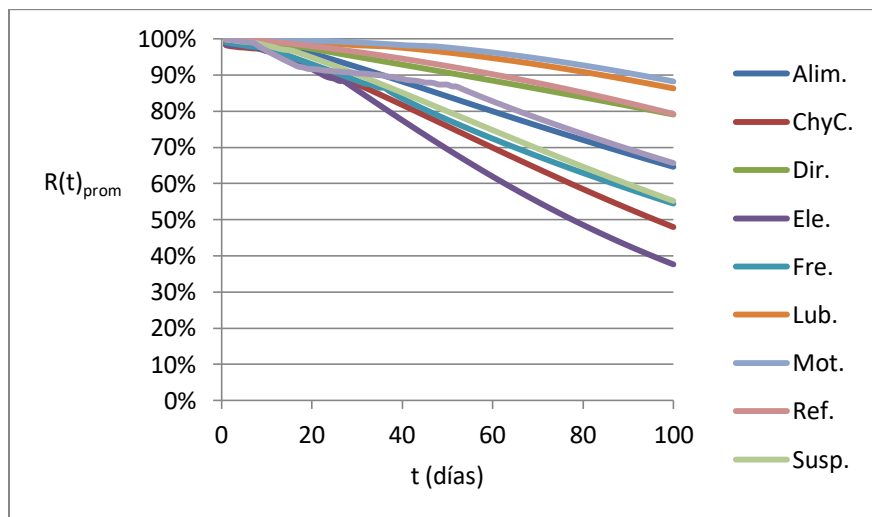
ANEXO G. Confiabilidad Weibull promedio de los sistemas de los equipos

Grafica G1. Confiabilidad promedio para sistemas del grupo Chevrolet



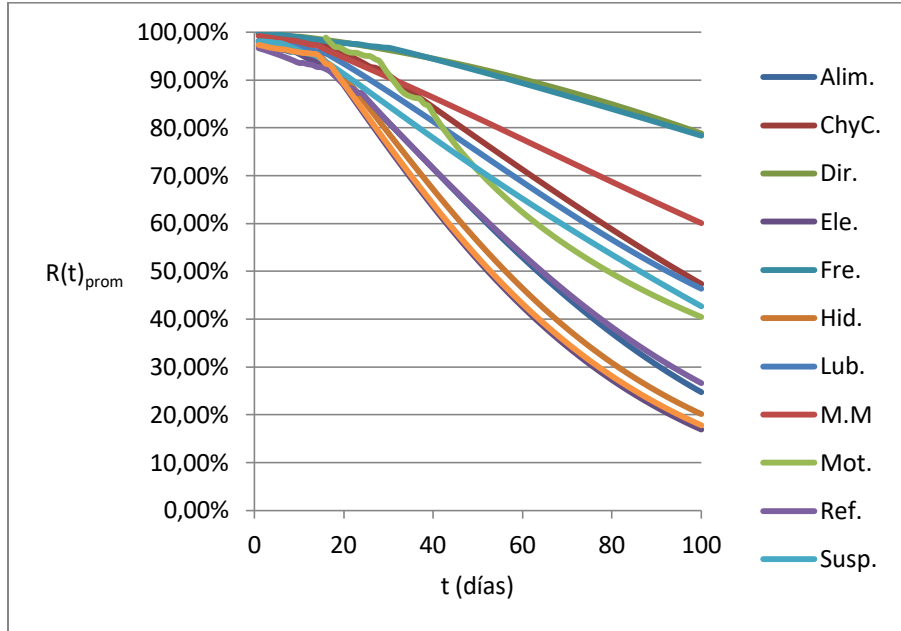
Fuente. Los autores

Grafica G2. Confiabilidad promedio para sistemas del grupo Internacional



Fuente. Los autores

Grafica G3. Confiabilidad promedio para sistemas del grupo de Montacargas



Fuente. Los autores

ANEXOS H. Tiempo medio entre fallas, varianza y desviación estándar de sistemas

Tabla H1. MTBF, varianza y desviación estándar para sistemas. Grupo Chevrolet (Parte 1)

Sistema	Medida	Equipo							Promedio
		5631	5831	6786	6234	6317	6319	6321	
Alim.	MTBF	86,23	80,51	81,68	84,45	144,49	193,58	198,90	124,26
	μ^2	6586,75	2793,82	2606,91	2182,03	29113,64	17697,98	44203,72	15026,41
	μ	81,16	52,86	51,06	46,71	170,63	133,03	210,25	106,53
ChyC.	MTBF	63,84	81,21	87,81	55,37	71,16	71,13	60,49	70,14
	μ^2	1993,33	3222,22	3937,81	842,88	2311,53	2142,35	2110,74	2365,84
	μ	44,65	56,76	62,75	29,03	48,08	46,29	45,94	47,64
Dir.	MTBF	221,30	129,98	92,53	165,05	152,95	105,45	126,41	141,95
	μ^2	72164,08	6431,57	6082,43	17276,90	29113,64	4345,38	15976,02	21627,15
	μ	268,63	80,20	77,99	131,44	170,63	65,92	126,40	131,60
Ele.	MTBF	77,81	68,11	139,36	57,42	58,42	54,18	77,49	76,11
	μ^2	2928,84	1511,57	6232,84	1536,46	882,05	1094,05	2484,84	2381,52
	μ	54,12	38,88	78,95	39,20	29,70	33,08	49,85	46,25
Fre.	MTBF	64,97	83,66	117,09	57,50	65,26	78,42	75,28	77,45
	μ^2	1879,29	6100,69	6762,75	833,19	1316,06	3738,31	2034,21	3237,79
	μ	43,35	78,11	82,24	28,87	36,28	61,14	45,10	53,58
Lub.	MTBF	133,15	158,75	106,47	267,84	237,97	192,06	201,46	185,39
	μ^2	9115,79	5722,22	1917,61	27836,72	28376,90	32793,89	14614,62	17196,82
	μ	95,48	75,65	43,79	166,84	168,45	181,09	120,89	121,74
Mot.	MTBF	299,36	110,45	85,75	292,20	156,23	113,09	192,93	178,58
	μ^2	46241,34	8476,96	4230,62	93277,10	11553,47	5212,39	50441,86	31347,68
	μ	215,04	92,07	65,04	305,41	107,49	72,20	224,59	154,55
Ref.	MTBF	202,81	134,78	73,11	259,39	198,92	181,58	206,42	179,57
	μ^2	20818,35	11175,30	2606,91	92817,03	37947,97	18463,87	44203,72	32576,16
	μ	144,29	105,71	51,06	304,66	194,80	135,88	210,25	163,81
Susp.	MTBF	55,87	69,34	104,15	59,85	66,38	94,35	79,22	75,59
	μ^2	1127,15	1912,05	4574,77	1041,51	2547,48	925,42	5653,78	2540,31
	μ	33,57	43,73	67,64	32,27	50,47	30,42	75,19	47,61
Trans.	MTBF	42,90	64,37	83,14	62,19	65,73	82,70	55,06	65,16
	μ^2	533,50	2442,06	2812,85	1474,83	2354,12	3634,45	1379,68	2090,21
	μ	23,10	49,42	53,04	38,40	48,52	60,29	37,14	44,27

Fuente. Los autores

Nota: las unidades del MTBF, μ están en días. La μ^2 está en unidades de días².

Tabla H2. MTBF, varianza y desviación estándar para sistemas. Grupo Chevrolet (Parte 2)

Sistema	Medida	Equipo							Promedio
		6172	6242	6382	6887	6888	6892	6942	
Alim.	MTBF	164,87	84,36	124,02	83,19	138,12	134,77	150,87	125,74
	μ^2	12074,50	2540,81	4394,56	5691,54	10352,69	25857,89	13649,52	10651,64
	μ	109,88	50,41	66,29	75,44	101,75	160,80	116,83	97,34
ChyC.	MTBF	189,97	77,35	114,16	89,99	85,52	116,05	83,90	108,13
	μ^2	87041,14	1578,91	9377,42	7902,57	3854,35	5061,03	2430,38	16749,40
	μ	295,03	39,74	96,84	88,90	62,08	71,14	49,30	100,43
Dir.	MTBF	169,37	292,42	121,66	223,35	114,14	115,08	193,22	175,61
	μ^2	10517,41	106081,56	4254,32	76805,52	7990,09	7785,03	4726,41	31165,76
	μ	102,55	325,70	65,23	277,14	89,39	88,23	68,75	145,28
Ele.	MTBF	72,74	73,91	105,31	125,61	75,95	128,19	85,10	95,26
	μ^2	2391,13	2160,66	5193,62	14376,90	2035,51	17400,43	2795,43	6621,95
	μ	48,90	46,48	72,07	119,90	45,12	131,91	52,87	73,89
Fre.	MTBF	106,41	74,51	76,16	69,02	99,38	74,96	92,08	84,65
	μ^2	5937,75	3946,43	4394,56	2098,42	4443,36	3075,43	2790,13	3812,30
	μ	77,06	62,82	66,29	45,81	66,66	55,46	52,82	60,99
Lub.	MTBF	255,51	196,41	116,77	223,95	192,00	178,18	216,64	197,06
	μ^2	7706,30	3243,37	6827,19	20100,58	9457,28	20316,13	7883,93	10790,68
	μ	87,79	56,95	82,63	141,78	97,25	142,53	88,79	99,67
Mot.	MTBF	401,68	76,18	143,10	186,11	268,15	146,27	255,18	210,95
	μ^2	90649,46	3326,69	11240,00	5946,24	71405,01	17777,58	39225,49	34224,35
	μ	301,08	57,68	106,02	77,11	267,22	133,33	198,05	162,93
Ref.	MTBF	237,89	194,00	162,11	266,06	151,44	111,53	163,09	183,73
	μ^2	66279,57	85648,61	26594,49	11969,97	10352,69	12003,65	4988,85	31119,69
	μ	257,45	292,66	163,08	109,41	101,75	109,56	70,63	157,79
Susp.	MTBF	67,91	85,22	160,84	72,02	92,97	82,71	82,68	92,05
	μ^2	2206,49	4287,30	12780,55	1014,76	5828,01	1568,66	5226,90	4701,81
	μ	46,97	65,48	113,05	31,86	76,34	39,61	72,30	63,66
Trans.	MTBF	66,15	119,98	107,00	149,44	57,41	103,01	51,56	93,51
	μ^2	1428,43	7317,64	7414,77	8240,94	829,66	5159,43	688,68	4439,93
	μ	37,79	85,54	86,11	90,78	28,80	71,83	26,24	61,01

Fuente. Los autores

Nota: las unidades del MTBF, μ están en días. La μ^2 está en unidades de días².

Tabla H3. MTBF, varianza y desviación estándar para sistemas. Grupo Chevrolet (Parte 3)

Sistema	Medida	Equipo							Promedio
		8615	6111	6178	6307	6320	6323	6244	
Alim.	MTBF	237,49	244,91	163,02	153,69	243,83	180,78	175,58	199,90
	μ^2	11089,28	21112,04	10566,36	29373,20	20982,35	10923,98	18277,68	17474,99
	μ	105,31	145,30	102,79	171,39	144,85	104,52	135,19	129,91
ChyC.	MTBF	126,20	98,24	127,60	138,26	110,31	78,21	108,88	112,53
	μ^2	11120,73	10934,25	13247,54	29373,20	15314,54	3848,87	7511,98	13050,16
	μ	105,45	104,57	115,10	171,39	123,75	62,04	86,67	109,85
Dir.	MTBF	169,97	223,33	416,28	164,89	239,77	139,99	143,11	213,91
	μ^2	45277,32	13339,06	54987,37	49116,72	50450,01	27511,34	12384,48	36152,33
	μ	212,78	115,49	234,49	221,62	224,61	165,87	111,29	183,74
Ele.	MTBF	79,15	98,04	111,77	129,67	83,97	91,04	79,84	96,21
	μ^2	2986,06	4718,05	9386,80	9727,25	1645,65	5571,33	2856,89	5270,29
	μ	54,64	68,69	96,89	98,63	40,57	74,64	53,45	69,64
Fre.	MTBF	126,03	104,07	111,18	157,53	117,19	92,59	214,49	131,87
	μ^2	12859,42	6530,68	9434,73	29373,20	6967,59	2328,57	32769,81	14323,43
	μ	113,40	80,81	97,13	171,39	83,47	48,26	181,02	110,78
Lub.	MTBF	248,99	278,17	224,74	303,42	928,85	193,98	281,82	351,42
	μ^2	27793,83	47709,04	58284,95	41894,98	544974,74	27160,87	12836,79	108665,03
	μ	166,71	218,42	241,42	204,68	738,22	164,81	113,30	263,94
Mot.	MTBF	227,69	159,18	265,28	163,03	286,67	275,82	274,89	236,08
	μ^2	10152,32	56688,98	30100,25	19124,30	67216,74	28590,13	23789,98	33666,10
	μ	100,76	238,09	173,49	138,29	259,26	169,09	154,24	176,18
Ref.	MTBF	188,64	203,39	236,07	210,33	381,48	231,71	244,42	242,29
	μ^2	3676,91	14332,45	72577,09	13008,57	23654,33	28581,91	19601,32	25061,80
	μ	60,64	119,72	269,40	114,06	153,80	169,06	140,00	146,67
Susp.	MTBF	146,06	83,74	97,71	126,21	95,82	126,94	87,06	109,08
	μ^2	10492,56	3590,31	5493,50	10726,71	5426,48	10124,27	2917,84	6967,38
	μ	102,43	59,92	74,12	103,57	73,66	100,62	54,02	81,19
Trans.	MTBF	86,79	161,42	140,02	86,38	82,27	85,27	167,33	115,64
	μ^2	9030,97	6030,31	33614,79	4035,48	2714,18	4401,76	14125,34	10564,69
	μ	95,03	77,66	183,34	63,53	52,10	66,35	118,85	93,84

Fuente. Los autores

Nota: las unidades del MTBF, μ están en días. La μ^2 esta unidades de días².

Tabla H4. MTBF, varianza y desviación estándar para sistemas. Grupo Internacional

Sistema	Medida	Equipo							
		8165	8166	8167	8168	8463	8466	5241	Promedio
Alim.	MTBF	174,12	207,66	225,88	277,13	182,65	98,82	61,14	175,34
	μ^2	17055,36	4244,75	10082,38	43644,10	26573,50	3099,47	1743,37	15206,13
	μ	130,60	65,15	100,41	208,91	163,01	55,67	41,75	109,36
ChyC.	MTBF	104,17	107,56	82,04	85,30	123,34	104,81	106,90	102,02
	μ^2	6302,09	3806,00	3703,62	3779,41	8823,09	4144,73	6135,91	5242,12
	μ	79,39	61,69	60,86	61,48	93,93	64,38	78,33	71,44
Dir.	MTBF	195,94	265,60	165,90	250,09	212,65	250,12	314,81	236,44
	μ^2	12976,10	10457,24	27088,72	49404,71	17627,96	11778,49	53256,96	26084,31
	μ	113,91	102,26	164,59	222,27	132,77	108,53	230,77	153,59
Ele.	MTBF	85,02	141,25	105,22	62,02	71,86	107,33	95,05	95,39
	μ^2	3726,63	6016,77	8216,77	1138,23	2712,48	4141,36	5040,03	4427,47
	μ	61,05	77,57	90,65	33,74	52,08	64,35	70,99	64,35
Fre.	MTBF	147,89	181,63	173,95	69,18	159,56	102,16	203,10	148,21
	μ^2	18364,60	70803,24	14719,82	2622,50	10591,02	10259,97	17699,65	20722,97
	μ	135,52	266,09	121,33	51,21	102,91	101,29	133,04	130,20
Lub.	MTBF	241,38	227,52	193,17	286,72	268,29	233,26	229,32	239,95
	μ^2	20172,53	15521,44	11157,90	22667,89	18511,38	9214,84	19679,14	16703,59
	μ	142,03	124,59	105,63	150,56	136,06	95,99	140,28	127,88
Mot.	MTBF	244,80	196,29	226,17	175,06	236,12	349,58	255,72	240,54
	μ^2	7969,92	8130,19	19967,42	5397,69	6060,83	36664,05	29557,97	16249,72
	μ	89,27	90,17	141,31	73,47	77,85	191,48	171,92	119,35
Ref.	MTBF	149,98	248,11	168,08	233,82	214,67	226,90	211,44	207,57
	μ^2	2374,03	32672,06	17450,08	40083,54	5214,70	14646,42	16320,47	18394,47
	μ	48,72	180,75	132,10	200,21	72,21	121,02	127,75	126,11
Susp.	MTBF	89,06	279,37	114,14	130,00	154,41	150,45	82,35	142,82
	μ^2	2411,38	54387,37	8305,39	12485,12	8566,22	11439,92	3656,00	14464,49
	μ	49,11	233,21	91,13	111,74	92,55	106,96	60,46	106,45
Trans.	MTBF	192,97	176,12	138,36	314,20	122,49	222,88	122,60	184,23
	μ^2	12971,15	4396,96	11411,29	43644,10	1264,17	35917,93	17842,54	18206,88
	μ	113,89	66,31	106,82	208,91	35,56	189,52	133,58	122,08

Fuente. Los autores

Nota: las unidades del MTBF, μ están en días. La μ^2 está unidades de días².

Tabla H5. MTBF, varianza y desviación estándar para sistemas. Grupo Montacargas


Sistema	Medida	Equipo							
		405	406	440	1069	1070	1071	1203	Promedio
Alim.	MTBF	83,49	136,25	50,95	56,93	79,75	75,34	56,85	77,08
	μ^2	3915,54	13628,16	768,39	1164,31	1611,78	1603,88	1136,89	3404,14
	μ	62,57	116,74	27,72	34,12	40,15	40,05	33,72	50,72
ChyC.	MTBF	81,45	90,61	107,62	83,35	119,13	116,97	116,90	102,29
	μ^2	1700,43	3943,37	4103,25	3835,49	12816,89	3757,32	2936,81	4727,65
	μ	41,24	62,80	64,06	61,93	113,21	61,30	54,19	65,53
Dir.	MTBF	228,36	161,49	289,47	139,76	211,77	252,84	205,87	212,79
	μ^2	15455,52	13349,32	18589,13	2018,94	38737,49	21769,28	15652,64	17938,90
	μ	124,32	115,54	136,34	44,93	196,82	147,54	125,11	127,23
Ele.	MTBF	74,98	69,05	64,82	57,81	58,11	59,77	56,74	63,04
	μ^2	3122,36	2315,41	2270,51	1598,07	1179,17	1419,49	1567,03	1924,58
	μ	55,88	48,12	47,65	39,98	34,34	37,68	39,59	43,32
M.M	MTBF	105,41	159,15	158,03	109,21	280,03	147,16	217,98	168,14
	μ^2	3408,13	10168,21	15859,58	3925,95	81729,77	28953,43	19854,90	23414,28
	μ	58,38	100,84	125,93	62,66	285,88	170,16	140,91	134,97
Fre.	MTBF	195,76	257,96	252,80	195,08	239,74	307,66	236,74	240,82
	μ^2	27370,92	29434,74	17561,11	17151,33	33736,83	83482,02	13575,32	31758,89
	μ	165,44	171,57	132,52	130,96	183,68	288,93	116,51	169,94
Hid.	MTBF	97,15	68,60	64,17	54,13	58,42	52,21	75,40	67,15
	μ^2	8824,81	2583,04	1705,84	1274,77	1582,34	684,74	4000424,04	573868,51
	μ	93,94	50,82	41,30	35,70	39,78	26,17	2000,11	326,83
Lub.	MTBF	93,16	163,77	277,88	60,36	138,99	151,20	91,98	139,62
	μ^2	3046,77	13982,80	70761,42	1173,22	14836,88	8722,56	5368,99	16841,81
	μ	55,20	118,25	266,01	34,25	121,81	93,39	73,27	108,88
Mot.	MTBF	87,81	84,31	386,81	112,14	115,16	152,95	61,39	142,94
	μ^2	4480,18	3681,58	130956,83	12914,62	5710,02	23472,49	1187,38	26057,59
	μ	66,93	60,68	361,88	113,64	75,56	153,21	34,46	123,77
Ref.	MTBF	82,80	81,41	77,66	98,77	76,41	66,68	70,12	79,12
	μ^2	5622,44	3790,13	2920,31	2686,26	1947,66	2614,08	745,72	2903,80
	μ	74,98	61,56	54,04	51,83	44,13	51,13	27,31	52,14
Susp.	MTBF	93,21	104,81	98,76	158,25	111,75	106,31	123,01	113,73
	μ^2	4829,30	7392,02	6895,22	19021,73	5859,03	4036,69	1514,21	7078,31
	μ	69,49	85,98	83,04	137,92	76,54	63,53	38,91	79,35
Trans.	MTBF	49,55	65,36	62,73	52,40	84,74	73,93	63,25	64,57
	μ^2	963,09	2338,54	1522,35	1054,57	3064,41	3781,65	1543,47	2038,30
	μ	31,03	48,36	39,02	32,47	55,36	61,50	39,29	43,86

Fuente. Los autores

Nota: las unidades del MTBF, μ están en días. La μ^2 está en unidades de días².

ANEXO I. Formatos de inspección a sistemas con más averías

Imagen I1. Formato de inspección a sistemas con más avería del grupo International

CONTROL DE INSPECCIÓN DE SISTEMAS CON MAS AVERÍAS GRUPO INTERNATIONAL					
Fecha		v	Ok		
N° Interno		x	Requiere corrección		
Horometro		©	Corregido		
Kilometraje					
					
Eléctrico	ACTIVIDAD	v	x	©	Observaciones
	Funcionamiento luces interiores				
	Funcionamiento pito				
	Lecturas codigos motor (ECM)				
	Lecturas Codigos Sistema Electrico (ESC)				
	Funcionamiento tablero instrumentos y testigos				
	Revisión de Luces de carroceria				
	Revisión de Luces de conjunto				
	Revisión de Luces exteriores de cabina				
	Revisión de cuchillas y brazos limpiabrisas				
	Revisar estado de motor de arranque				
	Limpiar, medir y registrar voltage de baterias				
	Revisión operación del alternador y registrar				
	Revisar estado de motor de arranque				
Frenos	Verificar tensión de frenos				
	Funcionamiento freno de parqueo				
	Revisión de fugas de aire de mangueras				
	Revisión de fugas de aire camaras de freno				
	Revisar indicador de presión de aire				
	Verificar funcionamiento de válvula de parqueo				
Chasis y carrocería	Revisar estado vidrios y espejos				
	Verificar adhesivos de placas y logos				
	Verificar estado de capot, bujes, amortiguador				
	Funcionamiento de chapas puertas y correcto				
	Verificar ajuste grapas de carroceria a chasis				
	Revisión estructura ante golpes u otros daños				
	Revisar manijas y accesorios				
	Cadenas y reparar según condición				
TÉCNICO:					
APROBADO POR:					

Fuente. Archivos internos de Postobón S.A.

ANEXO J. Formatos de rutinas de mantenimiento

Imagen J1. Mantenimiento 0 para camiones

PLANILLA DE CONTROL MANTENIMIENTO CAMIONES														
M - 0 SOLO SE REALIZA A LOS 8.000 KILOMETROS O 500 HORAS														
<i>Postobón S.A.</i>														
UBICACION	ITEM	DESCRIPCION	OPERADOR		LUBRICADOR		MECANICO		ELECTRICO		B	R	U	OBSERVACIONES
		Fugas, Niveles, Estado, Mto y reparacion:	Op	Especif.	Op	Especif.	Op	Especif.	Op	Especif.				
Lubricacion	1	Aceite de motor	I-A		I-A-C			I-R						
	2	Filtro aceite de motor			I-C									
	3	Aceite direccion hidraulica	I-A		I-A-C			I-R						
	4	Filtro aceite hidraulico de direccion			I-C									
	6	Filtro combustible			I-C									
	8	Sistema de Combustible (ACPM)	I-D-A		I			I-R						
	14	Deposito lava parabrisas	I-A		I-A-C			I-R						
	17	Aceite caja de velocidades	I-A		I-A-C			I-R						
	18	Tanques y conexiones neumaticas	I-D		I			I-R						
	20	Aceite diferencial	I-A		I-A-C			I-R						
22	Tapas depositos liquidos	I		I-C			I-C							
23	Desfogues (Motor, Caja y Diferencial)			I-M			I-M-R							
26	Engrase general	I-A		I-C										
Abordo	30	Funcionamiento luces interiores	I						I-R					
	33	Funcionamiento pito	I						I-A-R					
	35	Lectura codigos Motor (ECM)	I						I-R					
	36	Lectura codigos Sistema Electrico (ESC)	I						I-R					
	39	Funcionamiento tablero instrumentos y testigos	I						I-A-R					
Motor	62	Conexiones electricas	I						I-A-R					
Eje delantero	83	Grapas y muelles						I-A-R						
	86	Ruedas, Rines y Balanceo						I-A-R						
	87	Bandas de Freno	I					I-A-R						
	88	Regular frenos	I					I-A-R						
Longitudinal	90	Carroceria.	I					I-A-R	NG					
	96	Funcionamiento luces exteriores	I						I-R					
	102	Tanques y Guayas drenaje sistema Neumatico	I					I-A-R						
	109	Tuberia, mangueras y abraz. sist. Neumatico	I					I-A-R						
	114	Calibrar Embrague	I					I-A-R						
Eje trasero	119	Grapas muelles						I-A-R						
	122	Ruedas, Rines y Balanceo						I-R						
	127	Bandas de Freno	I					I-A-R						
	128	Regular frenos	I					I-A-R						
NOTAS:	1	Verificar Concentracion	CONVENCIONES DE OPERACIONES A REALIZAR:										Lubricador: _____	
	2	Verificar Coloracion	INSPECCION	I	Inspeccion Visual o de Tacto									
	3	Verificar Funcionamiento	AJUSTAR:	A	Si lo requiere, segun Especificacion									Mecánico: _____
	4	Verificar juego axial y radial bomba de agua, fan clutch, tensor correas, compresor A/C y alternador	DRENAR:	D	Si lo requiere, segun Especificacion									
	5	Presurizar, verificar soportes y deflectores	ENGRASAR:	E	Si lo requiere, segun Especificacion									Eléctrico: _____
	6	Verificar tambien vidrios, puertas, espejos, tapiceria, etc.	MANTENIM:	M	Operaciones preventivas necesarias									
	7	Se cambia si se requiere	BUENO:	B	Sistemas y/o componentes en buen estado									Aprobado por: _____
		REPARAR:	R	Reparar bajo especificaciones tecnicas										
		URGENTE:	U	Se requiere realizar el correctivo de inmediato										
		CAMBIAR:	C	El componente no se puede ajustar o reparar										

Fuente. Archivos internos Gaseosas de Córdoba S.A.S.

Imagen J2. Mantenimiento 1 para camiones

PLANILLA DE CONTROL MANTENIMIENTO CAMIONES															
M - 1 A PARTIR DE 500 HORAS CON UNA FRECUENCIA DE 500 HORAS															
<i>Postobón S.A.</i>															
UBICACION	DESCRIPCION Fugas, Niveles, Estado, Mto y reparacion:	OPERADOR		LUBRICADOR		MECANICO		ELECTRICO		Op. a R.	B	R	C	U	OBSERVACIONES
		Op	Especif.	Op	Especif.	Op	Especif.	Op	Especif.						
Lubricacion	Aceite de motor	I-A		I-A-C		I-R							X		
	Filtro aceite de motor			I-C									X		
	Aceite direccion hidraulica	I-A		I-A-C		I-R									
	Filtro aceite hidraulico de direccion			I-C											
	Filtro combustible			I-C									X		
	Filtro separador agua de combustible			I-C											
	Sistema de Combustible (ACPM)	I-D-A		I		I-R									
	Sistema Refrigeracion	I-A		I-A-C		I-R	N1								
	Filtro de aire primario			I-C											
	Filtro de aire secundario			I-C									X		
	Deposito lava parabrisas	I-A		I-A-C		I-R									
	Aceite caja de velocidades	I-A		I-A-C		I-R									
	Tanques y conexiones neumaticas	I-D		I		I-R									
	Aceite diferencial	I-A		I-A-C		I-R									
	Tapas depositos liquidos	I		I-C		I-C									
	Desfogues (Motor,Caja y Diferencial)			I-M		I-M-R									
Engrase general	I-A		I-C										X		
Abordo	Funcionamiento luces interiores	I						I-R							
	Juego y alineacion Volante direccion	I						I-A							
	Funcionamiento pito	I						I-A-R							
	Lectura codigos Motor (ECM)	I						I-R							
	Lectura codigos Sistema Electrico (ESC)	I						I-R							
	Funcionamiento tablero instrumentos y testigos	I						I-A-R							
Funcionamiento freno ahogo y/o Motor	I						I-A-R								
Motor	Conjunto Radiadores	I				I-M-R									
	Conjunto Ventilador	I				I-R									
	Correa de motor	I-T-C				I-T-C									
	Conexiones electricas	I						I-A-R							
Eje delantero	Bujes y pasadores suspension delantera					I-A-R									
	Regular frenos	I				I-A-R									
Longitudinal	Funcionamiento luces exteriores	I						I-R							
	Tanques y Guayas drenaje sistema Neumatico	I				I-A-R									
	Tuberia, mangueras y abraz. sist. Neumatico	I				I-A-R									
	Calibrar Embrague	I				I-A-R									
Eje trasero	Bujes y pasadores suspension trasera					I-A-R									
	Regular frenos	I				I-A-R									
NOTAS:	1	Verificar Concentracion													
	2	Verificar Coloracion													
	3	Verificar Funcionamiento													
	4	Verificar juego axial y radial bomba de agua, fan clutch, tensor correas, compresor A/C y alternador													
	5	Presurizar, verificar soportes y deflectores													
	6	Verificar tambien vidrios, puertas, espejos, tapiceria, etc.													
	7	Se cambia si se requiere													
										CONVENCIONES DE OPERACIONES A REALIZAR: INSPECCION I Inspeccion Visual o de Tacto AJUSTAR: A Si lo requiere, segun Especificacion DRENAR: D Si lo requiere, segun Especificacion ENGRASAR E Si lo requiere, segun Especificacion MANTENIM M Operaciones preventivas necesarias BUENO: B Sistemas y/o componentes en buen estado REPARAR: R Reparar bajo especificaciones tecnicas URGENTE: U Se requiere realizar el correctivo de inmediato CAMBIAR: C El componente no se puede ajustar o reparar					
										Lubricador: _____					
										Mecánico: _____					
										Eléctrico: _____					
										Aprobado por: _____					

Fuente. Archivos internos de Gaseosas de Córdoba S.A.S.

Imagen J3. Mantenimiento 3 para camiones

PLANILLA DE CONTROL MANTENIMIENTO DE CAMIONES																
M - 3 A PARTIR DE 56.000 KILOMETROS CON UNA FRECUENCIA DE 56.000 KILOMETROS Ó 12.000 HORAS MOTOR																
<i>Postobón S.A.</i>																
UBICACION	ITEM	DESCRIPCION Fugas, Niveles, Estado, Mto y reparacion:	OPERADOR		LUBRICADOR		MECANICO		ELECTRICO		Op. a R.	B	R	U	OBSERVACIONES	
			Op	Especif.	Op	Especif.	Op	Especif.	Op	Especif.						
Lubricacion	1	Aceite de motor	I-A		I-A-C		I-R									
	2	Filtro aceite de motor			I-C											
	3	Aceite direccion hidraulica	I-A		I-A-C		I-R									
	4	Filtro aceite hidraulico de direccion			I-C											
	6	Filtro combustible			I-C											
	7	Filtro separador agua de combustible			I-C											
	8	Sistema de Combustible (ACFM)	I-D-A		I		I-R									
	9	Sistema Refrigeracion	I-A		I-A-C	N1-N7	I-R	N1								
	11	Filtro de aire primario			I-C	N7										
	12	Filtro de aire secundario			I-C	N7										
	14	Deposito lava parabrisas	I-A		I-A-C		I-R									
	17	Aceite caja de velocidades	I-A		I-A-C		I-R									
	18	Tanques y conexiones neumaticas	I-D		I		I-R									
	20	Aceite diferencial	I-A		I-A-C		I-R									
	22	Tapas depositos liquidos	I		I-C		I-C									
	23	Desfogues (Motor,Caja y Diferencial)			I-M		I-M-R									
	26	Engrase general	I-A		I-C											
	28	Llanta de repuesto	I-A		I		I									
	29	Presion aire ruedas	I-A				I-A									
	Abordo	30	Funcionamiento luces interiores	I						I-R						
		31	Central Electrica Interna							I-R						
		32	Juego y alineacion Volante direccion	I						I-A						
		33	Funcionamiento pito	I						I-A-R						
		34	Funcionamiento Control direccionales	I						I-R						
		35	Lectura codigos Motor (ECM)	I						I-R						
		36	Lectura codigos Sistema Electrico (ESC)	I						I-R						
		38	Funcionamiento Restrictor Filtro de Aire	I-C				I-M-C	N3							
		39	Funcionamiento tablero instrumentos y testigos	I						I-A-R						
		40	Revoluciones del Motor	I				I-A-R								
41		Funcionamiento freno ahogo y/o Motor	I						I-A-R							
42		Juego pedal freno	I				I-A-R									
43		Accionamiento Embrague - palanca cambios	I				I-A-R									
44		Funcionamiento limpiabrisas	I						I-R							
45		Funcionamiento Desempañador	I						I-R							
46		Funcionamiento Aire Acondicionado	I						I-R							
52		Funcionamiento Perillas Palanca de Cambios	I				I-R									
53		Funcionamiento Freno Parqueo	I				I-A-R									
55	Anclaje Silla Operador	I				I-A-R										
56	Aislamientos termicos Tapa Motor y otros	I				I-A-R										
Motor	57	Conjunto Radiadores	I				I-M-R	N5								
	58	Conjunto Ventilador	I				I-R									
	59	Tensor automatico	I				I-R									
	60	Correa de motor	I-T-C				I-T-C									
	61	Alineacion Poleas	I						I-A-R	N4						
	62	Conexiones electricas	I						I-A-R							
	63	Mangueras, tubos y Abrazaderas en general	I				I-A-R									
	64	Tornillos anclaje accesorios							I-A-C							
	65	Soportes de motor					I-A-C									
	66	Funcionamiento Motor Arranque	I						I-A-R							
	67	Funcionamiento Alternador	I						I-A-R							
	68	Ruidos y Vibraciones	I						I-A-R							
70	Afinacion de Motor					I-A										
Eje delantero	73	Terminales de direccion					I-A-R									
	74	Brazos de Sistema direccion					I-A-R									
	75	Cruzetas barra direccion					I-A-R									
	76	Topes de direccion					I-A-R									
	77	Tornillos fijacion punta eje					I-A-R									
	80	Tornillos topes suspension					I-A-R									
	81	Bujes y pasadores suspension delantera					I-A-R									
	82	Pasadores muelles					I-A-R									
	83	Grapas y muelles					I-A-R									
	84	Amortiguadores					I-C									
	85	Juego rodamientos delanteros					I-A-R									
86	Ruedas, Rines y Balanceo					I-A-R										
87	Bandas de Freno	I				I-A-R										
88	Regular frenos	I				I-A-R										
89	Convergencia					I-A-R										
Eje trasero	115	Bujes y pasadores suspension trasera					I-A-R									
	116	Pasadores muelles					I-A-R									
	119	Grapas muelles					I-A-R									
	120	Amortiguadores	I				I-A-R									
	121	Juego rodamientos traseros					I-A-R									
	122	Ruedas, Rines y Balanceo					I-R									
	123	Barras Tensoras suspension trasera					I-A-R									
	127	Bandas de Freno	I				I-A-R									
	128	Regular frenos	I				I-A-R									

Fuente. Archivos internos de Gaseosas de Córdoba S.A.S.

Imagen J4. Mantenimiento 4 para camiones

PLANILLA DE CONTROL MANTENIMIENTO							Postobón S.A.
M - 4 A PARTIR DE 216.000 KILOMETROS- 15.000 HORAS MOTOR							
UBICACION	ITEM	DESCRIPCION	Op. a R.	B	R	U	OBSERVACIONES
		Fugas, Niveles, Estado , Mto y reparacion:					
Motor	71	Reparacion Programada Parcial Motor					
Longitudinal	112	Ajuste Transmision					
Eje trasero	130	Ajuste Diferencial (Solo una diferencial)					

NOTAS:		CONVENCIONES DE OPERACIONES A REALIZAR:				Lubricador:
1	Verificar Concentracion	INSPECCIO	I	Inspeccion Visual o de Tacto		
2	Verificar Coloracion	AJUSTAR:	A	Si lo requiere, segun Especificacion		
3	Verificar Funcionamiento	DRENAR:	D	Si lo requiere, segun Especificacion		Mecánico:
4	Verificar juego axial y radial bomba de agua, fan clutch, tensor correas, compresor A/C y alternador	ENGRASAR	E	Si lo requiere, segun Especificacion		
5	Presurizar, verificar soportes y deflectores	MANTENIM	M	Operaciones preventivas necesarias		Eléctrico:
6	Verificar tambien vidrios, puertas, espejos, tapicería, etc.	BUENO:	B	Sistemas y/o componentes en buen estado		
7	Se cambia si se requiere	REPARAR:	R	Reparar bajo especificaciones tecnicas		Aprobado por:
		URGENTE:	U	Se requiere realizar el correctivo de inmediato		
		CAMBIAR:	C	El componente no se puede ajustar o reparar		

Fuente. Archivos internos Gaseosas de Córdoba S.A.S.

Imagen J5. Mantenimiento 5 para camiones

PLANILLA DE CONTROL MANTENIMIENTO DE CAMIONES											Postobón S.A.				
M - 5 A PARTIR DE 432.000 KILOMETROS -15.000 HORAS MOTOR															
UBICACION	ITEM	DESCRIPCION	OPERADOR		LUBRICADOR		MECANICO		ELECTRICO		Op. a R.	B	R	U	OBSERVACIONES
		Fugas, Niveles, Estado , Mto y reparacion:	Op	Especif.	Op	Especif.	Op	Especif.	Op	Especif.					
Motor	72	Reparacion Programada General Motor													
Longitudinal	113	Reparacion Programada Transmision													
Eje trasero	131	Reparacion Programada Diferencial (Solo una diferencial)													

NOTAS:		CONVENCIONES DE OPERACIONES A REALIZAR:				Lubricador:
1	Verificar Concentracion	INSPECCIO	I	Inspeccion Visual o de Tacto		
2	Verificar Coloracion	AJUSTAR:	A	Si lo requiere, segun Especificacion		
3	Verificar Funcionamiento	DRENAR:	D	Si lo requiere, segun Especificacion		Mecánico:
4	Verificar juego axial y radial bomba de agua, fan clutch, tensor correas, compresor A/C y alternador	ENGRASAR	E	Si lo requiere, segun Especificacion		
5	Presurizar, verificar soportes y deflectores	MANTENIM	M	Operaciones preventivas necesarias		Eléctrico:
6	Verificar tambien vidrios, puertas, espejos, tapicería, etc.	BUENO:	B	Sistemas y/o componentes en buen estado		
7	Se cambia si se requiere	REPARAR:	R	Reparar bajo especificaciones tecnicas		Aprobado por:
		URGENTE:	U	Se requiere realizar el correctivo de inmediato		
		CAMBIAR:	C	El componente no se puede ajustar o reparar		

Fuente. Fuente. Archivos internos Gaseosas de Córdoba S.A.S.

Imagen J6. Formato de lubricación de Montacargas

TABLA PERIODICA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EQUIPOS MONTACARGAS GLP-CUADRO DE LUBRICACIÓN																				
ACTIVIDAD	8,5	400	500	750	800	1000	1200	1250	1500	1600	1750	2000	2250	2400	2500	2750	2800	3000	3200	3250
CAMBIO DE ACEITE DEL MOTOR		C			C		C			C		C		C			C		C	
CAMBIO DEL FILTRO DE MOTOR Y EMPAQUE TAPON CARTER		C			C		C			C		C		C			C		C	
CAMBIO DEL FILTRO DE AIRE DEL MOTOR, LIMPIEZA PRE FILTRO		C			C		C			C		C		C			C		C	
ENGRASE PUNTOS DE LUBRICACION(SUSPENSION, INCLINACIÓN)	E		E	E		E		E	E		E	E		E	E		E		E	E
RETORQUEO SUSPENSION			R/E			R/E			R/E			R/E			R/E			R/E		
ENGRASE TORRE(CEDENAS, RODAMIENTOS, ESTABILIZADOR)	T/E		T/E	T/E		T/E		T/E	T/E		T/E		T/E		T/E	T/E		T/E		T/E
FILTRO GASOLINA (PERIODICAMENTE A CONDICION)						C						C							C	
CAMBIO FILTRO REGULADOR GAS GLP	R/T		R/T	R/T		R/T		R/T	R/T		R/T		R/T		R/T	R/T		R/T		R/T
CAMBIO ACEITE CAJA DE VELOCIDADES						C						C							C	
CAMBIO FILTRO CAJA DE VELOCIDADES (CONVERTIDOR)						C						C							C	
CAMBIO LIQUIDO DE FRENOS						C						C							C	
CAMBIO ACEITE DE DIFERENCIAL												C								
CAMBIO ACEITE HIDRAULICO (DTE 26)												C								
CAMBIO FILTRO DE RETORNO HIDRAULICO (DTE 26)												C								
LAVADO GENERAL (TORRE, MOTOR, CADENAS)			X			X			X			X			X			X		X

CONVENCIONES	
C - CAMBIO	Mecánico
R - REVISION ESTADO Y/O CAMBIO	Eléctrico:
P - PRUEBA DE ACEITE Y REFRIGERANTE	Aprobado por:
T - TENCIONAR Y/O CALIBRAR	
E - ENGRASE	

Fuente. Archivos internos Gaseosas de Córdoba S.A.S.

Imagen J7. Formato de reposición de componentes montacargas

ACTIVIDAD	1000	1800	2000	3000	3600	4000	5000	5400	6000	7000	7200	8000	9000	10000	11000	12000
CAMBIO DE BUJIAS			C			C			C			C		C		C
SINCRONIZACION GENERAL(CAMBIO TAPA DISTRIBUIDOR, CABLES ALTA)						T/C						T/C				T/C
CAMBIO DE BANDAS(CAMBIO RETEN (RUEDA, HOUSING, SELLOS CILINDRO FRENO)				C					C				C			C
CAMBIO SOPORTES EXOSTO			C			C			C			C		C		C
CAMBIO EMPAQUETADURA REGULADOR GLP	R/T		R/T	R/T		R/T	R/T		R/T	R/T		R/T	R/T	R/T	R/T	R/T
CAMBIO BATERIA															C	
CAMBIO BOMBA GASOLINA														R		
CAMBIO CORREA DE ALTERNADOR									C							C
CAMBIO DE VENTILADOR MOTOR														R		
CAMBIO BOMBA AGUA														R		
CAMBIO LLANTAS DIRECCIONALES		R			R			R			R					
CAMBIO LLANTAS DE CARGA					R						R					
CAMBIO RODAMIENTOS CARGA						R								R		
CAMBIO BUJES DE APOYO SUSPENSION				R					R							R
CAMBIO PASADOR Y BIELA DE DIRECCION							R							X		
REPARACION GENERAL SUSPENSION (CAMBIO ESPLIDER, RODILLOS DE AGUJAS, RODAMIENTOS, EMPAQUETADURA CILINDRO DIRECCION)														R/TE		
CAMBIO BRONCES DESLIZADORES TORRE						R						R				R
CAMBIO CADENA TAPA ESTABILIZADORA										R/T						
CAMBIO MANGUERAS TAPA PRENSA CARGA							R							R		
CAMBIO CAUCHOS AJUSTE CONTROL MANDOS										C						
REPARACION PEDAL DE ACERCAMIENTO										R/T						
CAMBIO GUAYA ACCELERADOR									R/T							R/T
CAMBIO AMORTIGUADOR CAPACETE														R		
SISTEMA ELECTRICO(LUCES, BOCINA)	R		R	R		R	R		R	R		R	R	R	R	R

CONVENCIONES	
C - CAMBIO	Mecánico
R - REVISION ESTADO Y/O CAMBIO	Eléctrico:
P - PRUEBA DE ACEITE Y REFRIGERANTE	Aprobado por:
T - TENCIONAR Y/O CALIBRAR	
E - ENGRASE	

Fuente. Archivos internos Gaseosas de Córdoba S.A.S.