

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



ELABORACIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PARA UNIDADES DE TRANSPORTE PESADO EN AGROINDUSTRIA
AZUCARERA DE LA COSTA SUR

Trabajo de graduación presentado por Nestor David Argueta Hernández
para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería en Tecnología
Industrial.

Guatemala,

2020

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



ELABORACIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PARA UNIDADES DE TRANSPORTE PESADO EN AGROINDUSTRIA
AZUCARERA DE LA COSTA SUR

Trabajo de graduación presentado por Nestor David Argueta Hernández
para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería en Tecnología
Industrial.

Guatemala,

2020


Vo. Bo.:

(f) 
Ing. Asesor. Otto Paiz Balcárcel, Ph. D

Tribunal Examinador

(f) 
Ing. Asesor. Otto Paiz Balcárcel, Ph. D

(f) 
Ing. Carolina Herrera Rosales

(f) 
Ing. Henry Armando Olcot

Fecha de aprobación: Guatemala 4 de junio de 2020

PREFACIO

La tesis presentada es el alcance de un estudio de investigación y estandarización del proceso de mantenimiento aplicado al transporte pesado en la industria azucarera donde se realizó el proyecto. El estudio nació por la necesidad de recuperar la disponibilidad de unidades de transporte en el proceso logístico. En la ejecución del proyecto conté con el apoyo de personal, recursos e información de la empresa. Tuve la oportunidad de formar parte del equipo de trabajo de la industria azucarera, específicamente en el área de logística, como parte de un EPS propuesto por el jefe del área mencionada, a través de las herramientas brindadas en la empresa y con el apoyo de la asesoría del proyecto, se lograron resultados satisfactorios en la estructuración de un plan de mantenimiento.

El reto en este proyecto fue el estandarizar un procedimiento desde sus orígenes, sin bases ni protocolos de mantenimiento como antecedentes. He de destacar la importante participación del director de la facultad de ingeniería en tecnología industrial, quien proporcionó recomendaciones desde su experiencia en el ámbito de logística; destacar también el apoyo del asesor de la tesis, quien compartió sus recomendaciones en función de los avances del proyecto.

La culminación del proyecto dejó en lo personal emoción y experiencia, el haber realizado un proceso de ingeniería llevando las riendas de diseño, operación y supervisión, dota de capacidades y aprendizajes significativos para el terreno laboral. Un profundo agradecimiento a la industria azucarera quien me concedió el espacio y recursos para realizar el estudio, agradezco también a la asesoría y dirección de la facultad.

De manera muy especial agradezco a Dios, la motivación de mis padres y el apoyo incondicional de mi familia.

ÍNDICE

LISTA DE CUADROS.....	iv
LISTA DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS.....	2
III. JUSTIFICACIÓN.....	3
IV. METODOLOGÍA	4
A. Muestreo de unidades representativa de la población	4
1. Procesos y métodos para definir el tamaño de muestra influyente en la población.....	4
B. Recopilación de datos de procesos de mantenimiento aplicados a la flota de transporte.	6
1. Información de la ejecución de mantenimientos anteriores	6
2. Procedimiento estándar de las operaciones de transporte.	6
3. Demoras del proceso de carga en las unidades de transporte	6
4. Campo de acción y determinación de las actividades de talleres.....	7
5. Encuesta de la frecuencia de mantenimiento realizado a las unidades.....	8
6. Recursos con los que se cuentan	9
7. Recursos humanos	9
8. Recursos materiales	9
9. Descripción y operación de la maquinaria	10
10. Sistemas críticos que se consideran en el mantenimiento	11
C. Procedimientos realizados para análisis de disponibilidad y fallas mecánicas	13
1. Análisis de disponibilidad.....	13
2. Análisis de fallas mecánicas.....	15
D. Fases del sistema de control cuantitativo de kilometrajes	16
1. Control de kilometrajes manual.....	16
2. Control de kilometrajes mediante hoja de cálculo Excel	16

3. Control de kilometrajes por base de datos de estación de combustible.....	16
4. Control de kilometrajes mediante aplicación web	16
E. Elaboración de plan de mantenimiento preventivo mediante protocolos de mantenimiento	17
1. Protocolos de mantenimiento	17
2. Inspecciones de ejecución de mantenimiento.....	17
V. RESULTADOS	18
A. Muestreo de unidades representativas de la población.....	18
B. Resultados de la investigación de procedimientos de mantenimiento en la empresa.....	19
1. Proceso de asignación de mantenimiento anterior aplicado a las unidades.	19
2. Estudio de tiempos y movimientos del proceso de carga para las unidades de rutas largas	20
C. Resultados de los estudios de disponibilidad y fallas mecánicas.....	21
1. Resultados del estudio de disponibilidad de las unidades	21
a. Interpretación de los datos del grafico mostrado en la Figura 2.....	21
2. Resultados del estudio de fallas mecánicas	22
D. Sistemas de control cuantitativo de kilometrajes	24
1. Toma de datos mediante kilometrajes.....	24
2. Control de kilometrajes por hoja de cálculo.....	25
3. Control de kilometrajes por sistema web	26
4. Interfaz de aplicación web	27
a. Cuadro de entrada de usuario de la aplicación del control de kilometrajes.	27
E. Plan de mantenimiento preventivo	30
1. Frecuencia y periodos de mantenimiento.....	30
2. Frecuencia de mantenimientos para las unidades de transporte pesado	31
3. Protocolo general de mantenimiento	32
4. Protocolos de mantenimiento	34
a. Protocolo de mantenimiento preventivo M1	34
b. Protocolo de mantenimiento preventivo nivel 2 M2	35
c. Protocolo de mantenimiento preventivo mayor (M3)	37

5. Operaciones recomendadas para las unidades de rutas cortas según los resultados del análisis de fallas mecánicas y disponibilidad	38
6. Operaciones recomendadas para las unidades de rutas largas según los resultados del análisis de fallas mecánicas y disponibilidad	38
7. Orden de servicio de mantenimiento	39
VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS	40
A. Análisis de disponibilidad.	40
1. Análisis de disponibilidad de las unidades de rutas cortas	40
2. Análisis de la disponibilidad de rutas largas	41
B. ANÁLISIS DE FALLAS MECÁNICAS.....	42
1. Análisis de las fallas por sistemas básicos de funcionamiento.	43
VII. CONCLUSIONES	44
VIII. RECOMENDACIONES	46
IX. BIBLIOGRAFÍA	47
X. ANEXOS.....	48
XI. GLOSARIO.....	53

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 Muestreo de unidades de transporte pesado por tipo de equipo y empresa transportista _____	5
Cuadro 2 Información de ciclos de mantenimiento aplicados a las unidades de transporte pesado _____	8
Cuadro 3 Información de tipos de frenos utilizados por las unidades de transporte pesado _____	12
Cuadro 4 Datos generales de la disponibilidad de las unidades de transporte pesado muestreadas _____	14
Cuadro 5 Muestreo aleatorio estratificado de unidades de transporte pesado por ruta y empresa. _____	18
Cuadro 6 Estudio de tiempos de operaciones de carga de azúcar en unidades de ruta larga _____	20
Cuadro 7 Descripción de fallas mecánicas de los 4 sistemas básicos de las unidades muestreadas _____	22
Cuadro 8 Descripción de validadores para el control de kilometrajes de las unidades de transporte _____	24
Cuadro 9 Visualización del control de kilometrajes de las unidades por hoja de cálculo de Excel _____	25
Cuadro 10 Frecuencia de mantenimiento monitoreado en kilómetros y horas de funcionamiento. _____	30
Cuadro 11 Secuencia de mantenimientos M1, M2 Y M3 por kilómetros, millas y horas _____	31
Cuadro 12 Protocolo de mantenimiento preventivo M1 aplicado a las unidades de transporte pesado ____	34
Cuadro 13 Protocolo de mantenimiento preventivo M2 aplicado a las unidades de transporte pesado. ____	35
Cuadro 14 Protocolo de mantenimiento preventivo M3 aplicado a las unidades de transporte pesado ____	37
Cuadro 15 Análisis de resultados generales de fallas mecánicas en las unidades muestreadas _____	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Proceso antiguo de asignación de mantenimiento a las unidades de transporte pesado.....	19
Figura 2 Grafico de disponibilidad de unidades de transporte pesado muestreadas.....	21
Figura 3 Esquema base de construcción por bloques diseñado para la creación del sistema web	26
Figura 4 Interfaz de entrada del usuario al sistema web para el control de mantenimiento preventivo.....	27
Figura 5 Pantalla de opciones iniciales del sistema web utilizado para el control de mantenimiento	27
Figura 6 Interfaz diseñada para la edición de usuarios asignados al control de mantenimiento	28
Figura 7 Interfaz de solicitud de datos para la creación de usuarios asignados al mantenimiento.	28
Figura 8 Interfaz de edición y consulta de las unidades de transporte pesado contratado por la empresa	29
Figura 9 Protocolo general para la asignación de mantenimientos a las unidades (parte 1 de 2).....	32
Figura 10 Protocolo general para la asignación de mantenimientos a las unidades (parte 2 de 2).....	33
Figura 11 Orden de servicio de mantenimiento entregada a propietarios de transporte.	39
Figura 12 Diagrama de control de la disponibilidad de unidades muestreadas de rutas cortas.....	40
Figura 13 Diagrama de control de la disponibilidad de unidades muestreadas de ruta larga	41
Figura 14 Diagrama de control de fallas en los sistemas básicos de las unidades muestreadas	43

RESUMEN

Se realizó un plan de mantenimiento preventivo basado en los protocolos de 3 niveles de mantenimiento (M1, M2 y M3) para una flota de transporte pesado que opera en una agroindustria azucarera ubicada en la Costa Sur.

La propuesta se llevó a cabo por la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo para la organización de las unidades de la flota. La falta de un plan generaba situaciones desafortunadas como lo eran: falta de atención al mantenimiento de las unidades, omisión de reporte de fallas o mal estado de los mecanismos de la unidad, y el mantenimiento inadecuado de algunas unidades. Las situaciones deficientes en la disponibilidad de unidades, generaba el incumplimiento de la demanda del transporte requerido por la empresa, además de causar demoras en los procesos de transporte y dar origen a riesgos en la seguridad industrial.

El plan de mantenimiento se hizo con la ayuda del uso de protocolos de mantenimiento citados en manuales técnicos y otras fuentes confiables, realizando además un estudio de las variables de disponibilidad y fallas mecánicas evaluadas durante un tiempo determinado de operación. Para el control logístico del plan de mantenimiento se realizó la solicitud de un sistema web, con las herramientas destinadas únicamente al control, asignación, y monitoreo de los tiempos de cada mantenimiento.

Mediante la ejecución del plan de mantenimiento se eliminaron los sistemas improvisados que se aplicaban para el control errático del mantenimiento del transporte, se logró aumentar y mantener la meta de disponibilidad de los equipos en 90%, también se logró la reducción de paradas de procesos por desperfectos mecánicos, a través del control cuantitativo de kilometrajes se designó una programación de mantenimiento efectiva. Con la puesta en marcha del plan se exige a las empresas transportistas cumplir con una meta de mantenibilidad, para reflejar periódicamente el buen estado de las unidades contratadas.

I. INTRODUCCIÓN

Un plan de mantenimiento preventivo es una herramienta efectiva en el control y cuidado de los equipos industriales, consiste en la ejecución sistemática de tareas y operaciones cuya finalidad es garantizar el óptimo estado de las maquinas. Se ha realizado un plan de mantenimiento preventivo para las unidades de transporte pesado de una agroindustria azucarera, demostrando la importancia del control y cuidado preventivo, para la reducción de fallas y deficiencias dentro del proceso de transporte.

El plan puede elaborarse de formas diversas, dependiendo las características de los equipos. En el proyecto realizado se describe la modalidad basada en protocolos nativos en las recomendaciones del manual del fabricante, agregando un análisis de fallas mecánicas y de disponibilidad. El plan posee cobertura sobre las unidades de transporte asignadas al traslado de producto terminado y outputs de la empresa.

La complejidad de los vehículos es bastante extensa, debido a los sistemas que conforman las unidades y las variadas marcas puestas en el mercado, mediante un muestreo el plan busca focalizar los esfuerzos en factores esenciales y críticos de un vehículo, llevando un control de sus operaciones básicas, para indicar el momento óptimo en el que se debe realizar el mantenimiento de los sistemas esenciales.

El proyecto se llevó a cabo utilizando herramientas de ingeniería de métodos, como lo son estudios de tiempos y movimientos, detección de fallas y análisis de riesgos en la rama industrial; uso de herramientas estadísticas para el muestreo de las unidades y el análisis de los datos arrojados durante las semanas de estudio; se realizaron además cálculos de eficiencia, disponibilidad, mantenibilidad como una recomendación para evaluar el desempeño del mantenimiento.

La implementación del plan de mantenimiento logró estandarizar los procesos de mantenimiento preventivo aplicados a las unidades de transporte, a través de los protocolos definidos en cada nivel de mantenimiento; se logró ubicar y mantener la meta de disponibilidad de las unidades indicada en los objetivos del área de transporte, mediante la detección y eliminación de las deficiencias encontradas en el análisis de fallas mecánicas; la ejecución del plan logró reducir las fallas por desperfectos mecánicos, mediante la ejecución del mantenimiento en el momento oportuno.

II. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para una flota de transporte pesado en una agroindustria azucarera de la costa sur, con el fin de mejorar la disponibilidad de unidades de transporte y garantizar la seguridad industrial.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Definir el tamaño de muestra que sea representativa de las unidades de la flota mediante el procedimiento de muestreo aleatorio estratificado, según la homogeneidad de “Tipo de ruta” y “Empresa transportista” a la que pertenece la unidad, con el propósito de concentrar y reducir el estudio de variables influyentes en la población.
2. Realizar una recopilación de datos de las actividades y procedimientos que se ejecutan en el mantenimiento aplicado a las flotas de transporte pesado outsourcing, propio y rentado, a través de herramientas de recolección de datos, para conocer el estado actual con el que operan las empresas de transporte.
3. Desarrollar un análisis de las variables de disponibilidad y fallas mecánicas, mediante sistemas de distribución de datos agrupados y gráficos de control, para conocer las causas y tendencias de las deficiencias actuales del transporte.
4. Crear un sistema de control cuantitativo para monitorear la actividad del transporte y asignar el mantenimiento a las unidades, por medio de dispositivos auxiliares de medición de tiempo y control manual, mediante la lectura de kilometrajes, para garantizar la ejecución del mantenimiento en el momento adecuado según la frecuencia programada
5. Elaborar un plan de mantenimiento, que reúna los protocolos técnicos a satisfacer en cada mantenimiento, con el objetivo de lograr la ejecución óptima del mantenimiento aplicado a las unidades de transporte y obtener la misma confiabilidad de cada uno de los vehículos de la flota

III. JUSTIFICACIÓN

El proyecto se realizó por la necesidad de mejorar la disponibilidad de las unidades de transporte. Según el registro actual se cuenta con un promedio de 87% de la disponibilidad de equipos; sin embargo, en la disponibilidad de unidades asignadas para algunos de los productos se observa cierta deficiencia, respecto a lo anterior se puede mencionar la disponibilidad del transporte de azúcar de 85% y disponibilidad de transporte de melaza de 85%.

Las causas más relevantes implicadas en la baja de disponibilidad se relacionan con el estado de los equipos, siendo los resultados de la ausencia de un mantenimiento apropiado a las unidades. Las deficiencias en el proceso de mantenimiento son las siguientes: la programación inadecuada del mantenimiento, que se basa según los horarios de descanso de los pilotos; la nula atención a la ejecución de mantenimiento, inicialmente no se dispone de un registro de los mantenimientos realizados a las unidades, las inspecciones mecánicas se basan en las fallas que presentan las unidades o en inspecciones visuales; la inexistencia de protocolos que estandaricen los procesos de mantenimiento, la empresa inicialmente no cuenta con un manual o guía técnica para dictar los procedimientos de cada mantenimiento.

Con la implementación del plan de mantenimiento se garantiza la eliminación de las deficiencias anteriormente mencionadas. Se garantiza el óptimo desempeño de las unidades en los procesos de logística, generando credibilidad en sus procedimientos, llegando a cumplir con las metas y horarios que dicta la programación de la empresa agroindustrial, además de garantizar la seguridad industrial para sus colaboradores, así como la seguridad de sus productos transportados.

IV. METODOLOGÍA

A. Muestreo de unidades representativa de la población

1. Procesos y métodos para definir el tamaño de muestra influyente en la población

- Información de los equipos disponibles

Se realizó un sondeo de los equipos disponibles de la flota mediante listados de unidades inscritas. En esta información se filtraron elementos importantes como: empresa transportista a la que pertenece la unidad, tipo de ruta que recorre, tipo de equipo, categoría a la que pertenece, números de placa y OT.

Se cuenta con 142 equipos de la flota designada al transporte de producto terminado, incluyendo unidades que transportan cachaza y trash.

- Muestreo aleatorio estratificado

Se realizó un muestreo aleatorio estratificado según el tipo de ruta que recorre la unidad, y la empresa transportista a la que pertenece, en el que se tomó empresas transportistas variadas para evaluar las diferencias entre rendimientos de disponibilidad y fallas mecánicas.

El muestreo concentra las variables influyentes dentro de la flota y sintetiza la extensa información de la flota.

Se tomaron 20 unidades pertenecientes a 15 distintas empresas transportistas de las 23 inscritas en la empresa, basando el 25% de esta muestra en unidades asignadas a rutas cortas, el 70% son unidades asignadas a rutas largas, y el 5% pertenece a la representación de unidades localeras, la muestra es tomada de una población de 142 unidades disponibles, que se designó a partir de la homogeneidad de los tipos de equipos de la flota, la cantidad de unidades perteneciente a cada ruta, y un análisis inicial de la tendencia evaluada de disponibilidad de los equipos.

La estratificación ha sido de la siguiente manera:

- | | |
|---------------------------------------|------------|
| 1. Unidades de cachaza tipo palangana | RUTA CORTA |
| 2. Unidades de azúcar tipo plataforma | RUTA LARGA |
| 3. Unidades de azúcar tipo araña | RUTA LARGA |
| 4. Unidades de azúcar tipo Granelera | RUTA LARGA |
| 5. Unidad de azúcar tipo plataforma | RUTA LOCAL |

- Muestra definida de unidades de transporte

Se realizó un muestreo de 20 unidades donde se incluyen las unidades de los diferentes tipos y equipos. Para un fácil control se ha asignado una ruta a cada conjunto de unidades según el tipo de operación que realizan.

Cuadro 1 Muestreo de unidades de transporte pesado por tipo de equipo y empresa transportista

NO	CATEGORÍA	TIPO DE EQUIPO	TRANSPORTE	PLACA
1	CACHAZA	PALANGANA	ELIZABETH	C-038BQX
2	CACHAZA	PALANGANA	TANS MEDELM	C-443BFN
3	CACHAZA	PALANGANA	TANS MEDELM	C218BLF
4	TRASH	PALANGANA	TRANSBAM	C508BMQ
5	TRASH	PALANGANA	TRANSBAM	632BLX
6	AZÚCAR	ARAÑA DOBLE	ANKA	392BPP
7	AZÚCAR	ARAÑA 40	MORALES	427BML
8	AZÚCAR	GRANELERA	ORLANDO	900BHT
9	AZÚCAR	PLATAFORMA DOBLE	ALEUM	667BNR
10	AZÚCAR	PLATAFORMA DOBLE	DEL AGUILA	870BRF
11	AZÚCAR	PLATAFORMA	JOSE COLO	245BLG
12	AZÚCAR	ARAÑA DOBLE	PALMA II	689BKJ
13	AZÚCAR	PLATAFORMA DOBLE	LA MAQUINA	152BFC
14	AZÚCAR	ARAÑA 40	JAIME MENDEZ	455BLS
15	AZÚCAR	ARAÑA DOBLE	JENNY CRISTINA	666BMT
16	AZÚCAR	GRANELERA	JIREH	640BMQ
17	AZÚCAR	ARAÑA DOBLE	MORALES	340BRD
18	AZÚCAR	PLATAFORMA	DEL SUR	432BJF
19	AZÚCAR	PLATAFORMA DOBLE	ORLANDO	465BKS
20	AZÚCAR	PLATAFORMA DOBLE	DEL AGUILA	286BQR

Fuente: Nestor Argueta, Registro de flota de transporte zafra 2018 - 2019

En el Cuadro 1 se observa el listado de las veinte unidades muestreadas, se incluyen unidades destinadas al traslado sobre rutas largas, cortas y local. Las unidades pertenecen también a variadas empresas transportistas de las que se evaluaron las diferencias en sus procesos de mantenimiento.

B. Recopilación de datos de procesos de mantenimiento aplicados a la flota de transporte.

1. Información de la ejecución de mantenimientos anteriores

Para la investigación y definición de los mantenimientos anteriores se utiliza un estudio de movimientos, mediante la observación de los procesos de mantenimiento, son escritos en un diagrama de flujo mostrado en el capítulo de resultados.

2. Procedimiento estándar de las operaciones de transporte.

Las actividades de transporte son coordinadas por un equipo de logística, quienes se encargan de llevar los controles de disponibilidad y asistencia de pilotos en una base de datos, dicha base de datos es útil para asignar los viajes y recorridos según las unidades presentes. El procedimiento de asignación, carga y recepción es determinante para el control de tiempos, debido a demoras que se pudieran evitar. El procedimiento estándar se evaluó mediante un estudio de tiempos y movimientos proporcionado en el capítulo de resultados.

3. Demoras del proceso de carga en las unidades de transporte

La elaboración de un estudio de tiempos y movimientos arroja demoras las cuales se pueden evitar, ya sean por situaciones administrativas o por sucesos que afecten de forma directa a la unidad o al piloto de la unidad. Se realiza una lista de las demoras anteriormente descritas.

- Fallas mecánicas de la unidad
- Falta de piloto
- Tráfico vial
- Recarga de vehículos en la báscula de PT
- Proceso semiautomatizado de el pesaje de vehículos
- Confusiones de pilotos con sus registros de viajes
- Falta de montacargas para el llenado de plataformas
- Ausencia de la aprobación certificada para operaciones de la unidad
- Pilotos en estado de ebriedad
- Desaprobación según la inspección quincenal
- Vehículos sancionados o pilotos con documentos vencidos

4. Campo de acción y determinación de las actividades de talleres

Como campo de acción primario se indican las instalaciones de predio de la empresa azucarera, en donde se realizan las inspecciones mecánicas cada quince días, en cada revisión se lleva el reporte de las condiciones y kilometrajes que marcan las unidades.

Como campo de acción secundario se indican las instalaciones de cada empresa transportista, talleres con la capacidad promedio para albergar nueve camiones en condiciones normales y quince camiones en situaciones extremas, a los cuales se les puede realizar el servicio de mantenimiento o revisión que le corresponda a cada uno ellos, en su momento.

En cuanto a las actividades que se ejecutan en el taller automotriz, para cada vehículo, se definen las siguientes

- Mantenimiento de grado menor (mantenimiento preventivo M1)
- Mantenimiento de grado 2 (mantenimiento preventivo M2)
- Mantenimiento de grado mayor (mantenimiento preventivo M3)
- Atender reparaciones por falla (mantenimiento correctivo no incluido en el plan)
- Instalación, reparación y mantenimiento de sistemas de GPS (Servicios prestados dentro de la empresa que adquiere el servicio de transporte).

Todas las fallas imprevistas son atendidas en el taller del transporte, solo se indica el momento que sucede la falla, se reporta la baja y se calcula su disponibilidad de la fecha en que se da la falla

Los mantenimientos son dictados según el control de kilometrajes dando la oportunidad de programar en un tiempo prudencial tanto para el transportista como la empresa azucarera.

5. Encuesta de la frecuencia de mantenimiento realizado a las unidades

Cuadro 2 Información de ciclos de mantenimiento aplicados a las unidades de transporte pesado

INFORMACIÓN DE LOS MANTENIMIENTOS APLICADOS A LAS UNIDADES		
1	LA MAQUINA	Cada 20 o 15 días dependiendo los daños
2	ALEUM	Semanal
3	ANKA	Descanso
4	DEL AGUILA	Descanso
5	DEL SUR	Descanso
6	JAIME MENDEZ	15 días
7	JENNY CRISTINA RAMIREZ VALENZUELA	semanal
8	JIREH	Semanal descanso
9	JOSE COLO	Cada 2 meses
10	JOSE RODOLFO GUZMAN MOLINA	Mensual
11	JR	Descanso
12	L.A.	Descanso
13	LORENA ELIZABETH BERREONDO	Cada 5k KM
14	MORALES	Cada 2k KM
15	ELIZABETH	Semanal
16	MEDELM	Bimensual
17	ORLANDO	Cada 8k
18	PALMA II	Mantenimientos cada 1000 km
19	PENSAMIENTO	Cada 4k KM
20	TRANSPORTE L.A.	Semanal
21	Zeta veliz	Descanso
22	TRANSBAN	Descanso
23	TRANSCONECION	Cada 5k KM

Fuente: Nestor Argueta, informe de Tesis, UVG, 2020

En el Cuadro 2 se muestran los datos arrojados por una encuesta realizada a las empresas transportistas según el criterio y rango tomado para realizar el mantenimiento de las unidades

6. Recursos con los que se cuentan

Los recursos se refieren a todo lo utilizado o empleado para realizar la manufactura y procedimientos de las actividades del servicio de transporte en general. Para el caso la empresa cuenta con turnos de trabajo para atender las situaciones de transporte, siendo la torre de control de tráfico la autoridad en las operaciones netamente de transporte PT.

7. Recursos humanos

En el área de trabajo de mecánica cuenta con un jefe de operaciones e inspecciones mecánicas, dos mecánicos que realizan el trabajo de campo y realizan el registro de los parámetros evaluados en las unidades.

En los talleres de las empresas transportistas muestreadas se cuenta con un grupo de técnicos mecánicos y ayudantes, éstos a su vez están distribuidos en las cinco áreas de mantenimiento que se tiene para cada vehículo, dichas áreas de mantenimiento son:

- Área mecánica
- Área de lubricación
- Área eléctrica.
- Reparación por fallas inesperadas
- Área de soldadura y forja

8. Recursos materiales

Dentro de los recursos materiales tenemos todo el equipo, herramienta y accesorios que son necesarios para cada tipo de servicio que se realiza en los talleres de las empresas transportistas.

También se cuenta con un equipo de cómputo conformado por tres personas, para llevar el control de los kilometrajes de las unidades y los servicios de mantenimiento que se le realizan a cada vehículo. Los registros guardan el historial de las unidades que se analiza al finalizar operaciones de contrato y sirven de respaldo para una recontractación o el rompimiento de relaciones laborales

Los datos ingresados de las unidades de transporte en la base de datos son los siguientes:

- Ruta
- Nombre del piloto
- Empresa transportista a la que pertenece
- Kilometraje sobre pasado (indicar señal si es tolerable según la holgura programada)
- No. de placas
- Kilometraje real.
- Fecha programada de servicio.
- Fecha del último servicio realizado
- Tipo de servicio y materiales utilizados.
- Nombre del técnico mecánico responsable

9. Descripción y operación de la maquinaria

La flota de transporte está conformada por marcas de buena calidad, siendo la variación en los diferentes modelos, todos los vehículos incluidos en el plan de mantenimiento son de funcionamiento en base a combustible Diésel.

a. Motores diésel

El motor diésel un motor térmico que tiene combustión interna alternativa que se produce por la auto ignición del combustible debido a altas temperaturas derivadas de la alta relación de compresión que posee, según el principio de ciclo diésel. (Sarceño Zepeda & Girón Pleitez, 2007)

Según Sarceño y Girón los cuatro tiempos del ciclo de trabajo de un motor diésel son los siguientes:

- Admisión: En la carrera descendente del pistón, a través de la válvula de admisión abierta se aspira aire fresco previamente filtrado. El aire toma calor de las válvulas, del pistón y de las paredes del cilindro. El motor diésel trabaja siempre con exceso de aire, porque el breve periodo de tiempo de inyección no permite, nada más que una mezcla insuficiente entre combustible y aire, este exceso de aire hace que se produzca una combustión completa, exenta de humos.
- Compresión: Con las válvulas cerradas, el pistón, en su carrera ascendente, comprime el aire aspirado. La relación de compresión está entre 14 y 24 a 1, en los últimos años se ha llegado a tener una relación de 26:1. Por medio de esta elevada compresión, que llega a presiones de unos 30 a 55 bares, el aire alcanza temperaturas entre 700 y 900 °C (calor de compresión). Hacia el final del período de compresión se inyecta el combustible diésel finamente pulverizado

- Expansión o potencia: El combustible inyectado al final de la compresión se vaporiza a la alta temperatura reinante y se mezcla con el aire caliente. La mezcla se inflama espontáneamente. La presión de combustión (presión máxima de 65 a 90 bares, aproximadamente) impulsa al pistón hacia abajo, produciendo la potencia que impulsa el vehículo.
- Escape: A través de la válvula de escape abierta, los gases quemados salen del cilindro a causa de la presión todavía existente y son empujados por el pistón hacia el escape. A plena carga la temperatura de los gases es aún de 550 a 750 °C.

10. Sistemas críticos que se consideran en el mantenimiento

El plan toma en consideración los sistemas básicos y esenciales de las unidades vehiculares, a estos sistemas se les ha catalogado como críticos, en donde se describe de forma general la forma en cómo se realiza la inspección y proporcionar información de dichos sistemas.

a. Sistema de lubricación

El sistema de lubricación tiene un papel muy importante, su función principal es reducir por aplicación de aceite lubricante el rozamiento entre las piezas del motor que se deslizan unas sobre otras y evitar el desgaste prematuro de las mismas. Cuando una pieza se lubrica, se logra disminuir la fricción entre las superficies en contacto. (Avallone, 1995)

Para los sistemas de lubricación se ha programado una inspección del nivel de fluidos realizada cada quince días, se toma en consideración el tiempo de vida útil del líquido y se indica en cual nivel de mantenimiento deberán ser cambiados.

1) Lista de los elementos más importantes a lubricar

- Cojinetes del cigüeñal
- Cojinetes de la biela
- Pasador de pistón
- Árbol de levas
- Taques o buzos
- Balancines
- Cadenas
- Tensor de cadenas
- Accionamiento del distribuidor
- Cilindros

2) Sistema de enfriamiento

El sistema enfriamiento lo conforman seis componentes básicos. El radiador, el ventilador, la bomba de agua, el termostato, el enfriador de aceite y el depósito superior del radiador. (Bohner, 1980)

3) Sistema de combustible

Este sistema está conformado por: un sedimentador, un filtro de combustible, una bomba de alimentación del combustible, una bomba de inyección, una boquilla de inyección. (Avallone, 1995)

4) Sistema de frenos

Son el conjunto de elementos que están destinados a detener la unidad o retardar su marcha. (Bohner, 1980)

La clasificación de frenos según su aplicación se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 3 Información de tipos de frenos utilizados por las unidades de transporte pesado

TIPO	DESCRIPCIÓN
1. Freno de pie Parámetro de diez metros de frenado entre los sesenta y ochenta kilómetros por hora.	Su función es reducir la velocidad del vehículo, cuando sea necesario, e incluso llegar a detenerlo. El vehículo ha de mantener su dirección. Este freno se le maneja con el pedal, debe ser gradual y actuar sobre las cuatro ruedas.
2. Freno de estacionamiento Parámetro de medición según el recargo que tenga sobre el retenedor de madera puesto en la rodada de la llanta.	Este debe impedir que un vehículo parado comience a rodar, incluso en carretera inclinada. En la mayor parte de los casos sirve de freno de emergencia cuando falla el freno de pie.
3. Freno de motor Parámetro medido sobre la marcha que tenga una reducción de la velocidad aceptable	Este debe mantener la velocidad del vehículo en un valor determinado en pendientes prolongadas

Fuente: Avallone, Eugene y Theodore Baumeister, *Manual del ingeniero mecánico*, 1995

En el Cuadro 3 se indican los tipos de freno y su descripción, cada uno debe aplicarse en las situaciones que se indican en la parte derecha de la tabla respectivamente, ya que el uso inadecuado de los frenos podría causar fallas en el equipo.

5) Sistema de suspensión

Este sistema se ha propuesto evaluar mensualmente para las rutas largas, que son comúnmente el transporte destinado a transportar azúcar, y quincenalmente a las unidades de rutas cortas que son las destinadas a transportar cachaza y trash, esto se debe a la variación de terrenos por los que circulan estas unidades, la inspección constara de forma visual para detectar las fugas de aceites o quebraduras en piezas, además de reportes de pilotos sobre la detección de ruidos en movimientos de las unidades. (Avallone, 1995)

6) Sistema de embrague

El embrague es un mecanismo suministrado entre el motor y la transmisión, que utiliza fricción para transmitir la potencia del motor a la transmisión y así desembragarse. La potencia del motor es transmitida a la rueda de transmisión utilizando un embrague, y de esta forma es posible el funcionamiento suave del vehículo de acuerdo con las condiciones de recorrido al hacer los cambios de las marchas de la transmisión. (Sarceño Zepeda & Girón Pleitez, 2007)

Las revisiones del sistema de embrague se realizan mensualmente para los tipos de rutas largas y cortas, ya que hacen un uso no tan excesivo de esta herramienta. Para las unidades localeras serán revisadas cada quince días, ya que estas realizan un mayor uso de este mecanismo.

C. Procedimientos realizados para análisis de disponibilidad y fallas mecánicas

1. Análisis de disponibilidad

Se realizó un estudio estadístico de la disponibilidad de las unidades durante 10 semanas de servicio continuo, en dicho análisis se tomó en cuenta las horas que la unidad estuvo disponible haciendo operaciones, la cantidad de horas que no estuvo en funcionamiento debido a mantenimiento correctivo, cantidad de horas indisponibles por mantenimiento preventivo y la cantidad de horas que se demoró por procesos ineficientes de la empresa.

Los resultados de la disponibilidad fueron analizados en un gráfico de control, donde se evidencian las horas que trabajó la unidad correctamente, en otro parámetro se encuentran las horas que la unidad no estuvo en funcionamiento, las cuales reducen en proporción la eficiencia de la unidad,

Se realizó una breve descripción de la disponibilidad de unidades muestreadas durante 10 semanas.

Cuadro 4 Datos generales de la disponibilidad de las unidades de transporte pesado muestreadas

PORCENTAJE DE DISPONIBILIDAD DE UNIDADES DURANTE 10 SEMANAS				
Unidad	Placa	Empresa	Tipo ruta	Porcentaje
Palangana	C-038BQX	Elizabeth	Corta	77%
Palangana	C-443BFN	Medelm	Corta	100%
Palangana	C218BLF	Medelm	Corta	100%
Palangana	C508BMQ	Transbam	Corta	40%
Palangana	C632BLX	Transbam	Corta	97%
Araña doble	392BPP	Anka	Larga	99%
Araña 40	427BML	Morales	Larga	97%
Granelera	900BHT	Orlando	Larga	84%
Plataforma	667BNR	Aleum	Larga	90%
Plataforma	870BRF	Del Águila	Larga	100%
Plataforma	245BLG	José Coló	Local	99%
Plataforma doble	152BFC	La maquina	Larga	100%
Araña doble	689BKJ	Palma II	Larga	100%
Araña 40	455BLS	Jaime Méndez	Larga	69%
Araña doble	666BMT	Jenny cristina	Larga	97%
Granelera	640BMQ	Jireh	Larga	99%
Araña doble	340BRD	Morales	Larga	100%
Plataforma	432BJF	Del sur	Larga	83%
Plataforma doble	465BKS	Orlando	Larga	61%
Plataforma	286BQR	Del águila	Larga	100%
Promedio de disponibilidad				89%

Fuente: Nestor Argueta, informe de Tesis, UVG, 2020

En el Cuadro 4 se representa el resumen generalizado de la disponibilidad de las unidades muestreadas, se observan variaciones y tendencias según el tipo de ruta o transportista.

a. Factores incluidos en el análisis de disponibilidad

Para analizar la disponibilidad de un equipo industrial, se requiere de ciertos parámetros, como sus horas de productividad, es decir, las horas que el equipo debe estar operando, sus horas de mantenimiento preventivo, también sus horas de mantenimiento correctivo. La disponibilidad refleja la eficiencia operativa.

1) Horas fondo

Las horas fondo indicaron la cantidad de horas que debió estar la unidad disponible, en la empresa los ciclos son de 24 horas, siendo $24 \times 7 \times 10 = 1680$ horas fondo incluidas en las 10 semanas en que se realiza el análisis.

2) Horas disponibles

Las horas disponibles de las unidades se supervisaron en la torre de tráfico, se añadieron al registro de la unidad luego de haber culminado el ciclo de trabajo, si la unidad se reporta con alguna falla o situación que limite sus servicios, inicia un conteo de tiempo en el que la unidad permanece inactiva, restando este tiempo disponible.

3) Average of % DISPONIBILIDAD

Este parámetro indica el porcentaje de disponibilidad que obtiene la unidad en el periodo que fue evaluado, es el cociente dado entre las horas disponibles y las horas fondo, matemáticamente cuando las horas disponibles sean igual a las horas fondo, la disponibilidad tenderá a 1 mientras que, si son inversas, el porcentaje tenderá a cero.

4) Meta

La meta de disponibilidad se establece en el 90% como mínimo, dentro del análisis fue planteado como un límite de clase inferior, debido a que todas las unidades deberían estar sobre este valor, si se calcula el mínimo de tolerancia según las 10 semanas a analizar el resultado son 168 horas que las unidades tienen permitido ausentarse, dato útil para planificar los periodos de inactividad o mantenimiento.

2. Análisis de fallas mecánicas

Mediante el análisis de la disponibilidad se detectaron las unidades que presentaban una baja en su eficiencia, dichas unidades se evaluaron a través de la plataforma de fallas mecánicas de la empresa agroindustrial, para confrontar si la baja era debido a fallas mecánicas, o cualquier otra situación que afectara su productividad.

Se realizó un análisis de fallas en base a los 4 sistemas básicos del vehículo los cuales son:

- Sistema lubricación
- Sistema eléctrico
- Sistema mecánico
- Sistema hidráulico

De este análisis se ha elaborado un gráfico estadístico poligonal, indicando las altas y bajas de cada sistema según las unidades muestreadas que presentaron fallas.

D. Fases del sistema de control cuantitativo de kilometrajes.

Para el control de los kilometrajes se han designado cuatro filtros y centros de información.

1. Control de kilometrajes manual

Se elaboró un sistema de control de kilometrajes a base de papel y bolígrafo. El colaborador encargado del proceso de carga en las unidades de rutas cortas escribe los kilómetros que indica el tablero al momento de que la unidad realiza la carga en la empresa, y vuelve a tomar el dato cuando regresa vacío. Este proceso es para las unidades de rutas continuas, como parámetro de seguridad se tiene un promedio de los kilómetros que existen en cada una de las rutas. Las hojas son llevadas al finalizar cada semana para ser digitalizadas para el análisis y validación con los demás sistemas propuestos.

2. Control de kilometrajes mediante hoja de cálculo Excel

Se elaboró una base de datos en Excel, con la que se obtuvo un control semi automatizado del mantenimiento, en este sistema de control se ingresan los kilometrajes de cada unidad. La hoja de cálculo está programada para encender alarmas cada vez que se alcanza el intervalo de mantenimiento de cada nivel, así mismo cuenta con otras restricciones y condiciones para un proceso más acertado.

3. Control de kilometrajes por base de datos de estación de combustible

El plan de contratación de unidades de servicio tercerizado incluye el beneficio de abastecimiento de combustible por parte de la estación de combustible de la empresa, como dato reglamentario en este proceso se anotan los kilómetros con los que llega la unidad a cargar el combustible, esto para evaluar el rendimiento del combustible o detección de anomalías en el uso. Los datos de la estación fueron enlazados mediante la migración de la información en hojas de cálculo, al control logístico del mantenimiento preventivo.

4. Control de kilometrajes mediante aplicación web

Para designar un sistema específico en el control de kilometrajes, se ha elaborado la cotización y solicitud de un sistema web información que adjunta en el Anexo 1. El sistema es capaz de almacenar todas las herramientas y elementos logísticos, necesarios para el control de mantenimiento, en este sistema se incluyen los siguientes datos de las unidades: piloto, tipo de ruta, estado, mantenimientos, y kilometraje que reporta cada unidad. Este sistema se actualiza en cada revisión mecánica, es decir, cada 15 días para cada unidad.

E. Elaboración de plan de mantenimiento preventivo mediante protocolos de mantenimiento

1. Protocolos de mantenimiento

Para la elaboración del plan de mantenimiento se utilizaron los protocolos recomendados por el fabricante en el manual de mantenimiento. Se realizó además un estudio de las condiciones sobre las que operaban las unidades para adaptar los protocolos según las exigencias a las que son expuestas las unidades.

El plan tiene como objetivo mantener en óptimas condiciones los vehículos de la flota. Se tienen tres tipos de mantenimiento recomendadas por el fabricante, son los siguientes:

- Mantenimiento de grado menor (mantenimiento preventivo M1)
- Mantenimiento de grado 2 (mantenimiento preventivo M2)
- Mantenimiento de grado mayor (mantenimiento preventivo M3)

Los sistemas en los que se enfoca el mantenimiento son los siguientes:

- Sistema de lubricación
- Sistema eléctrico
- Sistema mecánico
- Sistema hidráulico

2. Inspecciones de ejecución de mantenimiento

Se ha designado al personal de mecánica como los encargados del cumplimiento del mantenimiento de las unidades. El jefe de mecánicos dicta la orden y la programación de mantenimientos basado en la información desplegada por el sistema web. La orden llega a los dueños de las unidades correspondientes, para que realicen el servicio respectivo en la fecha indicada; la unidad tiene una holgura de 1,500 kilómetros para ejecutar su mantenimiento o se realiza una llamada de atención al no respetar la programación.

Cada quince días se realizará el proceso de inspección general, donde se evalúan deficiencias en los diferentes sistemas de las unidades.

V. RESULTADOS

A. Muestreo de unidades representativas de la población

Mediante el procedimiento aleatorio estratificado se realizó la muestra de unidades que fueron representativas de la flota, se tomaron los datos según la ruta que realizan, el tipo de unidad y la empresa transportista a la que pertenecen.

Cuadro 5 Muestreo aleatorio estratificado de unidades de transporte pesado por ruta y empresa.

NO	CATEGORÍA	TIPO DE EQUIPO	TRANSPORTE	PLACA
1	CACHAZA	PALANGANA	ELIZABETH	C-038BQX
2	CACHAZA	PALANGANA	TANS MEDELM	C-443BFN
3	CACHAZA	PALANGANA	TANS MEDELM	C218BLF
4	TRASH	PALANGANA	TRANSBAM	C508BMQ
5	TRASH	PALANGANA	TRANSBAM	632BLX
6	AZÚCAR	ARAÑA DOBLE	ANKA	392BPP
7	AZÚCAR	ARAÑA 40	MORALES	427BML
8	AZÚCAR	GRANELERA	ORLANDO	900BHT
9	AZÚCAR	PLATAFORMA DOBLE	ALEUM	667BNR
10	AZÚCAR	PLATAFORMA DOBLE	DEL AGUILA	870BRF
11	AZÚCAR	PLATAFORMA	JOSE COLO	245BLG
12	AZÚCAR	ARAÑA DOBLE	PALMA II	689BKJ
13	AZÚCAR	PLATAFORMA DOBLE	LA MAQUINA	152BFC
14	AZÚCAR	ARAÑA 40	JAIME MENDEZ	455BLS
15	AZÚCAR	ARAÑA DOBLE	JENNY CRISTINA	666BMT
16	AZÚCAR	GRANELERA	JIREH	640BMQ
17	AZÚCAR	ARAÑA DOBLE	MORALES	340BRD
18	AZÚCAR	PLATAFORMA	DEL SUR	432BJF
19	AZÚCAR	PLATAFORMA DOBLE	ORLANDO	465BKS
20	AZÚCAR	PLATAFORMA DOBLE	DEL AGUILA	286BQR

Fuente: Nestor Argueta, informe de Tesis, UVG, 2020

El muestreo de las veinte unidades se organiza en el Cuadro 5 por color según la ruta que realiza la unidad.

1. Determinación de rutas por color.

- Azul: unidades de rutas cortas
- Naranja: unidades de rutas largas
- Sin color: unidad de ruta local

B. Resultados de la investigación de procedimientos de mantenimiento en la empresa

1. Proceso de asignación de mantenimiento anterior aplicado a las unidades.

Mediante la investigación y observación de los procesos, se obtuvieron los resultados de las actividades realizadas para la asignación del mantenimiento. Siendo un proceso no definido debido a la importancia mínima por el mantenimiento de las unidades.

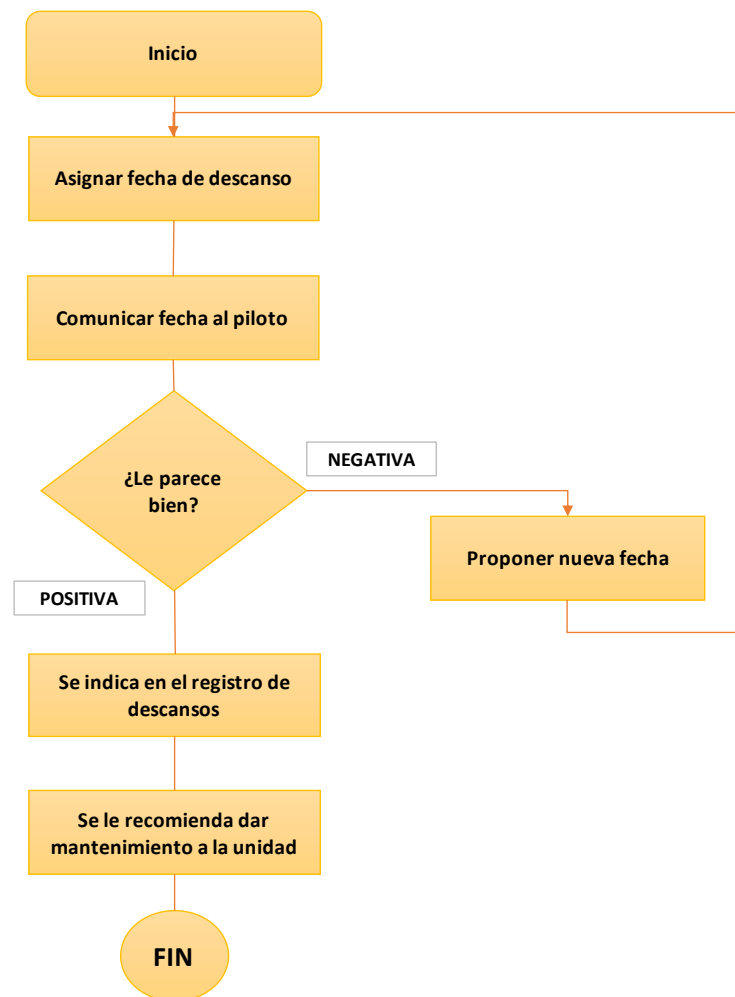


Figura 1 Proceso antiguo de asignación de mantenimiento a las unidades de transporte pesado

Fuente: Nestor Argueta, informe de tesis, UVG, 2020

En la Figura 1 se observa el procedimiento sistemático para la asignación de mantenimiento con que trabajaba la empresa antes de implementar el plan de mantenimiento

2. Estudio de tiempos y movimientos del proceso de carga para las unidades de rutas largas

Cuadro 6 Estudio de tiempos de operaciones de carga de azúcar en unidades de ruta larga

Operación	Tiempo en minutos	Ubicación
1. Se recibe una solicitud de transporte por X operación de la empresa	-	Torre de control de tráfico
2. Se revisa la disponibilidad según el tipo de unidad requerida	5	Torre de control de tráfico
3. Se confirma por cámaras que la unidad se encuentre en el predio de la empresa	2 a 4	Torre de control de tráfico
4. Se le informa al piloto del requerimiento (vía telefónica)	3	Torre – Predio
5. La unidad se traslada del predio al patio principal de carga	7	Predio – Piedrín
6. Piloto de la unidad recoge su orden de transporte para ingresar a cargar	5	Torre de control de tráfico
7. Unidad pasa por bascula para la tara de peso vacío	15 ((Demoras))	Báscula de PT
8. Unidad ingresa a cargar según la bodega indicada o directo a producción	40 – 60	Bodegas de PT
9. Unidad cargada pasa por bascula para la tara de peso cargado	15 ((Demoras))	Báscula PT
10. Piloto de la unidad reporta su salida con la orden de transporte actualizada con los datos de carga	5	Torre de control de tráfico
11. El viaje se anota en una hoja de cálculo como registro de la operación	1	Torre de control de tráfico
TOTALES	110	

Fuente: Nestor Argueta, informe de Tesis, UVG, 2020

En el Cuadro 6 se organizan los tiempos y movimientos del proceso de carga y registro de las unidades que realizan procesos de transporte de producto terminado.

Dentro del proceso existen demoras evitables e inevitables en el proceso definido por la distribución de la planta, algunas demoras también se presentan por la indisponibilidad de algunas unidades al momento de necesitarse.

C. Resultados de los estudios de disponibilidad y fallas mecánicas

1. Resultados del estudio de disponibilidad de las unidades

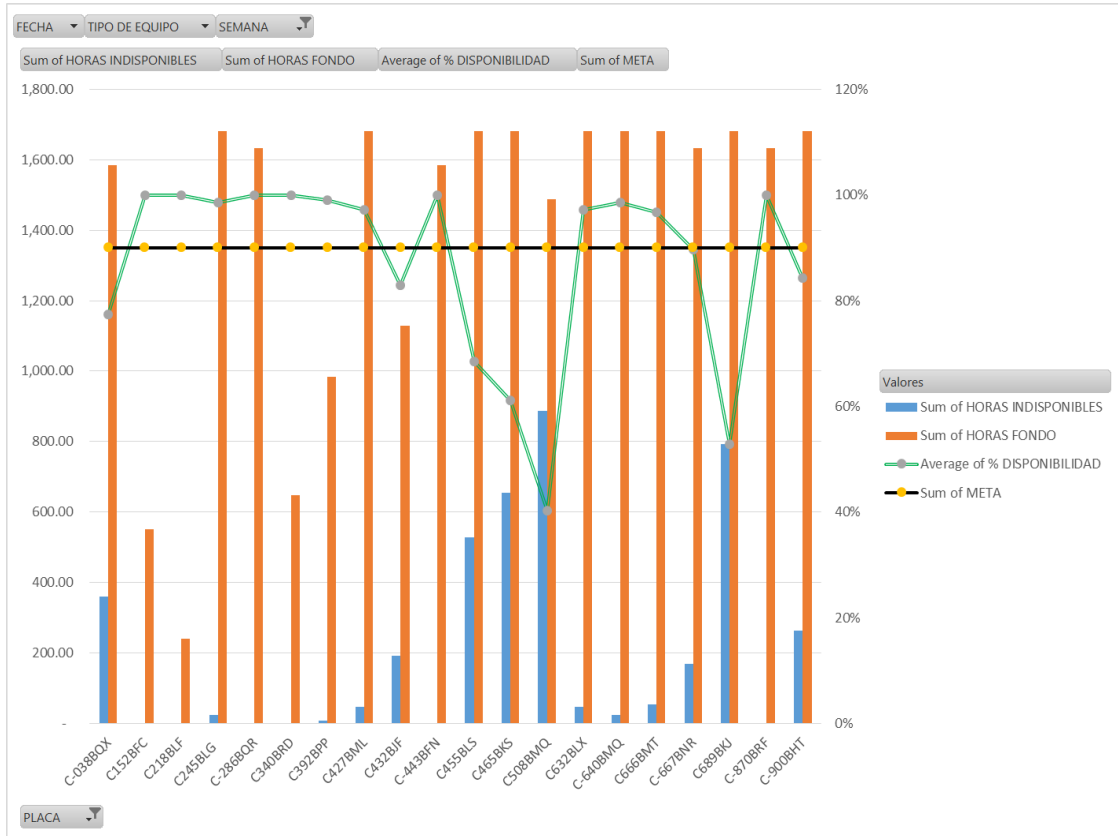


Figura 2 Gráfico de disponibilidad de unidades de transporte pesado muestreadas

Fuente: Nestor Argueta, informe de Tesis, UVG, 2020

En la Figura 2 se muestran los resultados de la disponibilidad obtenida de las unidades muestreadas.

a. Interpretación de los datos del gráfico mostrado en la Figura 2

- El gráfico por el eje vertical muestra la cantidad de horas evaluadas durante las diez semanas, sumando un total de 1680 horas fondo.
- El eje horizontal describe las veinte unidades muestreadas, de las cuales se grafica el rendimiento de disponibilidad de las unidades.
- La barra de color azul: indica la cantidad de horas indisponibles de la unidad, la tendencia de dicha barra debería ser nula según el requerimiento de la empresa.
- La barra de color rojo: indica las horas fondo de la unidad.
- La meta se ha establecido como un límite de clase inferior.
- La línea de nodos: representa la eficiencia de disponibilidad de la unidad, demostrando la media de cada valor muestreado.

2. Resultados del estudio de fallas mecánicas

Se desarrolló un estudio de fallas mecánicas que arrojaron algunas de las unidades muestreadas durante las 10 semanas del proyecto. Dentro del estudio se evaluaron los cuatro sistemas básicos que se ven en el cuadro 7. La ponderación “0” indica que no hubo falla alguna con la unidad y el sistema donde se ubique.

Cuadro 7 Descripción de fallas mecánicas de los 4 sistemas básicos de las unidades muestreadas

No.	UNIDAD	Producto	S. Lubricación	S. Eléctrico	S. Mecánico	S. Hidráulico
1	038BQX	Cachaza	0	0	<p>Caja de cambios. Descripción de falla: Semana 1 y 2, no se le realizó el cambio de líquidos.</p> <p>Frenos en mal estado. Descripción de falla: Semana 4, presenta una falla en el freno de pedal</p> <p>Daño en empaque del motor. Descripción de falla: Semana 7</p>	<p>Manguera rota. Descripción de falla: Semana 4, leve fuga que no se atendió al presentarse.</p>
2	C443BFN	Cachaza	0	0	0	0
3	C218BLF	Cachaza	0	0	0	0
4	C508BMQ	Trash	0	<p>Luces y alertas. Descripción de la falla: Semana 2 y 3, luces altas dañadas y algunas alertas no están indicadas en los tableros.</p>	<p>Motor fundido. Descripción de falla: Semana 5 a 10, según se indica no se le dio mantenimiento a la unidad.</p>	0
5	632BLX	Trash	0	0	0	0
6	392BPP	Azúcar	0	0	0	0
7	427BML	Azúcar	0	0	0	0

No.	UNIDAD	Producto	S. Lubricación	S. Eléctrico	S. Mecánico	S. Hidráulico
8	900BHT	Azúcar	0	0	Fuga de caja. Descripción: Semana 9 y 10, fuga de los líquidos de caja de cambios.	0
9	667BNR	Azúcar	0	0	0	0
10	870BRF	Azúcar	0	0	0	0
11	245BLG	Azúcar	0	0	0	0
12	689BKJ	Azúcar	0	0	Motor fundido. Descripción: Semana 4 a 8, por falta de mantenimiento	0
13	152BFC	Azúcar	0	0	0	0
14	455BLS	Azúcar	0	0	0	0
15	666BMT	Azúcar	0	0	Resorte de suspensión quebrado. Descripción: Semana 6, se daña la suspensión por caducar horas útiles.	0
16	640BMQ	Azúcar	0	0	0	0
17	340BRD	Azúcar	0	0	0	0
18	432BJF	Azúcar	0	0	0	0
19	465BKS	Azúcar	0	0	Falla en el motor. Descripción: Semana 7, falla no especificada.	0
20	286BQR	Azúcar	0	0	0	0

Fuente: Nestor Argueta, informe de Tesis, UVG, 2020

El Cuadro 7 contiene la información detallada de la falla de la unidad según el sistema afectado, la ponderación “0” indica que la unidad reportó cero desperfectos en las semanas analizadas.

D. Sistemas de control cuantitativo de kilometrajes

Para el sistema de control de los kilometrajes se propuso utilizar una aplicación móvil y web que involucre solo la información de mantenimiento, se definen además 4 validadores para garantizar el momento oportuno del mantenimiento.

1. Toma de datos mediante kilometrajes

La toma de datos de los kilometrajes se planteó mediante la observación del tablero que se encuentra en las unidades. Realizando estas observaciones cuando se realicen las revisiones mecánicas

Dentro de este procedimiento se han programado 4 validadores descritos en el Cuadro 8:

Cuadro 8 Descripción de validadores para el control de kilometrajes de las unidades de transporte

Validador 1	Validador 2	Validador 3	Validador 4
Toma de datos manual y registro de Excel.	Toma de datos en la App de revisiones mecánicas	Recorridos marcados por el GPS de las unidades	Registros en la App de mantenimiento propuesta
Para las unidades de las distintas rutas se ha empleado una toma de datos de forma escrita. Se trata de una hoja de papel donde se identifica la unidad, en ella se agregan los kilómetros que recorre en cada recorrido. El encargado de la toma de datos es quien despacha la cachaza y el trash en las unidades.	Se ha programado un campo dentro de la plataforma que usa esta empresa para controlar las actividades de revisión mecánica. En este campo se registra el valor numérico de los kilómetros recorridos por la unidad, posteriormente esta información es transportada en una matriz de Excel.	Los kilómetros son inspeccionados a través de la plataforma que provee el servicio GPS. La confiabilidad de este validador depende del plan de datos que posean las unidades, debido a que mientras más preciso sea la información solicitada, es más caro el paquete de datos.	Se ha propuesto una aplicación para móvil y PC, que facilita el registro de la información solicitada de las unidades, esta aplicación es utilizada por personal operativo, donde se registra el valor de kilómetros almacenados en las unidades. Este es el validador más fiel.

Fuente: Nestor Argueta, informe de Tesis, UVG, 2020

En el Cuadro 8 se definen los validadores para el control de kilometrajes, el orden en el que han sido descritos no dicta jerarquía de validación.

2. Control de kilometrajes por hoja de cálculo

El proceso de registro mediante el validador 1 involucra una digitalización de datos en una hoja de cálculo de Excel, en la cual se registraron los datos siguientes: identificación completa de la unidad, tipo de ruta a la que se asignó, kilometraje inicial (en el que se da inicio el plan de mantenimiento), alertas de los niveles de mantenimiento, holgura de permisibilidad de kilómetros excedidos.

Cuadro 9 Visualización del control de kilometrajes de las unidades por hoja de cálculo de Excel

LOGO				KILOMETRAJE INICIAL	40000				
				Control de kilometrajes para mantenimiento M1					
				Kilometraje de mantto	47000				
				Holgura de $\pm 1,500$ km	1500				
Mantenimientos de 1 a 30 para los programas de servicio II									
Revisión	Mantenimiento	Fecha de inspección	Holgura	Programa de servicio I					
				Km real	Log	Estate			
1	No requerido	4/06/2019	0	43678	0	-			
2	No requerido	19/06/2019	0	44769	0	-			
3	No requerido	5/07/2019	0	45308	0	-			
4	No requerido	20/07/2019	0	46398	0	-			
5	Realizar mantenimiento	4/08/2019	593	47593	1	-			
6	Realizar mantenimiento	29/08/2019	1456	48456	1	-			
7	Realizar mantenimiento	15/09/2019	1598	48598	1	VENCIDO			

Fuente: Nestor Argueta, informe de Tesis, UVG, 2020

La interfaz básica del control semi-automatizado de la hoja de cálculo se ejemplifica en el Cuadro 9

- a. Criterios de condición en el control de mantenimientos.
 - Los niveles de mantenimiento son controlados en hojas de calculo, donde se programan las alarmas según las recomendaciones del fabricante sobre los intervalos de kilometraje descritos en el Cuadro No 10.
 - La alarma de mantenimiento conlleva dos validadores en la hoja de calculo, por la columna de mantenimiento indicando “Realizar mantenimiento”, y por la parte de estado indicando si el mantenimiento esta vencido o no, para el caso de vencimiento se reporta en el historial de la unidad su falta al proceso.
 - La holgura de permisibilidad indica el estado de vencimiento, la unidad completa el ciclo de mantenimiento y se le otorga una holgura de 1,500 kilómetros, al superar esta holgura se enciende la alerta de vencimiento, indicandole al equipo que la unidad no solo ha incumplido sino que corre el riesgo de tener daños por falta del mantenimiento. Este parámetro es determinado según la amplitud maxima recomendada por el fabricante y el analisis de las condiciones operativas, quienes indican que la unidad realiza este kilometraje en aproximadamente una semana, siendo un tiempo permitido y considerable.

- El control de cada nivel se lleva de forma simultánea, los datos del mantenimiento M1, son emigrados a la hoja de cálculo M2, donde se lleva el control de la unidad para el mantenimiento de Nivel 2, así mismo, para el M3.

3. Control de kilometrajes por sistema web

Se realizó la solicitud para crear un espacio web destinado al control de mantenimiento, esto se debe a que el software ya conocido en el mercado ofrecía diversidad de herramientas que el proceso no ocupaba. Dentro de las herramientas del software se incluye: creación de unidades, creación de rutas, creación de usuarios, kilometraje y estado de la unidad.

La aplicación web se basa en un esquema por bloques detallado de la siguiente manera.



Figura 3 Esquema base de construcción por bloques diseñado para la creación del sistema web

Fuente: Kelvin García, *Propuesta de aplicación web*, 2019

En la Figura 3 se indican los bloques de construcción del sistema web designado al control de kilometrajes y mantenimiento.

Se utilizó una tecnología HTML, el código HTML de la pantalla principal del sistema web, se encuentra adjunto en el Anexo 2, además se utilizó PHP, JavaScript, HTML5, CSS3 Y SQL. Mediante un servidor local que posee la empresa para el uso propio.

4. Interfaz de aplicación web

a. Cuadro de entrada de usuario de la aplicación del control de kilometrajes.

Es la interfaz de entrada de los usuarios del sistema web, en este espacio se solicita el acceso del usuario, consta de su dirección Email y de una contraseña establecida por el mismo usuario.

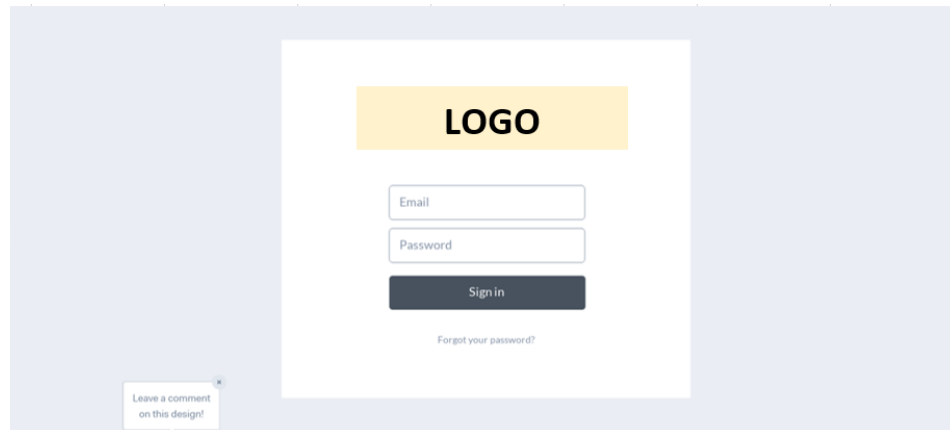


Figura 4 Interfaz de entrada del usuario al sistema web para el control de mantenimiento preventivo

Fuente: <https://marvelapp.com/202dd846/screen/64154456>

La solicitud de usuario se aprecia en la Figura 4, donde se solicita datos de email y contraseña.

b. Pantalla inicial de la aplicación web

La pantalla de inicio se realizó de una forma liviana y sin cargas de imágenes, con el fin de no saturar al servidor, en la pantalla inicial el usuario podrá seleccionar según la operación que desee realizar, creación de usuarios, vehículos o simplemente visualizar las unidades que requieren de mantenimiento.



Figura 5 Pantalla de opciones iniciales del sistema web utilizado para el control de mantenimiento

Fuente: <https://marvelapp.com/202dd846/screen/64154456>

La Figura 5 ilustra la interfaz inicial de la aplicación web, se visualiza sencilla para su rápida carga.

c. Edición de usuarios en el sistema web

En la edición de usuarios se programó mediante roles según la organización jerárquica de la empresa, en este espacio virtual se permite la edición y eliminación de usuarios, solicitando la información básica del personal, como nombre, apellido, el rol que desempeña en el proceso (tabulador o administrador).

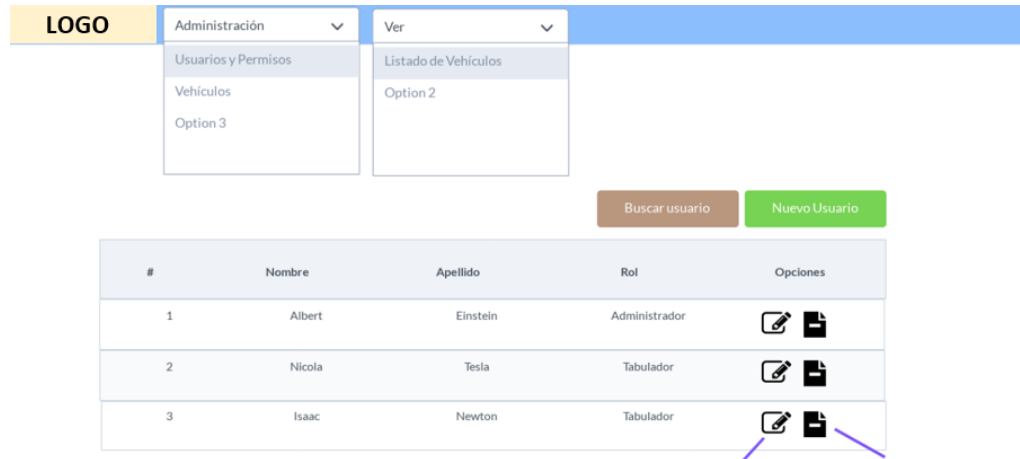


Figura 6 Interfaz diseñada para la edición de usuarios asignados al control de mantenimiento

Fuente: <https://marvelapp.com/202dd846/screen/64154148>

En la Figura 6 se ilustran las herramientas para la edición de los usuarios, desde la creación hasta la asignación de rol.

d. Entrada de datos de usuario

La interfaz de la solicitud de datos para la creación de datos es del tipo amigable, se han programado para solicitar campos de texto o alfa numérico.

Datos del usuario:

Nombres

Apellidos

correo electrónico

Rol

Figura 7 Interfaz de solicitud de datos para la creación de usuarios asignados al mantenimiento.

Fuente: <https://marvelapp.com/202dd846/screen/64158430>

Los datos necesarios para la creación de un usuario se visualizan en la Figura 7

e. Pantalla de visualización y edición de vehículos

Se ha designado al administrador la edición y consulta de vehículos, a los usuarios con rol de tabulador se les ha programado la consulta y visualización de la información de cada unidad. En dicha pantalla se muestran los datos esenciales del vehículo, así como el transporte al que pertenece cada unidad.

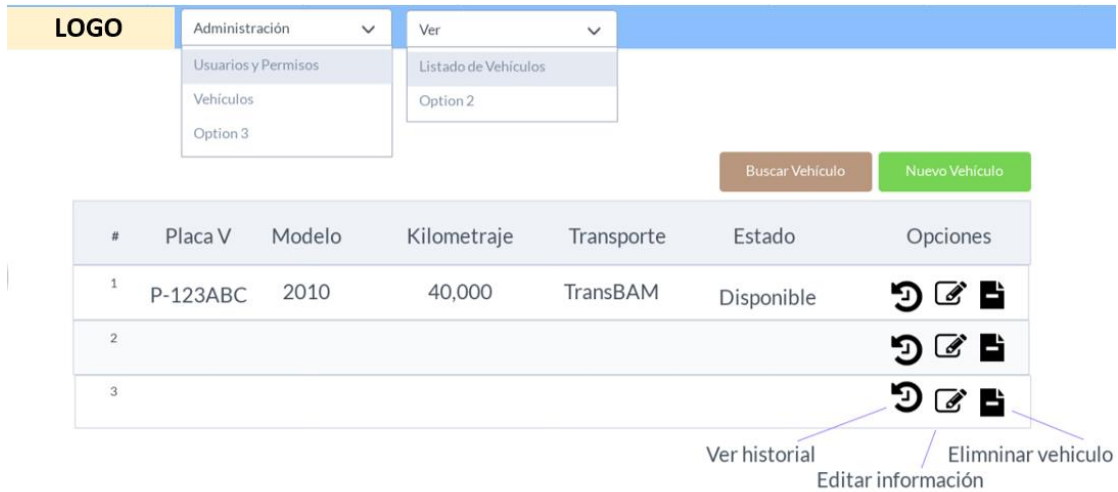


Figura 8 Interfaz de edición y consulta de las unidades de transporte pesado contratado por la empresa

Fuente: <https://marvelapp.com/202dd846/screenx/64155878>

Los datos disponibles de cada unidad, así como las herramientas de edición se encuentran visualizadas en la Figura 8

Los procesos de logística en la empresa se llevan de forma digitalizada mediante tablas dinámicas y por ende la herramienta de Excel, las plataformas independientes a este software de office tienen la herramienta de cargar los datos a utilizar mediante hojas de cálculo. De la misma manera la aplicación para el control de kilometrajes posee la facilidad de emigrar datos y archivos de hojas de cálculo de Excel, facilitando así la lectura de reportes por diversos sectores de la empresa y el área de logística.

La aplicación es el validador más confiable, ya que va de la mano con el sistema de alarmas para la ejecución de los respectivos mantenimientos.

E. Plan de mantenimiento preventivo

El plan tiene como objetivo mantener en óptimas condiciones los vehículos de la flota. Se tienen tres tipos de mantenimiento recomendadas por el fabricante, son los siguientes:

- Mantenimiento de grado menor (mantenimiento preventivo M1)
- Mantenimiento de grado 2 (mantenimiento preventivo M2)
- Mantenimiento de grado mayor (mantenimiento preventivo M3)

1. Frecuencia y periodos de mantenimiento

La frecuencia de mantenimiento ha sido evaluada según las especificaciones del manual del fabricante y la opinión experta de personal de mantenimiento mecánico, se ha establecido dos tipos de frecuencia, una que es medida en kilómetros, y la segunda que es medida en tiempo de operaciones, esta última fue utilizada para las unidades de rutas largas que poseen la herramienta de horómetros, quienes reciben la señal de ignición del motor para iniciar su cuenta de tiempo. Cabe resaltar que se estipuló dos formas de medición debido a las especificaciones de ciertos equipos de la flota de transporte

Cuadro 10 Frecuencia de mantenimiento monitoreado en kilómetros y horas de funcionamiento.


MANTTO 1	MANTTO 2	MANTTO 3
7,000 Km	14,000 Km	21,000 Km
438 horas	876 horas	1314 horas

Fuente: Daimler, *Manual de mantenimiento Columbia*, Daimler Trucks North America LLC, 2010

La frecuencia de mantenimiento definida en el Cuadro 10 ha sido orientada principalmente por las recomendaciones del fabricante y adaptada a las condiciones y beneficios de la empresa.

2. Frecuencia de mantenimientos para las unidades de transporte pesado

Cuadro 11 Secuencia de mantenimientos M1, M2 Y M3 por kilómetros, millas y horas

				KILOMETRAJE INICIAL		0		
				Seguimiento de kilometrajes y horas para realizar el mantenimiento preventivo de unidades.				
				Holgura de \pm 1,500 kilómetros				
Mantenimientos de 1 a 30 para los Programas de servicio II								
Ma nt. n.º	Intervalo de mantenimiento	Fecha de servicio		Programa de servicio I				
				Millas	Km	Hrs		
1	M1			4375	7000	438		
2	M1 Y M2			8750	14000	876		
3	M1 Y M2 Y M3			13125	21000	1314		
4	M1			17500	28000	1752		
5	M1 Y M2			21875	35000	2190		
6	M1 Y M2 Y M3			26250	42000	2628		
7	M1			30625	49000	3066		
8	M1 Y M2			35000	56000	3504		
9	M1 Y M2 Y M3			39375	63000	3942		
10	M1			43750	70000	4380		
11	M1 Y M2			48125	77000	4818		
12	M1 Y M2 Y M3			52500	84000	5256		
13	M1			56875	91000	5694		
14	M1 Y M2			61250	98000	6132		
15	M1 Y M2 Y M3			65625	105000	6570		
16	M1			70000	112000	7008		
17	M1 Y M2			74375	119000	7446		
18	M1 Y M2 Y M3			78750	126000	7884		
19	M1			83125	133000	8322		
20	M1 Y M2			87500	140000	8760		
21	M1 Y M2 Y M3			91875	147000	9198		
22	M1			96250	154000	9636		
23	M1 Y M2			100625	161000	10074		
24	M1 Y M2 Y M3			105000	168000	10512		

Fuente: Daimler, *Manual de mantenimiento Columbia*, Daimler Trucks North America LLC, 2010

La asignación de mantenimientos por kilometrajes y tiempo de funcionamiento para las unidades se definen en el Cuadro 11, siendo de vital importancia en la programación y asignación de mantenimiento.

3. Protocolo general de mantenimiento

Se describe el procedimiento general para ejecutar el plan de mantenimiento preventivo a los vehículos de la flota.

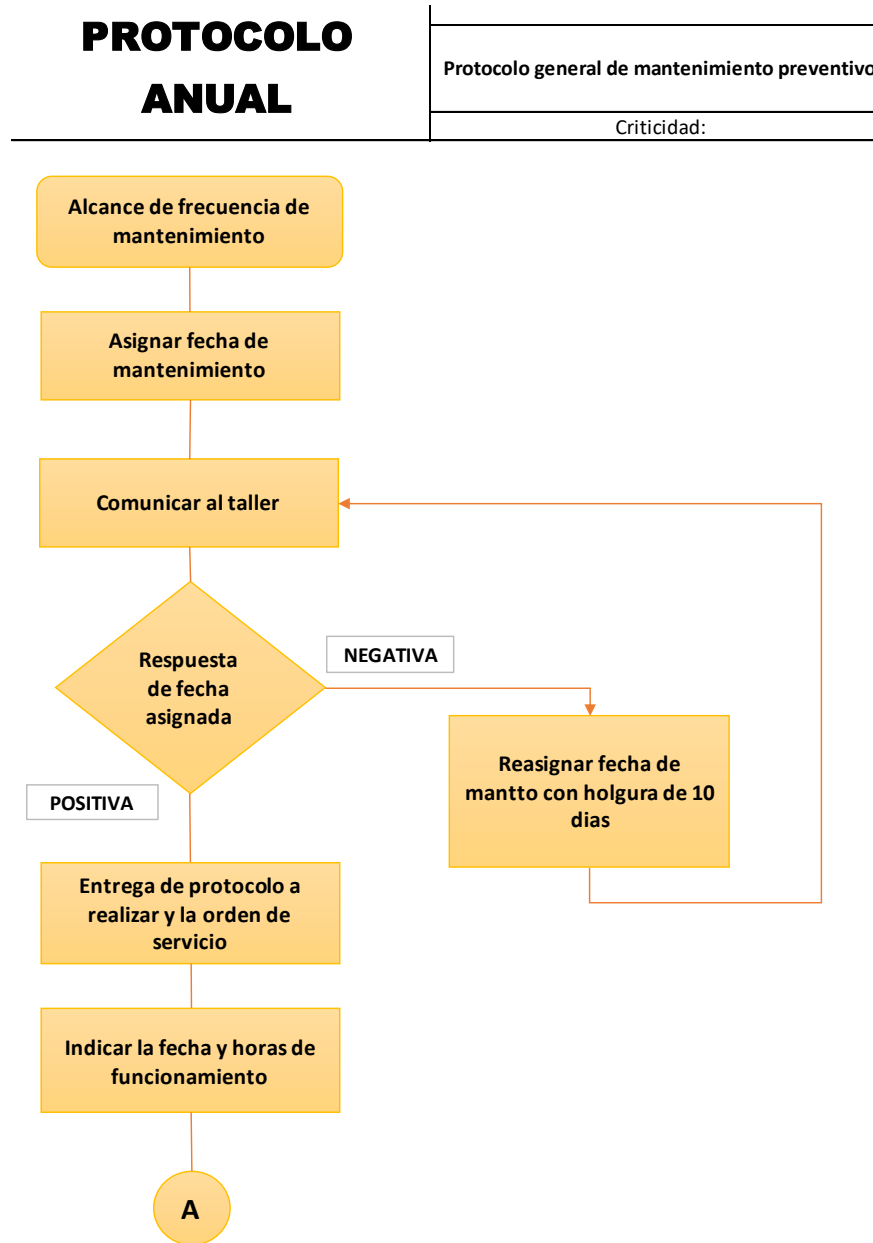


Figura 9 Protocolo general para la asignación de mantenimientos a las unidades (parte 1 de 2)

Fuente: Nestor Argueta, informe de Tesis, UVG 2020

Los pasos de la asignación de mantenimiento se detallan mediante la simbología del gráfico de flujo en la Figura 9

PROTOCOLO ANUAL	
	Protocolo general de mantenimiento preventivo
	Criticalidad:

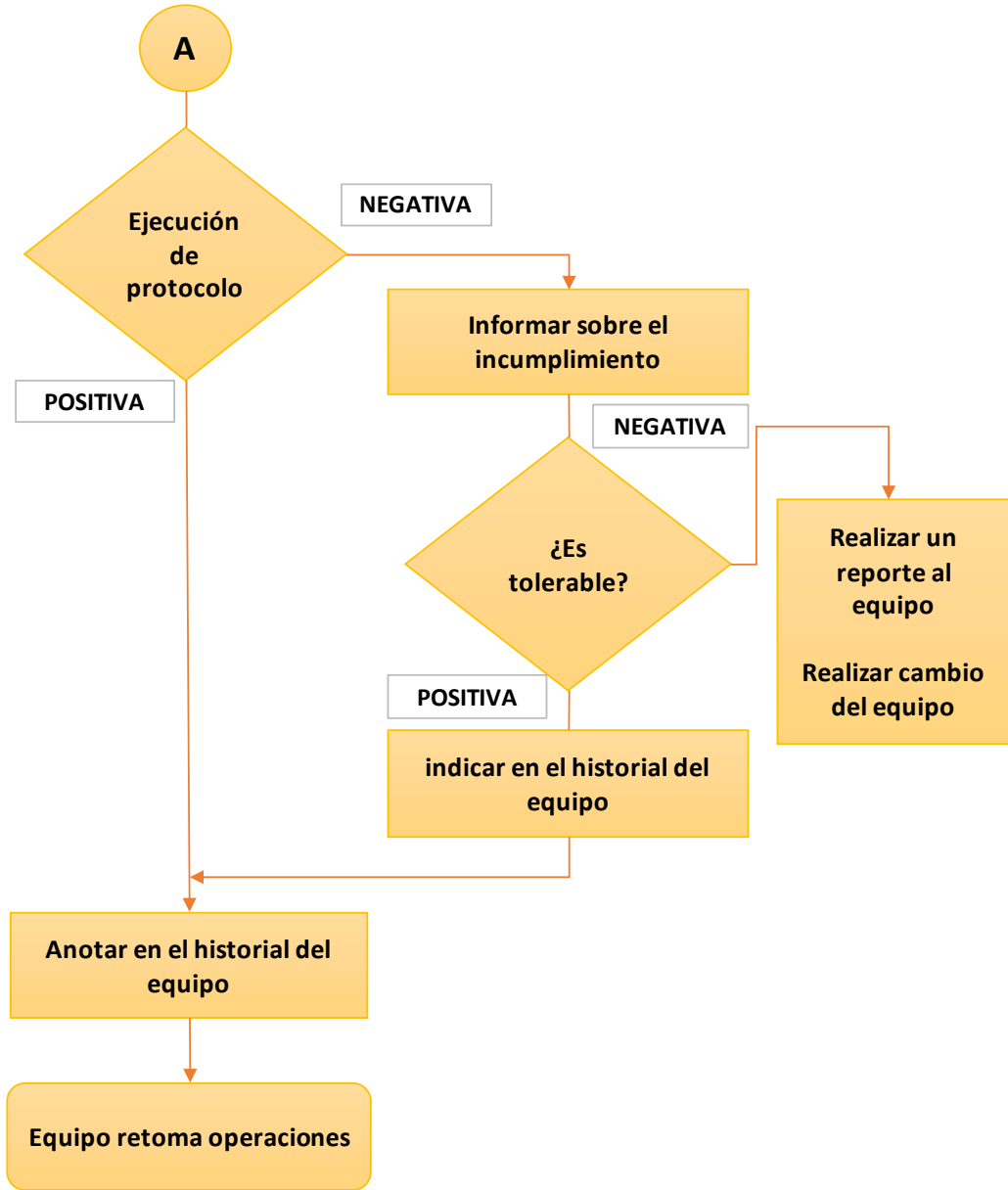


Figura 10 Protocolo general para la asignación de mantenimientos a las unidades (parte 2 de 2)

Fuente: Nestor Argueta, informe de Tesis, UVG, 2020

La secuencia y parte final del proceso de asignación de mantenimiento se detalla en la Figura 10, donde se visualizan las acciones de decisión y procedimiento a ejecutar por el personal asignado.

4. Protocolos de mantenimiento

a. Protocolo de mantenimiento preventivo M1

Cuadro 12 Protocolo de mantenimiento preventivo M1 aplicado a las unidades de transporte pesado

LOGO DE LA EMPRESA		Cada 7 mil Km	Pág.: 1 de 1
		Protocolo de mantenimiento Nivel 1	
		Unidades: AVP, MVP	
No.	Actividades de mantenimiento que debe realizar	Ejecución	
1	Lubricación y revisión del nivel de líquidos (incluye lo siguiente)		
2	• Lubricación del collarín del embrague Eaton® Fuller®		
3	• Lubricación de la quinta rueda		
4	• Lubricación de la suspensión		
5	• Lubricación del pivote de dirección, ejes Dana Spicer		
6	• Lubricación de la barra de acoplamiento, ejes Dana Spicer		
7	• Lubricación de la línea motriz		
8	• Lubricación del soporte del eje de leva Dana Spicer		
9	• Lubricación de los ajustadores de tensión Dana Spicer, Haldex y Gunitex		
10	• Lubricación de los sellos, de los cierres y de las bisagras de puerta		
11	Inspección del compresor de aire Bendix		
12	Inspección de la quinta rueda		
13	Inspección de la línea motriz		
14	Inspección de los frenos		
15	Inspección del sistema de escape (controles antirruído)		
16	Cambio de aceite de motor		
17	Cambio filtro aceite de motor		
18	Engrase de árbol de transmisión y crucetas		
19	Engrase general		
20	Limpieza de filtro de aire		
21	Revisión general de dirección		
22	Inspección de suspensión		
23	Inspección de fugas de fluidos y aire		
24	Inspección de neumáticos		
25	Inspección de baterías		
26	Reajuste general		

Fuente: Fuente: Daimler, *Manual de mantenimiento Columbia*, Daimler Trucks North America, 2010

Las actividades descritas en el Cuadro 12 se basan en el manual del fabricante según el plan de servicio definido.

b. Protocolo de mantenimiento preventivo nivel 2 M2

Cuadro 13 Protocolo de mantenimiento preventivo M2 aplicado a las unidades de transporte pesado.

Cada 14 mil Km Pág.: 1 de 2		
Protocolo de mantenimiento Nivel 2		
Unidades: AVP, MVP		
No.	Actividades de mantenimiento que debe realizar	Ejecución
1	Lubricación y revisión del nivel de líquidos (incluye lo siguiente)	
2	• Lubricación del eje transversal de liberación del embrague	
3	• Lubricación del buje de bronce de la manga	
4	• Inspección del nivel de líquido para transmisión	
5	• Lubricación del pivote de dirección en ejes Meritor	
6	• Lubricación de la barra de acoplamiento en ejes Meritor	
7	• Inspección del respiradero del eje y del nivel de lubricante del eje	
8	• Lubricación de la línea motriz	
9	• Inspección del nivel de líquido de la dirección hidráulica	
10	• Lubricación de los mecanismos de dirección hidráulica	
11	• Lubricación del eslabón de arrastre	
12	Realice todas las operaciones M1	
13	Revisión de los sujetadores del soporte del motor (control antirruido)	
14	Inspección de la banda de impulsión del motor	
15	Revisión del alternador, de las baterías y del arrancador	
16	Revisión de la tapa de alivio de presión	
17	Revisión del embrague del ventilador (controles antirruido)	
18	Lubricación del eje transversal de liberación del embrague	
19	Lubricación del buje de bronce de la manga	
20	Lubricación del collarín del embrague Meritor	
21	Inspección del nivel o cambio del líquido para transmisión	
22	Revisión, limpieza o reemplazo del filtro y regulador de aire de la transmisión manual	
23	Inspección de la suspensión	
24	Revisión del par de apriete de pernos U de la suspensión	
25	Lubricación del pivote de dirección en ejes Meritor	
26	Inspección de la barra de acoplamiento	

27	Lubricación de la barra de acoplamiento en ejes Meritor	
28	Inspecciones básicas, unidades de cubo Meritor	
29	Revisión de juego longitudinal, unidades de cubo Meritor	
30	Inspección del respiradero del eje y del nivel de lubricante del eje	
31	Revisión de las tuercas de las ruedas	
32	Inspección de la válvula del sistema de frenos de aire	
33	Inspección del secador de aire	
34	Inspección y limpieza del evaporador de alcohol	
35	Lubricación del soporte del eje de leva Meritor®	
36	Lubricación del ajustador de tensión Meritor	
37	Inspección del eslabón de arrastre	
38	Inspección del nivel de líquido de la dirección hidráulica	
39	Lubricación de los mecanismos de dirección hidráulica	
40	Lubricación del eslabón de arrastre	
41	Reemplazo del filtro de combustible	
42	Reemplazo del elemento y limpieza de la copa de inspección	
43	Cambio de líquido de frenos	
44	Cambio de aceite de diferencial trasero y delantero	
45	Cambio de filtro primario y secundario de combustible	
46	Limpiar o cambiar colador de la bomba de inyección	
47	Limpieza o cambio de filtro de aire	

Fuente: Fuente: Daimler, *Manual de mantenimiento Columbia*, Daimler Trucks North America, 2010

El protocolo de mantenimiento M2 en el Cuadro 13, establece actividades referentes al mantenimiento de nivel 2, es el protocolo más extenso de los definidos.

c. Protocolo de mantenimiento preventivo mayor (M3)

Cuadro 14 Protocolo de mantenimiento preventivo M3 aplicado a las unidades de transporte pesado

Cada 21 mil Km Pág.: 1 de 1		
Protocolo		
Unidades: AVP, MVP		
No	Actividades de mantenimiento que debe realizar	Ejecución
1	Realice todas las operaciones M1	
2	Realice todas las operaciones M2	
3	Inspección y reemplazo del elemento del filtro de aire	
4	Enjuague a presión del radiador y cambio del líquido refrigerante	
5	Cambio del líquido de la transmisión manual y limpieza del tapón colector magnético (lubricante sintético)	
6	Cambio de filtro y lubricante del eje y limpieza del filtro de malla magnético (lubricante sintético)	
7	Reemplazo del desecante en el secador de aire Bendix AD-9	
8	Reemplazo del desecante en el secador de aire Bendix AD-IS	
9	Inspección y lubricación de la válvula de control del pedal Bendix E-6	
10	Cambio de filtro y líquido de dirección hidráulica	
11	Engrase de cojinetes de ruedas	
12	Limpieza de inyectores (De ser necesaria)	
13	Cambio de líquido hidráulico (Según análisis de viscosidad y pureza)	
14	Inspección o cambio de correa trapecial	
15	Calibración de válvulas	
16	Medición de la compresión del motor (De ser necesario el análisis)	
17	Limpieza del tanque de combustible	

Fuente: Fuente: Daimler, *Manual de mantenimiento* Columbia, Daimler Trucks North America, 2010

El protocolo de nivel 3 definido en el Cuadro 14, involucra actividades extensas tanto de tiempo como de recursos.

5. Operaciones recomendadas para las unidades de rutas cortas según los resultados del análisis de fallas mecánicas y disponibilidad

a. Operaciones en mantenimiento menor

- Inspección del sistema hidráulico: comprobar el estado de los empaques mediante una inspección visual de fugas en los cilindros telescópicos de levantamiento.
- inspeccionar la alineación de la caja o palangana con el chasis del vehículo.
- Inspeccionar el tiempo de ascenso de la palangana para prever daños en la bomba hidráulica del equipo.
- Inspección visual de niveles de aceite y detección de impurezas.

b. Operaciones de mantenimiento en general

- Se recomienda realizar un cambio de aceite hidráulico cada 12 meses como mínimo, el aceite en mal estado causa desgaste de los sellos y provoca fugas, el aceite a utilizar debe de tener características específicas como lo son: capacidad de levantar el cilindro en mínimo tiempo, propiedades anticorrosión, antidesgaste y antiespumantes. (marcas recomendadas: Rando HD 32, Texamatic Dexron, Texamatic F, Aceite Dexron para transmisión automática, Aceite F para transmisión automática.

6. Operaciones recomendadas para las unidades de rutas largas según los resultados del análisis de fallas mecánicas y disponibilidad

- Revisión diaria del desgaste de llantas: evaluar que la llanta aun contenga material útil en la zona de desgaste, se propone como tolerancia un mínimo de seis milímetros.
- Inspección diaria de Luces: evaluar diariamente el funcionamiento de cada nivel de luces, luces de advertencia y frenado.

7. Orden de servicio de mantenimiento

Se muestra la solicitud de orden de servicio de mantenimiento, dicha orden se entrega con la ficha de protocolo que le corresponde realizar a la unidad.

ORDEN DE SERVICIO			
Código del vehículo	Unidad:		Tipo de ruta:
	Transporte		Fecha programada:
	Kilometraje/Horas:		Mantto:
	Nombre del operador:		
Costo:		Prioridad:	
		Tipo de mantenimiento:	
No	Descripción de tareas	Repuestos e información técnica	Tiempo
1	Hora inicial de mantenimiento		
2	Inspección general del vehiculo		
3	Inspección y detección de ruidos		
4	Inspección de vibraciones		
5	Aplicación de protocolo de mantenimiento		
6	Nivel de aceite		
7	Líquido de frenos		
8	Inspección de presión de llantas		
9	Inspección del sistema eléctrico		
10	Inspección de luces y frenos		
Total			

Autorización para mantenimiento	Certifica buen funcionamiento de la unidad	Certifica calidad del trabajo realizado	VB del piloto
Logística transportes	Transportista	Técnico de taller	

Figura 11 Orden de servicio de mantenimiento entregada a propietarios de transporte.

Fuente: Nestor Argueta, informe de Tesis, UVG, 2020

La orden de servicio mostrada en la Figura 11, es la prueba física de la solicitud y orden de servicio, es de carácter importante el llevar el control de las boletas de orden de servicio para elaborar informes de cumplimiento y tendencia de mantenimiento.

VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A. Análisis de disponibilidad.

1. Análisis de disponibilidad de las unidades de rutas cortas

La disponibilidad de las unidades de rutas cortas es indispensable para mantener el flujo de salidas de la empresa, ya que estas unidades transportan la cachaza y el trash de la caña, hacia las fincas donde se cultiva la caña de azúcar. La importancia del flujo es debido a que no se dispone de una sección de almacenamiento de dichos outputs, sino que se realizan como un proceso de salida constante.

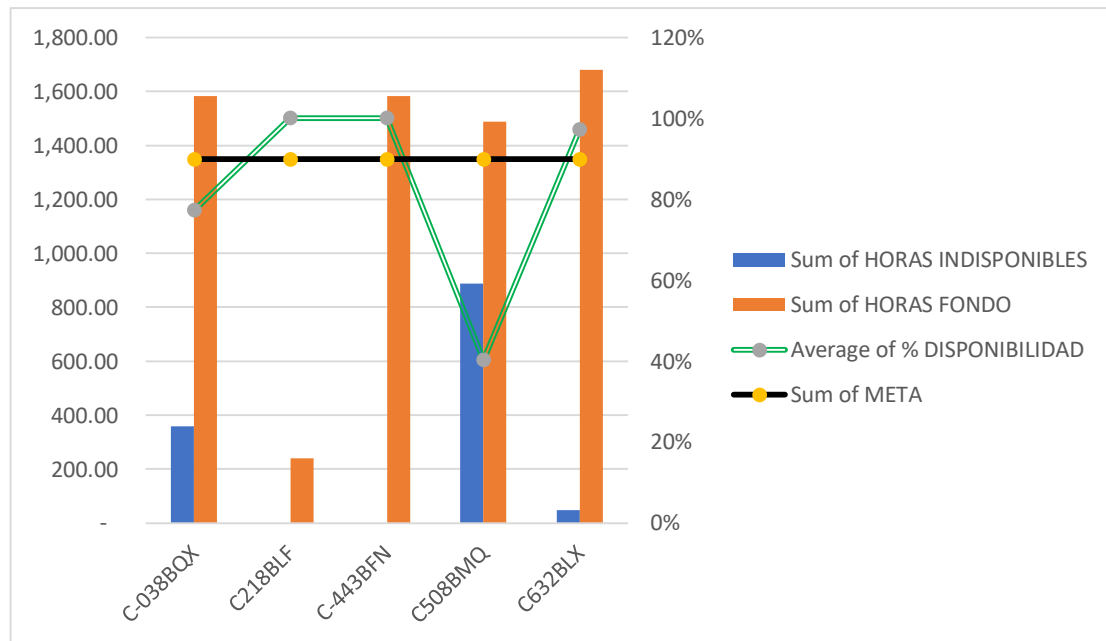


Figura 12 Diagrama de control de la disponibilidad de unidades muestradas de rutas cortas

Fuente: Nestor Argueta, *Disponibilidad zafra 2018-2019*, Empresa Azucarera, 2019

En el análisis de la gráfica en la Figura 12 se identifica la meta de disponibilidad del 90%, la cual tres de las cinco unidades de ruta corta sobrepasa. Las unidades C038BQX y C508BMQ poseen un valor promedio de disponibilidad del 77 y 40 por ciento respectivamente.

La deficiencia en la disponibilidad de estas unidades se ve reflejada en el análisis de fallas mecánicas, que van desde problemas en el sistema hidráulico hasta problemas directamente con el motor.

2. Análisis de la disponibilidad de rutas largas

Las unidades que se encuentran destinadas en las rutas largas son las unidades del transporte de azúcar, melaza y otros productos de traslado extensivo. Dentro de su análisis de disponibilidad se realizó un control de las horas que la unidad se encontraba en operaciones o a la espera de alguna orden operativa.

Por lo anterior mencionado, no se tomaron en cuenta tiempos que las unidades se encontraban en mantenimientos, reparaciones o realizaban operaciones anexas al compromiso de la empresa.

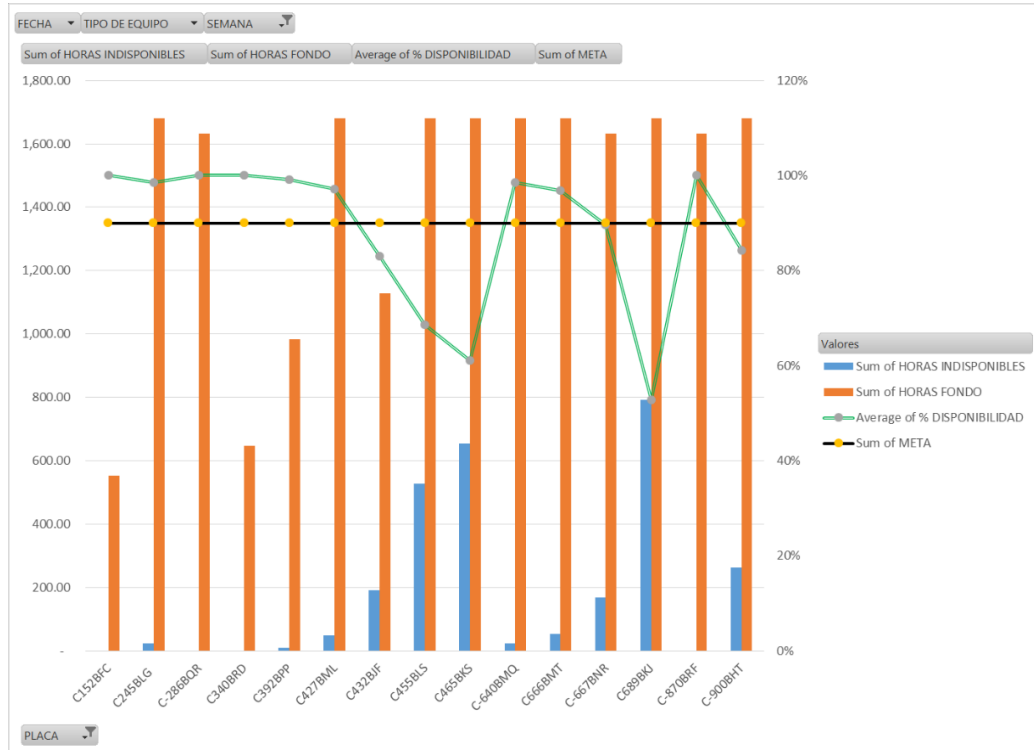


Figura 13 Diagrama de control de la disponibilidad de unidades muestradas de ruta larga

Fuente: Nestor Argueta, *Disponibilidad zafra 2018-2019*, Empresa Azucarera, 2019

La Figura 13 refleja la disponibilidad de 15 unidades, 14 pertenecientes a ruta larga y una unidad de ruta local (C245BLG).

Al analizar la información de la Figura 13, se identifican 5 unidades que no cumplen con la meta de disponibilidad trazada, esto debido a desperfectos mecánicos, demoras evitables en sus procesos o por realizar procesos anexas a las operaciones de la empresa.

Las unidades de rutas largas tienen la tarea de transportar productos de la empresa ya sea a puntos de descarga en puertos o el realizar un almacenaje en bodegas fuera de la empresa donde se producen, la disponibilidad es vital para tiempos de producción, ya que siempre existe abastecimiento de los centros de almacenamiento así como actividad de exportación, importación o embarques.

B. ANÁLISIS DE FALLAS MECÁNICAS

Se analizan las unidades que presentan fallas en el periodo evaluado, se les asigna una criticidad en base a la disponibilidad presentada en las semanas que tuvieron la falla, donde 0 indica nada crítico, 10 representa una falla no tolerable.

Cuadro 15 Análisis de resultados generales de fallas mecánicas en las unidades muestreadas

No.	UNIDAD	Producto	S. Lubricación	S. Eléctrico	S. Mecánico	S. Hidráulico
1	C038BQX	Cachaza	0	0	8	6
2	C508BMQ	Trash	0	3	10	0
3	900BHT	Azúcar	0	0	7	0
4	689BKJ	Azúcar	0	0	10	0
5	666BMT	Azúcar	0	0	7	0
6	465BKS	Azúcar	0	0	10	0

Fuente: Nestor Argueta, *Disponibilidad zafra 2018-2019*, Empresa Azucarera, 2019

El Cuadro 15 realiza un resumen de las fallas de las unidades involucradas en el análisis, con ponderaciones de 0 a 10 según la criticidad, notamos una fuerte deficiencia en el sistema mecánico de todas las unidades, el resumen de las fallas expuestas en el capítulo de resultados es el siguiente:

Unidad C038BQX

- Caja de cambios: no se le realizó el cambio de líquidos.
- Frenos en mal estado: Presenta una falla en el freno de pedal
- Daño en empaque del motor.

Unidad C508BMQ

- Motor fundido: se indica no se le dio mantenimiento a la unidad

Unidad 900BHT

- Fuga de caja: fuga de los líquidos de caja de cambios.

Unidad 689BKJ

- Motor fundido: por falta de mantenimiento

Unidad 666BMT

- Resorte de suspensión quebrado: se daña la suspensión por caducar horas útiles.

Unidad 465BKS

- Falla en el motor: falla no especificada.

1. Análisis de las fallas por sistemas básicos de funcionamiento.

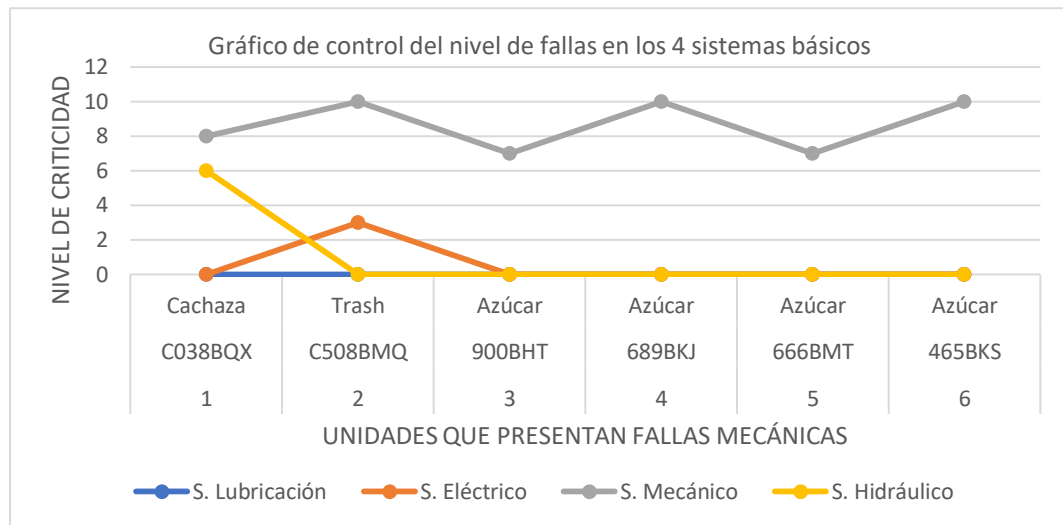


Figura 14 Diagrama de control de fallas en los sistemas básicos de las unidades muestreadas

Fuente: Nestor Argueta, *Disponibilidad zafra 2018-2019*, Empresa Azucarera, 2019

En la Figura 14 se visualiza un gráfico de polígono, que demuestra la tendencia de las fallas de las unidades según el sistema.

- Sistema mecánico

El 100% de las unidades que han presentado fallas tienen una o más fallas mecánicas, en donde el 70% de este porcentaje es debido a la falta de mantenimiento, dejando a las unidades desarticuladas durante varias semanas, se recomienda seguir el protocolo y guía de intervalos de mantenimiento en todas las unidades.

- Sistema hidráulico

Las unidades de cachaza presentan una tendencia de falla en el sistema hidráulico, a causa del uso de la palangana, se recomienda aplicar en el mantenimiento M1 las acciones del inciso D del capítulo de resultados.

- Sistema de lubricación

El sistema de lubricación no presenta una falla general según el análisis en la mayoría de unidades, sin embargo la falta de cambio de líquidos y filtros genera desperfectos de tipo mecánico, causando la fundición del motor, falla en la caja de cambios y otros mecanismos esenciales. Se recomienda el cambio periódico.

- Sistema eléctrico.

Las fallas del sistema eléctrico no siempre representan una falla crítica, cuando se trata de luces principales las unidades serán forzadas a detenerse, para prever esta situación se ha propuesto realizar una inspección y corrección en cada mantenimiento menor, en los mantenimientos de nivel dos se solicita una prueba de las alertas desplegadas en el tablero o por computadora, para que el personal de mantenimiento se pueda fiar de dicha información.

VII. CONCLUSIONES

1. El plan de mantenimiento preventivo basado en protocolos y recomendaciones del fabricante mejoró las operaciones en el cuidado de los equipos de transporte, programando tres niveles de mantenimiento, monitoreados mediante los recorridos y tiempo de funcionamiento de las unidades, acción que permitió minimizar los riesgos que afectaban la seguridad industrial, aumentar y mantener la disponibilidad en la meta trazada del 90% para los equipos.
2. A través del muestreo de unidades realizado en la población, se obtuvo una muestra representativa de 20 unidades, que contó con un porcentaje de participación por empresa transportista del 65%, y un 100% de participación de la estratificación por tipo de ruta, el muestreo permitió la concentración de las variables involucradas en las unidades y el proceso de transporte.
3. La fase de investigación de los procesos de mantenimiento aplicados a las unidades de transporte pesado por parte de las diferentes empresas transportistas, demostró la necesidad de estandarizar el proceso de mantenimiento, el estudio permitió conocer que el 40% de los protocolos de mantenimiento utilizados por las empresas transportistas muestreadas, eran realizados sin fundamentos técnicos o profesionales, situación que se mejoró mediante la puesta en marcha del plan.
4. El análisis de fallas mecánicas de las unidades muestreadas arrojó resultados útiles para evitar el colapso de los sistemas críticos de los vehículos, la tendencia de las fallas mecánicas se vio relacionada con la periodicidad utilizada para la asignación de los mantenimientos programados por las empresas transportistas. Con la puesta en marcha del plan se ha reducido la tendencia de falla, estandarizando a partir de fundamentos técnicos la periodicidad de mantenimientos. El análisis de disponibilidad fue el reflejo de las fallas mecánicas, ya que se ubicó como la causa principal de la baja en las horas disponibles en el 35% de las unidades de transporte muestreadas. Los resultados de ambos análisis propician la toma de medidas de mantenimiento descritas en el plan, como la ejecución de 3 niveles de mantenimiento, las revisiones quincenales de cada unidad, inspecciones diarias de sistema eléctrico y frenado, recomendaciones específicas según los tipos de ruta en las que se movilizan las unidades.

5. Para el desarrollo del sistema de control cuantitativo de kilometrajes se realizaron dos validadores de tipo único, el primero en una hoja de cálculo utilizada como la referencia primaria en la programación de mantenimientos, basada en los kilómetros recorridos por las unidades. El segundo validador está inmerso en el sistema web, donde se registran los kilometrajes de las unidades, datos que están disponibles para la manipulación del usuario que los solicite. Mediante este sistema se garantiza la ejecución del mantenimiento en el tiempo recomendado según la tabla de especificaciones del plan de mantenimiento.

6. Se elaboró un plan de mantenimiento basado en los protocolos recomendados por el fabricante, definiendo 3 niveles de mantenimiento, M1, M2 Y M3. Se ha utilizado el programa de servicio II y modificado según el criterio y experiencia de los expertos en mecánica, definiendo intervalos de 7,000 kilómetros, y una holgura de 1,500 kilómetros. Con la ejecución del plan se ha estandarizado los procedimientos del mantenimiento, logrando acercar la confiabilidad de los equipos al 95%, obteniendo el aumento y estabilidad de la meta de disponibilidad de las unidades de transporte al 90%.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Seguir las instrucciones del manual del fabricante citado en las referencias de este medio, considerando las condiciones en las que trabajan las unidades, el nivel de mantenimiento indicara las condiciones en las que se desenvuelve la unidad, si la unidad está expuesta a condiciones fuera de lo normal requerirá el análisis de un experto para que pueda determinar el tipo o nivel de mantenimiento que se podrá aplicar a la unidad.
2. Para la aprobación y giros de orden de mantenimiento citar los cuatro validadores propuestos por el plan de mantenimiento, de preferencia deberá entregar la ficha de actividades del mantenimiento a realizar, donde se establezcan los responsables, tanto por la elaboración así como de la aprobación de que las actividades han sido realizadas.
3. Generar informes cada dos mantenimientos para que los propietarios puedan conocer el estado de las unidades y así mismo prever los gastos futuros que podría involucrar cada una de las unidades de transporte.
4. Realizar un recorte de las empresas que demostró el estudio no ser adecuadas para los requerimientos de la empresa.
5. Designar dentro del departamento a personal encargado directa y exclusivamente al control de mantenimientos, el monitoreo y la prevención de fallas será más eficiente que el crecimiento del personal encargado de reparaciones de estas deficiencias.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Avallone, Eugene y Theodore Baumeister. 1995. *Manual del Ingeniero mecánico*. 9ª edición. México DF, México, Editorial Mc Graw-Hill. 498 p.
2. Bohner, Max y Hellmut Gerschler. *Tecnología del automóvil*. 1980. Versión Española de la 20ª edición alemana. Alemania. Editorial Reverté. 380 p.
3. Daimler. 2010. *Manual de mantenimiento Columbia*. POC-SSD. Portland, OR 97217, EE. UU, Daimler Trucks North America LLC. 1 feb. 83p
4. García, Kelvin. Noviembre 2019. *Proyecto transportes Pantaleon (en linea, programa informático)*. Escuintla, Guatemala, Marvel Prototype for my First Project. Consultado 17 ene. 2020. Disponible en <https://marvelapp.com/202dd846/screen/64154456>
5. Sarceño Zepeda, Edwin Estuardo; Girón Pleitez, José Adan. 2007. *Propuesta de un plan de mantenimiento para los vehículos repartidores de gas único, S.A. (DAGAS, S.A.)*, Tesis Ing. Ciudad de Guatemala, Guatemala. USAC. 92 p.

X. ANEXOS

Anexo 1. Cotización de aplicación Web para control de kilometrajes

Martes 28 de noviembre de 2019

Atención:
Néstor Argueta

A continuación, detallo la cotización sobre un sistema de Control de Transportes, la cotización no incluye instalación de Servidor, dominios ni hosting.

Cent.	Descripción	Precio Unitario	Subtotal
1	<p>Desarrollo de un Servicio Web para llevar el control de servicios vehiculares basado en el kilometraje, usando tecnología HTML, PHP, JavaScript, HTML5, CSS3 y SQL, que incluye:</p> <ul style="list-style-type: none">• El desarrollo de la base de datos para la pertinencia de datos.• Administrador de Usuarios y Permisos (Registro, Lectura, modificación y eliminación de usuario).• Control de actividades por usuario (Quién revisa la unidad).• Administrador de Vehículos (registro, Lectura, modificación y eliminación de información por vehículo).• Formularios de ingreso, modificación de información por vehículo.• Notificaciones/alertas de mantenimientos y tipo de mantenimientos a realizar.• Reportes de historial de mantenimiento por vehículo.• Manual del usuario.• Carga de la información inicial de tablas de vehículos a la base de datos.	Q.12,500.00	Q.12,500.00
Gran Total:			Q.12,500.00

El precio ya incluye IVA.
Forma de Pago: 50% de Anticipo
Tiempo de entrega 45 días hábiles.

Contacto:
Kelvin García
Teléfono: 41208685

Términos de garantía: -La garantía es sobre defectos de fábrica. -Los REPUESTOS solo cuentan con 30 días de garantía (Baterías, Pantallas, adaptadores, Fuentes de poder, etc.). -La garantía será anulada si el equipo recibe servicio o se le instalan partes por personal ajeno a nuestra empresa. -La garantía NO cubre software. Todo diagnóstico de equipo que se encuentra fuera de garantía y/o no fue adquirido con nuestra empresa tiene un costo aproximado de Q. 200.00. Toda Solicitud de efectuar una reinstalación de Software debe de estar Debidamente Respaldata con Licencia Original, y el costo por la instalación queda sujeto al tipo de Software, requisitos y tipo de instalación que se debe realizar.

ACEPTACION DEL CLIENTE: Después de haber leído y comprendido los términos y condiciones de esta propuesta, favor de imprimir, firmar el documento y adjuntarlo a su orden de compra.

NOMBRE: _____ FIRMA Y SELLO: _____

Anexo 2. Código HTML de pantalla de inicio de la interfaz web

```
<html><head><meta charset="utf-8"><meta name="robots" content="noindex,nofollow" /><meta
name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1, user-scalable=no, maximum-scale=1,
minimum-scale=1"><meta name="apple-mobile-web-app-capable" content="yes"><meta name="apple-
touch-fullscreen" content="yes"><meta name="format-detection" content="telephone=no"><meta
name="mobile-web-app-capable" content="yes">

<meta name="twitter:card" content="player"> <meta name="twitter:site" content="@marvelapp"> <!--
<meta name="twitter:creator" content="@> --> <meta name="twitter:title" content="Proyecto Transportes
Pantaleón"> <meta name="twitter:description" content="Marvel Prototype for Proyecto Transportes
Pantaleón"> <!-- <meta name="twitter:image:src" content="https://marvel-
live.freetls.fastly.net/serve/2019/11/b6438b22e49f44e8b3e7afc2f4c1495b.png?quality=95&fake=.png
"> --> <meta name="twitter:player" content="https://marvelapp.com/202dd846?emb=1&"> <meta
name="twitter:player:width" content="1440"> <meta name="twitter:player:height" content="1024"> <meta
name="twitter:player:stream" content="https://marvelapp.com/202dd846?emb=1&"> <meta
name="twitter:player:stream:content_type" content="image/jpeg">
<meta property="og:title" content="Proyecto Transportes Pantaleón"> <meta property="og:image"
content="https://marvel-
live.freetls.fastly.net/serve/2019/11/b6438b22e49f44e8b3e7afc2f4c1495b.png?quality=95&fake=.png
"> <meta property="og:site_name" content="Marvel Prototyping"> <meta property="og:description"
content="Marvel Prototype for Proyecto Transportes Pantaleón">
<script type="text/javascript"
src="//cdn.polyfill.io/v2/polyfill.min.js?features=Promise,fetch,Object.assign,Map,Set,requestAnimationFrameFr
ame"></script><link type="text/css" href="/static/css/prototype.c816ff11526bec69b3f9.css"
rel="stylesheet" />
<script id="settings" type="application/json">{"CANVAS_EASEL_HOST":
"https://easel.marvelapp.com", "DISALLOWED_FILENAME_CHARACTERS": "\\|\"'&#03C&#03E=",
"MIXPANEL_TOKEN": "e12a882f7a6eaf4730758a8a61ac2501", "ENVIRONMENT": "live",
"BOX_COM_CLIENT_ID": "wo18m8uju79g09r64gf5r7xm59xf6zif",
"CANVAS_TOKEN_PROVIDER_HOST": "", "ENABLE_HUBSPOT": true, "ENABLE_FB": true,
"MARVEL_CORS_PROXY": "https://marvelapp.com/proxy/", "MKIII_HOST": "https://m3-
static.marvelapp.com", "STRIPE_PUBLISHABLE": "pk_live_1afBzKMbfYd1vhu8lsneB1Zb",
"BOB_ROSS_HOST": "https://bob-ross.marvelapp.com", "PUSHER":
{"PROTOTYPE_CHANNEL_PREFIX": "prototype-production_", "PROJECT_CHANNEL_PREFIX":
"private-project-production_", "PRESENCE_CHANNEL_PREFIX": "presence-presence-production_",
"ANON_CHANNEL_PREFIX": "anon-production_", "USER_CHANNEL_PREFIX": "private-user-
```

production_"}, "BASE_URL": "https://marvelapp.com", "APP_SENTRY_DSN":
"https://873a8ca087a0492d8d22b808d6931306@sentry.io/97119",
"USER_TEST_RECORDING_SENTRY_DSN":
"https://b961e7063f854c859a78f1c4a9e5f3a5@sentry.io/1503747", "DISABLE_COMMENT_WRITES":
false, "LAUNCH_DARKLY_API_KEY": "5b993ab7e7585f1695351237", "GOOGLE_CLIENT_ID":
"308573482263-ddask8oq90fg9n9o5t6ub8190v5nqvta.apps.googleusercontent.com",
"PROTOTYPE_SENTRY_DSN": "https://883389dfaa2349e891ef7b4f0a6cec51@sentry.io/96884",
"ENABLE_GA": true, "SITE_SENTRY_DSN":
"https://3fad520e195b4e168ceb79d16cbce216@app.getsentry.com/38273", "REVISION":
"r2129"}</script><script id="project_config" type="application/json">{"last_active": "2019-11-30
01:27:37.018693", "is_archived": false, "owner": {"username": "Kelvin Garc\u00eda",
"company_is_enterprise": false, "id": 2727943, "avatar": {"url":
"https://secure.gravatar.com/avatar/f186757846373d36a24829b582773442?s=300\u0026d=blank",
"colour": "#FFC772"}, "company_id": 2352426}, "likes": 0, "owner_fk": 2727943, "images": {"1":
{"preview_thumbnail": null, "hotspots": [], "is_desktop": false, "seq": 1, "source_platform_human": "New
Canvas", "top_pixel_colour": "234, 237, 244, 1.0", "height": 1024, "source_platform": "7", "es_canvas_id":
"5269612693783487644", "is_app_icon": false, "id": 64153985, "size": 27830, "display_name": "login",
"uuid": "0291378a-7cae-43b0-81f7-bffcec0d083b", "bright_pixel_colour": null, "width": 1440,
"comment_count": 0, "version": 20, "hotspots_delta": "67e957ea8fed468e83bbc2346c7f34f1", "thumbnail":
"https://marvel-
live.freetls.fastly.net/serve/2019/11/b6438b22e49f44e8b3e7afc2f4c1495b.png?quality=90\u0026fit=fit\u00
26height=230\u0026fake=.png", "revision": null, "status": 5, "preview_thumbnail_640": "https://marvel-
live.freetls.fastly.net/serve/2019/11/b6438b22e49f44e8b3e7afc2f4c1495b.png?width=640\u0026quality=9
5\u0026height=456\u0026crop=640:456,offset-y0\u0026fake=.png", "description": null, "section_id": null,
"bottom_pixel_colour": "255, 255, 255, 1.0", "content_type": "image/png", "name": "Image 2.png",
"layer_sync_uri": "", "url": "https://marvel-
live.freetls.fastly.net/serve/2019/11/b6438b22e49f44e8b3e7afc2f4c1495b.png?quality=95\u0026fake=.png
", "layer_parent": null, "directory": null, "external_id": null, "status_pixel_colour": "234, 237, 244, 1.0"}},
"team_name": null, "project_image": "https://marvel-
live.freetls.fastly.net/serve/2019/11/b6438b22e49f44e8b3e7afc2f4c1495b.png?quality=90\u0026fit=fit\u00
26height=230\u0026fake=.png", "id": 4562291, "published_time": null, "team_fk": null, "pusher_channel":
"private-project-production_4562291", "uuid": "362f43af-bdee-4e7f-99f6-465bb67edc32", "sync_started":
null, "total_size": 484360, "bright_pixel_colour": null, "team_icon": null, "state": 1, "sequence_delta":
"519a6681b34221a38705bd75c0f0f6a7", "vanity_url": "https://marvelapp.com/202dd846", "user_test_pk":
null, "sync_ended": null, "version": 2, "hotspots_delta": "4837a8a4fec7581f1dc20c859b5a8a3a", "type": 1,
"owner_username": "Kelvin Garc\u00eda", "explore_url": null, "embed_url":
"https://marvelapp.com/202dd846?emb=1\u0026iosapp=false\u0026frameless=false", "description":

"None", "views": 0, "es_canvas_id": null, "company": 2352426, "num_images": 8, "human_url": null, "pusher_public_channel": "prototype-production_4562291", "isprivate": 1, "project_base_image": "https://marvel-live.freetls.fastly.net/serve/2019/11/b6438b22e49f44e8b3e7afc2f4c1495b.png?quality=95\u0026fake=.png", "password": null, "properties": [{"read_only": true, "id": 93924685, "uuid": "641c6f1b-4b62-4273-8e99-8410e1459a60", "name": "prj-lookback-ever-enabled", "value": "0", "description": "Lookback ever been enabled for this project"}, {"read_only": true, "id": 93924686, "uuid": "25aee301-7428-4261-98ae-7e648b39adad", "name": "prj-comments-ever-enabled", "value": "1", "description": "Comments have ever been enabled for this project"}, {"read_only": false, "id": 93924687, "uuid": "b8434edc-27b9-47ad-a4d7-08339beda03c", "name": "ui-prj-remove-status", "value": "0", "description": "Removes status bar on project"}, {"read_only": false, "id": 93924688, "uuid": "b0162728-f831-45fc-91e0-499f93ef0d98", "name": "ui-prj-center-image", "value": "0", "description": "Center image instead of aligning left"}, {"read_only": false, "id": 93924689, "uuid": "73cdf5ea-33ce-4400-acd6-dd5a3e49a58e", "name": "ui-prj-prototype-background-hex", "value": "FFFFFF", "description": "Set background for prototype background"}, {"read_only": false, "id": 93924690, "uuid": "38557fb2-cc5f-4b52-b2cc-130ee4fd2428", "name": "ui-prj-show-hints", "value": "0", "description": "Show hints on prototype"}, {"read_only": false, "id": 93924691, "uuid": "d41d27d0-01dc-4fb9-915d-5ce15b3439a3", "name": "ui-prj-frame-colour", "value": "black", "description": "Set phone colour"}, {"read_only": false, "id": 93924692, "uuid": "59ca88a8-05bd-4e92-acae-afe5a97acc34", "name": "ui-prj-responsive", "value": "0", "description": "Set images as responsive"}, {"read_only": false, "id": 93924694, "uuid": "3d079d9f-e27f-4c73-82bb-f3a3f6bb9d5b", "name": "ui-prj-center-overflow", "value": "0", "description": "Center images and hide overflow on non-responsive images"}, {"read_only": false, "id": 93924695, "uuid": "4255a186-69d1-484f-b21e-9562694dbb6d", "name": "ui-prj-background-hex", "value": "FFFFFF", "description": "Set background colour for prototype preview"}, {"read_only": false, "id": 93924696, "uuid": "4ea1fc64-972e-4daa-8ca6-f4d5c3c63051", "name": "ui-prj-thumbnail-width", "value": "0", "description": "Set thumbnail width for project view"}, {"read_only": false, "id": 93924697, "uuid": "b2223faf-c866-45ce-9b60-288f982a4547", "name": "prj-comments-enabled", "value": "1", "description": "Enable comments for this project"}, {"read_only": false, "id": 93924698, "uuid": "32027c5e-cba3-4a15-8379-774e7d794eef", "name": "ui-prj-disable-frame", "value": "0", "description": "New site features for user"}, {"read_only": false, "id": 93924699, "uuid": "99ddca47-6d7f-46b9-a346-c25712362311", "name": "ui-prj-thumbnail-size", "value": "M", "description": "Marvel 3 thumbnail size for grid"}, {"read_only": false, "id": 93924700, "uuid": "fa056a63-f119-4a6b-aab0-02a0f910b5bb", "name": "ui-prj-status-bar", "value": "0", "description": "Set status bar background colour"}, {"read_only": false, "id": 93924701, "uuid": "53298196-614a-4869-99bb-7d5b742c24b2", "name": "ui-prj-explore-background-hex", "value": "#000000", "description": "Set background colour for explore view"}, {"read_only": false, "id": 93924702, "uuid": "e2a9368e-c054-4646-a4ce-153aa833ad2f", "name": "prj-lookback-enabled", "value": "0", "description": "Enable Lookback for this project"}, {"read_only": false, "id": 93924684, "uuid": "11254f73-2d58-4a85-9aca-de24217c020e", "name": "ui-prj-frame", "value": "web-frame", "description":

```

"Set phone frame"}, {"read_only": false, "id": 93924703, "uuid": "6d755037-918f-4b05-9158-
bf48fe71f3b6", "name": "ui-prj-disable-swipe", "value": "1", "description": "Disable prototype swipes"},
{"read_only": false, "id": 93924704, "uuid": "ca2bee0d-6542-4f60-bce2-1f14b783ea57", "name": "ui-prj-
orientation", "value": "portrait", "description": "Set phone orientation"}, {"read_only": false, "id": 93924705,
"uuid": "f5fdd30d-66f1-4ab9-855d-95dc7f7d7175", "name": "ui-prj-retina-scale", "value": "0",
"description": "Scale images to half their original width for retina images"}], "app_icon": null,
"canvas_images": [], "is_deleted": false, "name": "Proyecto Transportes Pantale\u00f3n", "date_modified":
"2020-04-02 22:23:43.565595", "sections": [{"id": 816228, "name": "Untitled Section", "project_seq": 0,
"colour": null}, {"id": 813252, "name": "usuario", "project_seq": 1, "colour": null}, {"id": 813250, "name":
"Veh\u00e9culos", "project_seq": 2, "colour": null}], "pusher_anon_channel_prefix": "anon-production",
"cursor": "", "team_uri": null, "published": false, "is_syncing": 0, "date_created": "2019-11-27 15:51:37",
"is_pro": false, "resource_uri": "/project/4562291/"</script><script id="user_data"
type="application/json">{"}</script>
<script type="text/javascript">(function () { // Define if this is offline var offline = false;
var trackerReady;
function initGoogleAnalytics() { (function(i,s,o,g,r,a,m){i['GoogleAnalyticsObject']=r;i[r]=i[r]||function(){
(i[r].q=i[r].q||[]).push(arguments)},i[r].l=1*new Date();a=s.createElement(o),
m=s.getElementsByTagName(o)[0];a.async=1;a.src=g;m.parentNode.insertBefore(a,m)
})(window,document,'script','https://www.google-analytics.com/analytics.js','ga');
ga('create', 'UA-38711157-1', 'auto'); ga('send', 'pageview', "prototype-view"); }
function initTracker() { return fetch('/api/v1/integration/snippet/?project_id=4562291')
.then(function(response) { if (!response.ok) { return Promise.reject(response); } return response.json(); })
.then(function(response) { var gaSnippet = response.snippets.filter(function(snippet) { return
snippet.provider === 'ga'; })[0]; if (!gaSnippet) { return Promise.reject(response); } ga('create',
gaSnippet.tracker_id, 'auto', 'marvelUserGATracker'); }) .catch(function(error){ // catching it so it does not
create noise in the console }); }
initGoogleAnalytics(); trackerReady = initTracker();
window.MARVELAPP = { offline: offline, projectId: "202dd846", projectConfig:
JSON.parse(document.getElementById('project_config').textContent), settings:
JSON.parse(document.getElementById('settings').textContent), currentUser:
JSON.parse(document.getElementById('user_data').textContent), iOSApp: 0, role: "Client",
trackAsync: function(location, screenName) { trackerReady.then(function() {
ga('marvelUserGATracker.send', 'pageview', { page: location.pathname + screenName, title: screenName });
}); } });</script></head><body> <div id="prototype"></div> <script type="text/javascript"
src="/static/common-bundle.3c4c9dbcd8081997512c.js" ></script> <script type="text/javascript"
src="/static/prototype-bundle.523c663d823771dec5ed.js" ></script></body></html>

```

XI. GLOSARIO

1. Protocolo: Conjunto de reglas de formalidad que rigen los actos y ceremonias diplomáticos y oficiales.
2. Cachaza: Aguardiente de melaza.
3. Melaza: Sustancia espesa, dulce y de color oscuro que queda como residuo de la cristalización del azúcar de caña; se emplea como alimento y en la elaboración de ron.
4. Tabulador: Tecla de las máquinas de escribir y del teclado de las computadoras que sirve para colocar un margen en un punto predeterminado o para hacer cuadros y listas conservando los espacios pertinentes.
5. Kilometraje: Número de kilómetros que hay o se recorren entre dos puntos.
6. Inmerso: Que está metido en determinada situación o estado, generalmente negativos, de los que no puede salir fácilmente.
7. Muestreo: Selección de un conjunto de personas o cosas que se consideran representativos del grupo al que pertenecen, con la finalidad de estudiar o determinar las características del grupo.
8. Estratificado: Que se presenta en capas o en estratos superpuestos
9. Diagrama: Representación gráfica de las variaciones de un fenómeno o de las relaciones que tienen los elementos o las partes de un conjunto.
10. Holgura: Espacio vacío que queda entre dos cosas que están encajadas una dentro de la otra.