

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.2 00
		Página	1 de 67

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO DE EQUIPO
LIVIANO PARA LA EMPRESA ENGSERVICIOS S.A.S**

Autor

LARRY MCKENSSI MARTINEZ ARIZA

Director

**ELKIN ALBERTO MORA ESPINOSA
Ingeniero Mecánico**

**PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA, MECATRONICA E
INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURAS**



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
PAMPLONA, noviembre 16 del 216**

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	2 de 67

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO DE EQUIPO
LIVIANO PARA LA EMPRESA ENGSERVICIOS S.A.S**

Autor

LARRY MCKENSSI MARTINEZ ARIZA

1067723425

Larrymartinez_1991@hotmail.com

3112795736

Director

ELKIN ALBERTO MORA ESPINOSA
Ingeniero Mecánico

elkmes@gmail.com

PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA, MECATRONICA E
INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURAS



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
PAMPLONA, noviembre 16 del 216

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	3 de 67

Dedicatoria

El presente trabajo va dedicado para todas las personas que supieron apoyarme y brindarme toda su confianza a lo largo de toda mi vida estudiantil, y que hicieron posible que se cumpla esta meta, como lo es mi familia.

A mi madre que siempre estuvo conmigo en las buenas y en las malas dándome motivación y amor para seguir adelante, que con su ayuda hoy soy ingeniero mecánico.

A mi padre que también estuvo conmigo apoyándome en todo momento tanto emocional como económicamente y que siempre creyó en mí y nunca desconfió de mí, gracias también a él este sueño hoy se hace realidad.

A mis hermanos que de una u otra manera siempre estuvieron conmigo dándome fuerzas para seguir adelante en los momentos cuando no creía poder seguir.

A mis amigos, Emmanuel Hamburguér, Samir Romero, Carlos Gutiérrez, Rafael Adolfo Solano, Fabio Pacheco, etc. Que siempre estuvimos en todo el trascurso de la carrera motivándonos unos a los otros para terminar todo este proceso académico.

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	4 de 67

Agradecimientos

En primer lugar quiero agradecer a Dios, quien es el pilar fundamental en mi familia, ya que sin su amor no seríamos unas personas de bien. Él es quien juzga nuestras acciones y nos permite seguir junto a las personas que más amamos en la vida, ya que gracias a él podemos seguir adelante en la vida, cumpliendo nuestras metas y propósitos que nos proponíamos a lo largo de nuestra vida y que si Dios nos permite seguir viviendo llegaran a ser una realidad.

Quiero agradecer a mis padres, Orlando Martínez y Lupe Ariza ya que gracias a ellos he logrado cumplir una de mis metas, la cual era ser un ingeniero mecánico y con su apoyo esto se pudo hacer realidad, igualmente a mis hermanos, a quienes también les agradezco de corazón por brindarme su apoyo cuando más lo necesitaba, y estar a mi lado en todo momento.

También quiero agradecer a mis profesores, que gracias a ellos y a su conocimiento pude aprender mucho de ellos tanto profesional como persona.

A la empresa engservicios S.A.S, que me dio la oportunidad de realizar mis prácticas y poder hacer real este proyecto de grado.

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	5 de 67

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCION	9
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
3.	JUSTIFICACION.....	11
4.	OBJETIVOS	12
4.1	Objetivo General	12
4.2	Objetivos Específicos.....	12
5.	ESTADO ACTUAL	13
5.1.1	DESARROLLO HISTÓRICO DEL MANTENIMIENTO	13
5.2	MANTENIMIENTO	13
5.3	TIPOS DE MANTENIMIENTOS	13
5.3.1	MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	13
5.3.2	MANTENIMIENTO PREDICTIVO	14
5.3.3	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	15
5.3.4	MATENIMIENTO PROACTIVO	15
5.3.5	MANTENIMIENTO PROGRAMADO	16
5.3.6	MANTENIMIENTO CERO HORAS	16
5.3.7	MANTENIMIENTO EN USO	16
5.3.8	NUEVAS TÉCNICAS DE MANTENIMIENTOS.	17
5.4	BENEFICIOS DEL MANTENIMIENTO.....	17
5.4.1	Mejores rendimientos operativos:.....	17
5.4.2	Mayor seguridad y protección del entorno de trabajo:.....	18
5.4.3	Mayor control en los costos del mantenimiento:	18
5.5	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE FALLAS	18
5.5.1	Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF).....	19
5.6	Para qué tener un método documentado de prevención	19
5.7	Tipos de AMEF.....	19
5.7.1	Ventajas potenciales del AMEF	19
5.7.2	Cuándo se debe implementar el AMEF	20
5.7.3	Procedimiento para realizar el AMEF de un proceso – AMEFP	21
5.8	ANÁLISIS DE CRITICIDAD	22
6.	MARCO CONTEXTUAL.....	23
6.1	GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	23

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	6 de 67

6.1.1	ENGSERVICIOS S.A.S	23
6.1.2	MISIÓN	23
6.1.3	VISIÓN	23
6.1.4	VALORES.....	23
6.1.5	SERVICIOS.....	24
6.2	ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA	24
6.3	ANÁLISIS DEL MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA	25
6.3.1	DIAGRAMA DE FLUJO DEL MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA	25
6.3.2	DIAGRAMA DE MANTENIMIENTO REQUERIDO	26
6.3.3	PROCEDIMIENTO DEL MANTENIMIENTO.....	32
6.4	FICHA TÉCNICA DE REGISTRO VEHICULAR	34
6.4.1	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.....	35
6.4.2	SOLICITUD DE SERVICIO.	35
6.4.3	ORDEN DE TRABAJO.....	36
6.4.4	INFORME DE AVERÍA.....	37
6.4.5	CONTROL DE REPUESTOS.....	38
6.4.6	REGISTRO DEL VEHICULO	39
6.5	METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD	40
6.6	ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LOS VEHÍCULOS.....	41
6.6.1	Toyota Hilux placa WLK-437 N°06.....	41
6.6.2	Toyota Hilux placa WGY- 389 N°04	42
6.6.3	Chevrolet Luv D-Max placa WLR-892 N°01	43
6.6.4	Chevrolet Luv D-Max placa WLL-128 N°03.....	44
6.6.5	Chevrolet Luv D-Max placa WNX-795 N°08	45
6.6.6	Chevrolet Luv D-Max placa WNX-806 N°07	46
7.	ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA.....	46
8.	DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA FLOTA VEHICULAR	56
8.1	TIEMPOS DE MANTENIMIENTO	57
8.2	PLAN DE MANTENIMIENTO.....	61
9.	CONCLUSIONES	63
10.	REFERENCIAS.....	64

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	7 de 67

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Hoja de vida	34
Tabla 2 Solicitud de Servicio.....	35
Tabla 3 Orden de Trabajo.....	36
Tabla 4 Informe de Avería	37
Tabla 5 Control de Repuesto	38
Tabla 6 Registro del Vehículo	39
Tabla 7 Ponderados de criticidad.....	41
Tabla 8 análisis de modo y efecto de falla del sistema de eléctrico	46
Tabla 9 análisis de modo y efecto de falla del sistema de dirección	47
Tabla 10 análisis de modo y efecto de falla del sistema de frenos.....	48
Tabla 11 análisis de modo y efecto de falla del sistema de suspensión	49
Tabla 12 análisis de modo y efecto de falla del sistema de transmisión	50
Tabla 13 análisis de modo y efecto de falla del sistema de motor	51
Tabla 14 análisis de modo y efecto de falla del sistema de alimentación	52
Tabla 15 análisis de modo y efecto de falla del sistema de refrigeración	53
Tabla 16 análisis de modo y efecto de falla del sistema de encendido	54
Tabla 17 análisis de modo y efecto de falla del sistema de lubricación	55
Tabla 18 Niveles de intervención del mantenimiento	57
Tabla 19 Tiempos de mantenimiento	60
Tabla 20 Plan de mantenimiento	62

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	8 de 67

LISTA DE FIGURAS

Figuras 1 Camioneta placa WNX-806	10
Figuras 2 Camioneta placa WNX-795	10
Figuras 3 Camioneta placa WGY- 389	10
Figuras 4 Camioneta placa WLR-892	10
Figuras 5 Camioneta placa WLK-437	10
Figuras 6 Camioneta placa WLL-128	10
Figuras 7 Ley de degradación desconocida	14
Figuras 8 Fallos potenciales los intervalos p-f	14
Figuras 9 Ley de degradación	15
Figuras 10 ciclo de análisis de modo y efecto de falla amef	20
Figuras 11 Formato de análisis de modo y efecto de falla amef	21
Figuras 12 Tabla de severidad, ocurrencia y probabilidad de detección	¡Error! Marcador no definido.
Figuras 13 Aspectos de confiabilidad operacional	22
Figuras 14 logo de la empresa	23
Figuras 15 Organigrama de la empresa	24
Figuras 16 diagrama de flujo de mantenimiento de la empresa	25
Figuras 17 Diagrama de flujo de mantenimiento requerido	26
Figuras 18 Ruta de mantenimiento correctivo	27
Figuras 19 Ruta de planeación	28
Figuras 20 Ruta de programación	29
Figuras 21 Ruta de ejecución	30
Figuras 22 Ruta de control	31
Figuras 23 Criticidad Toyota Hilux WLK-437	41
Figuras 24 Criticidad Toyota Hilux WGY- 389	42
Figuras 25 Criticidad Chevrolet Luv D-Max WLR-892	43
Figuras 26 Criticidad Chevrolet Luv D-Max WLL-128	44
Figuras 27 Criticidad Chevrolet Luv D-Max WNX-795	45
Figuras 28 Criticidad Chevrolet Luv D-Max WNX-806	46

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	9 de 67

1. INTRODUCCION

En el acelerado ritmo de crecimiento de la sociedad, el automóvil se ha convertido en un medio de gran utilidad para el desarrollo de actividades de diversa índole. Cada año salen al mercado un número elevado de vehículos que son adquiridos por instituciones públicas, privada y personas naturales.

Los vehículos son simples maquinas que deben ser cuidadas de manera adecuada para que se encuentren en condiciones óptimas y por ende permitan desarrollas las actividades para los cuales fueron destinadas de una manera segura, eficiente y al menor costo. [1]

Hoy en día las estrategias usadas son las que están encaminadas a aumentar la disponibilidad y eficacia de los equipos que son importantes en la producción, reduciendo los costos de mantenimiento y manteniendo la seguridad del personal.

La empresa ENGSERVICIOS S.A.S como muchas otras en Colombia no cuenta con un departamento de mantenimiento adecuado para el cuidado de sus equipos. Es más común en nuestro país el uso de mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo, los cuales resultan más baratos a corto plazo pero no a largo plazo. Con la necesidad de acreditar la empresa se hace necesario recurrir a planes de mantenimiento más modernos y confiables como lo es el mantenimiento programado.

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	10 de 67

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa ENGSERVICIO S.A.S es una contratista que presta sus servicios en la multinacional DRUMOND Ltd. (mina de cielo abierto), en la que tiene tres proyectos vigentes en la actualidad, topografía, fabricación de balizas y potabilización del agua. Cada proyecto tienen un personal autorizado, los cuales se deben transportar por medio de camionetas. (Toyota Hilux placa WLK-437 N°06, Toyota Hilux placa WGY- 389 N°04, Chevrolet Luv D-Max placa WLR-892 N°01, Chevrolet Luv D-Max placa WLL-128 N°03, Chevrolet Luv D-Max placa WNX-795 N°08, Chevrolet Luv D-Max placa WNX-806 N°07), con un total de 6 camionetas

En los últimos meses se viene presentando un problema en los vehículos donde se transporta el personal de la empresa, ya que no cuentan con un departamento de mantenimiento, solo se hacen mantenimientos correctivo, esto generando pérdida de tiempo e incumpliendo con las normas de seguridad y calidad que estipula la empresa ante cualquier contratista, debido a que todo vehículo debe tener un plan de mantenimiento programado.

Estas fallas inesperadas hacen que los operarios no puedan transportarse a los distintos sitios de trabajo para cumplir las exigencias de dicha MULTINACIONAL, lo cual se refleja en la desacreditación de la contratista por parte de los supervisores y agentes de tránsito que operan dentro de la mina.

Debido a estos acontecimientos la empresa propone el diseño de un plan de mantenimiento programado para los vehículos, con el fin de detectar fallas en un tiempo determinado y no perder tiempo manipulando los equipos en horario de servicio.

PARQUE AUTOMOTOR



Figuras 1 Camioneta placa WNX-806



Figuras 3 Camioneta placa WGY- 389



Figuras 2 Camioneta placa WNX-795



Figuras 6 Camioneta placa WLL-128



Figuras 4 Camioneta placa WLR-892



Figuras 5 Camioneta placa WLK-437

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	11 de 67

3. JUSTIFICACION

ENGSERICIOS S.A.S tiene como visión llegar a ser una empresa posicionada en la región, en la prestación de servicios responsable y de calidad, logrando la plena satisfacción de sus clientes, el bienestar de sus empleados y contribuyendo al desarrollo de la región. Para poder cumplir todas estas cualidades se debe respetar todas las normas y políticas de sus clientes.

Con un plan de mantenimiento programado para equipos livianos, la empresa podrá planificar cada cuanto los vehículos deben ser intervenidos y así disminuir paradas inesperadas, costos de mantenimientos y tiempos muertos.

Con este programa de mantenimiento vamos a tener un mayor control y un historial de las fallas con el fin de saber cuáles son las averías más frecuentes en los equipos para una futura intervención. Esto contribuirá con la imagen de la empresa y confianza en los trabajadores a la hora de operar los vehículos.

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	12 de 67

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

DISEÑAR DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO DE EQUIPO LIVIANO PARA LA EMPRESA ENGSERVICIOS S.A.S

4.2 Objetivos Específicos

- ✓ Agrupar y analizar la información técnica necesaria de los vehículos para conocer cada una de sus intervenciones.
- ✓ Elaborar un análisis de criticidad de toda la flota vehicular de la empresa.
- ✓ Crear un análisis de modo y efecto de falla para los vehículos.
- ✓ Realizar hoja de vida de los vehículos para tener control del mantenimiento.
- ✓ Diseñar el sistema documental correspondientes de los vehículos para el plan de mantenimiento.
- ✓ Elaboración del documento final del plan de mantenimiento.

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	13 de 67

5. ESTADO ACTUAL

5.1.1 DESARROLLO HISTÓRICO DEL MANTENIMIENTO

Durante los últimos veinte años, el mantenimiento ha cambiado, quizá más que cualquier otra disciplina. Estos cambios se deben principalmente al importante aumento en número y variedad de los activos físicos (planta, equipamiento, edificaciones) que deben ser mantenidos en todo el mundo, diseños más complejos, nuevos métodos de mantenimiento, y una óptica cambiante en la organización del mantenimiento y sus responsabilidades.

El mantenimiento también está respondiendo a expectativas cambiantes. Éstas incluyen una reciente toma de conciencia para evaluar hasta qué punto las fallas en los equipos afectan la seguridad y al medio ambiente; conciencia de la relación entre el mantenimiento y la calidad del producto, y la presión de alcanzar una alta disponibilidad en la planta y mantener controlado el costo.

Estos cambios están llevando al límite las actitudes y habilidades en todas las ramas de la industria. El personal de mantenimiento se ve obligado a adoptar maneras de pensar completamente nuevas, y actuar como ingenieros y como gerentes. Al mismo tiempo las limitaciones de los sistemas de mantenimiento se hacen cada vez más evidentes, sin importar cuánto se hayan informatizado.

Frente a esta sucesión de grandes cambios, los gerentes en todo el mundo están buscando un nuevo enfoque para el mantenimiento. [2]

5.2 MANTENIMIENTO

Lo primero que se va a realizar es una breve definición del mantenimiento.

Mantenimiento es el conjunto de técnicas y de sistemas que nos permiten prevenir las averías en los equipos, y efectuar las revisiones y reparaciones correspondientes a fin de garantizar el buen funcionamiento de los equipos.

En pocas palabras el objetivo del mantenimiento es hacer que la empresa gane más dinero, evitando las pérdidas por piezas defectuosas por paradas inesperadas en la línea de producción. [3]

5.3 TIPOS DE MANTENIMIENTOS

- ✓ Mantenimiento correctivo.
- ✓ Mantenimiento predictivo.
- ✓ Mantenimiento preventivo.
- ✓ Mantenimiento proactivo.
- ✓ Mantenimiento programado.
- ✓ Mantenimiento cero horas (overhaur).
- ✓ Mantenimiento en uso.

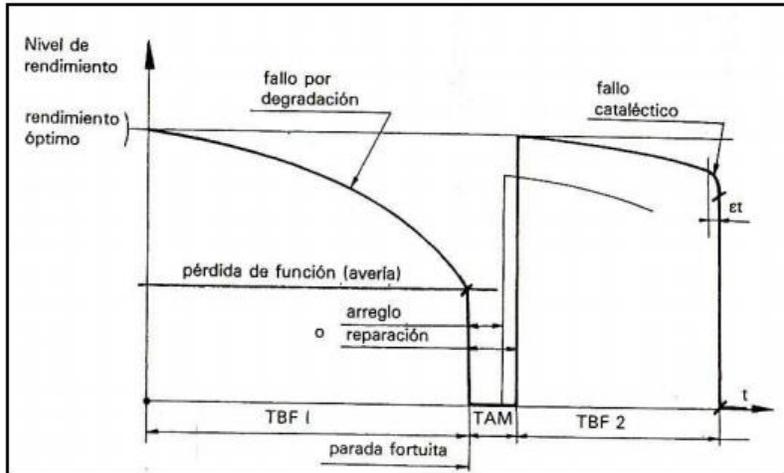
5.3.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Es el conjunto de actividades que se deben llevar a cabo cuando un equipo, instrumento o estructura ha tenido una parada forzada o imprevista. Este es el sistema más generalizado, por ser el que menos conocimiento.

Cuando se hace mantenimiento preventivo dentro de un sistema correctivo, se le llama mantenimiento rutinario. Cuando se hace mantenimiento correctivo en un sistema preventivo, se le llama corrección de falla. En la práctica, no es posible diferenciar totalmente ambos sistemas. [4]



En la siguiente figura se muestra un gráfico referido al mantenimiento correctivo (Figura 7)



Figuras 7 Ley de degradación desconocida

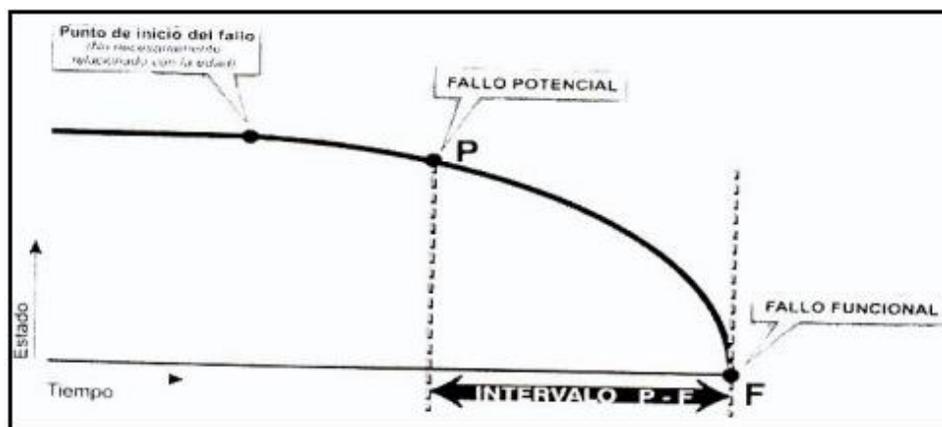
FUENTE: [5]

5.3.2 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

El Mantenimiento Predictivo debe entenderse como aquella metodología que basa las intervenciones en la máquina o instalación sobre la que se aplica, en la evolución de una determinada variable que sea realmente identificadora de su funcionamiento y fácil de medir.

Esta simple definición indica que la gran diferencia ente este tipo de mantenimiento y el sistemático, entendiéndose ambos según normativa EN 13306 como Mantenimientos Preventivos, es que uno planifica intervenciones de forma constante y con base en una periodicidad concreta, un número de kilómetros, unas horas de funcionamiento, etc., pero siempre las mismas, y otro tipo de mantenimiento, el predictivo, no define ninguna periodicidad concreta, sino que aconseja el lanzamiento de una orden de trabajo preventiva cuando la variable medida comienza a encontrarse en una zona de peligrosidad funcional de la máquina y, lógicamente, siempre antes de que se produzca el fallo catastrófico. [5]

El mantenimiento predictivo se puede explicar con la siguiente curva P-F (figura 8); en la que simboliza cómo la variable medida va evidenciando un determinado nivel de deterioro de la máquina a partir del punto P, para que, antes de que ésta falle, punto F, se produzca la intervención.



Figuras 8 Fallos potenciales los intervalos p-f

FUENTE: [5]



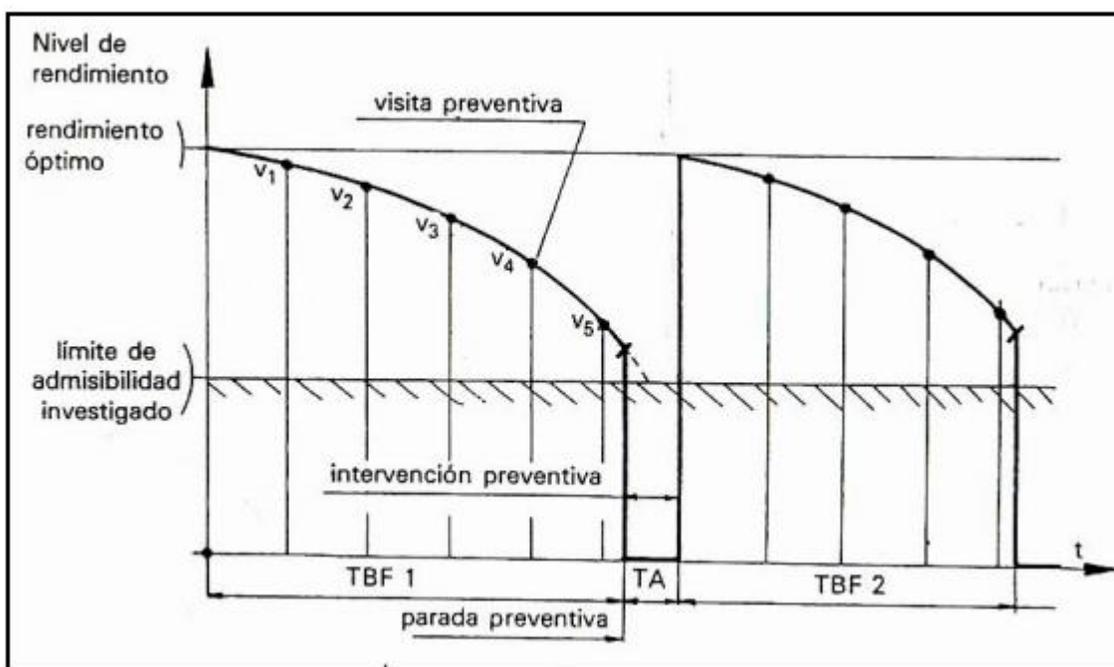
5.3.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La característica principal de este tipo de Mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno. Su propósito principal es prever las fallas manteniendo los equipos, sistemas de infraestructura e instalaciones productivas en completa operación a los niveles, alargando así la vida útil de todos los equipos.

La programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, deben llevarse a cabo en forma periódica con base a un plan establecido.

Con un buen Mantenimiento Preventivo, se obtiene experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como definir los puntos débiles de instalaciones, máquinas, etc. [6]

En la siguiente figura se muestra un gráfico referido al mantenimiento preventivo (figura 9)



Figuras 9 Ley de degradación

FUENTE: [5]

5.3.4 MANTENIMIENTO PROACTIVO

Cuando la empresa se ha comprometido con la calidad y ha implementado el mantenimiento preventivo y predictivo, es necesario buscar una mejor productividad a un menor costo, para ello el mantenimiento proactivo selecciona aquellos lubricantes y procedimientos óptimos donde se logran incrementar la producción, disminuyendo los costos directos de energía y prolongando la vida útil de los equipos.

Cuando la empresa toma la decisión de organizar su departamento de mantenimiento, generalmente comienza con la implementación de un programa de mantenimiento preventivo en el cual se involucran los aspectos de lubricación, electricidad, electrónica y la parte mecánica. [7]

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	16 de 67

5.3.5 MANTENIMIENTO PROGRAMADO

Son el conjunto de tareas de mantenimiento que tienen por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las revisiones e intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suelen ser un carácter sistemático, es decir, se interviene aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema. [8]

Implica generar un programa de mantenimiento por parte del departamento de mantenimiento. Su base es una revisión y desmonte general de los equipos de producción aprovechando una parada general periódica de la actividad productiva, un receso de producción, un periodo estacional no productivo o las vacaciones colectivas del personal de producción.

Este tipo de mantenimiento constituye un conjunto sistemático de actividades programadas con el propósito de acercar progresivamente la planta a los objetivos de: cero defectos, cero averías, cero accidentes, cero despilfarros, y cero contaminaciones.

El principal defecto de este, es la posibilidad de un ensamblado erróneo de la maquinaria o en el mejor de los casos con ajustes o aprietes diferentes a los sugeridos por los fabricantes. [6]

Entre los tipos de tareas que se suele incluir en el mantenimiento programado están las siguientes:

- Limpieza técnica de equipos.
- Sustitución de elementos sometidos a desgaste, como rodetes, rodamientos, cojinetes, camisas, culatas, etc.
- Comprobación del estado interior de determinados elementos, cuya verificación no puede realizarse con el equipo en servicio y para el que se requiere un desmontaje.
- Comprobación del buen funcionamiento de la instrumentación, y calibración de esta.
- Verificación de prestaciones.

5.3.6 MANTENIMIENTO CERO HORAS

Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos bien programados antes de que aparezca algún fallo, cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo.

En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano. [9]

5.3.7 MANTENIMIENTO EN USO

Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	17 de 67

visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tan solo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Total Productive Maintenance, Mantenimiento Productivo Total). [10]

5.3.8 NUEVAS TÉCNICAS DE MANTENIMIENTOS.

Ha habido un crecimiento explosivo de nuevos conceptos y técnicas de mantenimiento. Cientos de ellos han sido desarrollados en los últimos quince años, y emergen aún más cada semana. Los nuevos desarrollos incluyen:

- Herramientas de soporte para la toma de decisiones, tales como el estudio de riesgo, análisis de modos de falla y sus efectos y sistemas expertos.
- Nuevos métodos de mantenimiento, tal como el monitoreo de condición.
- Diseño de equipos, con un mayor énfasis en la confiabilidad y facilidad para el mantenimiento.
- Un drástico cambio en el modo de pensar de la organización hacia la participación, trabajo en grupo y flexibilidad.

Uno de los mayores desafíos que enfrenta el personal de mantenimiento es, no sólo aprender éstas técnicas sino decidir cuáles valen la pena y cuales no para sus propias organizaciones. Si hacemos elecciones adecuadas es posible mejorar el rendimiento de los activos y al mismo tiempo contener y reducir el costo del mantenimiento. [2]

5.4 BENEFICIOS DEL MANTENIMIENTO

Los beneficios que conlleva tener un plan de mantenimiento programado son muy grandes. Éstos permiten detectar fallos repetitivos, disminuir los lapsos muertos por paradas, aumentar la vida útil de equipos, disminuir los costos de reparaciones, detectar puntos débiles en la instalación, entre una larga lista de ventajas.

Las tareas de mantenimiento programado incluyen acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, etc. [11]

El mantenimiento programado debe evitar los fallos en el equipo antes de que estos ocurran. Cuando el mantenimiento es aplicado correctamente, produce los siguientes beneficios: [12]

5.4.1 Mejores rendimientos operativos:

- Intervalos de tiempo más largos entre las revisiones.
- Mayor énfasis en el mantenimiento de equipos y componentes críticos.
- Eliminación de las fallas en los equipos y componentes poco fiables.
- Diagnóstico más rápido de las fallas mediante la referencia de los modos de falla relacionados con la función y a los análisis de sus efectos.
- Además de eso obtenemos un conocimiento sistemático acerca de la operación a realizar.
- Mejora en la utilización de los recursos.

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	18 de 67

5.4.2 Mayor seguridad y protección del entorno de trabajo:

- Mejoras en las estrategias para prevenir las fallas antes de que puedan afectar la seguridad e integridad de los operarios.
- Mejora e implementación de nuevos dispositivos de seguridad.
- Actualización y capacitación permanente de los operarios, para un buen desempeño a la hora de ejecutar el mantenimiento, con sus respectivos elementos de protección personal.

5.4.3 Mayor control en los costos del mantenimiento:

- Ahorro a mediano y largo plazo, debido a que este tipo de mantenimiento se programa para realizar inspecciones periódicas.
- Prevención y eliminación de fallas costosas.
- Mucha menor necesidad de utilizar expertos en la materia, debido a que el personal es capacitado y por lo tanto está en la capacidad de realizar las operaciones de mantenimiento requerido.
- Incrementa la vida útil de los equipos.

5.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE FALLAS

La confiabilidad, como metodología de análisis, debe fundamentarse en una serie de herramientas que permitan evaluar el comportamiento de los activos de una forma sistemática, a fin de poder determinar el nivel de operatividad, la cuantía del riesgo y las demás acciones de mitigación y de mantenimiento que requiere, para asegurar su seguridad, integridad y continuidad operacional. [13]

Son múltiples las herramientas que se vale la confiabilidad con el fin de formular planes estratégicos para alcanzar la excelencia en la gestión del mantenimiento industria.

Algunas de las más comúnmente usadas son:

- Análisis de Criticidad (CA)
- Análisis de los Modos y Efectos de Falla (FMEA)
- Análisis Causa Raíz (RCA)
- Análisis de Integridad Mecánica (MÍA)
- Análisis Seis Sigma (SSA)
- Análisis Weibull (WA)
- Inspección Basada en Riesgo (RBI)
- Optimización Costo - Riesgo - Beneficio (BRCO)
- Seguridad de Proceso Basada en Riesgos (RBPS)
- Failure Reporting and Corrective Action System (FRACAS)
- Reliability Analysis and Modeling Program (RAMP)
- Reliability Block Diagram Modeling (RBD)
- Costo del Ciclo de Vida (LCC)

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	19 de 67

5.5.1 Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF)

El Análisis del Modo y Efecto de Fallas, también conocido como **AMEF o FMEA** por sus siglas en inglés (Failure Mode Effect Analysis), nació en Estados Unidos a finales de la década del 40. Esta metodología desarrollada por la NASA, se creó con el propósito de evaluar la confiabilidad de los equipos, en la medida en que determina los efectos de las fallas de los mismos. [14]

5.5.1.1 Definición del AMEF

El Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF), es un procedimiento que permite identificar fallas en productos, procesos y sistemas, así como evaluar y clasificar de manera objetiva sus efectos, causas y elementos de identificación, para de esta forma, evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención. [15]

5.6 Para qué tener un método documentado de prevención

Una de las ventajas potenciales del AMEF, es que esta herramienta es un documento dinámico, en el cual se puede recopilar y clasificar mucha información acerca de los productos, procesos y el sistema en general. La información es un capital invaluable de las organizaciones.

5.7 Tipos de AMEF

El procedimiento AMEF puede aplicarse a:

Productos: El AMEF aplicado a un producto sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en el diseño, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que pueden llegar a tener en el usuario o en el proceso de producción.

Procesos: El AMEF aplicado a los procesos sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en las etapas de producción, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que puedan llegar a tener en el usuario o en etapas posteriores de cada proceso.

Sistemas: El AMEF aplicado a sistemas sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en el diseño del software, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que pueden llegar a tener en su funcionamiento.

Otros: El AMEF puede aplicarse a cualquier proceso en general en el que se pretendan identificar, clasificar y prevenir fallas mediante el análisis de sus efectos, y cuyas causas deban documentarse.

5.7.1 Ventajas potenciales del AMEF

Este procedimiento de análisis tiene una serie de ventajas potenciales significativas, por ejemplo:

- Identificar las posibles fallas en un producto, proceso o sistema.
- Conocer a fondo el producto, el proceso o el sistema.
- Identificar los efectos que puede generar cada falla posible.

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	20 de 67

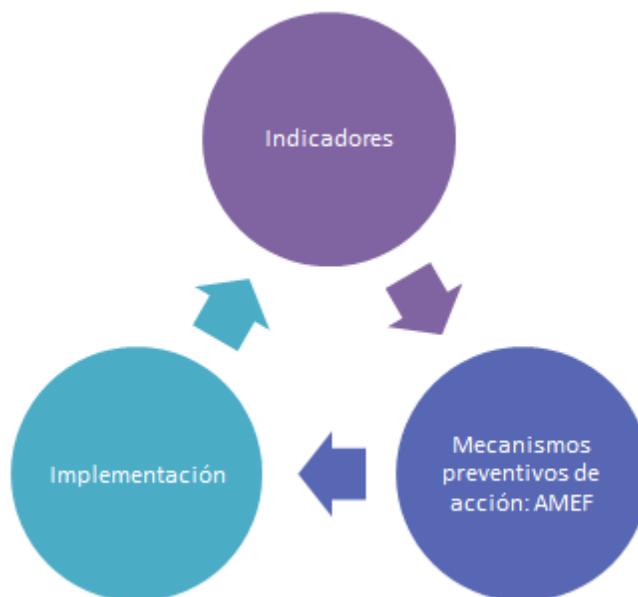
- Evaluar el nivel de criticidad (gravedad) de los efectos.
- Identificar las causas posibles de las fallas.
- Establecer niveles de confiabilidad para la detección de fallas.
- Evaluar mediante indicadores específicos la relación entre: gravedad, ocurrencia y detectabilidad.
- Documentar los planes de acción para minimizar los riesgos.
- Identificar oportunidades de mejora.
- Generar Know-how.
- Considerar la información del AMEF como recurso de capacitación en los procesos.

5.7.2 Cuándo se debe implementar el AMEF

El AMEF es un procedimiento que enriquece a las organizaciones, de manera que considerar implementarlo, no requiere de condiciones específicas de las operaciones. Sin embargo, pueden detectarse situaciones en las cuales el AMEF es una herramienta vital de soporte, por ejemplo:

- Diseño de nuevos productos y/o servicios.
- Diseño de procesos.
- Programas de mantenimiento preventivo.
- Etapas de documentación de procesos y productos.
- Etapas de recopilación de información como recurso de formación.
- Por exigencia de los clientes.

El AMEF es por excelencia la metodología propuesta como mecanismo de acción preventivo en el diagnóstico y la implementación del **Lean Manufacturing**. Este se activa por medio de los indicadores cuando se requiere prevenir la generación de problemas. [16]



Figuras 10 ciclo de análisis de modo y efecto de falla amef

Fuente [15]

5.7.3 Procedimiento para realizar el AMEF de un proceso – AMEFP

En primer lugar debe considerarse que para desarrollar el AMEF se requiere de un trabajo previo de recolección de información; en este caso el proceso debe contar con documentación suficiente acerca de todos los elementos que lo componen. El AMEF es un procedimiento sistemático cuyos pasos se describen a continuación:

1. Desarrollar un mapa del proceso (Representación gráfica de las operaciones).
2. Formar un equipo de trabajo (Team Kaizen), documentar el proceso, el producto, etc.
3. Determinar los pasos críticos del proceso.
4. Determinar las fallas potenciales de cada paso del proceso, determinar sus efectos y evaluar su nivel de gravedad (severidad).
5. Indicar las causas de cada falla y evaluar la ocurrencia de las fallas.
6. Indicar los controles (medidas de detección) que se tienen para detectar fallas y evaluarlas.
7. Obtener el número de prioridad de riesgo para cada falla y tomar decisiones.
8. Ejecutar acciones preventivas, correctivas o de mejora.

ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA AMEF de Diseño / Proceso

Componente _____ **Responsable del Diseño** _____ **AMEF Número** _____
Ensamble _____ **Preparó** _____ **Página** _____ **de** _____
Equipo de Trabajo _____ **FECHA (orig.) de FMEA** _____ **(rev.)** _____

Función Proceso/ Requisitos	Modo Potencial de Falla	Efecto (s) Potencial (es) de falla	S e v e	C l a s e	Causa(s) Potencial(es) / Mecanismos de la falla	O c c u r	Controles de Diseño/ Proceso Actuales Prevención	Controles de Diseño/ Proceso Actuales Detección	D e t e c t e	R P N	Acción (es) Recomenda da (s)	Responsable y fecha objetivo de Terminación	Resultados de Acción					
													Acciones Tomadas	S e v	O c c u r	D e t e c t e	R P N	

Figuras 11 Formato de análisis de modo y efecto de falla amef

Fuente: <https://www.google.com.co/search?q=amef&biw=1366&bih=662&>

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	22 de 67

Intervalos	Severidad	Ocurrencia	Detección	Números de prioridad de riesgos	
				Alto riesgo de falla	Medio riesgo de falla
10-9	Muy alta severidad	Muy alta probabilidad de ocurrencia	Prácticamente imposible de detectar	500-1000	
8-6	Inconveniente mayor	Alta probabilidad de ocurrencia	Baja capacidad de detección	125-499	
5-3	Inconveniente menor	Moderada probabilidad de ocurrencia	Alta capacidad de detección	1-124	
2-1	Mínimo efecto	Baja probabilidad de ocurrencia	Muy alta capacidad de detección	0	

Figuras 12 Tabla de severidad, ocurrencia y probabilidad de detección

Fuente: <https://www.google.com.co/search?q=amef&biw=1366&bih=662&>

5.8 ANÁLISIS DE CRITICIDAD

El análisis de criticidad es una técnica que permite establecer la jerarquía de procesos, sistemas y equipos, estableciendo un orden que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante o necesario mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual. [8]



Figuras 13 Aspectos de confiabilidad operacional.

Fuente [8]

Desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:

Criticidad = Frecuencia x Consecuencia

Donde la frecuencia está asociada al número de eventos o fallas que presentan el sistema o proceso evaluado y, la consecuencia está referida con el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	23 de 67

ambiente. En función de lo antes expuesto se establecen como criterios fundamentales para realizar un análisis de criticidad los siguientes: [17]

Seguridad

Ambiente

Producción

Costos (operacionales y de mantenimiento)

Tiempo promedio para reparar

Frecuencia de falla

6. MARCO CONTEXTUAL



Figuras 14 logo de la empresa

6.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA

¿QUIÉNES SOMOS?

6.1.1 ENGSERVICIOS S.A.S

Es una empresa privada, dedicada al Diseño, Construcción, Operación y Asesorías en Proyectos Ambientales, Civiles y Electromecánicos.

6.1.2 MISIÓN

El propósito de ENGSERVICIOS S.A.S es prestar un servicio responsable para la solución de las necesidades de empresas privadas y entes públicos.

6.1.3 VISIÓN

Llegar a ser una empresa posicionada en la región, en la prestación de servicios responsables y de calidad, logrando la plena satisfacción de sus clientes, el bienestar de sus trabajadores y contribuyendo al desarrollo de la región

6.1.4 VALORES

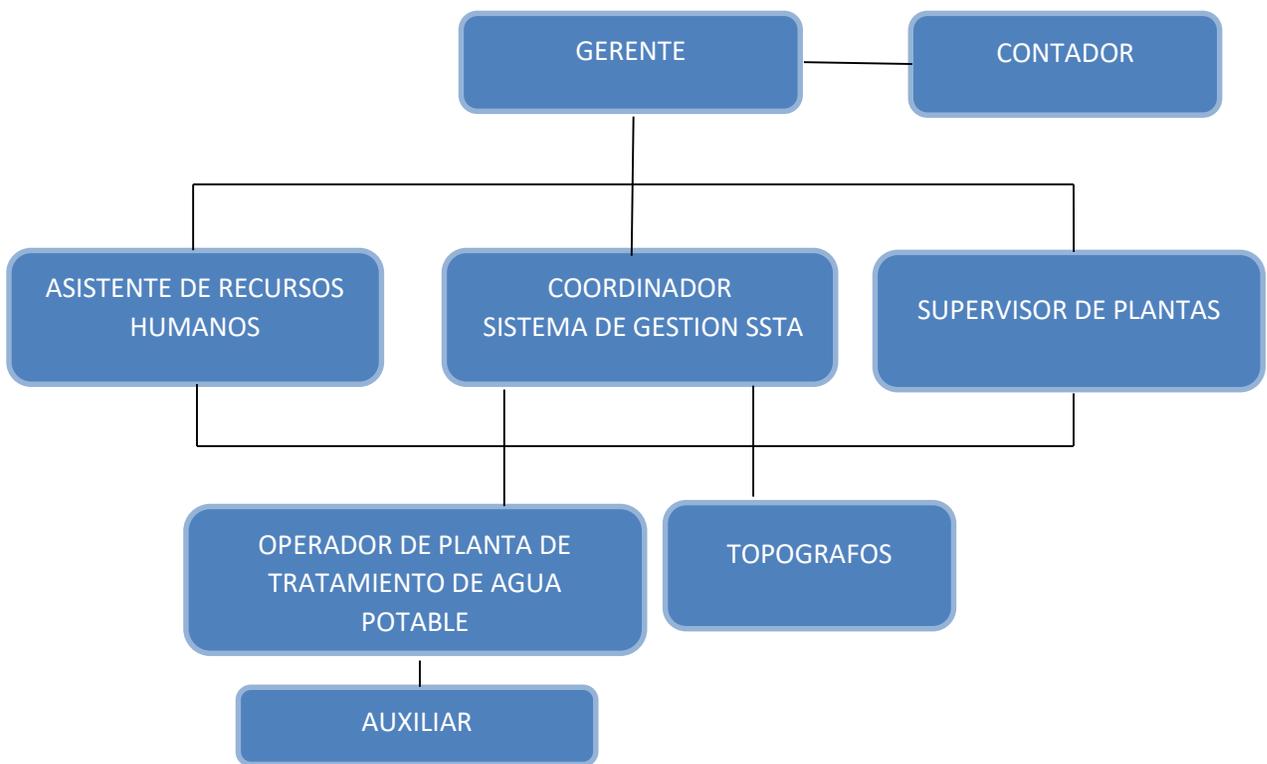
Responsabilidad, trabajo en Equipo, Solidaridad y Respeto

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	24 de 67

6.1.5 SERVICIOS

- ✓ Diseño, construcción y operación de sistemas de tratamiento y redes de conducción de agua potable y residual.
- ✓ Manejos de residuos sólidos.
- ✓ Control de derrame de hidrocarburos.
- ✓ Reforestación, revegetalización y obras de control de erosión.
- ✓ Manejo de viveros.
- ✓ Monitoreo ambientales.
- ✓ Estudios ambientales.
- ✓ Topografía.
- ✓ Montajes electromecánicos, soldadura.
- ✓ Diseños e instalación de redes eléctricas domiciliarias e industriales
- ✓ Arquitectura, construcción e intervención de obras civiles.

6.2 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA



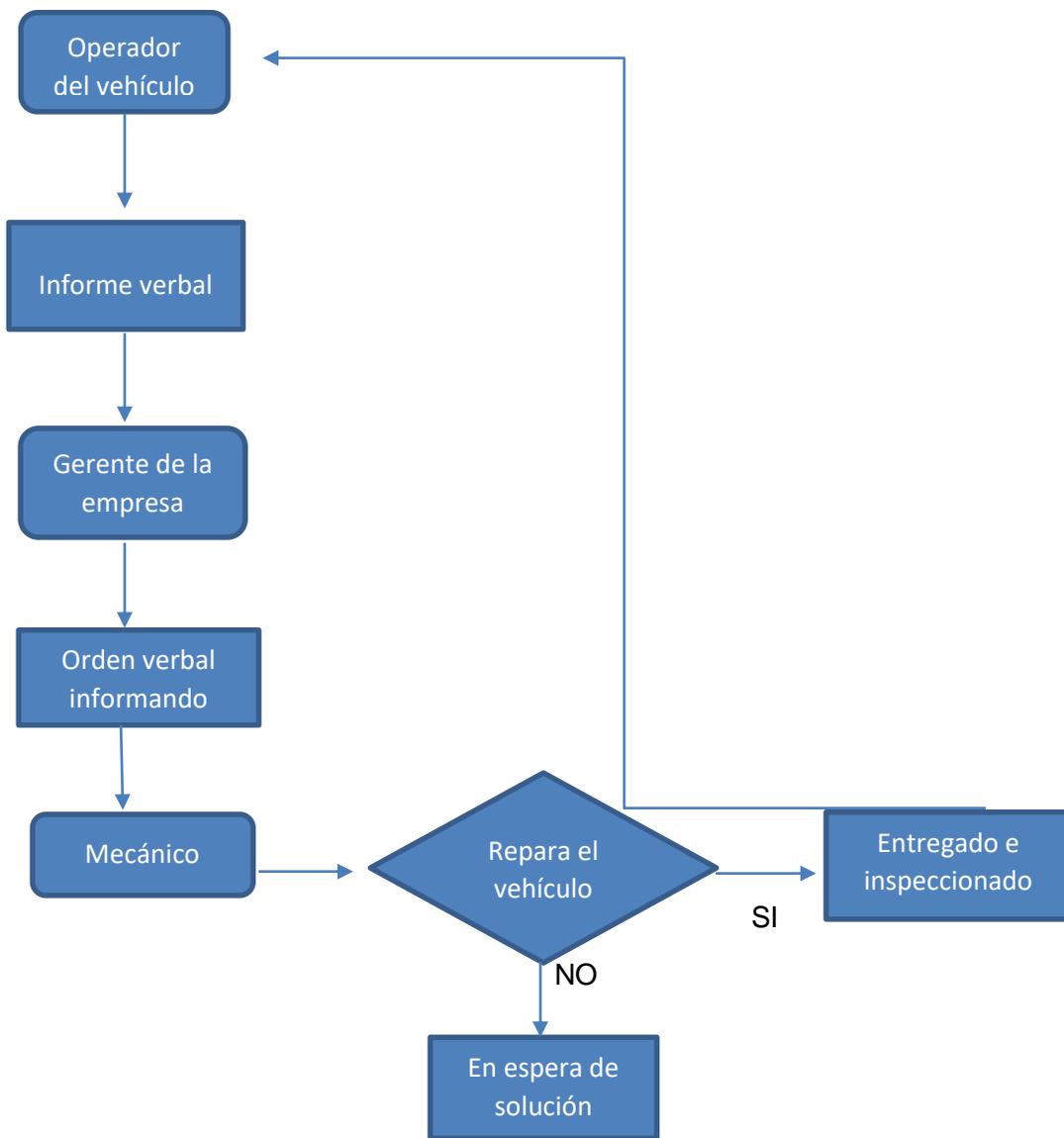
Figuras 15 Organigrama de la empresa

FUENTE: ENGSERVICIOS S.A.S

6.3 ANÁLISIS DEL MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA

La empresa no cuenta con un departamento de mantenimiento solo se hacen mantenimiento de tipo correctivo, solo se intervienen los vehículos cuando este presenta alguna falla, cuando el vehículo presenta una falla el operador interviene el equipo si es posible, si no hace un reporte de que el vehículo fallo y hay que llevarla donde el mecánico.

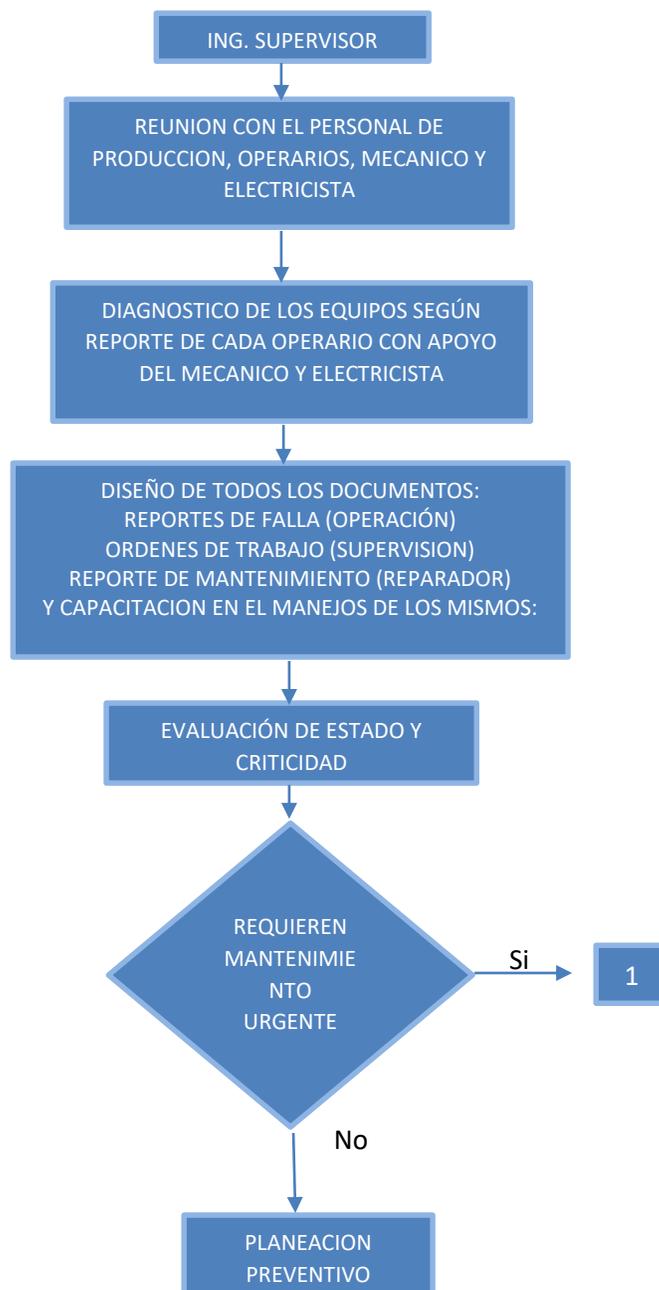
6.3.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA



Figuras 16 diagrama de flujo de mantenimiento de la empresa

6.3.2 DIAGRAMA DE MANTENIMIENTO REQUERIDO

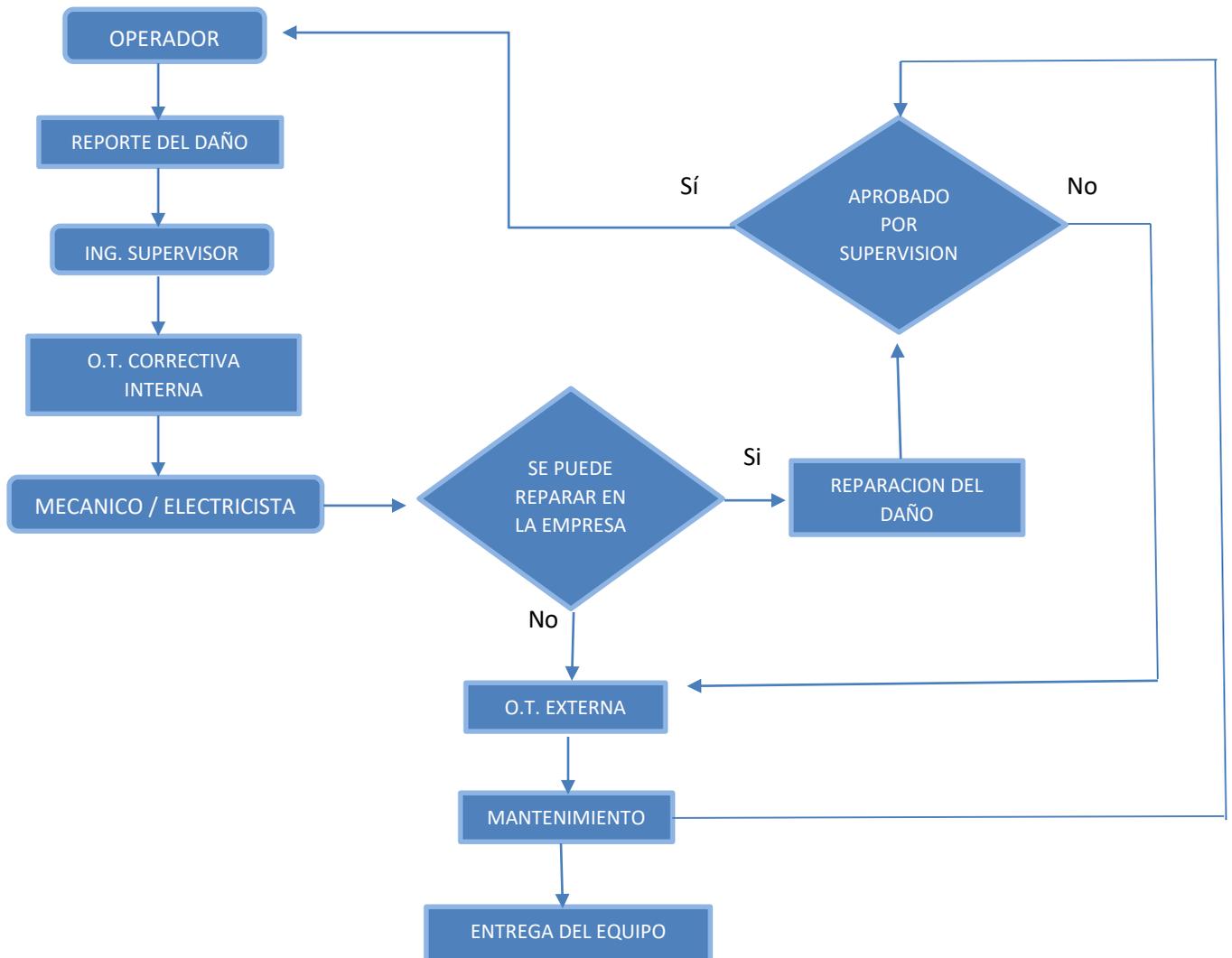
Como sólo se realiza mantenimiento correctivo, no existe ningún programa de mantenimiento programado, para esto se recomienda el siguiente diagrama de flujo que consta de unos determinados pasos para empezar a implementarlo y se puede aplicar según la disponibilidad del personal (semanal, mensual trimestral), mientras se implementan todos los cambios y formatos, para poder así llevar un historial correcto de cada equipo existente en la empresa.



Figuras 17 Diagrama de flujo de mantenimiento requerido

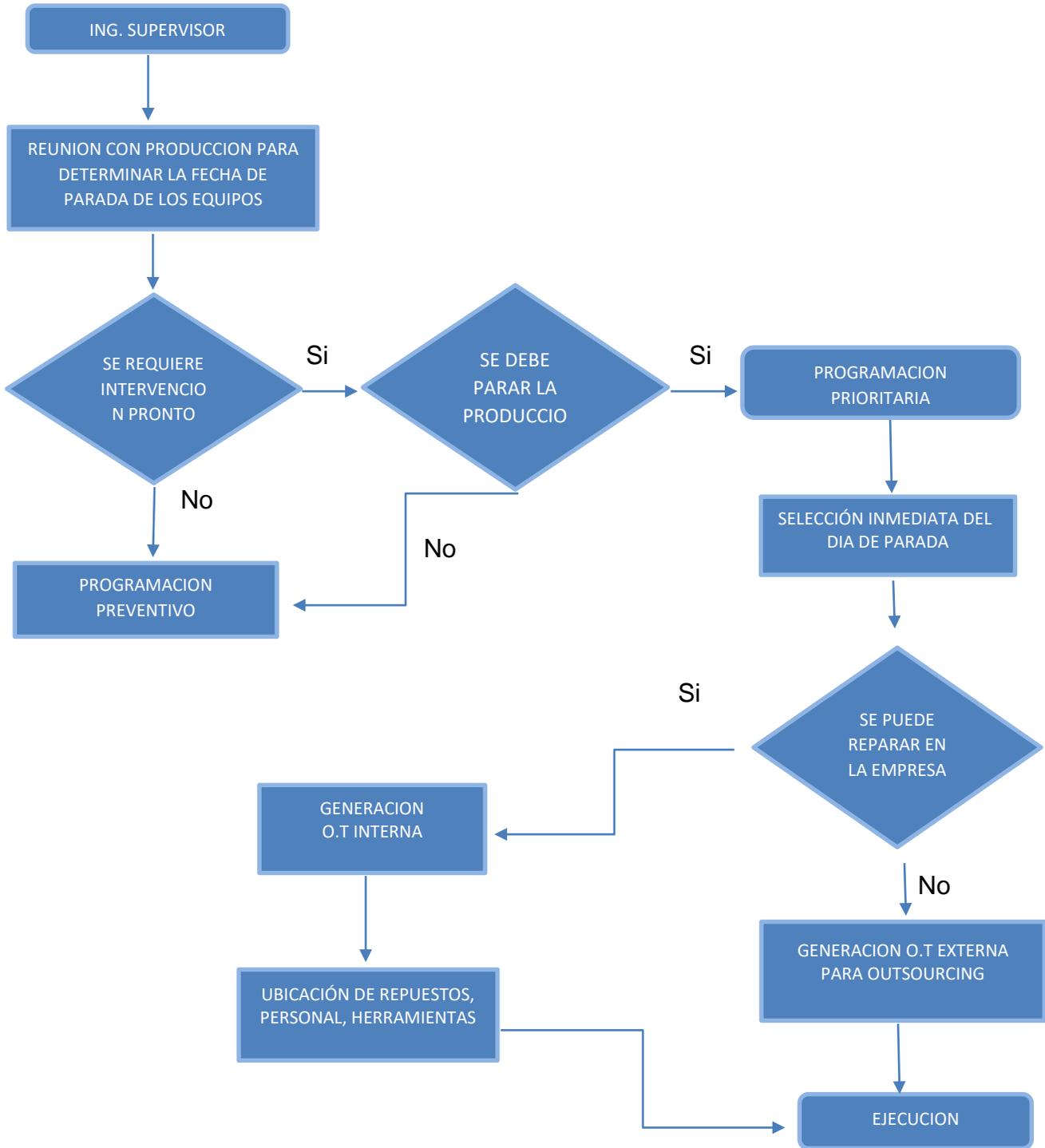


RUTA DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO



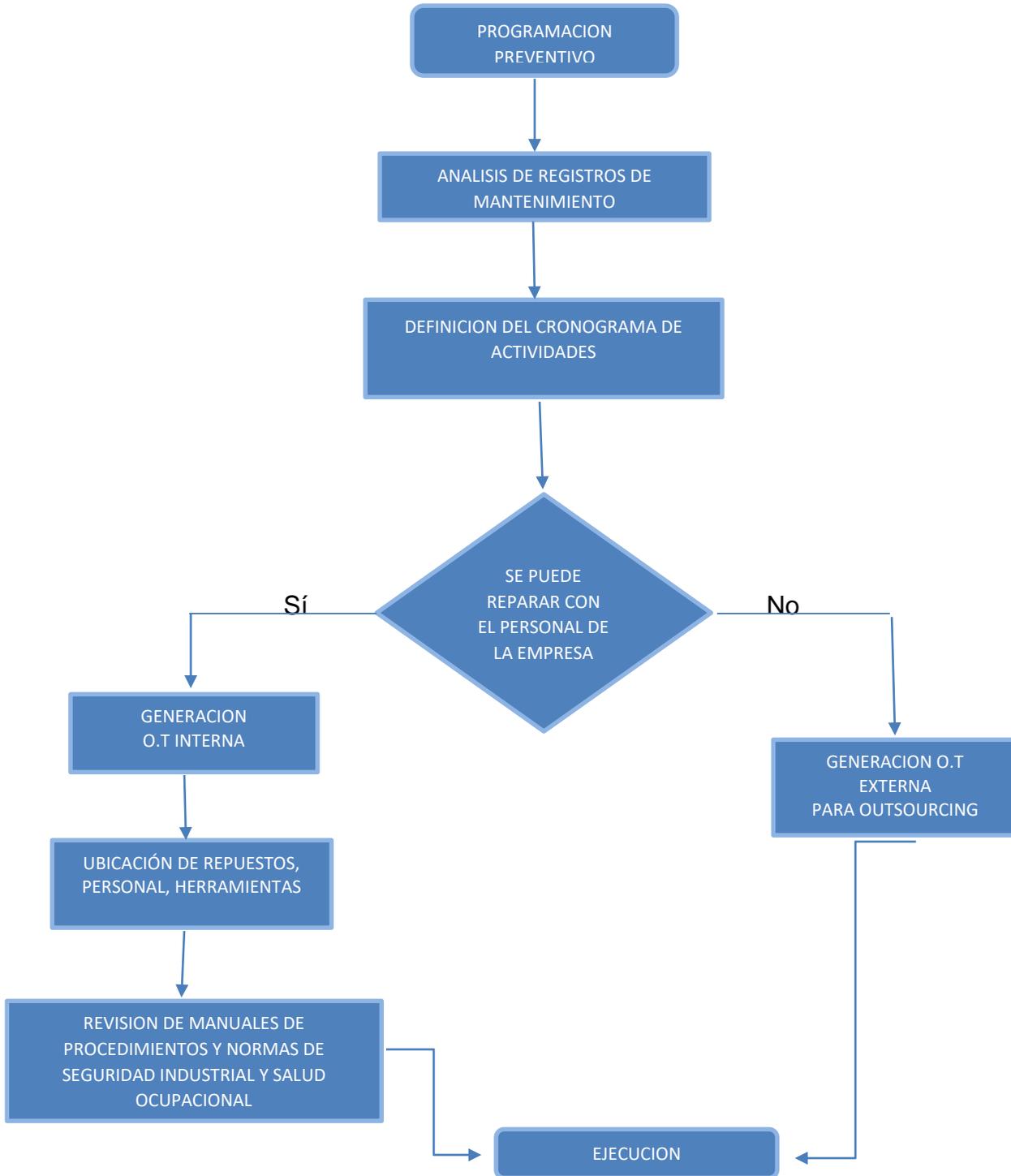
Figuras 18 Ruta de mantenimiento correctivo

RUTA DE PLANEACION



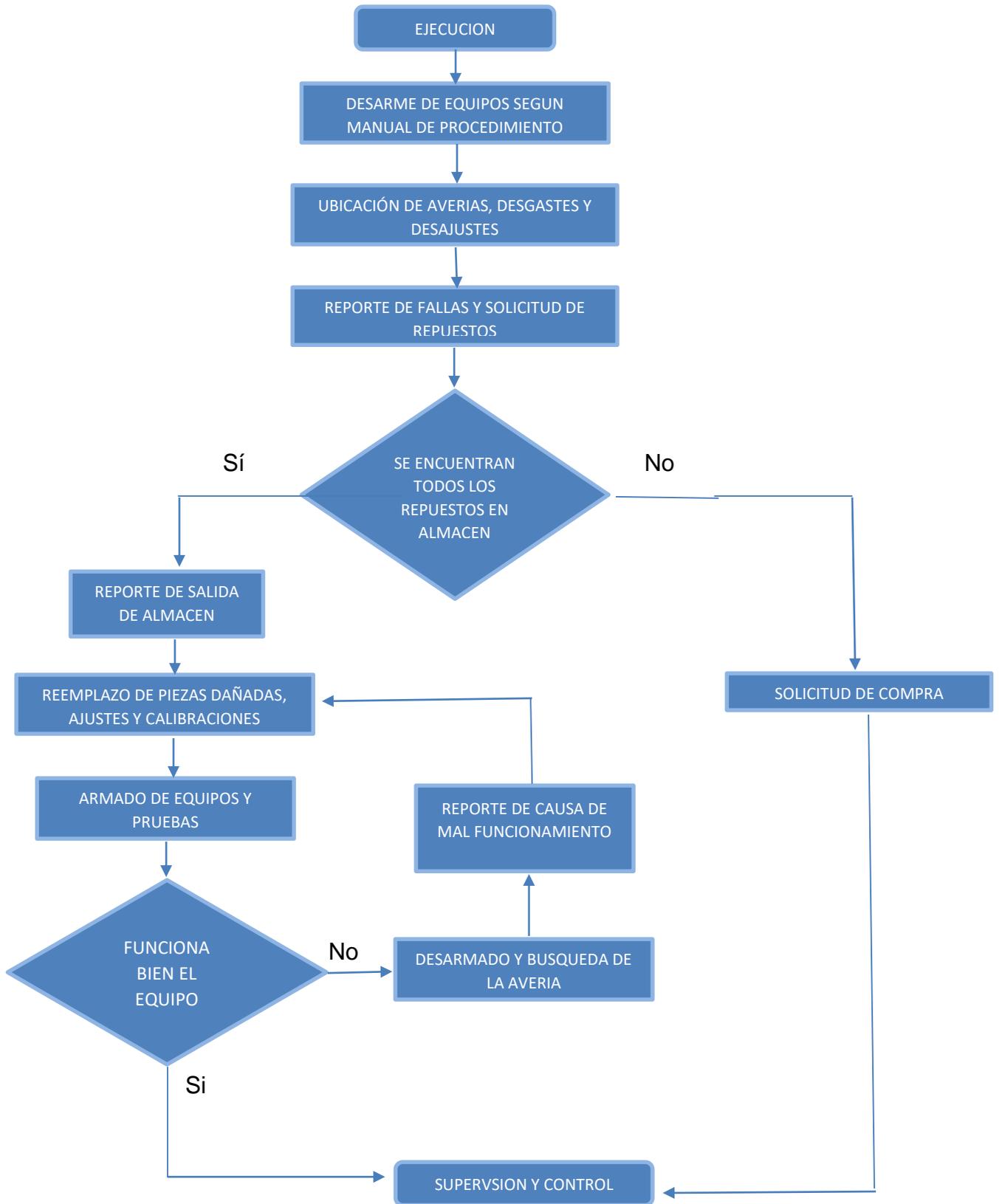
Figuras 19 Ruta de planeación

RUTA DE PROGRAMACIÓN



Figuras 20 Ruta de programación

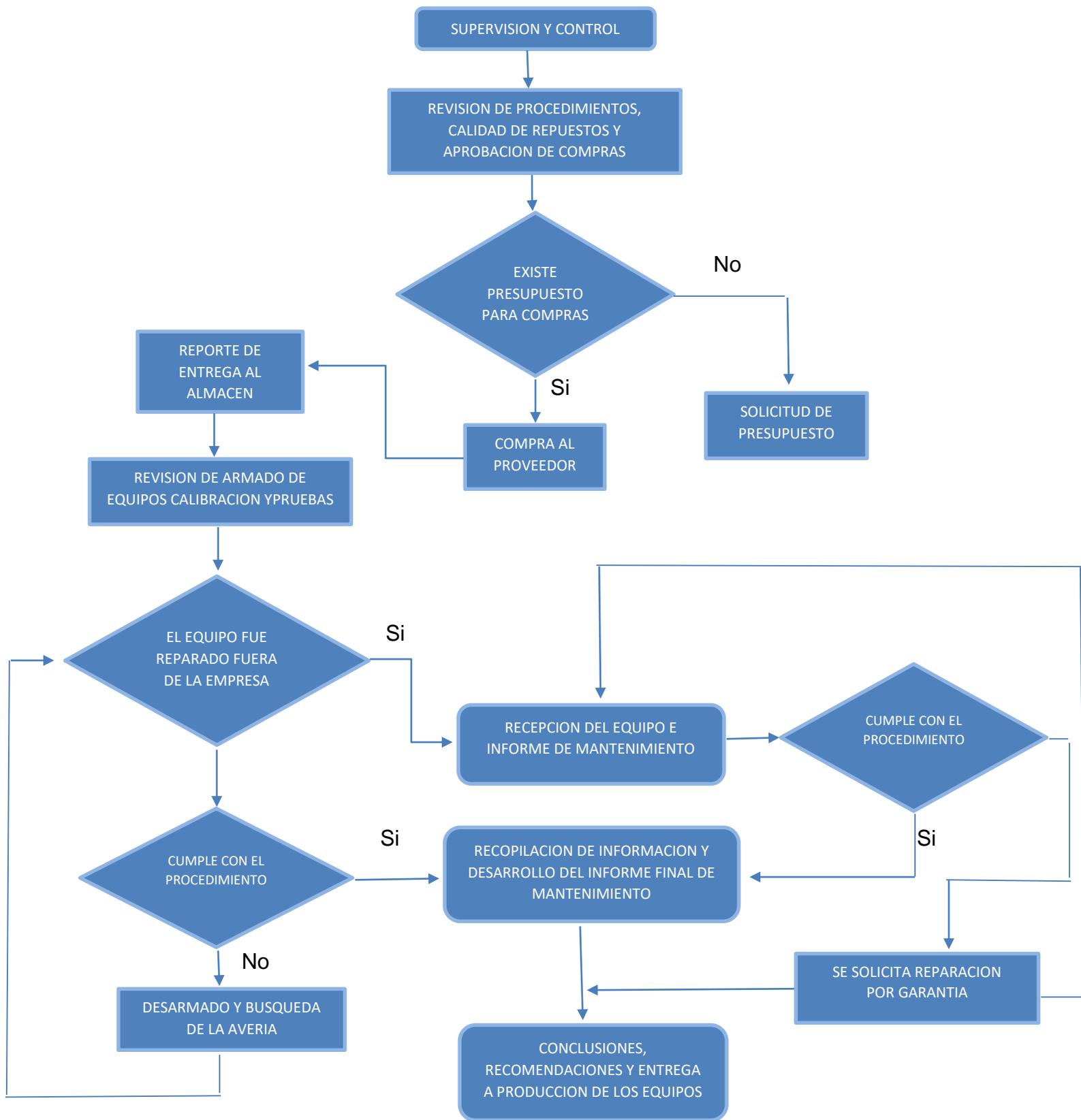
RUTA DE EJECUCIÓN



Figuras 21 Ruta de ejecución



RUTA DE CONTROL



Figuras 22 Ruta de control

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	32 de 67

6.3.3 PROCEDIMIENTO DEL MANTENIMIENTO

ITEM	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
1	Organización del plan de mantenimiento preventivo	Definición de parámetros para desarrollar el plan, asignación de recursos tanto físicos como humanos.	Socios, presidencia, gerencia de producción e ingeniero de mantenimiento Ingeniero de mantenimiento, mecánico y electricista Ingeniero de mantenimiento, mecánico y electricista.
2	Diagnostico general de los equipos	Evaluación de estado, mantenimientos realizados, vida útil, costos y tiempos de ejecución.	
3	Evaluación de equipos	Se realiza examen de criticidad a todos los equipos para definir prioridades	
4	Selección de formatos requeridos	Investigación de formatos usados en mantenimiento, selección y aprobación.	Ingeniero de mantenimiento
5	Diseño de formatos	Adaptación de los formatos básicos, buscando la mejor funcionalidad, dentro de la empresa.	Ingeniero de mantenimiento, mecánico y electricista Ingeniero de mantenimiento, mecánico y electricista.
6	Diligenciar formatos	Búsqueda y consignación de información en los formatos diseñados	
7	Creación de hojas de vida	Recopilación de históricos: datos de fabricante, mantenimientos, costos, horas de servicio,	Ingeniero de mantenimiento, mecánico y electricista.

ITEM	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
8	Itinerario de inspección	Estimación de frecuencias de inspección en los diferentes equipos.	Ingeniero de mantenimiento, supervisor Ingeniero de mantenimiento, supervisor. Ingeniero de mantenimiento, supervisor. Ingeniero de mantenimiento, mecánico y electricista.
9	Inspección rutinaria	Lineamientos para realizar periódicamente estas rutinas.	
10	Inspección de carácter especial	Necesidad de inspecciones con equipo o personas especializados	
11	Inspección de carácter especial	Los resultados obtenidos de las inspecciones permiten definir las piezas que deben ser intervenidas permitiendo anticipar la requisición de repuestos del almacén o la compra a proveedores.	

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	33 de 67

12	Programación y planeación	Elaboración del plan de intervenciones, definición de parámetros de niveles óptimos de mantenimiento, nivel de capacitación de personal o del outsourcing	Producción, Ingeniero de mantenimiento y supervisor
13	Cronograma de mantenimiento	Definición de equipos a ser intervenidos, tiempos de parada, mantenimiento y pruebas	Ingeniero de mantenimiento, supervisor, mecánico, electricista y outsourcing Dto. Financiero, Ingeniero de mantenimiento
14	Coordinación con dependencias involucradas	Evaluación de presupuesto disponible, proveedores, contratación de personal externo.	

ITEM	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
15	Ordenes de trabajo	Definición y descripción de los formatos de O.T para cada equipo a intervenir.	Ingeniero de mantenimiento
16	Ejecución de tareas	Intervención del equipo por parte del técnico (planta o MO), según lo estipulado en el manual de procedimiento.	Mecánico, electricista
17	Supervisión	Revisión de la intervención, uso de catálogos, planos, listas de chequeo y manual de procedimiento por SM.	Supervisor de mantenimiento
18	Informe de intervención	Entrega de equipo a supervisión, firma de orden de trabajo y entrega del informe de actividades.	Mecánico y electricista.
19	Actualización del sistema	Actualización de hoja de vida basada en las ordenes de trabajo e informe de actividades	Ingeniero de mantenimiento

ELABORADO :	APROBADO :
Ing. Larry Mckenssi Martínez Ariza	

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	34 de 67

6.4 FICHA TÉCNICA DE REGISTRO VEHICULAR

Se diseña un formato de ficha técnica, donde se registran la imagen y las especificaciones técnicas de cada unidad vehicular, tomadas desde manuales e inspección directa.

Este formato también es conocido como la hoja de vida de la máquina dada por el fabricante, ya que cuenta con la información más relevante del mismo.

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO ENGSERVICIOS S.A.S MINA PRIBENOW		 ENGSERVICIOS S.A.S.	
Vehiculos	Categoría de Vehiculo	Ficha No	
	Vehiculo Liviano	1	
Hoja de Vida Técnica de la Flota Vehicular			
Datos del Vehículo		Código Institucion	0.7
Información Básica			
Marca	Modelo		
Clase	Año de Fabricación		
Color	Cilindrada		
Peso/Tonelada	Sistema de Combustible		
No. Ocupante	Odometro		
Identificación y Registro Legal Automotriz		Información Mecánica	
Código de Placa		Estado General	
No. Motor		Tipo de Transmisión	
No. Chasis		No. Ejes	
Información Especial		No. Ruedas	
Departamento Asignado		Cod. Neumaticos	
Catalogo Disponible		Potencia	
Manual de Usuario Disponible		Torque	
		Dimensiones	
Observaciones y Averías _____			

Tabla 1 Hoja de vida

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	35 de 67

6.4.1 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

La información es uno de los pilares en el mantenimiento productivo total por esto hemos construido una serie de formatos que permitan llevar en detalle la vida operacional de los vehículos de la empresa, engservicios cuenta actualmente con 6 camionetas en uso para el transporte de sus empleados.

A continuación se relacionarán todos los documentos que se aprobaron y estandarizaron para uso interno de la empresa en las diferentes labores de mantenimiento.

6.4.2 SOLICITUD DE SERVICIO.

El servicio es solicitado por el o los operarios que encuentran la avería, es decir esta solicitud se hace a los mantenedores para efectuar la operación necesaria de restauración, cambio y/o mantenimiento ya sea preventivo, correctivo o programado.

SOLICITUD DE SERVICIO			
 ENG SERVICIOS S.A.S.		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO ENG SERVICIOS S.A.S MINA PRIBENOW	
Marca del Vehiculo		Codigo de Vehiculo	
Hora de Solicitud		Tiempo de Respuesta	
Fecha	dd / mm / aa	Turno	
Solicitante		Departamento Asignado	
Solicitud : _____ _____			
Diagnostico: _____			
Vehiculo Funciona	SI ___ NO ___	Parada	SI ___ NO ___
Hora de Parada			
Tipo de Servicio	Correctivo ___	Preventivo ___	Programado ___
Supervisor _____		Jefe de Mantenimiento _____	

Tabla 2 Solicitud de Servicio

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	36 de 67

6.4.3 ORDEN DE TRABAJO.

Antes de ejecutar un trabajo en el área de mantenimiento es necesario llevar una orden de trabajo la cual le indica a la administración que y como se va a elaborar dicho mantenimiento, estas órdenes a pesar de ser muy burocráticas llevan información importante que es necesaria para la puesta en marcha de políticas de mantenimiento.

ORDEN DE TRABAJO							
				DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO ENGSERVICIOS S.A.S MINA PRIBENOW			
PRIORIDAD				Mecanico		Locativo	
Emergencia	Correctivo	Preventivo	Programado	Electrico		Seguridad Ind	
				Lubricacion		Otro	
				Observacion			
Solicitado Por:				Autorizado Por:			
Fecha	AA	MM	DD	Asignado a: ENGSERVICIOS			
Area				Fecha	AA	MM	DD
Marca Vehiculo				Tiempo Asignado			
Codigo				Nivel de MMTO 1 ___ 2 ___ 3 ___ 4 ___ 5 ___			
Trabajo a Realizar							
<hr/> <hr/> <hr/>							
Reporte Tecnico							
<hr/> <hr/>							
Materiales Utilizados							
Nombre		Cantidad		Descripcion		Codigo	
EJECUTADO: FECHA: dd / mm / aa		VERIFICADO: FECHA: dd / mm / aa		RECIBIDO: FECHA: dd / mm / aa		APROBADO: FECHA: dd / mm / aa	
_____ MECANICO-ELECTRICISTA		_____ OPERARIO		_____ SUPERVISOR		_____ JEFE DE MANTENIMIENTO	

Tabla 3 Orden de Trabajo

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	37 de 67

6.4.4 INFORME DE AVERÍA.

El formato de avería lleva el control de fallas de un equipo, este incluye la descripción detallada del mismo y la causa del mismo, cabe resaltar que el modo y efecto de falla son importantes para el llenado de este formato, este también especifica cómo se encuentra la máquina y como se identificó la avería.

INFORME DE AVERIA					
			DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO ENGSERVICIOS S.A.S MINA PRIBENOW		
Placa Vehiculo		Marca		Fecha	dd / mm / aa
Asignado a:		Modelo		Codigo	
Lugar de Averia					
Hora de Averia					
Estatus del Vehiculo en el Momento de la Falla	Parado				
	En Operación				
Descripción de la Averia: _____ _____ _____					
Causa de la Averia: _____ _____ _____					
Reporte		Reportado por:			
Fecha	dd / mm / aa	Departamento			

Tabla 4 Informe de Avería

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	39 de 67

6.4.6 REGISTRO DEL VEHICULO

REGISTRO DE VEHICULO						
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO ENGSERVICIOS S.A.S MINA PRIBENOW			FOTO DEL VEHICULO	
VEHICULO:			PEDIDO:	FECHA: dd / mm / aa		
MARCA:	N.		N. SERIE:	TIPO:		
MODELO:			FABRICANTE:			
CODIGO:			DIRECCION:			
CAPACIDAD:			VALOR:			
OTROS DATOS:						
SERVICIOS REQUERIDOS						
<hr/> <hr/> <hr/>						
CRITICO:	3 TURNOS:	2 TURNOS:	1 TURNO:	INTERMITENTE:		
CONTROLES ELECTRICOS: <hr/> <hr/>						
ESPECIFICACIONES DE RODAMIENTOS			REPUESTOS NECESARIOS			
CONSUMIBLES	TIPO	CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD		PROVEEDOR
				MAX	MIN	

Tabla 6 Registro del Vehículo

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	40 de 67

6.5 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD

El término “crítico” y la definición de criticidad pueden tener diferentes interpretaciones y van a depender del objetivo que se está tratando de jerarquizar. Desde esta óptica existen una gran diversidad de herramientas de criticidad, según las oportunidades y las necesidades de la organización:

- Flexibilidad operacional (disponibilidad de función alterna o de respaldo)
- Efecto en la continuidad operacional / capacidad de producción
- Efecto en la calidad del producto
- Efecto en la seguridad, ambiente e higiene
- Costos de paradas y del mantenimiento
- Frecuencia de fallas / confiabilidad
- Condiciones de operación (temperatura, presión, fluido, caudal, velocidad)
- Flexibilidad / accesibilidad para inspección & mantenimiento
- Requerimientos / disponibilidad de recursos para inspección y mantenimiento
- Disponibilidad de repuestos

MODELO DE FACTORES PONDERADOS DE CRITICIDAD

A continuación se presenta de forma detallada la expresión utilizada para jerarquizar sistemas:

Criticidad total = Frecuencia x Consecuencias de fallas

Frecuencia = Rango de fallas en un tiempo determinado (fallas/año)

Consecuencias = (Impacto Operacional x Flexibilidad) + Costos de Mto. + Impacto Seguridad, Ambiente e Higiene)

Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluados son los siguientes:

MÉTODO DE FACTORES PONDERADOS BAJO EL CONCEPTO DE RIESGO	
<i>Ítem</i>	<i>valores</i>
Frecuencia fallas	
Pobre mayor a 2 fallas al año	4
Promedio 1- 2 fallas al año	3
Buena 0.5 – 1 falla al año	2
Excelente menos de 0.5 fallas al año	1
Impacto operacional	
Perdida de todo el despacho	10
La parada del sistema o subsistema tiene repercusión en otros sistemas	7
Impacta en niveles de inventario o calidad	4
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones o producción	1

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	41 de 67

Flexibilidad operacional	
No existe opción de producción y no existe opción de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido / almacén	2
Función de repuesto disponible	1
Costos de Mantenimiento	
Mayor o igual a \$2000000	2
Inferior a \$2000000	1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere notificación a entes externos de la organización	8
Afecta el ambiente / instalaciones	7
Afecta las instalaciones causando daños severos	5
Provoca daños menores (ambiente – seguridad)	3
No provoca ningún tipo de daños a personas instalaciones o ambientes	1

Tabla 7 Ponderados de criticidad

6.6 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LOS VEHÍCULOS

6.6.1 Toyota Hilux placa WLK-437 N°06

Método de factores ponderados bajo el concepto de riesgo	
<i>ítem</i>	<i>valores</i>
Frecuencia fallas	
Pobre mayor a 2 fallas por mes	4
Promedio 1- 2 fallas por mes	3
Buena 0.5 - 1 falla por mes	2
Excelente menos de 0.5 fallas por mes	1
Impacto operacional	
Perdida de todo el despacho	10
La parada del sistema o subsistema tiene	7
Impacta en niveles de inventario o calidad	4
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones o producción	1
Flexibilidad operacional	
No existe opción de producción y no existe opción de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido / almacén	2
Función de repuesto disponible	1
Costos de Mantenimiento	
Mayor o igual a \$200000	2
Inferior a \$200000	1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	
Afecta la seguridad humana tanto externa como	8
Afecta el ambiente / instalaciones	7
Afecta las instalaciones causando daños severos	5
Provoca daños menores (ambiente - seguridad)	3
No provoca ningún tipo de daños a	1

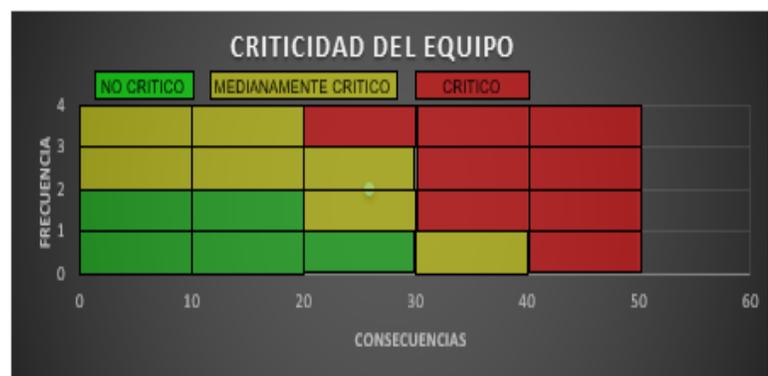
$$\text{Criticidad total} = \text{frecuencia de fallas} \cdot \text{consecuencias}$$

$$\text{Frecuencia} = \text{tiempo de fallas en un tiempo determinado. (fallas/semestre)}$$

$$\text{Consecuencias} = (\text{Impacto operacional} \times \text{Flexibilidad}) + \text{costos de mantenimiento} + \text{Impacto en seguridad, ambiente e higiene}$$

Frecuencia fallas	2
Impacto operacional	4
Flexibilidad operacional	4
Costos de Mantenimiento	2
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	8

CONSECUENCIAS	26
FRECUENCIA	2



Figuras 23 Criticidad Toyota Hilux WLK-437

6.6.2 Toyota Hilux placa WGY- 389 N°04

Método de factores ponderados bajo el concepto de riesgo	
ítem	valores
Frecuencia fallas	
Pobre mayor a 2 fallas por mes	4
Promedio 1- 2 fallas por mes	3
Buena 0.5 - 1 falla por mes	2
Excelente menos de 0.5 fallas por mes	1
Impacto operacional	
Perdida de todo el despacho	10
La parada del sistema o subsistema tiene	7
Impacta en niveles de inventario o calidad	4
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones o producción	1
Flexibilidad operacional	
No existe opción de producción y no existe opción de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido / almacén	2
Función de repuesto disponible	1
Costos de Mantenimiento	
Mayor o igual a \$200000	2
Inferior a \$200000	1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	
Afecta la seguridad humana tanto externa como	8
Afecta el ambiente / instalaciones	7
Afecta las instalaciones causando daños severos	5
Provoca daños menores (ambiente - seguridad)	3
No provoca ningún tipo de daños a	1

$$\text{Criticidad total} = \text{frecuencia de fallas} \cdot \text{consecuencias}$$

Frecuencia = tiempo de fallas en un tiempo determinado. (fallas/mes).

Consecuencias= (Impacto operacional x Flexibilidad) + costos de mantenimiento + Impacto en seguridad, ambiente e higiene.

Frecuencia fallas	3
Impacto operacional	4
Flexibilidad operacional	4
Costos de Mantenimiento	1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	8

CONSECUENCIAS	25
FRECUENCIA	3



Figuras 24 Criticidad Toyota Hilux WGY- 389



6.6.3 Chevrolet Luv D-Max placa WLR-892 N°01

Método de factores ponderados bajo el concepto de riesgo	
ítem	valores
Frecuencia fallas	
Pobre mayor a 2 fallas por mes	4
Promedio 1- 2 fallas por mes	3
Buena 0.5 - 1 falla por mes	2
Excelente menos de 0.5 fallas por mes	1
Impacto operacional	
Perdida de todo el despacho	10
La parada del sistema o subsistema tiene	7
Impacta en niveles de inventario o calidad	4
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones o producción	1
Flexibilidad operacional	
No existe opción de producción y no existe opción de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido / almacén	2
Función de repuesto disponible	1
Costos de Mantenimiento	
Mayor o igual a \$200000	2
Inferior a \$200000	1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	
Afecta la seguridad humana tanto externa como	8
Afecta el ambiente / instalaciones	7
Afecta las instalaciones causando daños severos	5
Provoca daños menores (ambiente - seguridad)	3
No provoca ningún tipo de daños a	1

Criticidad total = frecuencia de fallas * consecuencias

Frecuencia = tiempo de fallas en un tiempo determinado. (fallas/mes).

Consecuencias= (Impacto operacional x Flexibilidad) + costos de mantenimiento + Impacto en seguridad, ambiente e higiene.

Frecuencia fallas	1
Impacto operacional	4
Flexibilidad operacional	4
Costos de Mantenimiento	1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	3

CONSECUENCIAS	20
FRECUENCIA	1



Figuras 25 Criticidad Chevrolet Luv D-Max WLR-892



6.6.4 Chevrolet Luv D-Max placa WLL-128 N°03

Método de factores ponderados bajo el concepto de riesgo	
ítem	valores
Frecuencia fallas	
Pobre mayor a 2 fallas por mes	4
Promedio 1- 2 fallas por mes	3
Buena 0.5 - 1 falla por mes	2
Excelente menos de 0.5 fallas por mes	1
Impacto operacional	
Perdida de todo el despacho	10
La parada del sistema o subsistema tiene	7
Impacta en niveles de inventario o calidad	4
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones o producción	1
Flexibilidad operacional	
No existe opción de producción y no existe opción de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido / almacén	2
Función de repuesto disponible	1
Costos de Mantenimiento	
Mayor o igual a \$200000	2
Inferior a \$200000	1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	
Afecta la seguridad humana tanto externa como	8
Afecta el ambiente / instalaciones	7
Afecta las instalaciones causando daños severos	5
Provoca daños menores (ambiente - seguridad)	3
No provoca ningún tipo de daños a	1

Criticidad total = frecuencia de fallas * consecuencias

Frecuencia = tiempo de fallas en un tiempo determinado. (fallas/mes).

Consecuencias = (Impacto operacional x Flexibilidad) + costos de mantenimiento + Impacto en seguridad, ambiente e higiene.

Frecuencia fallas	3
Impacto operacional	4
Flexibilidad operacional	4
Costos de Mantenimiento	2
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	3

CONSECUENCIAS	21
FRECUENCIA	3



Figuras 26 Criticidad Chevrolet Luv D-Max WLL-128

6.6.5 Chevrolet Luv D-Max placa WNX-795 N°08

Método de factores ponderados bajo el concepto de riesgo	
ítem	valores
Frecuencia fallas	
Pobre mayor a 2 fallas por mes	4
Promedio 1- 2 fallas por mes	3
Buena 0.5 - 1 falla por mes	2
Excelente menos de 0.5 fallas por mes	1
Impacto operacional	
Perdida de todo el despacho	10
La parada del sistema o subsistema tiene	7
Impacta en niveles de inventario o calidad	4
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones o producción	1
Flexibilidad operacional	
No existe opción de producción y no existe opción de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido / almacén	2
Función de repuesto disponible	1
Costos de Mantenimiento	
Mayor o igual a \$200000	2
Inferior a \$200000	1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	
Afecta la seguridad humana tanto externa como	8
Afecta el ambiente / instalaciones	7
Afecta las instalaciones causando daños severos	5
Provoca daños menores (ambiente - seguridad)	3
No provoca ningún tipo de daños a	1

$$\text{Criticidad total} = \text{frecuencia de fallas} \cdot \text{consecuencias}$$

$$\text{Frecuencia} = \text{tiempo de fallas en un tiempo determinado, (fallas/mes)}$$

$$\text{Consecuencias} = (\text{Impacto operacional} \times \text{Flexibilidad}) + \text{costos de mantenimiento} + \text{Impacto en seguridad, ambiente e higiene}$$

Frecuencia fallas	1
Impacto operacional	7
Flexibilidad operacional	4
Costos de Mantenimiento	2
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	7

CONSECUENCIAS	37
FRECUENCIA	1



Figuras 27 Criticidad Chevrolet Luv D-Max WNX-795

6.6.6 Chevrolet Luv D-Max placa WNX-806 N°07

Método de factores ponderados bajo el concepto de riesgo	
ítem	valores
Frecuencia fallas	
Pobre mayor a 2 fallas por mes	4
Promedio 1- 2 fallas por mes	3
Buena 0.5 - 1 falla por mes	2
Excelente menos de 0.5 fallas por mes	1
Impacto operacional	
Perdida de todo el despacho	10
La parada del sistema o subsistema tiene	7
Impacta en niveles de inventario o calidad	4
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones o producción	1
Flexibilidad operacional	
No existe opción de producción y no existe opción de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido / almacén	2
Función de repuesto disponible	1
Costos de Mantenimiento	
Mayor o igual a \$200000	2
Inferior a \$200000	1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	
Afecta la seguridad humana tanto externa como	8
Afecta el ambiente / instalaciones	7
Afecta las instalaciones causando daños severos	5
Provoca daños menores (ambiente - seguridad)	3
No provoca ningún tipo de daños a	1

$$\text{Críticidad total} = \text{frecuencia de fallas} \times \text{consecuencias}$$

Frecuencia = tiempo de fallas en un tiempo determinado. (fallas/mes).

Consecuencias= (Impacto operacional x Flexibilidad) + costos de mantenimiento + Impacto en seguridad, ambiente e higiene

Frecuencia fallas	4
Impacto operacional	7
Flexibilidad operacional	4
Costos de Mantenimiento	2
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	8

CONSECUENCIAS	38
FRECUENCIA	4



Figuras 28 Criticidad Chevrolet Luv D-Max WNX-806

7. ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA

El estudio de análisis de criticidad nos mostró que el vehículo más crítico es la camioneta Chevrolet Luv D-Max placa WNX-806 N°07.

Debido a la criticidad de la flota vehicular se hace un análisis de modo y efecto de falla al vehículo más crítico, para saber cuáles son las fallas más comunes y conocer por cual vehículo empezar hacer el plan de mantenimiento.



Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico

Código

1.4 00

Página

45 de 67

		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO ENGSERVICIOS S.A.S MINA PRIBENOW						Gerencia		
		ANÁLISIS AMEF PARA LOS VEHICULOS DE LA EMPRESA ENGSERVICIOS S.A.S						Departamento		
Máquinas:	WNX-806	Elaborado por:	Larry Martínez	Fecha de elaboración:	2/11/2016	Departamento involucrado				
Sistema:	varios	Revisado por:	Elkin Mora	Fecha de revisión:		AMEF No. 0001				
		Aprobado por	Elkin Mora	Encargado:	Liliana Torres	AMEF DE Equipo proceso				
SISTEMA DE ELÉCTRICO										
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLA	CAUSA DE FALLA	EFECTO DE FALLA	Situación actual				Acciones actuales	Responsable
					O	S	D	NPR		
Accesorios	Compuesto por la alarma, el limpia brisas entre otros elementos.	Quemadura de los soques de las conexiones.	Recalentamiento de los terminales de las conexiones.	La seguridad del vehículo queda expuesta.	4	4	3	48	Tener cuidado al realizar la conexión de los accesorios.	T. mecánica
Alternador	Cargar la batería. Cuando el motor es encendido el alternador produce corriente alterna que será rectificadora y enviada a la batería como corriente continua, para restituir la carga perdida.	El alternador no genera carga para la batería.	Desgaste de los carbones del alternador.	La batería se descarga y no suministra energía al vehículo.	5	7	3	105	Chequear y realizar el mantenimiento del alternador periódicamente.	T. mecánica
Batería	Almacenar energía química que se transformará en energía eléctrica, en el momento que se conecte un equipo eléctrico.	Se produce la descarga de la batería.	Falta de líquido en la batería	El vehículo no puede encenderse por falta de energía.	5	7	3	105	Revisar la batería, y completar el líquido de la misma	T. mecánica
Circuito de luces	El alumbrado que está repartido por todo el vehículo.	Pérdida de corriente en los elementos.	Rotura de los cables del sistema eléctrico del vehículo.	El vehículo se queda sin energía por lo tanto sin iluminación.	5	3	3	45	Revisar continuamente las conexiones eléctricas de vehículo.	T. mecánica
Indicador de carga	Se ubica en el tablero de instrumentos, se utiliza para verificar el buen funcionamiento del sistema	El indicador de carga no funciona correctamente	Recalentamiento de los fusibles.	No se puede apreciar el estado del vehículo.	3	4	3	36	Chequear y revisar la caja de fusibles, previo a su funcionamiento.	T. mecánica



Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico

Código

1.3 00

Página

46 de 67

La correa	Es elemento de mayor cuidado pues si se rompe o se afloja, impedirá al alternador producir la corriente necesaria haciendo que la batería se descargue.	Aflojamiento de la correa.	Vibración del vehículo en exceso.	El alternador no puede generar corriente para la batería.	5	7	3	105	Chequear y revisar la correa antes de proceder a encender el vehículo.	T. mecánica
Regulador	Mantener el buen funcionamiento de la batería.	El regulador pierde control de carga de la batería.	Recalentamiento en los terminales del regulador.	Sobrecargas generadas por el alternador no pueden ser reguladas.	4	6	3	72	Chequear la temperatura del regulador de energía del vehículo.	T. mecánica

Tabla 8 análisis de modo y efecto de falla del sistema de eléctrico

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO ENGSERVICIOS S.A.S MINA PRIBENOW						Gerencia			
	ANÁLISIS AMEF PARA LOS VEHICULOS DE LA EMPRESA ENGSERVICIOS S.A.S						Departamento			
	Máquinas:	WNX-806	Elaborado por:	Larry Martínez	Fecha de elaboración :	2/11/2016	Departamento involucrado			
	Sistema:	varios	Revisado por:	Elkin Mora	Fecha de revisión:		AMEF No. 0001			
		Aprobado por	Elkin Mora	Encargado:	Liliana Torres	AMEF DE Equipo proceso				
SISTEMA DE DIRECCIÓN										
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLA	CAUSA DE FALLA	EFECTO DE FALLA	Situación actual				Acciones actuales	Responsable
					O	S	D	NPR		
Columna de la dirección	La columna de dirección consiste en el eje principal, que transmite la rotación del volante de dirección, al engranaje de dirección y un tubo.	Desgaste de los cojinetes de bolas del eje.	Excesiva manipulación del volante del vehículo	El vehículo se queda si dirección.	4	8	3	96	Tomar las precauciones al momento de conducir el vehículo.	T. mecánica
Cremallera	La cremallera de la dirección es una barra dentada que hace que las ruedas giren hacia los lados.	Rotura de los dientes de las cremalleras.	Mala lubricación en las cremalleras.	El vehículo no puede girar a ninguno de sus lados.	3	7	3	63	Chequear la lubricación de las cremalleras del vehículo.	T. mecánica
Crucetas	La cruceta es una pieza muy sensible de la transmisión de movimiento en el vehículo.	Remordimiento de los pines de las crucetas.	Las crucetas no tienen una buena lubricación.	Se produce el atascamiento del cardan en el vehículo.	6	6	3	108	Revisar la calidad de lubricación en las crucetas.	T. mecánica



Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico

Código

1.3 00

Página

47 de 67

Guardapolvos	Son los fuelles que cubren los elementos de la transmisión para que no se ensucien ni entre tierra por las juntas y se dañe.	Rotura o fisuras de los fuelles.	Rozamiento excesivo de los fuelles del vehículo.	Los elementos de la dirección quedan expuesto a la intemperie.	6	3	4	72	Chequear y dar mantenimiento de los fuelles en un tiempo prudente.	T. mecánica
Rótulas	Permite el movimiento vertical y de rotación de las ruedas directrices de la suspensión delantera. Está compuesta por casquillos de fricción y de perno encerrados en una carcasa.	Rotura del cuerpo de la rótula.	Golpes de los neumáticos al pasar por baches.	Produce un sonido de arrastre al vehículo.	4	8	3	96	Tratar de evitar los baches al momento de conducir el vehículo	T. mecánica
Volante	Permite el control del movimiento del vehículo	Desgaste de los elementos de conexión del volante.	Excesiva manipulación del volante del vehículo.	El vehículo se queda si dirección.	4	7	3	84	Tomar las precauciones al momento de conducir el vehículo.	T. mecánica

Tabla 9 análisis de modo y efecto de falla del sistema de dirección

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO ENGSERVICIOS S.A.S MINA PRIBENOW						Gerencia			
	ANÁLISIS AMEF PARA LOS VEHICULOS DE LA EMPRESA ENGSERVICIOS S.A.S						Departamento			
	Máquinas:	WNX-806	Elaborado por:	Larry Martínez	Fecha de elaboración :	2/11/2016	Departamento involucrado			
	Sistema:	varios	Revisado por:	Elkin Mora	Fecha de revisión:		AMEF No. 0001			
	Aprobado por			Elkin Mora	Encargado:	Liliana Torres	AMEF DE Equipo proceso			
SISTEMA DE FRENOS										
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLA	CAUSA DE FALLA	EFECTO DE FALLA	Situación actual				Acciones actuales	Responsable
					O	S	D	NPR		
Bomba de freno	Convertir la energía mecánica ejercida sobre el pedal del freno en energía hidráulica.	Desgaste de la cabeza de la bomba	Fricción en la cabeza de la bomba.	Pérdida del líquido de frenos en el vehículo.	5	7	3	105	Chequear que el líquido de freno este completo antes de su utilización en el vehículo.	T. mecánica
Booster	Está ubicado entre el pedal del freno y la bomba, su misión es la de ayudar a empujar el embolo de la bomba. Esto hace que el conductor requiera menos fuerza para hundir el pedal.	Rotura de los cauchos del Booster.	Rozamiento de los cauchos en el Booster.	Endurecimiento de pedal del freno.	3	6	3	54	Chequear los cauchos, mantenimiento a los cauchos del Booster continuamente.	T. mecánica



Cilindro	Pieza encargada de aplicar la fuerza a las mordazas.	Desgaste de las paredes del cilindro.	Exceso de vibración en el vehículo y mala lubricación.	Pérdida de presión en el cilindro del freno.	4	7	3	84	Chequear y realizar el mantenimiento del cilindro y sus conexiones.	T. mecánica
Disco de Freno	Un disco metálico unido a la rueda, y que es aprisionado por las pastillas al momento de accionar el pedal del freno.	Deterioro de discos al curvarse.	Recalentamiento de los discos por mal uso del freno.	Produce vibración al momento de frenar el vehículo.	5	5	3	75	Controlar el uso o manipulación del freno del vehículo al momento de conducir.	T. mecánica
Mordazas	Abrazaderas encargadas de aprisionar las pastillas contra el disco.	Deterioro de las mordazas.	El cilindro de la mordaza ya no puede presionar al disco de freno.	Pérdida de presión en el cilindro de las mordazas.	5	5	3	75	Chequear y realizar el mantenimiento a las mordazas y al disco de freno del vehículo.	T. mecánica
Pastillas	Compuestas por una parte metálica y un forro de fricción.	Desgaste de las paredes de las pastillas.	Excesiva manipulación del freno.	Vehículo queda sin frenos	5	6	3	90	Realizar el mantenimiento de las pastillas del freno del vehículo.	T. mecánica

Tabla 10 análisis de modo y efecto de falla del sistema de frenos

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO ENGSERVICIOS S.A.S MINA PRIBENOW						Gerencia			
	ANÁLISIS AMEF PARA LOS VEHICULOS DE LA EMPRESA ENGSERVICIOS S.A.S						Departamento			
	Máquinas:	WNX-806	Elaborado por:	Larry Martínez	Fecha de elaboración :	2/11/2016	Departamento involucrado			
	Sistema:	varios	Revisado por:	Elkin Mora	Fecha de revisión:		AMEF No. 0001			
		Aprobado por	Elkin Mora	Encargado:	Liliana Torres	AMEF DE Equipo proceso				
SISTEMA DE SUSPENSIÓN										
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLA	CAUSA DE FALLA	EFECTO DE FALLA	Situación actual				Acciones actuales	Responsable
					O	S	D	NPR		
Amortiguadores	Sirven para frenar la frecuencia oscilatoria de los resortes, cuando estos están en malas condiciones el vehículo puede perder el control.	Fisura del cilindro del amortiguador.	Exceso de carga en el vehículo.	Pérdida de suspensión en el vehículo.	5	7	3	105	Chequera y realizar el mantenimiento en los amortiguadores.	T. mecánica



Ballestas	Cumplen la misma función de un resorte pero tienen forma de hoja. Son utilizados en camperos o en vehículos pesados.	Rotura de la hoja de la ballesta.	Exceso de carga o un golpe del neumático del vehículo.	Pérdida de estabilidad en el vehículo.	4	7	4	112	Engrasar las hojas de la ballesta previa a su utilización.	T. mecánica
Barras de torsión	Son barras de acero de gran resistencia a la torsión, utilizadas por autos como reemplazo de los resortes.	Rotura de las barras de torsión.	Exceso de carga o peso en el vehículo.	El vehículo tiende a perder su estabilidad	3	7	3	63	Tomar las precauciones para no exceder el peso de carga en el vehículo.	T. mecánica
Barras estabilizadoras	Evitan la excesiva inclinación de la carrocería cuando se toma una curva.	Torcedura de las barras estabilizadoras.	Sobre esfuerzo en las curvas.	El vehículo tiende a volcarse.	3	6	3	54	No exceder la velocidad en curvas cuando el vehículo está cargado.	T. mecánica
Resortes	Constituidos de un material elástico y poseen forma de espiral, evita que el vehículo tenga golpes cuando pasa por un bache.	Fisura del resorte de amortiguación.	Sobre esfuerzo de los resortes por exceso de carga.	Pérdida de suspensión en el vehículo.	5	8	3	120	Evitar pasar por baches, para evitar el daño de los resortes en el vehículo.	T. mecánica

Tabla 11 análisis de modo y efecto de falla del sistema de suspensión

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO ENGSERVICIOS S.A.S MINA PRIBENOW						Gerencia			
	ANÁLISIS AMEF PARA LOS VEHICULOS DE LA EMPRESA ENGSERVICIOS S.A.S						Departamento			
	Máquinas:	WNX-806	Elaborado por:	Larry Martínez	Fecha de elaboración :	2/11/2016	Departamento involucrado			
	Sistema:	varios	Revisado por:	Elkin Mora	Fecha de revisión:		AMEF No. 0001			
		Aprobado por	Elkin Mora	Encargado:	Liliana Torres	AMEF DE Equipo proceso				
SISTEMA DE TRANSMISIÓN										
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLA	CAUSA DE FALLA	EFECTO DE FALLA	Situación actual				Acciones actuales	Responsable
					O	S	D	NPR		
Árbol de transmisión o cardán	La transmisión del movimiento de la caja de cambios a las ruedas necesita de unos elementos que se van a encargar de este cometido.	Desprendimiento de cardan.	Aislamiento de los pernos de acople del cardan	No existe transmisión de movimiento en el vehículo.	3	7	3	63	Chequear y realizar el mantenimiento de los acoples de cardan.	T. mecánica



Caja de cambios	Recibe del embrague la potencia aportada por el motor y la trasmite al cardán que a su vez la entrega a las ruedas.	Desgaste de los piñones de la caja.	Mala lubricación de la caja de cambios.	No se puede realizar el cambio de marchas.	3	7	3	63	Chequear la lubricación de la caja de cambios.	T. mecánica
Diferencial	Permitir que las ruedas del vehículo puedan girar a diferente velocidad durante la curva, recibe la fuerza de la salida de la caja de cambios a un engranaje llamado piñón de ataque.	Rotura de los dientes del piñón de ataque.	Manejo inadecuado de la palanca de cambios.	El diferencial no puede transmitir movimiento.	3	6	3	54	No manipular la palanca de cambios, para evitar daños en la misma.	T. mecánica
Embrague	Mecanismo que permite unir o separar el eje del cambio de velocidades de un vehículo al movimiento del motor.	Desgaste del disco de embrague.	Recalentamiento del disco o exceso de fricción en el mismo.	Incapacidad para desembragar tras embragar de forma ruidosa.	5	8	3	120	Tomar las debidas precauciones al momento de embragar y mandar marchas.	T. mecánica

Tabla 12 análisis de modo y efecto de falla del sistema de transmisión

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO ENGSERVICIOS S.A.S MINA PRIBENOW						Gerencia			
	ANÁLISIS AMEF PARA LOS VEHICULOS DE LA EMPRESA ENGSERVICIOS S.A.S						Departamento			
	Máquinas:	WNX-806	Elaborado por:	Larry Martínez	Fecha de elaboración :	2/11/2016	Departamento involucrado			
	Sistema:	varios	Revisado por:	Elkin Mora	Fecha de revisión:		AMEF No. 0001			
		Aprobado por	Elkin Mora	Encargado:	Liliana Torres	AMEF DE Equipo proceso				
SISTEMA DE MOTOR										
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLA	CAUSA DE FALLA	EFECTO DE FALLA	Situación actual				Acciones actuales	Responsable
					O	S	D	NPR		
Anillo de pistón	Actuar como sellos en movimiento que mantienen la presión de combustión y proveen control de aceite en el cilindro. Controlar la lubricación del cilindro.	Desgaste de los anillos o rines.	Mala lubricación en el motor.	Pérdida de potencia en el motor.	4	7	3	84	Producción continua del cambio de aceite del motor.	T. mecánica
Biela	Es un brazo que transmite el movimiento ascendente y descendente del pistón al cigüeñal.	Torcedura de la biela.	Recalentamiento del motor.	Remordimiento del motor por rotura de chaquetas.	3	8	3	72	Revisar el nivel de temperatura del motor	T. mecánica



Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico

Código

1.3 00

Página

51 de 67

Bloque de cilindros	El bloque de cilindros es una pieza fundida donde se encuentran distribuidos los cilindros.	Fisura del bloque de cilindros.	Sobre esfuerzo del motor.	El motor se funde y se paraliza.	2	8	3	48	No sobre pasar las revoluciones del motor.	T. mecánica
Camisas	Resistir el empuje lateral del pistón, por lo que se convierte en la culata del pistón alternativo.	Desgaste de las camisas	Mala lubricación en el motor.	Elementos del motor dañados por contacto con altas temperaturas.	3	6	3	54	Realizar el chequeo y mantenimiento del cilindro del motor.	T. mecánica
Cárter de Aceite	El cárter de aceite es una bandeja ubicada en la parte inferior del bloque de cilindros y su función principal es la de servir como depósito del aceite.	Fisura de las paredes del cárter.	Vibración o golpes en el cárter.	Fuga del aceite del motor, produce mala lubricación en el motor.	4	7	3	84	Revisar y chequear el cárter continuamente.	T. mecánica
Cigüeñal	Es un eje forma de manivela, reciben el movimiento ascendente y descendente del conjunto biela pistón, convierte este movimiento en uno giratorio que será transmitido a las ruedas.	Desgaste de los codos del cigüeñal.	Mala lubricación en el interior del motor.	No se transmite por completo la energía que genera la combustión.	3	6	3	54	Revisar los elementos internos del cigüeñal.	T. mecánica
Cojinetes de muñones	Evitan el desgaste por rozamiento en los lugares de giro y articulación.	Fisura de las chaquetas.	Producido por la mala lubricación.	El motor no se desarrolla adecuadamente.	3	5	3	45	Realizar el chequeo respectivo de los cojinetes.	T. mecánica
Culata	La culata es la tapa de todos los cilindros. Allí se ubican las bujías, las válvulas de admisión y de escape, y los conductos de entrada y salida de gases	Filtración de líquidos en el aceite.	Desgaste del empaque.	Mala lubricación del motor.	4	6	3	72	Controlar y realizar el mantenimiento de los elementos de la culata	T. mecánica
Pistón	Es un elemento que se desplaza en movimientos ascendentes y descendentes dentro de cada uno de los cilindros.	Perforación del pistón.	Recalentamiento del motor.	Paralización del motor o filtración del aceite	4	8	3	96	Mantener el funcionamiento del motor en un nivel adecuado y no forzarlo.	T. mecánica

Tabla 13 análisis de modo y efecto de falla del sistema de motor



Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico

Código

1.3 00

Página

52 de 67

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO ENGSERVICIOS S.A.S MINA PRIBENOW						Gerencia			
	ANÁLISIS AMEF PARA LOS VEHICULOS DE LA EMPRESA ENGSERVICIOS S.A.S						Departamento			
	Máquinas:	WNX-806	Elaborado por:	Larry Martínez	Fecha de elaboración :	2/11/2016	Departamento involucrado			
	Sistema:	varios	Revisado por:	Elkin Mora	Fecha de revisión:		AMEF No. 0001			
		Aprobado por	Elkin Mora	Encargado:	Liliana Torres	AMEF DE Equipo proceso				
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN										
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLA	CAUSA DE FALLA	EFECTO DE FALLA	Situación actual				Acciones actuales	Responsable
					O	S	D	NPR		
Bomba de combustible	Las hay eléctricas o mecánicas y se encargan de llevar la gasolina hasta el carburador o en su defecto al grupo de inyectores.	Daño de la cabeza de la bomba.	Desgaste de la cabeza de la bomba.	No enciende el vehículo por falta de inyección del combustible.	4	8	3	96	Tener cuidado de que el combustible no este mezclado con agua.	T. mecánica
Inyectores	Pulveriza la gasolina al mezclarla con el aire para su aprovechamiento por parte del motor.	Taponamiento de inyectores.	Presencia de partículas de polvo en el combustible.	Pérdida de potencia en el motor por falta de inyección de combustible.	4	8	3	96	Chequear los inyectores antes de encender el vehículo.	T. mecánica
Conductos	Fabricados en caucho o metálicos, sirven como transporte del combustible.	Fisura de los conductos del combustible.	Fricción o golpes en las cañerías.	Desperdicio del combustible por medio de fugas.	5	5	3	75	Chequear continuamente que no existan fugas en las cañerías.	T. mecánica
Filtro de Aire	Elemento de un material poroso, ubicado a la entrada del aire para retirar las impurezas que puedan rayar las paredes de los cilindros.	Taponamiento del filtro de aire.	Presencia de partículas de polvo en el filtro.	Pérdida de potencia en el motor del vehículo.	5	4	4	80	Sopetear los filtros de aire antes de operar el vehículo.	T. mecánica
Tanque de Gasolina	En su interior hay un filtro para la limpieza de la gasolina y un flotador que envía señales al tablero de instrumentos con el fin de controlar el nivel del combustible.	Fisura en las paredes del tanque.	Exceso de vibración del vehículo.	Desperdicio de combustible por fugas en el tanque.	4	5	4	80	Chequear el tanque antes de poner en funcionamiento el vehículo.	T. mecánica

Tabla 14 análisis de modo y efecto de falla del sistema de alimentación



Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico

Código

1.3 00

Página

53 de 67

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO ENGSERVICIOS S.A.S MINA PRIBENOW						Gerencia			
	ANÁLISIS AMEF PARA LOS VEHICULOS DE LA EMPRESA ENGSERVICIOS S.A.S						Departamento			
	Máquinas:	WNX-806	Elaborado por:	Larry Martínez	Fecha de elaboración :	2/11/2016	Departamento involucrado			
	Sistema:	varios	Revisado por:	Elkin Mora	Fecha de revisión:		AMEF No. 0001			
		Aprobado por	Elkin Mora	Encargado:	Liliana Torres	AMEF DE Equipo proceso				
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN										
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLA	CAUSA DE FALLA	EFECTO DE FALLA	Situación actual				Acciones actuales	Responsable
					O	S	D	NPR		
Bomba de agua	Es la encargada de mover el agua hacia el interior del bloque y de regreso al radiador es movida por una correa conectada a la polea del cigüeñal.	Desgaste de los carbonos de bomba de agua.	Envejecimiento de la bomba.	Filtración del refrigerante del sistema.	5	5	3	75	Chequear y realizar el cambio de carbonos en la bomba.	T. mecánica
Depósito de expansión	Envase generalmente plástico y trasparente.	Fisura del depósito de expansión.	Exceso de vibración del vehículo.	Desperdicio por fuga del líquido refrigerante.	5	4	3	60	Revisar que el depósito no tenga fisuras antes de ser usado.	T. mecánica
Radiador	Su misión es la de enfriar el agua que se ha calentado al circular por el interior del bloque de cilindros al absorber el calor de este.	Taponamiento de las cañerías del radiador.	Obstrucción por partículas de polvo en el radiador.	El radiador no puede disipar el calor y se recalienta.	5	7	3	105	Chequear y revisar las cañerías del radiador, realizar el baqueteo del radiador.	T. mecánica
Termostato	Cuando la temperatura es baja el termostato sella el paso del agua y solo se abre al llegar a la temperatura correcta de funcionamiento.	Remordimiento del termostato.	Degaste del resorte interno del termostato.	Elevación de la temperatura del motor.	5	7	3	105	Realizar el cambio del termostato en el tiempo recomendado por el fabricante.	T. mecánica
Ventilador	Mueve una masa de aire que atraviesa el radiador retirando el calor del agua.	Rotura de las aletas del ventilador.	Golpes o rozamiento de las aletas del ventilador.	Elevación de la temperatura del motor.	5	6	3	90	Chequeo rutinario del ventilador.	T. mecánica

Tabla 15 análisis de modo y efecto de falla del sistema de refrigeración



Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico

Código

1.3 00

Página

54 de 67

 ENGSERVICIOS S.A.S.	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO ENGSERVICIOS S.A.S MINA PRIBENOW						Gerencia			
	ANÁLISIS AMEF PARA LOS VEHICULOS DE LA EMPRESA ENGSERVICIOS S.A.S						Departamento			
	Máquinas:	WNX-806	Elaborado por:	Larry Martínez	Fecha de elaboración :	2/11/2016	Departamento involucrado			
	Sistema:	varios	Revisado por:	Elkin Mora	Fecha de revisión:		AMEF No. 0001			
		Aprobado por	Elkin Mora	Encargado:	Liliana Torres	AMEF DE Equipo proceso				
SISTEMA DE ENCENDIDO										
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLA	CAUSA DE FALLA	EFECTO DE FALLA	Situación actual				Acciones actuales	Responsable
					O	S	D	NPR		
Batería	Brinda corriente eléctrica de 12 voltios para las luces, pito, limpia brisas, accesorios, motor de arranque, bujías, radio etc.	Agotamiento de la batería.	Nivel del líquido en la batería demasiado bajo.	El vehículo no puede ponerse en funcionamiento.	5	5	3	75	Chequear el nivel de agua de la batería.	T. mecánica
Bobina	Genera una corriente de alta tensión requerida por las bujías, que crean una chispa capaz de quemar la mezcla aire-combustible comprimida dentro del cilindro del motor.	Consumo excesivo de combustible.	El bobinado de la bobina está recalentándose.	Las bujías no reciben suficiente energía para producir la chispa.	4	7	3	84	Realizar el mantenimiento de la bobina en un tiempo prudente o recomendado por el fabricante.	T. mecánica
Bujías	Permiten hacer saltar una chispa entre sus dos electrodos para quemar la mezcla dentro de cada uno de los cilindros del motor.	Quemadura de la cabeza de la bujía.	La combustión no es la adecuada.	No se produce la combustión por falta de chispa en las bujías.	5	6	3	90	Chequear y realizar el mantenimiento de todas las bujías del motor del vehículo.	T. mecánica
Distribuidor	Actúa para que la bobina eleve la tensión de la corriente de la batería y luego recibe la corriente ya elevada de la bobina y la envía hacia las bujías.	Desgaste de los platinos del distribuidor.	El material no es el adecuado en los platinos.	No genera el contacto suficiente con el rotor para generar energía.	5	7	3	105	Chequear y realizar el respectivo mantenimiento de distribuidor.	T. mecánica
Interruptor de encendido	Es el elemento encargado de dejar pasar o no, la corriente de la batería hacia el sistema de encendido.	Recalentamiento de los cables de la conexión.	Temperatura elevada en el sistema.	No circula la energía por el vehículo.	4	6	3	72	Chequear las conexiones del interruptor de encendido frecuentemente.	T. mecánica

Tabla 16 análisis de modo y efecto de falla del sistema de encendido



Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico

Código

1.3 00

Página

55 de 67

 ENGSERVICIOS S.A.S.	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO ENGSERVICIOS S.A.S MINA PRIBENOW						Gerencia			
	ANÁLISIS AMEF PARA LOS VEHICULOS DE LA EMPRESA ENGSERVICIOS S.A.S						Departamento			
	Máquinas:	WNX-806	Elaborado por:	Larry Martínez	Fecha de elaboración :	2/11/2016	Departamento involucrado			
	Sistema:	varios	Revisado por:	Elkin Mora	Fecha de revisión:		AMEF No. 0001			
		Aprobado por	Elkin Mora	Encargado:	Liliana Torres	AMEF DE Equipo proceso				
SISTEMA DE LUBRICACIÓN										
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLA	CAUSA DE FALLA	EFECTO DE FALLA	Situación actual				Acciones actuales	Responsable
					O	S	D	NPR		
Bomba de aceite	Impulsar el aceite hacia las partes del motor que necesitan ser lubricadas.	Desgaste de los sellos y carbones de la bomba.	Filtración de agua o refrigerante en el aceite.	Mal funcionamiento de la bomba de aceite.	5	7	3	105	Chequeo y mantenimiento de los sellos de la bomba.	T. mecánica
Cárter	Es una bandeja o depósito de aceite, aloja en su interior a la bomba de aceite y a la varilla medidora de aceite.	Fisura del cárter.	Vibración golpeteo del cárter.	Mala lubricación del motor	4	7	3	84	Chequear el cárter antes de su utilización.	T. mecánica
Filtro	Limpiar el aceite de las impurezas y limaduras que desprende el motor.	Taponamiento del filtro	Obstrucción del filtro por la presencia de partículas de polvo.	Mala lubricación en los componentes de motor.	4	5	3	60	Sopetear y lavar los filtros del sistema.	T. mecánica
Varilla medidora de aceite	Esencial para revisar diariamente el nivel del aceite dentro del cárter. Se procede a revisa cuando el motor está apagado.	La varilla no mide el nivel de aceite	Mala colocación de la varilla.	Puede fundirse el motor por falta de lubricación.	4	5	3	60	Tener precaución al momento de volver al poner la varilla del nivel de aceite en su lugar.	T. mecánica

Tabla 17 análisis de modo y efecto de falla del sistema de lubricación

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.6 00
		Página	56 de 67

8. DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA FLOTA VEHICULAR

La elaboración de gamas de mantenimiento, especificando el tipo de las actividades que contiene cada una de ellas; además, el estudio de procedimientos y tiempos de ejecución para las actividades desarrolladas con mayor frecuencia sobre las unidades, por el momento, no resulta aplicable en toda su dimensión en la gestión del mantenimiento de la flota de engservicios, especialmente por no disponer de un taller.

Sin embargo, como avance en esa misma línea, se plantea los niveles de intervención de los sistemas sobre los cuales se ejecutan las diferentes actividades.

NIVEL DE INTERVENCIÓN	ACTIVIDADES QUE EJECUTA
PRIMER NIVEL "N1"	Actividades de mantenimiento preventivo básico.
	Inspección de niveles de fluidos y si es necesario reponer.
	Inspección para localizar si existen fugas.
	Supervisión de los parámetros de buen funcionamiento de la unidad, a través de los indicadores del tablero.
	Lubricación y engrases.
	Limpieza y acondicionamiento interior-exterior de la unidad, igualmente, limpieza exterior de algunos sistemas.
	Además, ejecuta correctivos sencillos.
SEGUNDO NIVEL "N2"	La mayoría de las actividades de mantenimiento preventivo sistemático recomendado por el fabricante.
	Inspecciones y verificaciones sistemáticas.
	Comprobaciones y ajustes.
	Además, localización, diagnóstico y reparación de las averías posibles.
	Actividades con asistencia de equipos de mecánica industrial.

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.5 00
		Página	57 de 67

TERCER NIVEL "N3"	Actividades preventivas o correctivas que necesitan capacitación especializada.
	Localización, diagnóstico y reparación de las averías más complejas.
	Revisión o reparación general "overhaul" de los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos de las unidades.
	Comprobación, diagnóstico y regulación de los sistemas automotrices a través de equipos y herramientas especiales, que por su elevado costo y poca demanda no es recomendable tenerlos en un taller común.
	Actividades de mantenimiento modificativo.
	Gestión del mantenimiento automotriz.

Tabla 18 Niveles de intervención del mantenimiento

8.1 TIEMPOS DE MANTENIMIENTO

Tiempos estándar de mantenimiento					
			DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO ENGSERVICIOS S.A.S MINA PRIBENOW		
N°	TRABAJO	TIEMPO EN HORA	N°	TRABAJO	TIEMPO EN HORA
1	Alineación	0.70	87	Cambio turbo	2.00
2	Alinear luces	0.35	88	Cambio un guardapolvo del eje	1.60
3	Calibración de frenos	0.50	89	Cambio válvula de la calefacción	1.50
4	Calibrar válvulas	1.62	90	Cambio vidrio puerta	0.50
5	Cambiar aceite caja de cambios	0.50	91	Cambio zapatas	1.50
6	Cambiar aceite diferencial	0.50	92	Chequeo de 5.000km	0.50



Propuesta trabajo de grado para optar por el
título de Ingeniero Mecánico

Código

1.5 00

Página

58 de 67

7	Cambiar aceite mandos finales	--	93	Chequeo de 10.000km	2.00
8	Cambiar aceite y filtro del motor	0.20	94	Chequeo de 15.000km	0.75
9	Cambiar bomba de aceite	4.70	95	Chequeo de 20.000km	3.00
10	Cambiar bomba hidráulica	2.00	96	Chequeo de 25.000km	0.75
11	Cambiar columna dirección	2.50	97	Chequeo de 30.000km	2.25
12	Cambiar crucetas	1.10	98	Chequeo de 35.000km	0.50
13	Cambiar pernos de ruedas	1.00	99	Chequeo de 40.000km	3.00
14	Cambiar retenedor de cigüeñal	1.50	100	Chequeo de 45.000km	0.75
15	Cambiar soporte dirección	1.15	101	Chequeo de 50.000km	2.25
16	Cambio amortiguador McPerson	1.70	102	Chequeo de 55.000km	50
17	Cambio amortiguadores delanteros	1.10	103	Chequeo de 60.000km	3.00
18	Cambio amortiguadores posteriores	1.00	104	Chequeo de 65.000km	0.75
19	Cambio antena	1.00	105	Chequeo de 70.000km	2.00
20	Cambio articulación de la dirección	1.15	106	Chequeo de 75.000km	1.00
21	Cambio banda de alternador	50	107	Chequeo de 80.000km	6.00
22	Cambio barra de torsión suspensión	2.00	108	Chequeo de 85.000km	0.50
23	Cambio barra estabilizadora	1.30	109	Chequeo de 90.000km	2.25
24	Cambio bases de motor	1.35	110	Chequeo de 95.000km	0.50
25	Cambio bases de cabina	3.00	111	Chequeo de 100.000km	7.00
26	Cambio batería	0.35	112	Chequeo computarizado	1.89
27	Cambio bobina	0.75	113	Chequeo general	3.00
28	Cambio bocines de plato de suspensión	1.80	114	Chequeo sistema de inyección	2.50
29	Cambio bomba de agua 6 cilindros	4.00	115	Corrección de fuga de aceite del motor	1.62
30	Cambio bomba de combustible	2.00	116	Corregir filtraciones de agua	1.80
31	Cambio buje columna dirección	2.00	117	Desmontaje bomba de inyección	3.00
32	Cambio bujías	0.40	118	Desmontaje caja de cambios	4.05
33	Cambio cabezote motor	6.00	119	Desmontaje caja fusibles	1.62
34	Cambio cable acelerador	0.50	120	Desmontaje de cárter	4.00
35	Cambio cable de embrague	1.00	121	Desmontaje de cremallera para reparar	2.00
36	Cambio cable de freno de mano	1.00	122	Desmontaje de disco para rectificar	1.00
37	Cambio cables de bujías	0.25	123	Desmontaje de inyectores	1.00
38	Cambio cable del velocímetro	2.03	124	Desmontaje de motor	6.75
39	Cambio cadena y tensor de distribución	10.00	125	Desmontaje radiador	2.00
40	Cambio carcas doble transmisión	6.00	126	Desmontaje tanque de gasolina	2.00



Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico

Código

1.5 00

Página

59 de 67

41	Cambio cardan	1.00	127	Desmontaje y mantenimiento de turbo	2.00
42	Cambio cárter	4.00	128	Desmontaje y montaje de alternador	1.00
43	Cambio cauchos paquetes resortes	1.00	129	Desmontaje y montaje de motor	8.00
44	Cambio cerraduras	1.30	130	Desmontaje y montaje del múltiple de admisión	5.00
45	Cambio cilindro de rueda posterior	1.00	131	Diagnóstico	2.00
46	Cambio cilindro principal de embrague	1.50	132	Enderezada del protector del cárter	0.50
47	Cambio cilindro principal de freno	1.50	133	Engrasar dulimanes	1.00
48	Cambio cilindro secundario de embrague	1.00	134	Engrasar semiejes	1.62
49	Cambio cilindro secundario de freno	2.50	135	Enlantaje	0.20
50	Cambio cinturones de seguridad	3.00	136	Instalación de encendedor de cigarrillos	0.34
51	Cambio contra-eje	1.50	137	Instalación de espejos retrovisor	1.00
52	Cambio cremallera	3.00	138	Instalación equipo de radio	1.00
53	Cambio banda de alternador	0.80	139	Limpieza de inyectores 6 cilindros MPFI	2.00
54	Cambio discos de freno	1.00	140	Limpieza y cambio de filtro diésel	0.50
55	Cambio distribuidor	1.00	141	Montaje y desmontaje paquetes de resorte	2.00
56	Cambio eje	2.00	142	Nivelación de suspensión	0.50
57	Cambio eje de levas	2.00	143	Parchada de llanta	0.25
58	Cambio ventilador	1.35	144	Purga de frenos sistema ABS	1.50
59	Cambio empaque de cárter	1.50	145	Reajuste de suspensión	0.25
60	Cambio empaque tapa válvulas	0.80	146	Reajuste total mecánico	0.50
61	Cambio filtro de aire	0.20	147	Reparación caja de cambios	8.00
62	Cambio filtro de combustible	0.15	148	Reparación caja de dirección	2.70
63	Cambio guardachoque	1.00	149	Reparación de cremallera	3.00
64	Cambio impulsadores hidráulicos V6	14.00	150	Reparación de embrague	6.00
65	Cambio interruptor (varios)	0.50	151	Reparación de mordazas de freno	3.38
66	Cambio manguera	1.00	152	Reparación de sistema 4x4	3.00
67	Cambio módulo	0.50	153	Reparación de suspensión	3.00
68	Cambio motor arranque simple	1.13	154	Reparación freno de mano	1.00
69	Cambio parabrisas	1.50	155	Reparación hidro booster	2.70
70	Cambio pastillas de freno	1.60	156	Reparación sensor pre-carrera	
71	Cambio pito	0.50	157	Reparar alternador	2.50
72	Cambio plato de suspensión	2.00	158	Reparar frenos	2.45
73	Cambio plumas	0.15	159	Reparar motor de arranque	2.50
74	Cambio puente-caja de cambios	1.00	160	Reparar tren posterior	2.03

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.5 00
		Página	60 de 67

75	Cambio refrigerante	0.50	161	Revisar niveles y completar	0.15
76	Cambio retenedor posterior cigüeñal	6.00	162	Revisión de luces	0.68
77	Cambio rodillo de rueda	2.00	163	Revisión del sistema de enfriamiento	1.50
78	Cambio rotulas	5.00	164	Revisión fuga líquido de frenos y purga	0.70
79	Cambio selector caja de cambios	2.00	165	Revisión impulsadores hidráulicos	3.00
80	Cambio sensor (varios)	0.50	166	Revisión eleva vidrios eléctricos	1.12
81	Cambio sensor rueda sistema abs	1.00	167	Revisión del sistema eléctrico	2.80
82	Cambio tablero de instrumentos completo	8.00	168	Revisión sensor de velocidad	2.00
83	Cambio tapa de distribución	2.00	169	Rotación de dos ruedas	0.08
84	Cambio terminales	1.50	170	Sincronización bomba inyección	2.00
85	Cambio termostato	1.00	171	Sincronización distribución	3.00
86	Cambio tren posterior	7.00	172	Sincronizar tiempo de encendido del motor	0.75

Tabla 19 Tiempos de mantenimiento



Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico

Código

1.5 00

Página

62 de 67

humos de escape y rendimiento	N1						I						I						I		
nivel de líquido de frenos	N1	IC																			
nivel de líquido hidráulico	N1		IC																		
nivel de refrigerante	N1			IC																	
reajuste general	N2																				
pastillas y disco de freno	N1	I	C	I	C	I	C	I	C	I	C	I	C	I	C	I	C	I	C	I	C
pedal de freno y freno de mano	N2	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
holgura de válvulas	N2						I								I						I
bocina y luces interiores / exteriores	N2	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Nivel limpia lavaparabrisas	N1	IC																			
presión de inflado de neumáticos	N1	IC																			
suspensión trasera y delantera	N1		I		I		I		I		I		I		I		I		I		C
tuberías, mangueras y conectores de freno	N2			I			I			I			I			I			I		
zapatas y tambores de freno	N2				I				I				I			I					I
engrase de árboles cardánicos	N2	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
engrase de rotulas y extremos	N3	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L

Tabla 20 Plan de mantenimiento

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.5 00
		Página	63 de 67

9. CONCLUSIONES

- Con un plan de mantenimiento podremos tener un mayor control del historial de los vehículos, una disminución de costos de mantenimiento, paradas inesperadas, tiempos muertos y aumentar la vida útil de la flota vehicular de cualquier empresa.
- Se efectuó un análisis de criticidad con el fin de tener una base y un estudio para la gestión del mantenimiento, y de esta forma poder saber cuál es el equipo más crítico para posteriormente realizar un análisis de modo y efecto de fallas.
- Toda actividad programada representa ahorro para la empresa, tanto en tiempo como en recursos. Los mayores gastos de mantenimiento se presentan en mantenimientos correctivos, por lo cual se hace evidente evitar que ocurran al máximo, mediante los reportes a tiempo de posibles fallos potenciales. Mientras que en el mantenimiento programado se reacondiciona y se cambia una pieza para evitar que falle, en un mantenimiento correctivo se debe reparar y cambiar una parte dañada que es su mal funcionamiento pudo haber afectado otros componentes.
- Se diligenciaron los formatos que son imprescindibles para el correcto funcionamiento del plan de mantenimiento programado, como lo son las hojas de vida, solicitud de servicio, orden de trabajo, informe de averías, lista de control de repuesto, registro del vehículo y ficha de revisión.
- Se advierte que el tener un plan de mantenimiento programado, no indica necesariamente que nunca vayan a fallar o se eliminen las paradas intempestivas en los vehículos. El hecho de tener dicho plan, es de concientizar tanto a la empresa como a sus trabajadores de la importancia de mantener los vehículos en buen estado y funcionando convenientemente, para que así presten el servicio por el cual son utilizados.

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.5 00
		Página	64 de 67

10. REFERENCIAS

c. w. a. ordoñez y c. m. matovelle bustos, «plan de mantenimiento automotriz para la flota vehicular del gobierno automotor de la ciudad de azogues,» cuenca, ecuador, 2012.

h. m. o. v. rafael david angel gasca, «diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa agroangel,» 2014.

j. c. v. torres, « plan de mantenimiento preventivo para la empresa extruplas s.a,» 2010.

e. a. villegas, «operación, mantenimiento y control de calidad. <http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manual4/cap5.pdf>.»

c. j. garcía, «aplicación de nuevas técnicas de mantenimiento en un parque de maquinaria de un grupo de cimentacion,» universidad carlos iii de madrid, septiembre 2009.

a. s. franco, «mantenimiento preventivo para el sistema de empaque de la linea quantum de la empresa papeles nacionales s.a.,» universidad tecnológica de pereira, febrero 2015.

l.a.c.perez,
«http://www.unalmed.edu.co/tmp/curso_concurso/area3/que_es_el_mantenimiento_mecanico.pdf,» 2008.

e. c. avila, «diseño de un plan de mantenimiento programado aplicando el analisis de modo y efecto de falla para la maquinaria y equipos de la empresa inarqc s.a.s.,» universidad de pamplona, pamplona , noviembre 25 de 2015.

c. i. y. minas, «<http://constructoraindustrialyminas.com/blog/tag/mantenimiento-cero-horas/>,» septiembre 21 2010.

r. t. s.l, «<http://www.renovetec.com/index.php/mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>,» madrid españa , 2009.

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.5 00
		Página	65 de 67

p. v. c. leonidas, plan de gestión del mantenimiento para la flota vehicular del gobierno autónomo descentralizado intercultural de la ciudad de cañar, cuenca-ecuador, 2012.

h. m. o. v. rafael david angel gasca, diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa agroangel, pereira (risaralda), 2014.

c. sanchez, estudio del estado actual de las máquinas y equipos de laboratorio de la carrera, 2014.

f. c. a. r. miranda, introducción a la gestión de la calidad., madrid, españa : delta publicaciones, 2007.

a. m. e. gonzalo, elaboración e implementación de un plan de mantenimiento para la maquinaria pesada y vehiculos livianos del gadm de pelileo, ambato-ecuador, 2016.

b. s. lópez., «<http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/analisis-del-modo-y-efecto-de-fallas-amef/>,» 2016.

reabilitywed, «<http://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope/>,» 2014.

a. m. e. gonzalo, elaboración e implementación de un plan de mantenimiento para la maquinaria pesada y vehículos livianos del gadm de pelileo, ambato-ecuador, 2016.