



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO
MEDIANTE SOFTWARE EN EL TALLER DEL
MUNICIPIO DEL CANTÓN OTAVALO”**

ESPINOSA VELÁSQUEZ LUIS HUMBERTO

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

RIOBAMBA – ECUADOR

2014

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2012-12-20

Yo recomiendo que la Tesis preparado por:

LUIS HUMBERTO ESPINOSA VELÁSQUEZ

Titulada:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PLANIFICADO MEDIANTE SOFTWARE EN EL TALLER DEL MUNICIPIO
DEL CANTÓN OTAVALO”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Ing. Marco Santillán Gallegos
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Marco Almendariz P.

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Hernán Samaniego S.
ASESOR DE TESIS

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: LUIS HUMBERTO ESPINOSA VELÁSQUEZ

TÍTULO DE LA TESIS: “IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO MEDIANTE SOFTWARE EN EL TALLER DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN OTAVALO”

Fecha de examinación: 2014-03-25

RESULTADOS DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Fernando González P. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Marco Almendariz DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Hernán Samaniego S. ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Fernando González P.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que se presenta, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Luis Humberto Espinosa Velásquez

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios por darme las fuerzas y perseverancia para culminar mi profesión con salud y vida, bendiciéndome con una linda familia.

A mis padres Alonso Espinosa y Rosa Velásquez, por su total entrega, apoyo y amor. A mis hermanos Tarquino y Ernesto por haber creído en mi apoyándome incondicionalmente.

A mis amigos y personas que fueron muy importantes en el transcurso de mi formación, gracias por el apoyo y sus palabras de aliento.

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, por brindarme la oportunidad de obtener esta gran profesión.

Al Ingeniero Marco Almendariz como Director, y al Ingeniero Hernán Samaniego como Asesor, quienes me han brindado su confianza y colaboración desinteresada para que el presente trabajo sea llevado a cabo

Espinosa Velásquez Luis Humberto

DEDICATORIA

Este trabajo dedico de manera especial y sincera a Dios por guiar cada paso de mi vida, por escuchar mis peticiones y darme la fortaleza para seguir adelante.

Con todo mi amor les dedico a mis queridos padres Alonso Espinosa y Rosa Velásquez, quienes con su apoyo, abnegación y constancia hicieron de mí un profesional, quienes siempre estuvieron a mi lado para levantarme en los momentos más difíciles y hoy les sonrío a la vida.

A mis abuelos José Espinosa (+) y Manuel Velásquez por ser mi inspiración, a pesar de que no tuve la oportunidad de conocer a mi abuelo José Espinosa (+) sé que fue un hombre admirable, siempre serán mi inspiración para conseguir mis éxitos personales y profesionales.

Espinosa Velásquez Luis Humberto

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	3
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
1.4 Metodología.....	3
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Concepto de Mantenimiento.....	5
2.2 Importancia del Mantenimiento.....	5
2.3 Objetivos y funciones del Mantenimiento.....	6
2.3.1 <i>Objetivos del Mantenimiento</i>	6
2.3.2 <i>Funciones del Mantenimiento</i>	7
2.4 Tipos de Mantenimiento	8
2.4.1 <i>Mantenimiento Correctivo</i>	9
2.4.2 <i>Mantenimiento Predictivo</i>	10
2.4.3 <i>Mantenimiento Preventivo</i>	12
2.5 Implementación del Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP).....	15
2.5.1 <i>Determinación de metas y objetivos</i>	15
2.5.2 <i>Establecer los requerimientos para el mantenimiento</i>	16
2.5.3 <i>Pasos para establecer el programa de mantenimiento preventivo</i>	16
2.6 Tipos de servicios prestados en el mantenimiento preventivo planificado.....	17
2.6.1 <i>Servicio diario del equipo</i>	18
2.6.2 <i>Revisión</i>	18
2.6.3 <i>Comprobación de mecanismos</i>	18
2.6.4 <i>Reparación pequeña</i>	18
2.6.5 <i>Reparación mediana</i>	19
2.6.6 <i>Reparación general</i>	20
2.6.7 <i>Reparación imprevista</i>	20
3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN INICIAL	22
3.1 Estructura administrativa	22
3.2 Inventario de maquinarias y vehículos.....	23
3.2.1 <i>Inventario de maquinaria pesada</i>	23
3.2.2 <i>Inventario de vehículos pesados</i>	30
3.2.3 <i>Inventario de vehículos livianos</i>	31
3.3 Categorización de maquinarias y vehículos.....	32

3.3.1	<i>Aspectos selectivos</i>	32
3.3.2	<i>Aspectos directivos</i>	32
3.3.3	<i>Política de mantenimiento acorde con la categoría</i>	34
3.4	Categorización de maquinarias pesadas	35
3.5	Categorización vehículos pesados	36
3.6	Categorización vehículos livianos	37
3.7	Estado técnico actual de las maquinarias y vehículos	38
3.7.1	<i>Estado técnico de maquinarias pesadas</i>	39
3.7.2	<i>Estado técnico de vehículos pesados</i>	39
3.7.3	<i>Estado técnico de vehículos livianos</i>	40
4.	IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MPP	42
4.1	Organización actual del mantenimiento	42
4.2	Identificación de maquinarias y vehículos.....	42
4.3	Ubicación técnica de maquinarias y vehículos.....	43
4.4	Codificación de las ubicaciones del GAD Municipal del Cantón Otavalo.....	43
4.4.1	<i>Ubicación técnica de maquinaria pesada</i>	44
4.4.2	<i>Ubicación técnica de vehículos pesados</i>	45
4.4.3	<i>Ubicación técnica de vehículos livianos</i>	46
4.5	Diseño de fichas técnicas para maquinarias y vehículos	46
4.5.1	<i>Fichas técnicas de maquinarias pesadas</i>	47
4.5.2	<i>Fichas técnicas de vehículos pesados</i>	48
4.5.3	<i>Fichas técnicas de vehículos livianos</i>	49
4.6	Fijación de tareas de mantenimiento y frecuencias	50
4.6.1	<i>Frecuencias y tareas de mantenimiento para maquinarias pesadas</i>	50
4.6.2	<i>Frecuencias y tareas de mantenimiento para vehículos pesados</i>	52
4.6.3	<i>Fijación de tareas y frecuencias de mantenimiento para vehículos livianos</i> ...	54
4.7	Herramientas de gestión técnica	56
4.7.1	<i>Orden de trabajo</i>	57
5.	PROGRAMACIÓN DEL PLAN DE MPP MEDIANTE SOFTWARE	60
5.2	Principales software de mantenimiento y sus características.....	60
5.2.1	<i>SisMAC</i>	61
5.2.2	<i>PRISMA</i>	62
5.2.3	<i>MÁXIMO</i>	63
5.2.4	<i>SGM-Pro</i>	64
5.3	Selección de software.....	65
5.4	Narración descriptiva del software	66
5.5	Requerimientos del sistema.....	67

5.6	Ingreso de datos al software SGM-Pro	68
5.6.1	<i>Ubicación técnica</i>	68
5.6.2	<i>Ingreso de equipos</i>	68
5.6.3	<i>Ingreso de tareas de mantenimiento</i>	69
5.6.4	<i>Ingreso de técnicos</i>	69
5.6.5	<i>Asignación de tareas de mantenimiento para las maquinarias y vehículos</i>	70
5.6.6	<i>Homogenización de tareas</i>	70
5.6.7	<i>Plan de mantenimiento para el año</i>	71
5.6.8	<i>Revisión de tareas para la semana de trabajo</i>	71
5.6.9	<i>Asignación de técnicos para las tareas</i>	72
5.6.10	<i>Lista de tareas asignadas</i>	72
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
6.1	Conclusiones	74
6.2	Recomendaciones	75

BIBLIOGRAFÍA
ANEXOS

LISTA DE TABLAS

		Pág.
1	Lista de maquinarias pesadas.....	22
2	Lista de vehículos pesados.....	29
3	Lista de vehículos livianos.....	30
4	Aspectos para la categorización de la maquinaria y equipos.....	32
5	Categorización de maquinarias pesadas.....	34
6	Categorización de vehículos pesados.....	35
7	Categorización de vehículos livianos.....	36
8	Criterios para determinar el estado técnico.....	37
9	Estado técnico de maquinarias	38
10	pesadas.....	38
11	Estado técnico de vehículos pesados.....	39
12	Estado técnico de vehículos livianos.....	42
13	Descripción de la máscara de tratamiento.....	43
14	Ubicación técnica de maquinaria pesada.....	43
15	Ubicación técnica de vehículos pesados.....	44
16	Ubicación técnica de vehículos livianos.....	45
17	Datos técnicos de maquinarias pesadas.....	46
18	Datos técnicos de vehículos pesados.....	47
19	Datos técnicos de vehículos livianos.....	
	Tareas y frecuencias de mantenimiento periódico para maquinarias	49
20	pesadas.....	
	Tareas y frecuencias de mantenimiento periódico para vehículos	51
21	pesados.....	53
22	Tareas y frecuencias para vehículos livianos.....	55
23	Diseño de orden de trabajo.....	56
24	Ejemplo de aplicación de orden de	62
25	trabajo.....	62
	Comparación de funciones.....	
	Comparación de precios.....	

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
1	Tipos de Mantenimiento.....	8
2	Mantenimiento Correctivo.....	9
3	Mantenimiento Predictivo.....	10
4	Mantenimiento Preventivo.....	13
5	Estructura administrativa.....	21
6	Cargadora frontal.....	23
7	Cargadora frontal y sus dimensiones.....	23
8	Excavadora.....	24
9	Avances del brazo de la excavadora.....	25
10	Motoniveladora.....	26
11	Dimensiones de la motoniveladora.....	26
12	Retroexcavadora.....	27
13	Dimensiones de la retroexcavadora.....	27
14	Rodillo.....	28
15	Tractor de oruga.....	28
16	Dimensiones del tractor de oruga.....	29
17	Volqueta.....	30
18	Capacidad de gestión del SisMac.....	58
19	Capacidad de gestión de PRISMA.....	59
20	Capacidad de gestión de MÁXIMA.....	60
21	Capacidad de gestión de SGM-Pro.....	61
22	Software seleccionado.....	62
23	Ingreso al software.....	63
24	Funciones del software SGM-Pro.....	64
25	Ingreso de una ubicación técnica en el software.....	65
26	Ingreso de maquinarias y vehículos en el software.....	65
27	Ingreso de tareas de mantenimiento al software.....	66
28	Ingreso de técnicos al software.....	66

29	Asignación de tareas de mantenimiento en el software.....	67
30	Homogenización de tareas por semanas.....	67
31	Plan de mantenimiento para el año.....	68
32	Revisión de tareas por semanas.....	68
33	Asignación de trabajos a técnicos.....	69
34	Actividades asignadas.....	69

LISTA DE ABREVIACIONES

GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
MPP	Mantenimiento Preventivo Planificado
MCO	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Otavalo
ACI	Administración y Coordinación Institucional
ALC	Alcaldía
VIC	Vicealcalde
GAM	Gestión Ambiental
SEÑ	Señalización
POM	Policía Municipal
AGP	Agua Potable
IFR	Infraestructura
PQT	Parqueo Tarifado
DAM	Dirección Administrativa
AVC	Avalúos y Catastro
PLE	Planeación Estratégica
COT	Control
RSO	Residuos Solidos
DPS	Dirección de Promoción Social
RSA	Relleno Sanitario
ACT	Ubicación del activo en alcantarillado
km	Kilometro

LISTA DE ANEXOS

- A** Estado técnico de maquinarias pesadas, vehículos pesados y vehículos livianos.
- B** Fichas técnicas de maquinarias pesadas.
- C** Fichas técnicas de vehículos pesados.
- D** Fichas técnicas de vehículos livianos.
- E** Certificado de conformidad del jefe de coordinación de transporte del GAD Municipal del cantón Otavalo.

RESUMEN

La implementación de un plan de Mantenimiento Preventivo Planificado mediante software en el taller del GAD Municipal del cantón Otavalo, tiene el propósito de implementar un plan de mantenimiento que lleve el control de las actividades que permite reducir paros imprevistos que ocasionan retraso en el desarrollo de los trabajos planificados para el cantón.

El estudio se inició con un inventario de vehículos y maquinarias disponibles en cada dependencia de la municipalidad, que permitió determinar el estado técnico actual. En esta fase se reunieron elementos para mejorar la organización y control de los trabajos de mantenimiento, diseñando documentos de control para llevar un historial de manejo de cada vehículo y maquinaria. Este proceso es sistematizado a través de la creación de un software que permite llevar ordenadamente la información requerida y garantizar efectividad en el mantenimiento. El programa electrónico permite al técnico facilitar la organización de actividades tanto para planificación de mantenimiento, como para reparación; además, determina la ubicación técnica de cada automotor, consultas, ingreso de nuevos vehículos, maquinarias, actividades de personal; y, reportes de control para automotores.

Es recomendable que el personal responsable de dar mantenimiento esté capacitado en la operatividad del programa, a fin de que se pueda cumplir con los objetivos del taller, de esta manera se garantiza que el plan de actividades se desarrolle con eficiencia y calidad para poder lograr extender la vida útil de los activos en estudio.

ABSTRACT

A preventive maintenance plan through software was implemented in the workshop of ADG (Autonomous Decentralized Government) from Otavalo Canton, it propose was to implement a preventive maintenance plan in order to take control of the activities which reduces unplanned shutdowns that caused delay development in the planed work for the town.

The research began with an inventory of vehicles and equipment available in each department of the city hall, which identified the technical condition. In this phases gathered elements to improve the organization and control of the maintenance, designing control documents to keep driving record of each vehicle and equipment. This process is systematized through the creation of software that allows orderly out the required information and ensures effective maintenance. The electronic program allows to the technical location of each vehicle, queries new vehicles, equipment, staff activities; and automotive control reports.

It is recommended that the maintenance personnel are trained in the software program, in order to get the workshop objectives, so it ensures that the business plan developed in efficiency and quality way thus to expand the useful of the assets in study.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Otavalo se encuentra en la parte norte del país, a pocos minutos de la ciudad de Quito, es un cantón extenso que en los últimos años ha crecido a pasos agigantados.

En la municipalidad del cantón existe un taller automotriz que fue creada hace aproximadamente 20 años, en el cual existen maquinarias pesadas, vehículos pesados y livianos, el cual con el paso del tiempo ha ido creciendo por la demanda de trabajos como alcantarillado, agua potable, restauración de caminos en mal estado en zonas urbanas y rurales del cantón con miras al desarrollo. Esta dependencia dispone de 14 maquinarias pesadas entre las cuales están palas mecánicas, retroexcavadoras, rodillos, moto niveladoras, tractor de oruga, y mini cargadoras. También dispone de 14 vehículos pesados entre las cuales tenemos volquetas, buses, unidad médica, camiones y recolectores. Cuenta además con 8 vehículos livianos que son únicamente camionetas.

Dentro del taller se realizan trabajos mecánicos de tipo correctivo, en el cual trabajan los técnicos mecánicos y asistentes quienes son responsables de determinar la disponibilidad de todas las maquinarias y vehículos que posee el cantón para los diversos trabajos programados.

Aplicar un mantenimiento correctivo y no contar con un plan de mantenimiento preventivo planificado, permite que se presenten daños imprevistos con mucha frecuencia, provocando retraso en los trabajos y grandes pérdidas económicas que repercuten en el presupuesto municipal

Por esta razón es necesario contar con un proceso de mantenimiento que en la actualidad no dispone el municipio para cubrir de mejor manera y en su totalidad las necesidades actuales del cantón.

1.2 Justificación

La dependencia Coordinación de Transporte, responsable de las maquinarias y vehículos no cuenta con un plan de actividades dentro del taller mecánico, provocando así varios problemas como reparaciones deficientes sin criterio técnico, pérdidas de tiempo, gastos innecesarios, principalmente en los costos ya que esto provoca un gran inconveniente para la elaboración de presupuestos

Algunos vehículos y maquinarias poseen su respectivo catálogo, con los cuales se puede realizar un plan de mantenimiento basándose a éstas normativas.

La falta de planificación y optimización de las actividades de mantenimiento pueden desencadenar inconvenientes para la gestión de bienes de toda la institución, afectando incluso los presupuestos asignados para cada año.

Al llevar un plan de actividades basado únicamente en los catálogos, no se toman en cuenta algunas condiciones, como por ejemplo los ambientales que son muy irregulares en cuanto al tipo de terreno y variaciones climáticas muy severas, analizando estos factores las frecuencias de mantenimiento cambian.

Para contrarrestar los problemas en el taller del GAD Municipal del Cantón Otavalo, se implementaran herramientas de gestión tales como análisis de criticidad, bitácoras de mantenimiento que nos permitirá llevar un historial de averías de cada maquinaria y vehículo, es necesario también implementar un plan de mantenimiento preventivo planificado utilizando un software para que nos genere actividades de mantenimiento.

Todas estas herramientas ayudan al profesional a elaborar un plan óptimo de mantenimiento, e ir a la consecución de las metas y objetivos de cada empresa.

Al sustituir el sistema actual a un proceso de mantenimiento planificado con la utilización de herramientas de gestión de última generación, existirán mejoras notables en el control del proceso de mantenimiento, dotando al taller del GAD Municipal del Cantón Otavalo de elementos como indicadores de gestión, registro de datos más reales que mejoraran las condiciones de operación, incrementando la disponibilidad y confiabilidad de las maquinarias y vehículos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general. Implementar un plan de mantenimiento preventivo planificado mediante software en el taller del GAD Municipio del cantón Otavalo.

1.3.2 Objetivos específicos:

Realizar el análisis de criticidad de las maquinarias y vehículos.

Determinar el estado técnico de las maquinarias.

Codificar las máquinas.

Determinar tareas y frecuencias de mantenimiento para cada una de las maquinarias.

Seleccionar el software adecuado que cumpla con las necesidades del taller.

Implementar al software.

Desarrollar el manual del usuario.

1.4 Metodología

Para la realización del presente proyecto se plantea los siguientes eventos a seguir:

- Analizar el estado actual del taller mecánico del GAD Municipal del Cantón Otavalo
- Recopilar información.
- Determinar tipo de mantenimiento aplicado actualmente
- Determinar los problemas existentes dentro del taller mecánico
- Establecer técnicas de gestión para dar solución a los problemas.
- Aplicar la herramienta de gestión análisis de criticidad para terminar la criticidad de cada maquinaria y vehículo.
- Establecer el estado técnico de cada maquinaria y vehículo para evidenciar las condiciones en las que se encuentra cada equipo.
- Determinar códigos y ubicaciones técnicas para cada maquinaria y vehículo.
- Determinar tareas y frecuencias de mantenimiento.

- Seleccionar un software adecuado a las necesidades del taller.
- Instalar software.
- Implementar al software las tareas de mantenimiento preventivo planificado con sus respectivas frecuencias.
- Realizar pruebas de buen funcionamiento del software.
- Resultados.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Concepto de Mantenimiento

Es el conjunto de actividades que se realizan a un sistema, equipo o componentes para asegurar que continúe desempeñando las funciones deseadas dentro de un contexto operacional determinado, buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento durante el mayor tiempo posible.

Esta área se ha perfilado tanto que hoy en día ocupa un lugar importante en la estructura de la organización e inclusive es una de las áreas primordiales para mantener y mejorar la productividad.

Así como el departamento de mantenimiento ha mejorado, la gente que lo lleva a cabo también ha sufrido cambios y han pasado de ser técnicos multiusos a especialistas que conocen perfectamente su área de trabajo.

Actualmente el mantenimiento industrial tiene gran crecimiento, y que además involucra no sólo al personal de mantenimiento sino también a toda la organización como con el nuevo concepto de mantenimiento productivo total, permite llevar a cabo un mantenimiento productivo a través de las actividades de pequeños grupos involucrando a todos los niveles de la estructura organizacional de la empresa o Institución. (GIRON, 2010)

2.2 Importancia del Mantenimiento

El mantenimiento en la industria es el motor de la producción, sin mantenimiento no hay producción, todo equipo está sujeto a normas constantes de mantenimiento, dando así alta confiabilidad a la industria. Durante el transcurso del tiempo descubrimos que el mantenimiento es un proceso en el que interactúan máquina y hombre para generar ganancias, las inspecciones periódicas ayudan a tomar decisiones basadas en parámetros técnicos.

El desempeño de la empresa estará en la calidad de mantenimiento que se realice a cada uno de los elementos, es de suma importancia tener una visión a futuro, planificar y programar el mantenimiento para cubrir toda el área en el tiempo, sea a mediano o largo plazo y además reducir costos de repuestos y materiales. El mantenimiento está enfocado en la mejora continua y prevención de fallas, mediante una organización que documenta las acciones y que ayuda al trabajo en equipo, y preparación constante para actuar sin bajar la producción.

En la industria el jefe de mantenimiento debe ser un especialista en organización gerencial, para asegurar que todas las tareas de mantenimiento se hagan correcta y eficientemente.(OLARTE, 2012)

2.3 Objetivos y funciones del Mantenimiento

2.3.1 *Objetivos del Mantenimiento.* En cualquier empresa, el mantenimiento debe cumplir con dos objetivos fundamentales, que son, reducir costos de producción y garantizar la seguridad industrial.

Uno de los objetivos del Mantenimiento es el procurar la utilización de los equipos alargando su vida útil, la reducción de los factores de desgaste, deterioros y fallas garantiza que los equipos alcancen una mayor vida útil.

La planificación del mantenimiento reduce los costos de operación y reparación de los equipos industriales.

Los programas para la lubricación, limpieza y ajuste de los equipos permiten una reducción notable en el consumo de energía y un aumento en la calidad de los productos terminados. A mayor descuido en la conservación de los equipos, mayor será la producción de baja calidad.

Referente al tema de seguridad industrial, podemos decir que el objetivo más importante desde el punto humano es garantizar con el mantenimiento la seguridad en la operación de los equipos.

Para poder cumplir los objetivos planteados en el departamento de mantenimiento es necesario realizar algunas acciones como:

- Llevar a cabo una inspección sistemática de todas las instalaciones, con intervalos de control para detectar oportunamente cualquier desgaste o rotura, manteniendo los registros adecuados.
- Mantener permanentemente los equipos e instalaciones, en su mejor estado para evitar los tiempos de parada que aumentan los costos.
- Ejecutar las reparaciones de emergencia, empleando métodos adecuados de reparación.
- Prolongar la vida útil de los equipos e instalaciones al máximo.
- Sugerir y proyectar mejoras en la maquinaria y equipo para disminuir las posibilidades de daño y rotura.
- Controlar el costo directo del mantenimiento mediante el uso correcto y eficiente del tiempo, materiales, hombres y servicios.
- Administrar el personal de mantenimiento.
- Programar los trabajos de mantenimiento.
- Proveer al personal de mantenimiento de las herramientas adecuadas para la ejecución de trabajos.
- Capacitar al personal de mantenimiento sobre los principios y normas de seguridad industrial
- Capacitar constantemente a todo el personal involucrado con el mantenimiento sobre las técnicas y avances tecnológicos del mantenimiento.(OLARTE, 2012)

2.3.2 Funciones del Mantenimiento. En la actualidad el mantenimiento ha ido adquiriendo una importancia creciente, los adelantos tecnológicos han impuesto un mayor grado de mecanización y automatización de la producción, lo que exige un incremento constante de la calidad, por otro lado, la fuerte competencia comercial obliga a alcanzar un alto nivel de confiabilidad del sistema de producción o servicio, a fin de que este pueda responder adecuadamente a los requerimientos del mercado.

El mantenimiento pasa a ser así una especie de sistema de producción o servicio alterno, cuya gestión corre paralela a este, consecuentemente ambos sistemas deben ser objetos de similar atención, la esencia empírica demuestra, no obstante, que la mayor atención se centra en la actividad productiva o de servicio propiamente dicha.

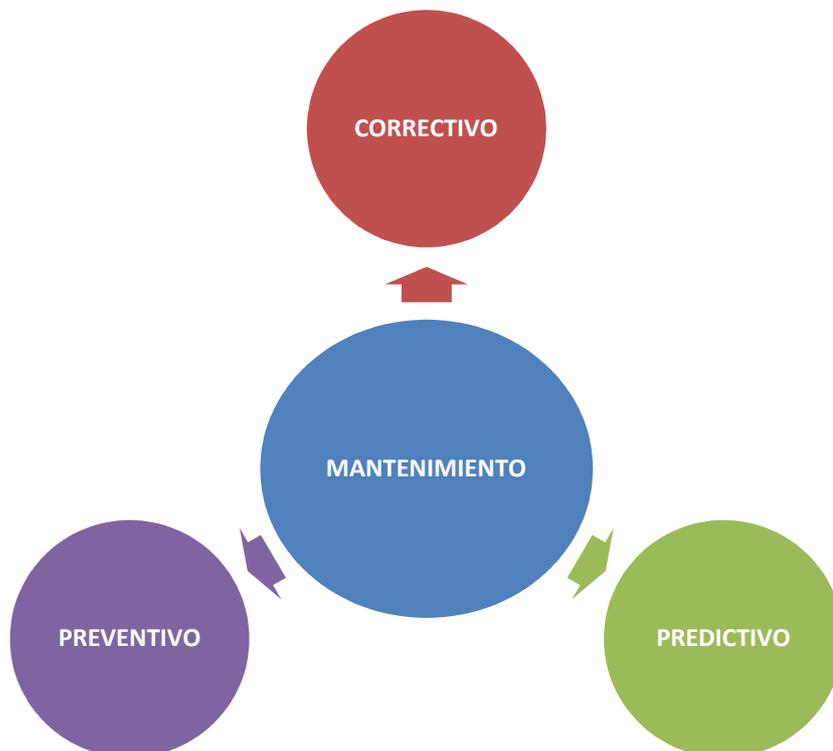
Entre las funciones más importantes del mantenimiento tenemos las siguientes:

- Mantener reparar y revisar los equipos e instalaciones.
- Modificar, instalar, remover equipos e instalaciones.
- Desarrollo de planes de mantenimiento preventivo planificado y programado.
- Selección y entrenamiento del personal
- Asesorar la compra de nuevos equipos
- Mantener los equipos de seguridad y demás sistemas de protección.
- Mantener el equipo en su máxima eficiencia de operación
- Reducir al mínimo el tiempo de paro
- Reducir al mínimo los costos de mantenimiento
- Mantener un alto nivel de ingeniería práctica en el trabajo realizado.
- Investigar las causas de los paros de emergencia.
- Planear y coordinar la distribución del trabajo acorde con la fuerza laboral disponible.(MELO, 2010)

2.4 Tipos de Mantenimiento

En las operaciones de mantenimiento podemos diferenciar varios tipos mantenimiento que se aplica de la industria, entre las cuales tenemos las siguientes:

Figura 1:Tipos de Mantenimiento



Fuente: Autor

2.4.1 Mantenimiento Correctivo. El Mantenimiento Correctivo es una forma de mantenimiento del sistema que se realiza después de un fallo o problema ocurrido en un sistema, con el objetivo de restablecer la operatividad del mismo.

En algunos casos, es imposible predecir o prevenir un fallo, lo que hace del mantenimiento correctivo la única opción. En otros casos, un sistema de mantenimiento deficiente puede exigir la reparación como consecuencia de la falta de mantenimiento preventivo, y en algunas situaciones la gente puede optar por centrarse en correctivas, en lugar de preventivo, reparaciones, como parte de una estrategia de mantenimiento.(GARRIDO, 2010)

Figura 2. Mantenimiento Correctivo



Fuente:http://industrialsupplytraders.com/ist/index.php?option=com_content&view=article&id=4&Itemid=7

El proceso de mantenimiento correctivo se inicia con el fracaso y un diagnóstico de la falta, esto influye la inspección física de un sistema, el uso de un equipo de diagnóstico para evaluar el sistema, las entrevistas con los usuarios del sistema, y otras medidas. Es importante determinar qué causó el problema, a fin de tomar las medidas adecuadas, y ser conscientes de que múltiples fallas de componentes o de software ocurre de forma simultánea.

El siguiente paso es la sustitución de componentes dañados o software, en algunos casos, el daño puede ser irreparable, ya sea sacando el tema en cuestión y hacer las reparaciones fuera del sitio. En otros casos, la sustitución completa con un nuevo punto puede ser necesaria para restaurar la funcionalidad del sistema.

Después de que se realiza el mantenimiento correctivo, el técnico verifica que la reparación se ha realizado a satisfacción. Esto puede hacerse en varias etapas, para confirmar que el sistema está funcionando sin carga antes de que la sobrecarga de tareas. La verificación es especialmente importante en los sistemas enviados a una instalación para la reparación, los técnicos deben estar seguros de que cuando se envíen de vuelta, los usuarios estén satisfechos con el nivel de los trabajos realizados.

Para algunos sistemas, puede tener más sentido recurrir a operaciones de mantenimiento correctivo. El mantenimiento preventivo puede ser costoso, y con estos sistemas, no tiene sentido, ya que puede ser más rentable, simplemente reparar componentes del sistema. Por el contrario, con un nuevo sistema de mantenimiento preventivo puede ahorrar dinero a largo plazo y extender la vida útil del sistema mediante la prevención de fallas en el sistema tanto como sea posible antes de que sucedan.(GARRIDO, 2010)

2.4.2 Mantenimiento Predictivo.El mantenimiento predictivo es aquella que relaciona una variable física con el desgaste o estado de una máquina. El mantenimiento predictivo se basa en la medición, seguimiento y monitoreo de parámetros y condiciones operativas de un equipo o instalación. A tal efecto, se definen y gestionan valores de pre-alarma y de actuación de todos aquellos parámetros que se considera necesario medir y gestionar.

Figura 3. Mantenimiento Predictivo



En las operaciones de mantenimiento, el mantenimiento predictivo es el que está basado en la determinación del estado de la máquina en operación. El concepto se basa en que las máquinas darán un tipo de aviso antes de que fallen y este mantenimiento trata de percibir los síntomas para tomar acciones.

Se trata de realizar ensayos no destructivos, como pueden ser análisis de aceite, análisis de desgaste de partículas, medida de vibraciones, termografías, entre otras técnicas.

El mantenimiento predictivo permite que se tomen decisiones antes de que ocurra el fallo, cambiar o reparar la máquina o elemento en una parada cercana, detectar cambios anormales en las condiciones del equipo y subsanarlos.(GARRIDO, 2010)

2.4.1.1 Ventajas del Mantenimiento Predictivo.

- Da más continuidad en la operación, puesto a que si en la primera revisión se detecta algún cambio necesario, se programa otra pequeña pausa para instalarlo, se puede mantener una continuidad entre revisiones.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento
- Más confiabilidad al utilizar aparatos y personal calificado, los resultados son más exactos.
- Facilita el análisis de las averías
- Requiere menos personal, esto genera una disminución en el costo de personal y en los procesos de contratación, aunque luego veremos una desventaja sobre ello.
- Permite que los repuestos duren más, como las revisiones en base a resultados, y no a percepción, se busca que los repuestos duren exactamente el tiempo que debe ser.(RAMIREZ, 2010)

2.4.1.2 Desventajas del Mantenimiento Predictivo:

- Siempre que hay un daño, necesita programación. Si al dueño le urge que se repare, es posible que tenga que esperar hasta la fecha que se defina como segunda revisión, por lo que las urgencias deben darse mediante programaciones.

- Requiere equipos especiales y costosos. Al buscarse medir todo con precisión, los equipos y aparatos suelen ser de alto costo, por lo que necesitan buscarse las mejores opciones para adquirirse.

Es importante contar con personal calificado. Aunque ya mencionamos que el personal es menor, éste debe contar con conocimientos calificados, lo que eleva a su vez el costo y quizá, dependiendo del área, disminuyan las opciones.

Costosa su implementación. Por lo mismo de manejarse mediante programaciones de trabajo, si se unen los costos de todas las veces que se paró la máquina y se revisó por cuestiones que se identificaron la primera vez, el costo es considerablemente alto.(RAMIREZ, 2010)

2.4.3 Mantenimiento Preventivo.Muchos de los accidentes o de los siniestros que ponen en riesgo la seguridad en el trabajo, son provocados por la falta de mantenimiento preventivo en los equipos e instalaciones. Además el mantenimiento preventivo prolonga la vida útil y el buen funcionamiento de todos los equipos. Debemos estar conscientes de que es una inversión necesaria; que los equipos con el tiempo se deterioran y para prolongar su vida útil y hacer más rentable su costo, es necesario realizar un adecuado mantenimiento.(GIRON, 2010)

En las operaciones de mantenimiento, el mantenimiento preventivo es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante la realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad.

El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento, en oposición al mantenimiento correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o están dañados.

El primer objetivo del mantenimiento es evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran.

Las tareas de mantenimiento preventivo incluyen acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, etc. El mantenimiento preventivo evita los fallos en el equipo antes de que estos ocurran.

Algunos de los métodos más habituales para determinar que procesos de mantenimiento preventivo deben llevarse a cabo son las recomendaciones de los

fabricantes, la legislación vigente, las recomendaciones de expertos y las acciones llevadas a cabo sobre activos similares.(GIRON, 2010)

Figura 4. Mantenimiento Preventivo.



Fuente: www.elmantenimiento.com

2.4.3.1 Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP). El Mantenimiento Preventivo o Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP) como también se le conoce, no es nada más que la restauración de la capacidad de trabajo de los equipos (precisión, potencia, rendimiento) y de su comportamiento (índices de consumo) mediante mantenimiento técnico racional, cambio reparación de piezas y conjuntos desgastados, conforma un plan elaborado con anterioridad.

Un programa de MPP puede incluir otros sistemas de mantenimiento y pueden ser considerados todos en conjunto como un programa de mantenimiento preventivo. Dependiendo del tipo de programa que se utilice, se necesita obtener información real del estado de las máquinas, equipos e instalaciones y en algunos casos se requerirá de inversiones para llevarles a condiciones básicas de funcionamiento.(SIFONTES, 2009)

2.4.3.2 Objetivos del Mantenimiento Preventivo Planificado. Los objetivos más importantes de este tipo de mantenimiento son:

- Reducir las paradas imprevistas del equipo.
- Conserva la capacidad de trabajo de las máquinas.
- Contribuir al aumento de la productividad.
- Lograr que las máquinas funcionen ininterrumpidamente, a máxima eficiencia con desgaste mínimo prolongando al máximo su vida útil.
- Conservar en perfecto estado de funcionamiento los medios de producción con un costo mínimo.
- Elevar el nivel de utilización de las capacidades de producción.

- Aumentar la disponibilidad técnica a un costo razonable.
- Conservar o restituir a los equipos, máquinas e instalaciones el estado técnico que le permita su función productiva o de servicios.(SIFONTES, 2009)

2.4.3.3 *Ventajas del Mantenimiento Preventivo Planificado:*

- Confiabilidad en los equipos para que operen en mejores condiciones de seguridad.
- Disminución del tiempo de parada de equipos/máquinas.
- Mayor duración, de los equipos e instalaciones.
- Disminución de existencias en Almacén y, por lo tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de Mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Menor costo de las reparaciones.

2.4.3.4 *¿Para qué sirve el mantenimiento preventivo planificado?* El mantenimiento preventivo constituye una acción, o serie de acciones necesarias, para alargar la vida útil del equipo e instalaciones y prevenir la suspensión de las actividades laborales por imprevistos.

Tiene como propósito planificar periodos de paralización de trabajo en momentos específicos, para inspeccionar y realizar las acciones de mantenimiento del equipo, con lo que se evitan reparaciones de emergencia.

Un mantenimiento planificado mejora la productividad hasta en 25%, reduce en 30% los costos de mantenimiento y prolongar la vida útil de la maquinaria y equipo hasta en un 50%

Los programas de mantenimiento preventivo tradicionales, están basados en el hecho de que los equipos e instalaciones funcionan ocho horas laborables al día y cuarenta horas laborables por semana. Si las máquinas y equipos funcionan por más tiempo, los programas se deben modificar adecuadamente para asegurar un mantenimiento apropiado y un equipo duradero.(SIFONTES, 2009)

2.4.3.5 *¿Cómo ha evolucionado históricamente el mantenimiento?* La evolución del mantenimiento se ha estructurado en cuatro generaciones:

- Primera generación: Mantenimiento correctivo total. Se espera a que se produzca la avería para reparar.
- Segunda generación: Se empiezan a realizar tareas de mantenimiento para prevenir averías. Los trabajos de mantenimiento se vuelven cíclicos y repetitivos, con una frecuencia determinada.
- Tercera generación: Se implanta el mantenimiento a condición. Es decir, se empiezan a evaluar los equipos o instalaciones que sufren averías con más frecuencia para estar alerta de su funcionamiento y efectuar los trabajos propios de mantenimiento.
- Cuarta generación: Se implantan sistemas de mejora continua de los planes de mantenimiento preventivo y predictivo, de la organización y ejecución del mantenimiento. Se establecen los grupos de mejora y seguimiento de las acciones. Es decir, se implementa el mantenimiento para todas las áreas.

Es preciso siempre disponer de un sistema de revisión continua de los planes de mantenimiento para ser mejores competidores y así elevar la posición en el mercado. En cuanto a mantenimiento se refiere, las únicas estrategias válidas hoy en día son las encaminadas tanto a aumentar la disponibilidad y eficacia de los equipos críticos para mantener la producción, como reducir los costos de mantenimiento, siempre dentro del marco de la seguridad del equipo y el personal. (SIFONTES, 2009)

2.5 Implementación del Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP)

En la implementación de un plan de (MPP) se hace necesario seguir los siguientes pasos, aunque estos pueden tener variaciones dependiendo de cómo este estructurada su organización, de sus políticas y otros factores pero todas las opciones se pueden manejar en un momento determinado. (SIFONTES, 2009)

2.5.1 *Determinación de metas y objetivos.* El primer paso para desarrollar un programa de mantenimiento preventivo es determinar exactamente qué es lo que se quiere obtener del programa. Usualmente el mejor inicio es trabajar sobre una base limitada y expandirse después de obtener algunos resultados positivos.

2.5.2 *Establecer los requerimientos para el mantenimiento.* Para programar un plan de mantenimiento preventivo se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos.

- Maquinaria y equipo a incluir: La mejor forma de iniciar esta actividad es determinar cuál es la maquinaria y equipo más crítico en la planta.
- Áreas de operación a incluir: Puede ser mejor, seleccionar un departamento o sección de la planta para facilitar el inicio; ésta aproximación permite que concentre sus esfuerzos y más fácilmente realice mediciones del progreso. Es mucho mejor el expandir el programa una vez que probó que se obtienen resultados.
- Decidir si se van a incluir disciplinas adicionales al programa de mantenimiento preventivo.
- Debe determinar si implementará rutas de lubricación, realizar inspecciones y hacer ajustes y/o calibraciones, o cambiar partes en base a frecuencia y o uso (mantenimiento preventivo tradicional).
- Declarar la posición del mantenimiento preventivo: Es importante que cualquier persona en la organización entienda exactamente qué consideró como el mayor propósito del programa de mantenimiento preventivo. No tiene que ser tan breve, es decir sin sentido, pero tampoco deberá ser tan extenso que cree confusión.
- Medición del mantenimiento preventivo: Ponga particular atención en la medición del progreso, ya que es en donde muchos programas de mantenimiento preventivo fallan, si no mide el progreso no tendrá ninguna defensa, y como lo sabe, lo primero que se reduce cuando existen problemas de este tipo, es precisamente en el presupuesto del programa de mantenimiento preventivo.
- Desarrollar un plan de entrenamiento: Es necesaria la realización de un entrenamiento completo y consistente, determinar los requerimientos y desarrollar un plan comprensible para acoplarlo a la línea de tiempo establecida que desarrolló.
- Reunir y organizar los datos: Esta puede ser una actividad bastante pesadas Independientemente de sí tiene implementado o no, un sistema completo.(SIFONTES, 2009)

2.5.3 *Pasos para establecer el programa de mantenimiento preventivo.* Los pasos para seleccionar un programa que se ajuste a los requerimientos del área de mantenimiento son:

- Los equipos que incluya en el programa de mantenimiento preventivo deben de estar en el listado de equipos.
- Se requiere de una tabla de criterios (frecuencias de mantenimiento preventivo). Esta tabla le indicara al sistema con qué frecuencia debe de generar las órdenes de trabajo, o su gráfico de MPP, así como el establecimiento de otros parámetros para su programa.
- Requiere planear sus operarios y contratistas para sus órdenes de trabajo de MPP, su programa necesitará de códigos de oficios y actividades. Adicionalmente necesitará ingresar estos datos a la base de datos electrónica o enlazarlos de alguna manera con su programa de MPP.
- La planeación y el uso de materiales y refacciones en los registros del MPP por máquina, requiere para ello ingresar con anticipación los artículos de inventario y enlazarlos a su programa de MPP.
- Debe tener procedimientos detallados o listados de rutinas, listos en el sistema o en algún procesador que facilite su control de allí que tenga que planear su codificación, también es buena idea mantenerlos en “file” por máquina o equipo. Busque siempre soluciones simples.
- Tabla de frecuencias de mantenimiento preventivo: Una vez que ha seleccionado la maquinaria y equipo que será incluido en su programa de MPP, necesitará determinar qué frecuencia va a utilizar en cada orden de trabajo que se ha de emitir.
- Calendario: Determinar un número de días entre las inspecciones o ejecución de los MPP. Usualmente la mayoría de su equipo caerá dentro de esta categoría. Este el tipo de mantenimiento preventivo es más fácil para establecer y controlar.
- Uso: El número de horas, litros, kilogramos, piezas u otra unidad de medición en las inspecciones, requiere que alguna rutina sea establecida para obtener la lectura y medición de los parámetros.
- Calendario / uso: Una combinación de los dos anteriores. Entre 30 días o 100 horas lo que ocurra primero. Solamente se requiere una rutina de medición y lectura de los datos.(SIFONTES, 2009)

2.6 Tipos de servicios prestados en el mantenimiento preventivo planificado (MPP)

Para garantizar un correcto funcionamiento de las maquinarias se utilizan los siguientes tipos:

2.6.1 *Servicio diario del equipo.* Su objetivo comprobar del estado del equipo, de los mecanismos de dirección, de los elementos de lubricación, así como comprobar cumplimiento de las normas de trabajo.

Trabajos periódicos: No son más que trabajo que se realizan cada determinado tiempo y son desarrollado por los ajustadores. Entre estos tenemos:

Limpeza de los equipos que trabajan en condiciones poco e higiénicas: (motores eléctricos, bombas, transportadores, etc.)

Cambio del aceite del sistema de lubricación del equipo. Este trabajo se realiza según un plan confeccionado con anterioridad.

Comprobación de la precisión de las holguras y otros factores que se realiza siempre después de las reparaciones.

2.6.2 *Revisión.* Se realiza entre una reparación y otra según el plan correspondiente al equipo. Su propósito es comprobar el estado de éste y determinar los preparativos que hay que hacer para la próxima reparación. Los trabajos que se pueden realizar durante una reparación son:

2.6.3 *Comprobación de mecanismos.* Se debe tomar en cuenta los siguientes pasos:

- Comprobación del funcionamiento del sistema de lubricación.
- Comprobación del calentamiento no excesivo de las partes giratorias del equipo.
- Comprobación de las holguras entre las uniones móviles y regulación de los mecanismos.

En algunos casos la reparación se realiza con la separación parcial y limpieza de algunos mecanismos.

2.6.4 *Reparación pequeña.* Debido el mínimo volumen de trabajo que durante ella se realiza, es un tipo de reparación preventiva, es decir una reparación para poder predecir posibles defectos del equipo.

Mediante la misma, a partir de la sustitución o reparación de una pequeña cantidad de piezas y con la regulación de los mecanismos se garantiza la explotación normal del

equipo hasta la siguiente reparación. Durante la misma se cambian o reparan aquellas piezas cuyo plazo de servicio es igual o menor al periodo de tiempo entre una reparación y la próxima.

Durante la reparación pequeña al equipo no funciona y se realizan los siguientes trabajos:

- Desmontaje parcial del equipo: desmontaje de dos o tres mecanismos.
- Limpieza del equipo: limpieza de los mecanismos desmontados.
- Desmontaje parcial: rectificación de las superficies de trabajo, escrepado de los cojinetes si éstos son de deslizamiento, ajuste y regulación de los mismos.
- Comprobación de la holgura entre árboles y cojinetes: sustitución de los continentes desgastados, regulación de los mismos.
- Sustitución de las ruedas detectadas con dientes rotos o reparación de las mismas si es posible.
- Sustitución de los elementos de fijación rotos o desgastados (chavetas, tornillos, tuercas, etc.).
- Sustitución de las tuercas desgastadas de los tornillos principales y reparación de la rosca de los mismos.
- Comprobación de los mecanismos de control corrección de los defectos localizados.
- Comprobación reparación de los sistemas de lubricación.
- Comprobación de ruido, vibraciones y calentamiento.

2.6.5 Reparación mediana. Durante ella el equipo se desmonta parcialmente y mediante la reparación o sustitución de piezas en mal estado se garantiza la precisión necesaria y potencia del equipo hasta la próxima reparación planificada.

Durante la misma se sustituyen o reparan aquellas piezas cuyo plazo de servicio es igual o menor que el periodo de tiempo que media entre esta reparación y la próxima, o cuyo plazo de servicio es igual o menor que el periodo de tiempo que media entre dos reparaciones medianas.

Durante la reparación mediana al equipo no funciona y se realizan los siguientes trabajos:

- Los previstos para una reparación pequeña.
- Desmontaje de los mecanismos.

- Comprobar las holguras y alineamiento.

2.6.6 Reparación general. Es la reparación planificada de máximo volumen de trabajo, durante la cual se realiza el desmontaje total del equipo, la sustitución o reparación de todas las piezas y todos los mecanismos desgastados, así como de la reparación de las piezas básicas del equipo.

Mediante la reparación general se garantiza la fiabilidad, potencia y productividad del equipo. Durante la misma el equipo no trabaja y se realizan los siguientes trabajos:

- Los previstos para la reparación mediana.
- Desmontaje total del equipo.
- Reparación del sistema de lubricación y sistema hidráulico.
- Rectificación de todas las superficies.
- Comprobación corrección de los defectos del equipo.
- Comprobación de holguras y alineamiento.

2.6.7 Reparación imprevista. Este tipo de reparación como indica su nombre se efectúa cuando ocurre una avería.

La reparación que necesaria efectuar luego una avería depende de la magnitud de la misma y puede tener la extensión de una reparación pequeña, mediana o general y en casos especiales puede ser necesaria la reposición del equipo.

Causas posible para el surgimiento de averías:

- Mala lubricación.
- Sobrecarga del equipo.
- Defecto de operación y tecnológicos.
- Ciclo de reparación inadecuado.
- Mala calidad de la reparación anterior.
- Caída o exceso de voltaje.
- Fallos en la red o sistema provocados por agentes químicos externos.

Las averías deben ser investigadas a los efectos de determinar las causas por las cuales fueron provocadas y tomar medidas encaminadas a evitar su repetición en el futuro.(BOULART, 2010)

CAPÍTULO III

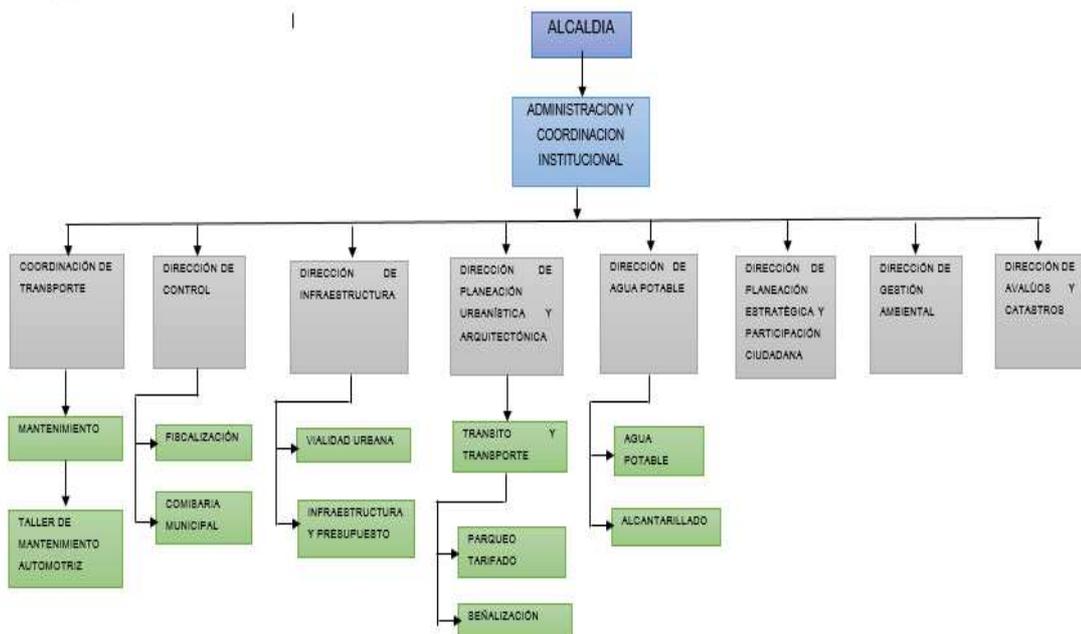
3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN INICIAL

Dentro del taller automotriz se realizan trabajos de mantenimiento correctivo, lo cual a generado que se presenten averías imprevistas que retrasen trabajos del cantón. La falta de seguimiento dentro del taller ha causado que no se lleve un historial de trabajos lo cual complica en la creación del plan de mantenimiento.

3.1 Estructura administrativa

En el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Otavalo la coordinación de transporte es la encargada de mantener en óptimas condiciones todos los vehículos de todas las dependencias del municipio, sin embargo dándole mayor enfoque a los vehículos que se encuentran en la dependencia de agua potable he infraestructura, ya que en estas dependencias se encuentran la mayor parte de vehículos, por los trabajos propios que se realiza dentro del cantón en miras al desarrollo y bienestar de sus habitantes.

Figura 5. Estructura administrativa



Fuente: Coordinación de transporte del GAD Municipal del Cantón Otavalo.

3.2 Inventario de maquinarias y vehículos

El GAD Municipal del Cantón Otavalo cuenta con maquinarias pesadas, vehículos pesados y vehículos livianos, las cuales colaboran para el desarrollo del cantón. Cuenta con 36 equipos a su disposición, las cuales se dividen en 14 maquinarias pesadas, 14 vehículos pesados y 8 vehículos livianos.

3.2.1 Inventario de maquinaria pesada. En este grupo de maquinarias con que cuenta el GAD Municipal del Cantón Otavalo se encuentra cargadoras, palas mecánicas, rodillos, excavadoras, retroexcavadoras, motoniveladoras y tractor de oruga.

Tabla 1. Lista de máquinas pesadas

 REPÚBLICA DEL ECUADOR GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN OTAVALO		
Código	Tipo	Marca
AP-02	Mini excavadora	Bobcat
OP-03	Cargadora	Caterpillar
OP-04	Tractor oruga	John Deere
OP-06	Retroexcavadora	JCB
OP-09	Cargadora	Caterpillar
OP-10	Motoniveladora	Caterpillar
OP-11	Motoniveladora	JohnDeere
OP-12	Rodillo	Caterpillar
OP-13	Excavadora	Caterpillar
H-08	Tractor oruga	Caterpillar
H-16	Barredora	Dulevo
H-17	Barredora	Dulevo
H-18	Cargadora	Doosan

Fuente: Coordinación de transporte del GAD Municipal del Cantón Otavalo

3.2.1.1 Cargadora frontal. Son máquinas autopropulsadas sobre ruedas u orugas equipadas con un cucharón frontal y un sistema de brazos articulados accionados

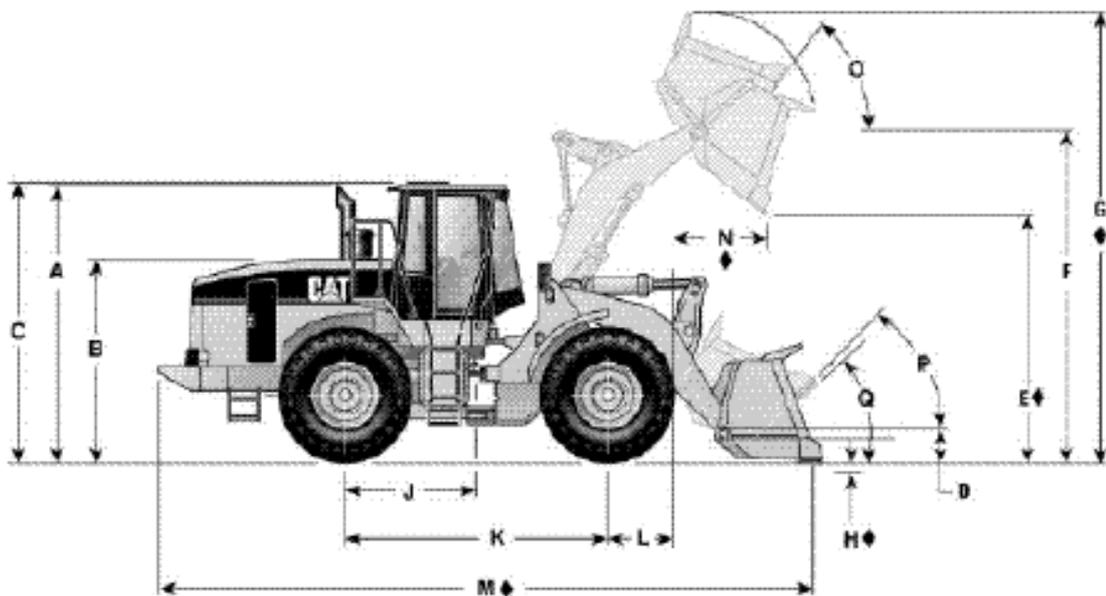
hidráulicamente. Apto para realizar operaciones de carga, transporte y descarga de materiales.(ECUADOR, 2008)

Figura 6. Cargadora frontal



Fuente:(ECUADOR, 2008)

Figura 7. Cargadora frontal y sus dimensiones



Fuente:(ECUADOR, 2008)

Clave:

C- altura hasta el techo rops.

K- distancia entre ejes

- D-** altura de acarreo
- M-** longitud total
- E-** altura de descarga a 45 grados
- O-** plegado máx. Del cucharón a levantamiento
- G-** altura total máxima
- P-** plegado máx. Del cucharón a acarrea
- H-** profundidad máxima de excavación

3.2.1.2 Excavadoras. Máquina capaz de girar 360°, montada sobre ruedas u orugas, realiza operaciones de excavación en las que eleva, gira y descarga materiales por la acción de una cuchara fijada a un conjunto de pluma y balancín o brazo, sin que la estructura portante se desplace.

Esta máquina es empleada para excavación profunda, construir zanjas, cunetas, dragados de canales en los ríos, etc.

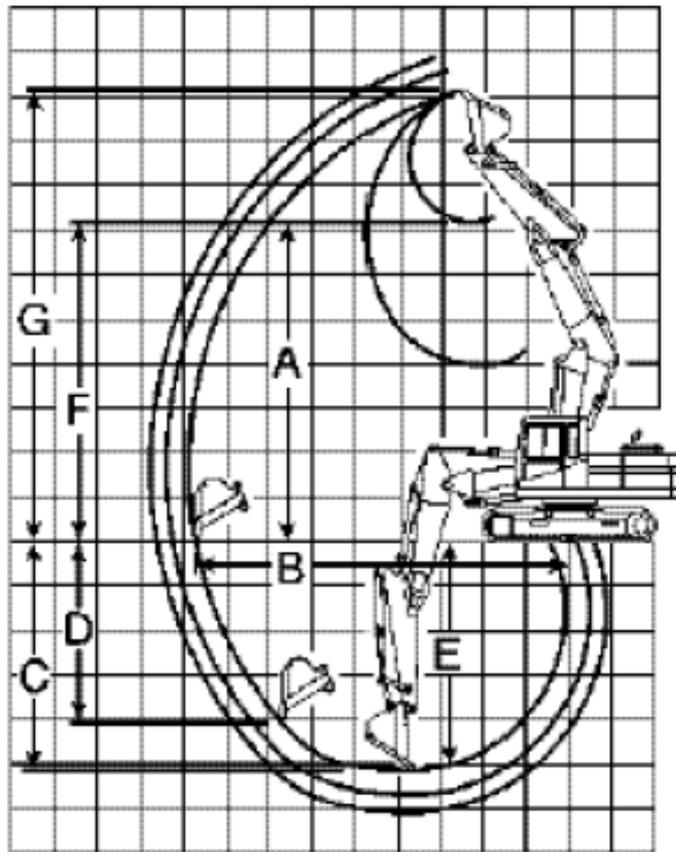
Su potencia fluctúa entre los 50 hp y 6 toneladas de peso hasta los 430 hp y 80 toneladas (CAT) o los 3,5 hp con 380 kg hasta los 860 hp con 176 toneladas. (KOMATSU) siendo las más utilizadas las que están en el rango de 120-180 hp. (ECUADOR, 2008)

Figura 8. Excavadora



Fuente: (ECUADOR, 2008)

Figura 9. Avances del brazo de la excavadora



Fuente:(ECUADOR, 2008)

Clave:

A-altura máxima de carga del cucharón con dientes.

B-alcance máximo a nivel del suelo.

C-profundidad máxima de excavación.

D-excavación vertical máxima.

E-profundidad máxima de excavación con fondo plano.

F-altura máxima del pasador de articulación del cucharón.

G-altura máxima a los dientes del cucharón en la cima del arco.

3.2.1.3 Motoniveladora. Máquina autopropulsada utilizada para dar un acabado perfecto a la operación de extendido o nivelación, moviendo pequeñas cantidades de tierra a poca distancia, se compone de un tractor de seis ruedas que lleva un largo bastidor, en el que articula el elemento principal de la máquina llamada hoja niveladora, el dispositivo bajo el que va montada la hoja se denomina círculo o torna

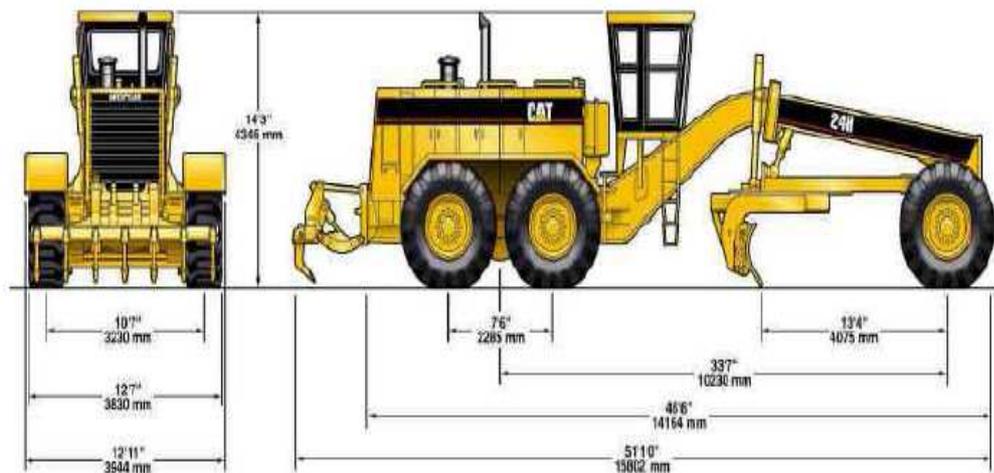
mesa, el mismo que permite una serie de movimientos de gran precisión.(ECUADOR, 2008)

Figura 10. Motoniveladora



Fuente: (ECUADOR, 2008)

Figura 11. Dimensiones de la motoniveladora



Fuente:(ECUADOR, 2008)

3.2.1.4 Retroexcavadora. Máquina autopropulsada sobre ruedas con un bastidor que monta a la vez un equipo de carga frontal y otro de excavación en la parte posterior, de forma que puedan ser utilizados alternativamente.

Cuando se emplea como excavadora la máquina excava normalmente por debajo del nivel del suelo mediante un movimiento de la cuchara hacia la máquina, eleva, recoge, transporta y descarga materiales mientras está inmóvil.

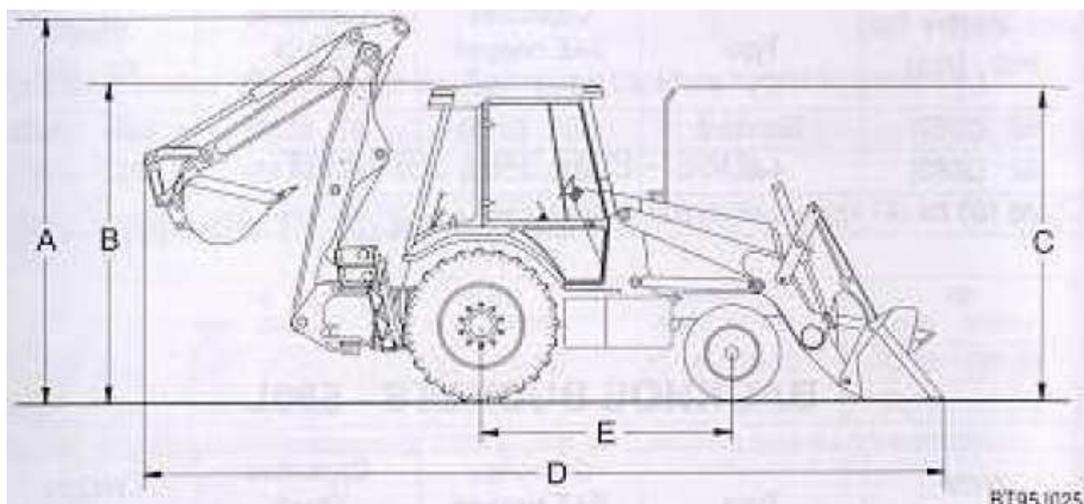
Cuando se emplea como cargadora carga mediante el movimiento de los brazos que elevan y descargan materiales. Y por medio de su desplazamiento excava y transporta materiales.(ECUADOR, 2008)

Figura 12. Retroexcavadora



Fuente:(ECUADOR, 2008)

Figura 13. Dimensiones de la retroexcavadora



Fuente:(ECUADOR, 2008)

Clave:

A. Distancia del azadón en la posición de transporte.

B. Altura de la cabina

C. Altura del tubo de escape.

D. Distancia entre el azadón en posición de transporte y la cargadora.

E. Distancia entre ejes.

3.2.1.5 Rodillo. Los rodillos son máquinas autopropulsadas de pequeña o mediana potencia de compactación de suelos, no son aptos para terrenos arcillosos. Disponen de depósitos para lastre que pueden estar llenos de agua o arena, lo que permite aumentar la presión que transmiten al terreno.

Figura 14. Rodillo

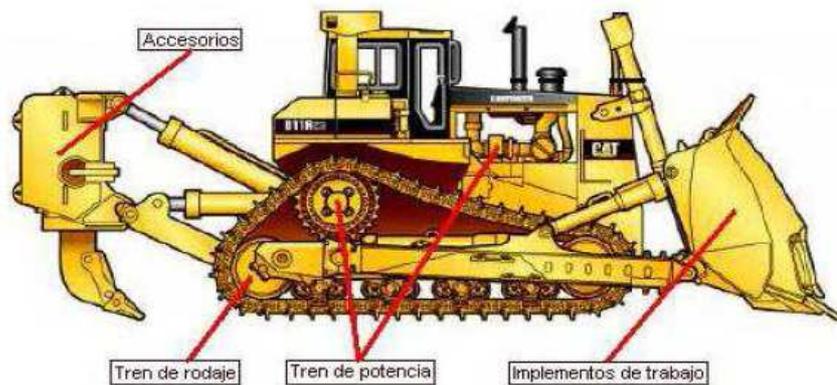


Fuente: (LOPEZ, 2009)

3.2.1.6 Tractor de Oruga. Esta es una máquina de excavación y empuje está compuesto de un tractor sobre orugas. Técnicamente al buldócer se le describe como una máquina automóvil de gran potencia provista de una pieza delantera móvil, de acero, que le permite abrirse camino removiendo obstáculos.

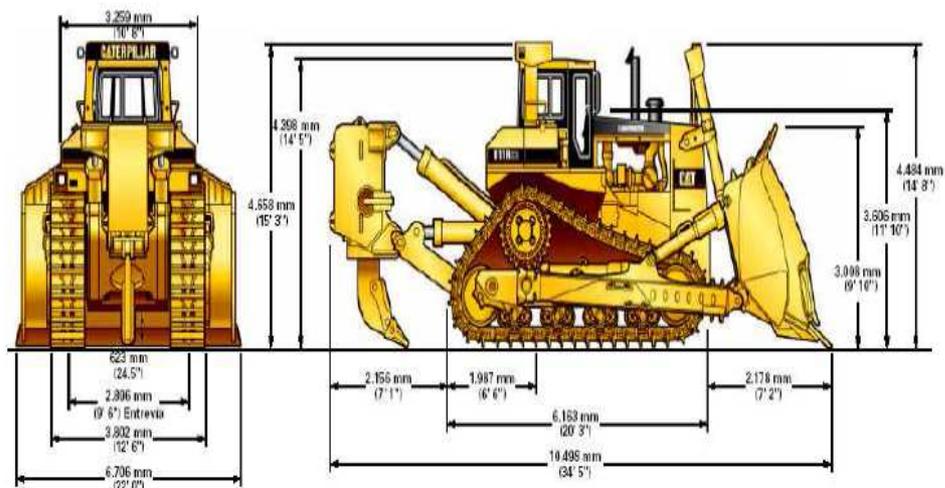
Este tipo de tractor está equipado con una delantera para empujar, que se puede levantar o bajar por medio de un control de cable o hidráulico, que se utiliza para excavar o empujar. (ECUADOR, 2008)

Figura 15. Tractor de oruga



Fuente: (ECUADOR, 2008)

Figura 16. Dimensiones del tractor de oruga



Fuente:(ECUADOR, 2008)

3.2.2 *Inventario de vehículos pesados.* El GAD Municipal del Cantón Otavalo cuenta con 14 vehículos pesados entre las cuales cuenta con volquetas, camiones, bus, recolectores y camión.

Tabla 2. Lista de vehículos pesados

 <p style="text-align: center;">REPÚBLICA DEL ECUADOR GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN OTAVALO</p>		
Código	Tipo	Marca
H-05	Unidad medica	Hino FG
H-06	Camión	Chevrolet
H-11	Recolector	Hino GH
H-12	Furgón	Mitsubishi canter
H-13	Recolector	Hino

H-15	Volqueta	Hino
OP-01	Volqueta	Chevrolet Kodiak
OP-02	Volqueta	Chevrolet Kodiak
OP-14	Volqueta	Hino GH
OP-15	Volqueta	Hino GH
OP-16	Volqueta	Hino GH
OP-17	Volqueta	Hino GH
A-24	Bus	Hino GD
AP-04	Hidrocleaner	Internacional

Fuente: Coordinación de transporte del GAD Municipal del Cantón Otavalo

3.2.2.1 Volqueta. Es el vehículo más utilizada para el transporte de materiales de excavaciones y construcciones que se genera de los trabajos realizados en infraestructuras y construcciones viales.

Figura 17. Volqueta



Fuente:(LOPEZ, 2009)

3.2.3 Inventario de vehículos livianos. Dentro de este tipo de vehículos constan solamente camionetas que realizan el transporte de personal a los lugares de trabajos.

Tabla 3. Lista de vehículos livianos

	<p><u>REPÚBLICA DEL ECUADOR</u> <u>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO</u> <u>MUNICIPAL DEL CANTÓN OTAVALO</u></p>
---	--

Código	Tipo	Marca
A-06	Camioneta	Chevrolet
A-09	Camioneta	Chevrolet LuvD-Max
A-11	Camioneta	Toyota
A-17	Camioneta	Chevrolet LuvD-Max
A-18	Camioneta	Chevrolet LuvD-Max
A-25	Camioneta	Toyota
A-26	Camioneta	Toyota
A-28	Camioneta	Fiat

Fuente: Coordinación de transporte del GAD Municipal del Cantón Otavalo

3.3 Categorización de maquinarias y vehículos

Para la categorización de las maquinarias y vehículos se determina tomando en consideración cuatro aspectos selectivos y siete parámetros directivos.

Las categorías son denominadas de la siguiente forma:

- Categoría A.
- Categoría B.
- Categoría C.

3.3.1 Aspectos selectivos. Estos aspectos permiten conocer la importancia de la maquinaria dentro de la producción y la criticidad que representa por paros imprevistos en el proceso productivo.

En este aspecto se analiza los siguientes parámetros:

- Intercambiabilidad: Propiedad de ser sustituida por otra.
- Importancia productiva: Cuánto afecta en la producción.
- Régimen de Operación: Forma de participación en el proceso productivo.
- Nivel de Utilización: Forma de uso en la producción.

3.3.2 Aspectos directivos. En este aspecto se analiza las características de la maquinaria y la complejidad de los sistemas para repararlo.

En este aspecto se analiza los siguientes parámetros:

- Parámetro principal de la máquina: Se considera la precisión.
- Manteneabilidad: Facilidad para darle mantenimiento.

- Conservabilidad: Facilidad de permanecer en conservación.
- Automatización: En cuanto a su funcionamiento y familia de equipo se refiere.
- Valor de la Máquina: Comparadas con el parque que se posee.
- Facilidad de Aprovisionamiento: Facilidad de conseguir repuestos.
- Seguridad Operacional: Seguridad que el equipo ofrece al entorno.(HERNANDEZ, 2010)

Tabla 4. Aspectos para la categorización de la maquinaria y equipos

Categorías					
	Nº	Criterio	A	B	C
Aspectos selectivos	1	Intercambiabilidad	Irreemplazable	Reemplazable	Intercambiable
	2	Importancia productiva	Imprescindible	Limitante	Convencional
	3	Régimen de operación	Producción continua	Producción de series	Producción alternativa
	4	Nivel de utilización	Muy utilizable	Medio Utilizable	Esporádico
Aspectos directivos	5	Precisión	Alta	Mediana	Baja
	6	Manteneabilidad	Alta complejidad	Media complejidad	Baja complejidad
	7	Conservabilidad	Condiciones Especiales	Estar protegido	Condiciones normales
	8	Automatización	Muy automático	Semi automático	Mecánico
	9	Valor de la máquina	Alto	Medio	Bajo
	10	Aprovisionamiento	Malo	Regular	Bueno

	11	Seguridad	Muy peligroso	Medio peligroso	Sin peligro
--	----	------------------	---------------	-----------------	-------------

Fuente:(HERNANDEZ, 2010)

3.3.3 Política de mantenimiento acorde con la categoría. Una vez analizado las maquinarias con cada uno de los parámetros, se determina las acciones a tomar según los resultados obtenidos.

3.3.3.1 Para la categoría A. Cuando se obtiene un resultado de categoría A se recomienda tomar las siguientes acciones.

Mantenimiento Predictivo: Utilizar técnicas de ultrasonido, vibraciones, análisis de aceites, termografía, etc., sin escatimar costos.

Mantenimiento Preventivo: emplear un sistema de mantenimiento preventivo planificado.

Mantenimiento Correctivo: en el caso de reparaciones imprevistas.

3.3.3.2 Para la categoría B. Cuando el resultado nos da B después del análisis, se procede a reducir los costos de mantenimiento sin que ello perjudique la disponibilidad de la maquinaria o equipos, para lo cual se recomienda realizar lo siguiente:

Mantenimiento Predictivo: usarlo solo en caso necesario.

Mantenimiento Preventivo: emplear un sistema de mantenimiento preventivo planificado.

Mantenimiento Correctivo: en el caso de reparaciones imprevistas.

3.3.3.3 Para la categoría C. Cuando se obtiene el resultado C después de analizar se procede disminuir los costos de mantenimiento lo menor posible, para lo cual se recomienda realizar lo siguiente:

Mantenimiento Predictivo: casi cero.

Mantenimiento Preventivo: emplear un sistema de mantenimiento preventivo planificado.

Mantenimiento Correctivo: en el caso de reparaciones imprevistas.

Para categorizar los vehículos y maquinarias se tomara varios aspectos que determinaran el estado técnico de cada vehículo y maquinaria. (HERNANDEZ, 2010)

3.4 Categorización de maquinarias pesadas

Tabla 5. Categorización de maquinarias pesadas

 <p style="text-align: center;"> REPÚBLICA DEL ECUADOR GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN OTAVALO </p>												
Categorización de las maquinarias pesadas												
Maquinaria pesada	Aspectos selectivos				Aspectos directivos							Resultado
	Intercambiabilidad	Importancia productiva	Régimen de producción	Nivel de utilización	Precisión	Manteneabilidad	Conservabilidad	Automatización	Valor de máquina	Facilidad de aprovisionamiento	Seguridad operacional	
AP-02	B	B	C	B	A	C	B	C	B	C	A	B
OP-03	C	B	C	A	A	B	B	C	A	B	A	C
OP-04	A	B	C	C	A	A	B	C	C	A	A	A
OP-06	A	B	C	B	A	B	B	C	B	B	A	B
OP-09	C	B	C	A	A	B	A	C	B	B	A	A
OP-10	A	B	C	A	A	B	B	C	C	B	A	A

OP-11	A	B	C	C	C	B	B	C	B	A	A	B
OP-12	A	B	C	C	C	B	B	B	C	A	A	B
OP-13	B	B	C	B	C	B	C	C	C	B	A	C
H-08	A	B	C	B	C	A	B	C	C	A	A	C
H-16	B	B	C	A	C	C	B	C	C	C	A	C
H-17	B	C	C	A	C	C	B	C	C	A	A	C
H-18	B	C	C	B	C	B	B	C	C	A	A	C
H-19	B	B	C	B	A	B	B	C	C	A	A	B

Fuente: Coordinación de transporte del GAD Municipal del Cantón Otavalo; Autor

3.5 Categorización vehículos pesados

Tabla 6. Categorización de vehículos pesados

 <p style="text-align: center;"><u>REPÚBLICA DEL ECUADOR</u> <u>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO</u> <u>MUNICIPAL DEL CANTÓN OTAVALO</u></p>												
Categorización de las maquinarias pesadas												
Vehículos pesados	Aspectos selectivos				Aspectos directivos							Resultado
	Intercambiabilidad	Importancia productiva	Régimen de producción	Nivel de utilización	Precisión	Manteneabilidad	Conservabilidad	Automatización	Valor de máquina	Facilidad de aprovisionamiento	Seguridad operacional	
H-05	A	B	C	B	A	B	B	C	B	C	B	B
H-06	C	C	C	B	B	B	B	C	B	C	B	B
H-11	B	C	B	B	A	B	C	C	B	C	B	B
H-12	B	C	B	B	A	C	B	C	B	C	B	B
H-13	A	C	C	B	A	B	A	C	B	C	B	C
H-15	C	C	C	B	B	B	A	C	B	C	B	B

OP-01	B	C	C	B	A	A	B	C	B	C	B	B
OP-02	B	C	B	B	C	B	B	C	B	C	B	B
OP-14	B	C	C	B	B	B	C	C	B	C	B	B
OP-15	B	C	C	B	B	B	C	C	B	C	B	B
OP-17	B	C	C	B	B	B	C	C	B	C	B	B
OP-18	B	C	C	B	B	B	B	C	B	C	B	B
A-24	A	B	C	B	A	B	C	C	B	C	B	B
AP-04	A	C	C	B	A	A	B	C	A	C	B	B

Fuente: Coordinación de transporte del GAD Municipal del Cantón Otavalo; Autor

3.6 Categorización vehículos livianos

Tabla 7. Categorización de vehículos livianos

 <p style="text-align: center;"><u>REPÚBLICA DEL ECUADOR</u> <u>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO</u> <u>MUNICIPAL DEL CANTÓN OTAVALO</u></p>												
Categorización de las maquinarias pesadas												
Vehículos livianos	Aspectos selectivos				Aspectos directivos						Resultado	
	Intercambiabilidad	Importancia productiva	Régimen de producción	Nivel de utilización	Precisión	Manteneabilidad	Conservabilidad	Automatización	Valor de máquina	Facilidad de aprovisionamiento		Seguridad operacional
A-06	B	A	C	A	A	B	B	C	B	C	B	B
A-09	B	B	C	A	A	B	C	C	B	C	B	B
A-11	A	B	C	A	A	A	A	C	B	C	B	A
A-17	A	A	C	A	A	B	B	C	B	C	B	B
A-18	B	A	C	A	A	B	C	B	B	C	B	B
A-25	B	B	C	A	A	B	A	C	B	C	B	B
A-26	B	A	C	A	A	B	B	C	B	C	B	B
A-28	A	A	C	A	A	B	B	C	B	C	B	A

Fuente: Coordinación de transporte del GAD Municipal del Cantón Otavalo; Autor

3.7 Estado técnico actual de las maquinarias y vehículos

La determinación del estado técnico comienza por una revisión previa de las maquinarias y vehículos. Al realizar esta revisión previa se determina una valoración que puede ser bueno, regular, malo, muy malo, por cada uno de los aspectos que comprende esta revisión.

A partir de esta valoración se puede determinar el estado técnico de las maquinarias y vehículos en base a ciertas reglas básicas que servirán como guía para que cada técnico o especialista, pueda juzgar los factores involucrados.

La valoración se efectuará utilizando el siguiente procedimiento:

- La cantidad de aspectos evaluados como buenos se multiplica por una constante (1).
- La cantidad de aspectos evaluados como regulares se multiplica por una constante (0.8).
- La cantidad de aspectos evaluados como malos se multiplica por una constante (0.6).
- Se suman todos estos productos y el resultado se divide para el número de aspectos evaluados.
- El resultado obtenido anteriormente se multiplica por 100% y se obtiene el índice que permite evaluar, según el siguiente criterio, el estado técnico del grupo en su conjunto.(HERNANDEZ, 2011)

Tabla 8. Criterios para determinar el estado técnico

Porcentaje	Estado técnico
90 – 100%	Bueno
75 – 89%	Regular
50 – 74%	Malo
Menor a 50%	Muy malo

Fuente: (HERNANDEZ, 2011)

Para la ejecución de este cálculo para evaluar el estado técnico de cada una de las maquinarias y vehículos se tomaron en cuenta ciertos parámetros, tales como:

- Criterios del personal operador que realiza continuamente las tareas de inspección y cambios de cada una de las partes de cada equipo, en este caso criterios del personal de mantenimiento.
- Niveles como los de temperaturas y presiones de trabajo de cada equipo que está en línea, así como los valores de intensidades y tensiones de motores eléctricos.

3.7.1 Estado técnico de maquinarias pesadas

Tabla 9. Estado técnico de maquinarias pesadas

 <p style="text-align: center;"> <u>REPÚBLICA DEL ECUADOR</u> <u>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO</u> <u>MUNICIPAL DEL CANTÓN OTAVALO</u> </p>		
Estado técnico		
Código	Marca	Estado técnico
AP-02	Bobcat	Regular
OP-03	Caterpillar	Regular
OP-04	John Deere	Malo
OP-06	JCB	Regular
OP-09	Caterpillar	Malo
OP-10	Caterpillar	Malo
OP-11	JohnDeere	Regular
OP-12	Caterpillar	Regular
OP-13	Caterpillar	Bueno
H-08	Caterpillar	Bueno
H-16	Dulevo	Bueno
H-17	Dulevo	Bueno
H.18	Doosan	Bueno
H-19	Caterpillar	Regular

Fuente: Coordinación de transporte del GAD Municipal del Cantón Otavalo; Autor

Para apreciar las tablas de evaluación de cada una de las maquinarias y ver el análisis que se realizó para determinar el estado técnico de cada equipo. Ver anexo A.

3.7.2 Estado técnico de vehículos pesados

Tabla 10. Estado técnico de vehículos pesados

 <p style="text-align: center;"><u>REPÚBLICA DEL ECUADOR</u> <u>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO</u> <u>MUNICIPAL DEL CANTÓN OTAVALO</u></p>		
Estado técnico		
Código	Marca	Estado técnico
H-05	Hino FG	Regular
H-06	Chevrolet	regular

Tabla 10. (Continuación)

H-11	Hino GH	regular
H-12	Mitsubishi canter	regular
H-13	Hino	bueno
H-15	Hino	regular
OP-01	Chevrolet Kodiak	regular
OP-02	Chevrolet Kodiak	Regular
OP-14	Hino GH	Regular
OP-15	Hino GH	Regular
OP-17	Hino GH	regular
OP-18	Hino GH	regular
A-24	Hino GD	regular
AP-04	Internacional	Regular

Fuente: Coordinación de transporte del GAD Municipal del Cantón Otavalo; Autor

Para apreciar las tablas de evaluación de cada una de los vehículos y ver el análisis que se realizó para determinar el estado técnico de cada equipo. Ver anexo A.

3.7.3 Estado técnico de vehículos livianos

Tabla 11. Estado técnico de vehículos livianos

 <p style="text-align: center;"><u>REPÚBLICA DEL ECUADOR</u> <u>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO</u> <u>MUNICIPAL DEL CANTÓN OTAVALO</u></p>		
Estado técnico		
Código	Marca	Estado técnico
A-06	Chevrolet	Regular
A-09	Chevrolet Luv D-max	Regular
A-11	Toyota	Malo
A-17	Chevrolet Luv D-max	Regular

A-18	Chevrolet Luv D-max	Regular
A-25	Toyota	Regular
A-26	Toyota	Regular
A-28	Fiat	Malo

Fuente: Coordinación de transporte del GAD Municipal del Cantón Otavalo; Autor

Para apreciar las tablas de evaluación de cada uno de los vehículos y ver el análisis que se realizó para determinar el estado técnico de cada equipo. Ver anexo A

CAPÍTULO IV

4. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO

4.1 Organización actual del mantenimiento

En la actualidad no existe una organización dentro del taller, debido a una desatención por parte de la dependencia de coordinación de transporte, este problema ha generado que en el taller mecánico no exista un control de responsabilidades al momento de realizar trabajos de mantenimiento.

Debido a este problema interno no se ha llevado historiales de averías de maquinarias y vehículos que existen en el GAD Municipal del Cantón Otavalo, dificultado recopilar datos históricos para realizar un plan de mantenimiento.

4.2 Identificación de maquinarias y vehículos

En la actualidad en el GAD Municipal del Cantón Otavalo existen vehículos a gasolina, diésel y maquinarias pesadas.

A continuación se describe todos los vehículos y maquinarias:

- Las maquinarias pesadas se encuentran bajo la dependencia de obras públicas y gestión ambiental, donde cumple las funciones de realizar trabajos pesados como trabajos viales y rellenos sanitarios para el desarrollo del cantón.
- Los vehículos pesados se encuentran en varias dependencias como en obras públicas, agua potable y gestión ambiental donde cumplen las funciones de traslado de material, recolección de residuos entre otras funciones más.
- Los vehículos livianos se encuentran en todas las dependencias del municipio donde cumplen la función de trasladar a los trabajadores y funcionarios del municipio.

4.3 Ubicación técnica de maquinarias y vehículos

En el GAD Municipal del Cantón Otavalo el departamento de Coordinación de Transporte tiene todos los equipos codificados, la dificultad se encuentra en que carecen una máscara de tratamiento que ubique los activos de acuerdo a las dependencias y jefaturas del municipio.

Todos los equipos se encuentran distribuidos a las distintas dependencias del cantón, según las necesidades que están tengan, por esta razón se procede a realizar una máscara de tratamiento para realizar las ubicaciones técnicas de cada uno de los equipos. En la máscara de tratamiento se pueden apreciar los caracteres y niveles jerárquicos, de esta manera se puede apreciar todos los niveles que puede contener la estructura de la institución. Para realizar la máscara de tratamiento se pueden utilizar letras, números o ambos. La máscara de tratamiento que se aplicara en el GAD Municipal del Cantón Otavalo es la siguiente.

1° Nivel – AAA

2° Nivel – AAA – NN

3° Nivel – AAA – NN - AAA

4° Nivel – AAA – NN – AAA – NNAA

- El primer nivel (AAA) puede ser representado con números o letras y representa el nombre de la institución a la que pertenece el equipo.
- El segundo nivel (AAA – NN) puede ser representado por números o letras, este código representa al departamento responsable de administrar los equipos.
- El tercer nivel (AAA – NN – AAA) puede ser representado por números o letras, este código representa al departamento responsable del uso del equipo en el proceso productivo.
- El cuarto nivel (AAA – NN – AAA – NNAA) puede ser representado por números, letras o combinado letra y numero, este código representa al código del equipo.(HERNANDEZ, 2011)

4.4 Codificación de las ubicaciones del GAD Municipal del Cantón Otavalo

Para codificar las distintas dependencia del cantón, se aplicara la máscara de tratamiento indicado en el enunciado anterior con su respectiva descripción.

Tabla 12. Descripción de la máscara de tratamiento

 <p style="text-align: center;"> <u>REPÚBLICA DEL ECUADOR</u> <u>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO</u> <u>MUNICIPAL DEL CANTÓN OTAVALO</u> </p>	
Mascara de tratamiento	Significado
MCO	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Otavalo
MCO - ACI	Administración y coordinación Institucional del Municipio del Cantón Otavalo
MCO – ACI – ALC	Ubicación del activo en alcaldía
MCO – ACI – VIC	Ubicación del activo en vicealcalde
MCO – ACI – SEÑ	Ubicación del activo en señalización
MCO – ACI – POM	Ubicación del activo en policía municipal
MCO – ACI – AGP	Ubicación del activo en agua potable
MCO – ACI – IFR	Ubicación del activo en infraestructura
MCO – ACI – PQT	Ubicación del activo en parqueo tarifado
MCO – ACI – DAM	Ubicación del activo en dirección administrativa
MCO – ACI – AVC	Ubicación del activo en avalúos y catastro
MCO – ACI – PLE	Ubicación del activo en planeación estratégica
MCO – ACI – COT	Ubicación del activo en control
MCO – ACI – RSO	Ubicación del activo en residuos solidos
MCO – ACI – DPS	Ubicación del activo en dirección de promoción social
MCO – ACI – RSA	Ubicación del activo en relleno sanitario
MCO – ACI – ACT	Ubicación del activo en alcantarillado

Fuente: Coordinación de transporte del GAD Municipal del Cantón Otavalo; Autor

4.4.1 *Ubicación técnica de maquinaria pesada.* En la siguiente tabla se procede a dar la ubicación técnica a cada maquinaria de acuerdo a la dependencia responsable de la maquinaria.

Tabla 13. Ubicación técnica de maquinaria pesada

 <u>REPÚBLICA DEL ECUADOR</u> <u>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO</u> <u>MUNICIPAL DEL CANTÓN OTAVALO</u>		
Ubicación técnica		
Código	Activo	Ubicación técnica
AP-02	Bobcat	MCO – ACI – AGP – AP-02
OP-03	Caterpillar	MCO – ACI – IFR – OP-03
OP-04	John Deere	MCO – ACI – INF – OP-04
OP-06	JCB	MCO – ACI – IFR – OP-06
OP-09	Caterpillar	MCO – ACI – IFR – OP-09
OP-10	Caterpillar	MCO – ACI – IFR – OP-10
OP-11	John Deere	MCO – ACI – IFR – OP-11
OP-12	Caterpillar	MCO – ACI – IFR – OP-12
OP-13	Caterpillar	MCO – ACI – IFR – OP-13
H-08	Caterpillar	MCO – ACI – RSA – H-08
H-16	Dulevo	MCO – ACI – RSO – H-16
H-17	Dulevo	MCO – ACI – RSO – H-17
H-18	Doosan	MCO – ACI – RSA – H-18
H-19	Caterpillar	MCO – ACI – RSA – H-19

Fuente: Coordinación de transporte del GAD Municipal del Cantón Otavalo; Autor

4.4.2 *Ubicación técnica de vehículos pesados.* En la siguiente tabla se procede a dar la ubicación técnica a cada vehículo de acuerdo a la dependencia responsable del vehículo.

Tabla 14. Ubicación técnica de vehículos pesados

 <u>REPÚBLICA DEL ECUADOR</u> <u>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO</u> <u>MUNICIPAL DEL CANTÓN OTAVALO</u>		
Ubicación técnica		
Código	Marca	Ubicación técnica
H-05	Hino FG	MCO – ACI – DPS – H-05
H-06	Chevrolet	MCO – ACI – RSO – H-06
H-11	Hino GH	MCO – ACI – RSO – H-11
H-12	Mitsubishi Canter	MCO – ACI – GAM – H-12
H-13	Hino	MCO – ACI – RSO – H-13
H-15	Hino	MCO – ACI – RSA – H-15

Tabla 14. (Continuación)

OP-01	Chevrolet Kodiak	MCO – ACI – IFR – OP-01
OP-02	Chevrolet Kodiak	MCO – ACI – IFR – OP-02
OP-14	Hino GH	MCO – ACI – IFR – OP-14
OP-15	Hino GH	MCO – ACI – IFR – OP-15
OP-16	Hino GH	MCO – ACI – IFR – OP-16
OP-17	Hino GH	MCO – ACI – IFR – OP-17
A-24	Hino GD	MCO – ACI – PLE – A-24
AP-04	Ford Hino	MCO – ACI – ACT – AP-04

Fuente: Coordinación de transporte del GAD Municipal del Cantón Otavalo; Autor

4.4.3 Ubicación técnica de vehículos livianos. En la siguiente tabla se procede a dar la ubicación técnica a cada vehículo de acuerdo a la dependencia responsable del mismo.

Tabla 15. Ubicación técnica de vehículos livianos

 <p style="text-align: center;"><u>REPÚBLICA DEL ECUADOR</u> <u>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO</u> <u>MUNICIPAL DEL CANTÓN OTAVALO</u></p>		
Ubicación técnica		
Código	Marca	Ubicación técnico
A-06	Chevrolet	MCO – ACI – AGP – A-06
A-09	Chevrolet Luv D-max	MCO – ACI – IFR – A-09
A-11	Toyota	MCO – ACI – PRT – A-11
A-17	Chevrolet Luv D-max	MCO – ACI – DAM – A-17
A-18	Chevrolet Luv D-max	MCO – ACI – DAM – A-18
A-25	Toyota	MCO – ACI – AGP – A-25
A-26	Toyota	MCO – ACI – PLE – A-26
A-28	Fiat	MCO – ACI – DAM – A-28

Fuente: Coordinación de transporte del GAD Municipal del Cantón Otavalo; Autor

4.5 Diseño de fichas técnicas para maquinarias y vehículos

Las fichas técnicas son instrumentos de gran ayuda para los técnicos y profesionales de mantenimiento, ya que en ella se encuentra información muy importante como las características principales de una maquinaria, estos datos nos ayuda a identificar qué

tipo de maquinaria es y los cuidados que se debe tomar en cuenta al realizar una tarea de mantenimiento.

4.5.1 *Fichas técnicas de maquinarias pesadas.* A continuación se indica la ficha de solo una maquinaria el resto de fichas (ver anexo B).

Tabla 16. Datos técnicos de maquinarias pesadas

 REPÚBLICA DEL ECUADOR GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN OTAVALO					
Ficha técnica					
Marca		Modelo		Tipo	
Bobcat		S185 (56hp)		Mini cargadora con accesorio accesorios	
Ubicación técnica					
MCO – ACI – AGP – AP-02					
Significado					
MCO	GAD Municipal del Cantón Otavalo				
ACI	Administración y coordinación institucional				
AGP	Agua potable				
AP-02	Código de maquinaria				
Manual					
SI		NO	X		
Plano					
SI		NO	X		
Repuestos					
SI	X	NO			
Datos técnicos					
Año	2003	Color	Blanco		
Serie	519037237	Estado técnico	Regular		
# Motor	V2003T-3N0479	Categorización	B		
Placa	4,5-18177	Dependencia	Agua potable		

Fuente: Autor

4.5.2 *Fichas técnicas de vehículos pesados.* A continuación se indica una sola ficha para vehículos pesados el resto de fichas (ver anexo C).

Tabla 17. Datos técnicos de vehículos pesados

 REPÚBLICA DEL ECUADOR Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Otavalo					
Ficha técnica					
Marca		Modelo		Tipo	
Hino		FG1JPUZ		Unidad medica	
Ubicación técnica					
MCO – ACI – DPS – H-05					
Significado					
MCO	GAD Municipal del Cantón Otavalo				
ACI	Administración y coordinación institucional				
DSP	Dir. promoción social				
H-05	Código de vehículo				
Manual					
SI	X	NO			
Plano					
SI		NO	X		
Repuestos					
SI	X	NO			
Datos técnicos					
Año	2009	Tonelaje	13,5		
Chasis	JHDFG1JPU9XX14282	Color	Blanco		
# Motor	J08CTT33929	Estado técnico	Regular		
Cilindraje	7961	Categorización	B		
Placa	IMA – 1002	Dependencia	Dir. Promoción social		

Fuente: Autor

4.5.3 *Fichas técnicas de vehículos livianos.* A continuación se indica una sola ficha para vehículos livianos el resto de fichas (ver anexo D).

Tabla 18. Datos técnicos de vehículos livianos

 REPÚBLICA DEL ECUADOR Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Otavalo					
Ficha técnica					
Marca	Modelo		Tipo		
Chevrolet	Luv C/S 4x4		Camioneta		
Ubicación técnica					
MCO – ACI – AGP – A-06					
Significado					
MCO	GAD Municipal del Cantón Otavalo				
ACI	Administración y coordinación institucional				
AGP	Agua potable				
A-06	Código de vehículo				
Manual					
SI	X			NO	
Plano					
SI		NO	X		
Repuestos					
SI	X	NO			
Datos técnicos					
Año	2004	Tonelaje	0,75		
Chasis	8LBTFS25H40201284	Color	Plata escuna (2)		
# Motor	6VD1-150635	Estado técnico	Regular		
Cilindraje	3165	Categorización	B		
Placa	IMA – 129	Dependencia	Agua potable		

Fuente: Autor

4.6 Fijación de tareas de mantenimiento y frecuencias

El objetivo de fijar las frecuencias y tareas de mantenimiento es determinar y preparar todos los elementos requeridos para efectuar una tarea antes de iniciar el trabajo, de tal forma que se minimice los tiempos ociosos de los trabajadores del taller, además de esto, maximizar la utilización eficiente del tiempo de trabajo, el material y el equipo de operación en un nivel que responda a las necesidades de trabajo en términos de programas de entrega y calidad.

Las tareas de mantenimiento son fijadas de acuerdo al tipo de maquinaria o vehículo, y las frecuencias utilizadas son las recomendadas por los fabricantes tomando en cuenta aspectos externos clima, tipo de terreno y el estado técnico actual de cada uno de los activos.

4.6.1 Fijación de frecuencias y tareas de mantenimiento para maquinarias pesadas.

Para tener a disposición las maquinarias de trabajo con un bajo costo operacional, es necesario implementar un sistema de mantenimiento preventivo constituido por:

- Mantenimiento diario.
- Mantenimiento periódico.

4.6.1.1 Tareas de mantenimiento diario para maquinarias pesadas. En este mantenimiento se ejecutan labores diarias conocidas como servicios primarios, fáciles de realizar a través de la actuación y cuidados del operador antes de iniciar sus labores.

Entre los principales factores a controlar diariamente se puede citar los siguientes:

- Chequeo de neumáticos.
- Nivel de líquido refrigerante.
- Fugas de agua, aceite y combustible.
- Nivel de aceite del motor.
- Nivel de líquido de frenos y embrague.
- Chequeo de desplazamiento de pedales de frenos y embrague.
- Acumulación de agua en el tanque de aire.
- Nivel de combustible.
- Acumulación de agua en el separador.

- Tensión en las bandas.
- Presión de aire y carga.
- Correcto funcionamiento de luces de freno, parqueo, direccionales.

Si se presenta alguna anomalía al momento de la revisión de la maquinaria el operador deberá informar al asistente técnico, para que proceda a dar la autorización de la corrección, del problema inmediatamente, y si se trata de cambio de algún repuesto el asistente técnico deberá pasar un informe al jefe del departamento para que este a su vez realice los trámites pertinentes para su adquisición o despacho de bodega.

4.6.1.2 Tareas de mantenimiento periódico para maquinarias pesadas. Para la aplicación de mantenimiento se ha tomado como parámetro principal, las horas de servicio de cada maquinaria, las mismas que fueron convertidos en semanas para facilitar la programación de mantenimiento y su uso. Los mismos que servirán como referencia para realizar los diferentes trabajos establecidos para cada unidad.

Este mantenimiento involucra trabajos como: inspección, lubricación, ajustes y reemplazo de partes, los mismos que deben cumplirse a cabalidad con la finalidad de garantizar el buen funcionamiento de las maquinarias. La condición de las diferentes piezas que conforman una maquinaria, no puede determinarse mediante los procesos normales de inspección, por lo cual deberá cambiarse de acuerdo al programa.

Las frecuencias de mantenimiento para las tareas, son fijadas tomando en cuenta como referencia catálogos existentes y un análisis del estado técnico de todas las maquinarias existentes.

Tabla 19. Tareas y frecuencias de mantenimiento periódico para maquinarias pesadas

Tareas de mantenimiento	Frecuencia
Inspección de nivel de aceite del motor	4 Semanas
Cambio de aceite del motor	6 Semanas
Cambio de filtro de aceite del motor	6 Semanas
Chequeo de bandas	9 Semanas
Cambio de aceite de transmisión	18 Semanas
Inspección de aceite hidráulico	12 Semanas
Cambio de aceite hidráulico	20 Semanas

Cambio de filtro de aceite hidráulico	20 Semanas
Cambio de aceite del eje	12 Semanas

Tabla 19. (Continuación)

Cambio de uñas	10 Semanas
Reengrasar cojinetes del pistón y brazos de levantamiento	3 Semanas
Reengrasar brazos y cilindros del control del cucharón	3 Semanas
Reengrasar cojinetes del moñón del eje trasero	3 Semanas
Reengrasar cojinetes de los cilindros de dirección	3 Semanas
Revisar instrumentos de panel de monitoreo y alarma	9 Semanas
Inspección de la operatividad del freno de maquina	10 Semanas
Inspección de conexiones eléctricas del alternador	15 Semanas
Revisar conexiones y fijaciones del motor de arranque	15 Semanas
Limpiar caja de relé	20 Semanas
Inspección de conexiones de sensores	12 Semanas
Chequear y limpiar ventilador y enfriadores	15 Semanas
Revisión de mangueras de alta presión	30 Semanas
Revisar la presión de carga del gas nitrógeno	25 Semanas
Revisar las condiciones de operación del compresor	15 Semanas
Cambio de filtros de combustible primario y secundario	10 Semanas
Cambio de abrazaderas de mangueras de alta presión	20 Semanas
Limpiar respirador bastidor de eje	20 Semanas

Fuente: Autor

4.6.2 *Fijación de frecuencias y tareas de mantenimiento para vehículos pesados.* De la misma manera que para las maquinarias se debe realizar inspecciones diarias y periódicas. De esta manera se garantiza la efectividad del plan de mantenimiento.

4.6.2.1 Tareas de mantenimiento diario para vehículos pesados. Estas tareas de mantenimiento pueden ser realizadas por el conductor mediante su sistema visual y auditivo, al realizar un chequeo alrededor del vehículo.

Entre los principales factores a controlar a diario tenemos los siguientes:

- Chequear los neumáticos.
- Revisar que no existan fugas de agua, aceite y/o combustible.
- Inspeccionar el nivel de aceite del motor.
- Inspeccionar el nivel de líquido de frenos.
- Inspeccionar el nivel de combustible.
- Revisar la tensión en las bandas.
- Revisar el correcto funcionamiento de luces de freno, parqueo, direccionales, etc.

4.6.2.2 Tareas de mantenimiento periódico para vehículos pesados. Para la aplicación del mantenimiento periódico, para los vehículos pesados se han tomado 2 parámetros, el kilometraje y por semanas, mismas que sirve como referencia para realizar los diferentes trabajos establecidos para cada unidad. De la misma manera este mantenimiento involucra trabajos como: inspección, lubricación, ajuste y reemplazo de partes, los mismos que deben cumplirse a cabalidad con la finalidad de garantizar el buen funcionamiento de los vehículos.

Realizando estos trabajos preventivos dentro del tiempo programado, ayudaremos a que los vehículos aporten con su máximo rendimiento y así evitaremos el retraso de las obras comunitarias que ayudan al desarrollo del Cantón y sus parroquias.

Para determinar las frecuencias de mantenimiento para las tareas preventivas son tomadas como referencias de catálogos existentes y el estado técnico en la que se encuentran las unidades.

Tabla 20. Tareas y frecuencias de mantenimiento periódico para vehículos pesados

Tareas de mantenimiento	Frecuencias
Cambio de aceite y filtro del motor	4000 km
Revisar el estado de los discos de rueda	3000 km
Reengrasar el control de embrague	3000 km
Reengrasar soporte del árbol de levas	4000 km

Inspeccione, limpie y corrija el filtro de aire	4000 km
Reengrasar eje propulsor	5000 km
Chequee y ajuste la suspensión neumática	5000 km
Cambio de posición de neumáticos	5000 km
Reengrasar pasador de grillete de la cámara de freno	5000 km

Tabla 20. (Continuación)

Reengrasar bocín de la cruceta de freno	5000 km
Inspección de tuberías del sistema de freno	15000 km
Chequeo del funcionamiento de las válvulas de freno	20000 km
Inspección de mangueras de caucho de la transmisión y lubricación	20000 km
inspección de mangueras de combustible del lado de motor	20000 km
Inspección del nivel de aceite del diferencial	5000 km
Reengrasar control de embrague	5000 km
Reengrasar soporte de árbol de levas	5000 km
Cambio de filtro primario y secundario de combustible	15000 km
Cambio de aceite de los engranes del diferencial	30000 km
Cambio de aceite de la caja de transmisión	30000 km
Cambio de líquido de embrague	40000 km
Chequeo y ajuste la función de la válvula de control	15 semanas
Chequeo de daños del retenedor	25 Semanas
inspección y limpieza de los cilindros hidráulico	12 Semanas
Chequeo y ajuste la tensión del freno de servicio	15 Semanas
Inspección de mangueras de goma de la servo dirección	20 Semanas
Inspección de mangueras de caucho de aire e hidráulico	20 Semanas

Fuente: Autor

4.6.3 Fijación de tareas y frecuencias de mantenimiento para vehículos livianos.

Como los sistemas de funcionamiento de los vehículos pesados y livianos son los

mismos, únicamente difieren en tamaño, potencia y en algunos casos el combustible, por esta razón se generaliza en el mantenimiento diario para los vehículos livianos con los vehículos pesados.

4.6.3.1 Tareas de mantenimiento periódico para vehículos livianos. Para la aplicación del mantenimiento periódico, para los vehículos livianos se ha tomado como parámetro, el kilometraje, mismas que sirve como referencia para realizar los diferentes trabajos establecidos para cada unidad. De la misma manera este mantenimiento involucra trabajos como: inspección, lubricación, ajuste y reemplazo de partes, los mismos que deben cumplirse a cabalidad con la finalidad de garantizar el buen funcionamiento de los vehículos.

Realizando estos trabajos preventivos dentro del tiempo programado, ayudaremos a que los vehículos aporten con su máximo rendimiento en beneficio de cada dependencia asignada. Para determinar las frecuencias de mantenimiento para las tareas preventivas son tomadas como referencias de catálogos existentes y el estado técnico en la que se encuentran las unidades.

Tabla 21. Tareas y frecuencias para vehículos livianos

Tareas de mantenimiento	Frecuencias
Cambio de aceite y filtro del motor	4000 km
Verificar nivel de aceite	2000 km
Cambio de filtro de combustible	5000 km
Revisar el correcto apriete de las ruedas	5000 km
Revisar el nivel de electrolito de la batería	5000 km
Limpieza de bornes de la batería	5000 km
Inspección del nivel de agua de la batería	5000 km
Revisar el estado del sistema de suspensión	5000 km
Revisar el estado del sistema de dirección	3000 km
Verificar alineamiento de las ruedas	10000 km
Drenar o purgar el tanque de combustible	10000 km
Revisar discos, pastillas, zapatas y tambores de freno	10000 km
Revisar estado de la correa de transmisión	15000 km
Cambio de correa de transmisión	30000 km
Revisar estado de la correa del alternador	15000 km

Cambio de correa del alternador	30000 km
Cambio de filtro de aire	10000 km
Inspección eléctrica	15000 km
Limpieza de inyectores	30000 km
Cambio de filtro de combustible	25000 km
Cambio de bujías	20000 km

Tabla 21. (Continuación)

Alineación y balanceado de neumáticos	20000 km
Revisión del correcto funcionamiento de frenos	10000 km
Revisar los ductos/tuberías/mangueras de freno	30000 km
Cambiar liquido de freno	30000 km
Revisar el estado del eje de mando	40000 km
Inspección del estado del sistema de escape	30000 km
Inspección de tuberías de combustible	30000 km
Cambio de aceite de transmisión	40000 km

Fuente: Autor

4.7 Herramientas de gestión técnica

Las herramientas de gestión técnica son herramientas que nos sirven para llevar registros, conocer los fallos que presentan los vehículos por medio de tarjetas de trabajo, las fallas que han tenido a lo largo de toda su trayectoria de trabajo, los costos de mantenimiento y también la mano de obra en general, la gestión del mantenimiento a flotas vehiculares se caracteriza por dos comportamientos:

- La falta de información.
- Exceso de información que polariza la función administrativa y no permite su análisis.

De hecho, un formato bien definido permite a la empresa conocer los siguientes datos:

- Personal responsable del trabajo.
- Trabajo a realizarse en el vehículo.
- Prioridad del trabajo
- .Repuestos y materiales a usarse para el trabajo.
- Tiempo de inmovilización del vehículo.

4.7.1 Orden de trabajo. La orden de trabajo es una hoja donde se detallan las instrucciones escritas para el trabajo que se va a realizar y debe ser llenada para todos los trabajos.

Tabla 22. Diseño de orden de trabajo

Orden de trabajo					
Orden de trabajo N°:			Persona solicitante:		
Fecha:			Código de vehículo		
Ubicación de vehículo:					
	Emergente	Urgente	Normal	Programada	
Prioridad:					
El trabajo debe ser realizado sin interrupción:			Si:	No:	
Trabajo sobre:					
	Sistema eléctrico			Sistema de escape	
	Carrocería			Sistema de alineación (motor diésel)	
	Sistema de arranque			Sistema de sobre alimentación	
	Sistema de caja			Sistema de transmisión (embrague)	
	Motor			Sistema de transmisión (caja)	
	Sistema de encendido			Sistema de transmisión (diferencial)	
	Sistema de refrigeración			Sistema de traslación (suspensión)	
	Sistema de dirección			Sistema de traslación (frenos	
	Sistema de alimentación(carburador)			Sistema hidráulico	
	Sistema de alimentación (inyección)				
Descripción del trabajo:					
Mao de obra			Materiales		
Trabajo a realizar	Detalle del trabajo	Partes		Precios	
		Descripción	Código parte	Unidad	Total

Causa de la reparación:	
Aprueba el trabajo:	Fecha y hora de inicio:
Revisa el trabajo:	Fecha y hora de entrega:

Fuente: Autor

Tabla 23. Ejemplo de aplicación de orden de trabajo

Orden de trabajo					
Orden de trabajo N° 0100			Persona solicitante: Juan Lima		
Fecha: 21 de julio del 013			Código de vehículo: OP-03		
Ubicación de vehículo: MCO-ACI-IFR-OP-03					
	Emergente	Urgente	Normal	Programada	
Prioridad:				X	
El trabajo debe ser realizado sin interrupción:			Si: X	No:	
Trabajo sobre:					
	Sistema eléctrico			Sistema de escape	
	Carrocería			Sistema de alineación (motor diésel)	
	Sistema de arranque			Sistema de sobre alimentación	
	Sistema de caja			Sistema de transmisión (embrague)	
	Motor			Sistema de transmisión (caja)	
	Sistema de encendido			Sistema de transmisión (diferencial)	
	Sistema de refrigeración			Sistema de traslación (suspensión)	
	Sistema de dirección			Sistema de traslación (frenos)	
	Sistema de alimentación(carburador)		X	Sistema hidráulico	
	Sistema de alimentación (inyección)				
Descripción del trabajo: Inspección del estado de aceite del sistema hidráulico y filtros					
Mao de obra			Materiales		
Trabajo a realizar	Detalle del trabajo	Partes		Precios	
		Descripción	Código parte	Unidad	Total
Inspección del aceite hidráulico	Limpiar el depósito de aceite	Guaipe	Guaipe	Libra	1
Inspección del filtro	Aflojar tapa de depósito de aceite				
	Inspeccionar el aceite				
	Inspeccionar el filtro				
	Colocar pata en su posición				

	Limpiar lugar de trabajo				
Causa de la reparación: Trabajo programado					
Aprueba el trabajo: Ing. William Vega			Fecha y hora de inicio: 21/07/2013 (10h00)		
Revisa el trabajo: Ing. William Vega			Fecha y hora de entrega: 21/07/2013 (11h00)		

Fuente: Autor

CAPÍTULO V

5. PROGRAMACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO MEDIANTE SOFTWARE

La programación del mantenimiento permitirá saber con exactitud que herramientas, repuestos, materiales se debe disponer antes de emprender una tarea de mantenimiento, esto en conjunto con las herramientas de gestión técnica. En las actividades de organización se ha diseñado unas fichas de mantenimiento para cada caso de mantenimiento predictivo, preventivo, correctivo. Las mismas que permitirán diseñar el trabajo a realizar con los métodos, herramientas específicas, mano de obra calificada. Así mismo es importante fijar estándares de tiempo para la ejecución de cada uno de los trabajos con el objetivo de aumentar la eficiencia en los trabajadores y reducir el tiempo de paro. También se incluye actividades de supervisión, evaluación y dirección del personal, el registro de trabajos realizados, planificación de trabajos, para mejor resultado debe utilizar un software permitiendo mejorar, optimizar la programación en general. Además mediante fichas modelo se llevará las actividades de control como el control de trabajos.

5.1 Políticas de uso

Lo establecido en acuerdo con el taller automotriz del GAD Municipal del Cantón Otavalo, es que este programa de mantenimiento sea utilizado por varios usuarios por medio de la conexión en red, debido a los datos de los vehículos pesados y livianos deben ser cargadas a diario, este problema se debe a que los vehículos se encuentran ubicados en distintos parqueaderos, de acuerdo a la dependencia asignada. Con esto se pretende llevar un control adecuado de los vehículos y dar un correcto mantenimiento en el momento apropiado.

5.2 Principales software de mantenimiento y sus características

En la actualidad existen varios programas de gestión de mantenimiento que ayudan a las empresas a alcanzar los objetivos del departamento de mantenimiento, como por ejemplo tenemos:

- SisMAC PRISMA
- MÁXIMO
- SGM-Pro

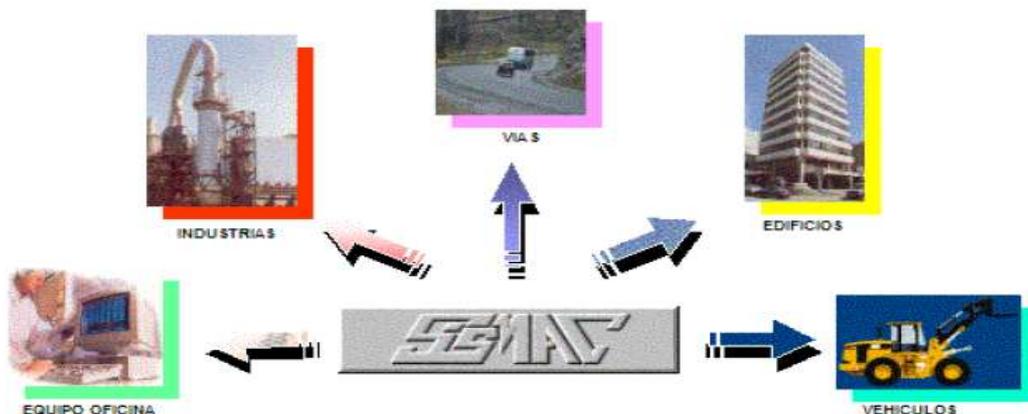
5.2.1 SisMAC. Es una herramienta eficiente diseñada para generar mejoras continuas permitiendo incrementar la producción, mejorar la utilización de mano de obra y la calidad en general. Ésta opción puede administrar toda la gestión de mantenimiento de una empresa y llegar a convertirse en una herramienta de trabajo irremplazable para la gerencia, jefaturas y usuarios claves de mantenimiento, ya que fue creado para ayudar a optimizar la Gestión de Mantenimiento.(SISMAC, 2012)

5.2.1.1 Características SisMAC:

- Es totalmente paramétrico, lo que permite al usuario definir cualquier tipo de activo a mantener, por ejemplo: maquinaria industrial, vehículos, edificios, equipos de oficina, equipo médico y todo lo que el usuario crea conveniente y necesite programar y controlar su mantenimiento.
- Utiliza un código de estructura inteligente y jerárquica, que permite ubicar los diferentes bienes a mantener.

Este tipo de código utiliza una secuencia lógica de niveles de información. Ej.: 1.- Localizaciones (Ubicaciones principales), 2.- Áreas (Dependencias), 3.- Sistemas (Vehículos, Maquinarias), 4.- Equipos (Motor de combustión, Sistema eléctrico, etc.), 5.- Componentes, 6.- Elementos; ligados con un banco estándar de familias de bienes/equipos.(SISMAC, 2012)

Figura 18. Capacidad de gestión del SisMAC.



Fuente:www.sismac.net

5.2.2 PRISMA. Prisma es una aplicación GMAO utilizada por más de 2.000 usuarios. Esta herramienta se utiliza para optimizar las políticas de mantenimiento a través del análisis estructurado de la información.

No es solo una herramienta para gestionar sino que, además, analiza la información para ayudarnos a tomar las mejores decisiones sobre nuestro negocio a través de técnicas de inteligencia artificial

5.2.2.1 Características PRISMA:

- Recepción de avisos (telefónico o por internet) por ejemplo en un “call center” y redireccionarlo a un teléfono móvil en tiempo real de forma estructurada.
- Visualización priorizada de los avisos desde cualquier terminal PRISMA o a través de internet, así como su conversión en OT de forma manual o automática.

Recepción de una alarma (procedente de un SCADA o un sistema de Supervisión) en la “Bandeja de señales de PRISMA” y convertirla en una Orden de Trabajo (OT) direccionable igualmente a un teléfono móvil en tiempo real.(PRISMA)

Figura 19. Capacidad de gestión de PRISMA



Fuente:(PRISMA)

5.2.3 MÁXIMO. Proporciona la solución para la captura y gestión de toda la información necesaria durante todo el ciclo de vida de los activos y facilita la toma de decisiones basadas en datos, requerimientos, recursos disponibles y condiciones de seguridad, de forma que se generen importantes ahorros y se prolongue la vida útil de los activos. Es una aplicación adaptada a cualquier sector industrial, enfocada en la gestión de los activos críticos, permitiendo asegurar e incorporar los procedimientos de las empresas, de tal forma que seguridad industrial, cumplimiento de normas sean requerimientos del mantenimiento y la continuidad de las operaciones sea una sola cosa.

5.2.3.1 Características MÁXIMO

- Se estandariza la información sobre los activos, costos, recursos, operaciones y flujos de trabajo.
- Su lógica interna está orientada a facilitar la búsqueda e introducción de información y la generación de análisis.
- Su enfoque hacia la consolidación de servicios permite una respuesta óptima.
- Desarrollado por: MRO Software / IBM Tivoli Software EEUU.
- Reduce los costes asociados a la gestión con múltiples sistemas.

La calidad del sistema radica precisamente en su capacidad para amoldarse a los requerimientos específicos de cada empresa.(IBM)

Figura 20. Capacidad de gestión de MÁXIMO



Fuente: (IBM)

5.2.4 SGM-Pro. El software surge como resultado de la necesidad de automatizar los procesos fundamentales en la gestión de mantenimiento a través de la conexión a internet o en una intranet. SGM Pro es una aplicación web, la cual permite el ingreso de estrategias, técnicos, equipos, ubicaciones técnicas, componentes, repuestos y fallas, con el fin de realizar el plan de mantenimiento anual. Es una aplicación amigable para el usuario y de muy fácil manejo, con íconos intuitivos para cualquier persona, lo cual permitirá el auto aprendizaje del funcionamiento del software. Este software puede ser utilizado mediante el internet a través de un dominio, o por defecto, en un grupo de computadoras conectadas en una red, donde una funcione como servidor, en el cual estará alojada la aplicación y en donde todos los ordenadores accederán a los servicios que proporciona el servidor; a esto se le denomina intranet.

5.2.4.1 Características SGM-Pro

- Nos permitirá ingresar datos correspondientes a las estrategias, presentándose el listado de todas las estrategias.
- A través de un módulo se puede ingresar los repuestos que maneja la institución, ya sea para el cumplimiento de alguna actividad o la corrección de alguna falla.
- El técnico puede notificar su actividad asignada.
- Permitirá realizar acciones que solo le competen al técnico, ya sea asignar valores de medición, notificar actividades, reportar fallas, o visualizar las actividades de los técnicos.(SGM Pro, 2012)

Figura 21. Capacidad de gestión de SGM-Pro



5.3 Selección de software

Tabla 24. Comparación de funciones

Funciones	SisMAC	PRISMA	MÁXIMO	SGM-Pro
Disponibilidad histórica	x	X	x	x
tiempo medio entre fallas históricas	x	X	x	
Análisis de falla	x	X	x	x
Análisis de efectos y modos de falla	x		x	
Factores de seguridad y riesgo humano	x	X		
Análisis de fiabilidad	x			
Diagrama de Pareto	x		x	
Análisis de stock de repuestos	x	x	x	x
Reporte de actividades de trabajo	x	x	x	x
Reporte de reparaciones	x	x	x	
Costo de falla	x		x	x
Asignar calendarios y programas de mantenimiento	x	x	x	x
Crear vehículos con la documentación técnica	x	x	x	x
Integración con sistemas CAD, gráficos, videos		x	x	
Planes de mantenimiento	x	x	x	x
Presupuestos y desviaciones por centro de costos		x		x
Avisos por página WEB		x	x	x
seguimiento y gestión por internet	x	x	x	x
Capacitación y servicio técnico personalizado	x			x
Facilidad por el idioma	x	x	x	x

Fuente: Autor

Tabla 23. Comparación de precios

Software	Experiencia	Versatilidad	Costo
SisMAc	Medio	Alto	1900
PRIMA	Alto	Medio	10000
MÁXIMO	Alto	Medio	18000
SGM-Pro	Bajo	Alto	900

Fuente: Autor

Una vez analizado algunos softwares que existen para la industria, se escoge SGM-Pro debido a que es un programa fácil de manejar con iconos intuitivos para cualquier persona que lo utilice, y se ajusta a las necesidades del taller del GAD Municipal del

Cantón Otavalo. El software se puede utilizar en varias computadoras por medio de la red, esta función es muy útil debido a que los vehículos y maquinarias se encuentran en distintas dependencias y por medio de la red se pueden cargar datos al programa desde cualquier dependencia, para así poder cumplir con los planes de mantenimiento.

Figura 22. Software seleccionado



Fuente: Software de gestión SGM Pro

5.4 Narración descriptiva del software

El Software seleccionado para el Taller Automotriz del Municipio del Cantón Otavalo tiene como principal característica que antes de ingresar a su sistema, pide una confirmación de usuario y contraseña, tantas veces se necesite usarlo, una vez realizado la validación de esos parámetros la ventana principal presenta varios submenús, la cual permite el ingreso de estrategias, técnicos, equipos, ubicaciones técnica, componentes, repuestos y fallas, con el fin de realizar un plan de mantenimiento. A continuación se describe la manera de ingresar.

- **Archivo:** Permite el cambio de usuario y contraseña; así como la salida del programa.

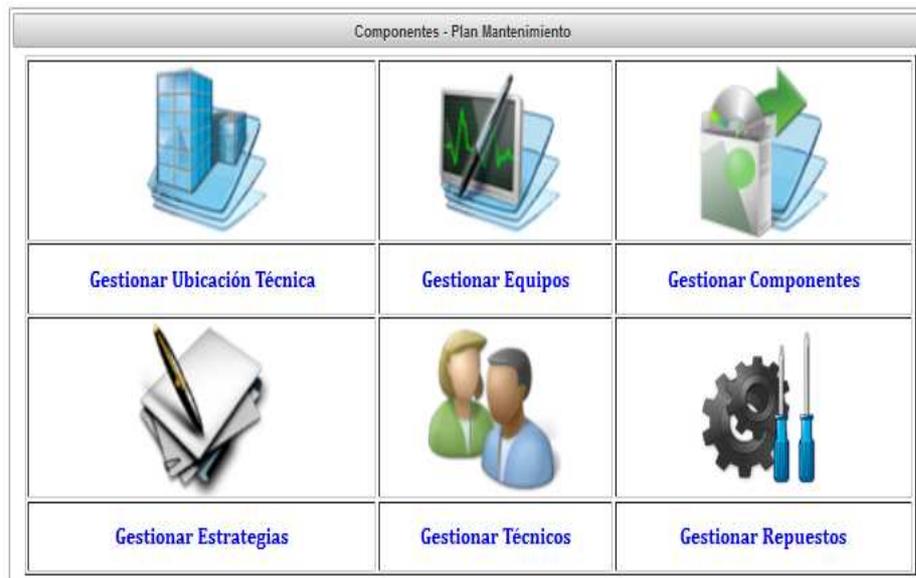
Figura 23. Ingreso al software



Fuente: Software de gestión SGM Pro

- **Administrador:** Permite el ingreso del personal de trabajo, vehículos, mantenimientos y fallas que se generen, también la visualización y edición de cada uno de ellos.

Figura 24. Funciones del software SGM-Pro



Fuente: Software de gestión SGM Pro

5.5 Requerimientos del sistema

SGM Pro requiere de las siguientes especificaciones técnicas para su uso óptimo y eficaz:

- Sistema Operativo Windows XP.
- Disco Duro de 20GB.

- Memoria RAM DDR2 de 512MB.
- Procesador Intel Pentium 4 de 3.0 GHz.
- Monitor 14" Resolución 1280 x 720.
- Navegador Mozilla Firefox versión 3.0.19.

5.6 Ingreso de datos al software SGM-Pro

5.6.1 Ubicación técnica. Una vez ingresado al menú del software se empieza ingresando primeramente las ubicaciones técnicas existentes dentro del Municipio del Cantón Otavalo, las cuales nos ayudara a ubicar las maquinarias y vehículos en las dependencias asignadas para el trabajo.

Figura 25. Ingreso de una ubicación técnica en el software



Fuente: Software de gestión SGM Pro

5.6.2 Ingreso de equipos. En esta parte del menú se ingresa las maquinarias y vehículos existentes en el parque automotor del Cantón Otavalo.

Figura 26. Ingreso de maquinarias y vehículos en el software.

EDITAR EQUIPO

Edite el Equipo

Descripción: CARGADORA

Código: OP03

Marca: CATERPILLAR

Modelo: 920

Fabricante: CATERPILLAR

Distribuidor: CATERPILLAR

Año de fabricación: 1968

Id Ubicación: MCO -- ACI -- IFR - INFRAESTRUCTURA

Actualizar Regresar

Fuente: Software de gestión SGM Pro

5.6.3 Ingreso de tareas de mantenimiento. En esta parte del software se ingresa todas las estrategias preventivas que se aplicaran para la conservación de maquinarias y vehículos.

Figura 27. Ingreso de tareas de mantenimiento al software

Ingrese una nueva Estrategia

Los campos con asterisco (*) son campos requeridos.

Actividad *: CAMBIO DE ACEITE DEL MOTOF

Duración (Horas) *: 1

Frecuencia *: 3000

Unidad: Kilómetros

Tipo: Mecánico

Guardar Cancelar

Fuente: Software de gestión SGM Pro

5.6.4 Ingreso de técnicos. En esta parte del software se ingresa la lista de técnicos que trabajan en el taller automotriz del Municipio del Cantón Otavalo.

Figura 28. Ingreso de técnicos al software

Fuente: Software de gestión SGM Pro

5.6.5 *Asignación de tareas de mantenimiento para las maquinarias y vehículos.* En esta parte se procede a asignar las tareas de mantenimiento a cada uno de las maquinarias y vehículos existentes en el parque automotor del Municipio del Cantón Otavalo.

Figura 29. Asignación de tareas de mantenimiento en el software

Fuente: Software de gestión SGM Pro

5.6.6 *Homogenización de tareas.* Una vez asignado las tareas de mantenimiento para cada maquinaria y vehículo, procedemos a homogenizar las tareas por semanas para tener equilibrado las tareas por el año.

Figura 30. Homogenización de tareas por semanas

Figura 32. Revisión de tareas por semanas

PLAN ACTIVIDAD SEMANA 6 - ASIGACION DE TECNICOS					
EQUIPO	ESTRATEGIA	DURACION	FRECUENCIA	INICIO SEMANA	ASIGNAR
CARGADORA - OP03	REENGRASAR COJINETES DEL PISTON Y BRAZOS DE LEVANTAMIENTO	1.0	3	3	
CARGADORA - OP03	REENGRASAR BRAZOS Y CILINDROS DEL CONTROL DEL CUCHARON	1.0	3	3	
CARGADORA - OP03	INSPECCION DE CONEXION DE SENSOR	1.0	15	6	
CARGADORA - OP03	CHEQUEAR Y LIMPIAR VENTILADOR Y ENFRIADORES	2.0	12	6	
CARGADORA - OP03	REVISION DE MANGUERAS DE ALTA PRESION	1.0	12	6	

Fuente: Software de gestión SGM Pro

5.6.9 *Asignación de técnicos para las tareas.* Una vez que se tiene las tareas para la semana se procede a asignar al técnico que será responsable del trabajo a realizar, con este opción que brinda el software se genera responsabilidades para los trabajo.

Figura 33. Asignación de trabajos a técnicos

ASIGACIÓN TECNICO A ACTIVIDAD

ASIGNACION TECNICO A ESTRATEGIA



Anio:

Semana:

Estrategia:

Equipo:

Duracion:

TECNICO:

Fuente: Software de gestión SGM Pro

5.6.10 *Lista de tareas asignadas.* Una vez asignado responsabilidades para cada tarea, se procede a ejecutar las tareas en la fecha determinada y cargar en el software las tareas realizadas con las notificaciones respectivas.

Figura 34. Actividades asignadas

ACTIVIDADES ASIGNADAS											
ID TECNICO	TÉCNICO	ESTRATEGIA	EQUIPO	ESTADO	NOVEDAD	FECHA	TIEMPO REAL	NOTIFICAR	CERRAR	RE	
2	LEOPOLDO QUIROGA	REENGRASAR BRAZOS Y CILINDROS DEL CONTROL DEL CUCHARON	OP03 - CARGADORA	Realizada	usar bomba manual	2013-01-22 00:01:00.0	01:00:00	Notificar	Cerrar	Repuestos	Mis Repuestos 
2	LEOPOLDO QUIROGA	REENGRASAR BRAZOS Y CILINDROS DEL CONTROL DEL CUCHARON	OP03 - CARGADORA	Realizada	usar bomba manual	2013-01-11 00:11:00.0	01:00:00	Notificar	Cerrar	Repuestos	Mis Repuestos 
2	LEOPOLDO QUIROGA	INSPECCION DE LA OPERATIVIDAD DEL FRENO DE LA MAQUINA	OP03 - CARGADORA	Activa			00:00:00	Notificar	Cerrar	Repuestos	Mis Repuestos 
2	LEOPOLDO QUIROGA	LIMPIAR CAJA DE RELE	OP03 - CARGADORA	Activa			00:00:00	Notificar	Cerrar	Repuestos	Mis Repuestos 
2	LEOPOLDO QUIROGA	CHEQUEAR Y LIMPIAR VENTILADOR Y ENFRIADORES	OP04 - TRACTOR DE ORUGA	Realizada	tener cuidado	2013-01-01 00:02:00.0	02:00:00	Notificar	Cerrar	Repuestos	Mis Repuestos 

Fuente: Software de gestión SGM Pro

Para garantizar y cumplir con los propósitos del plan de mantenimiento se procede a revisar semanalmente las tareas asignadas y repetir los procedimientos desde el literal 5.5.8 hasta el 5.5.10.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Se realizó el plan de mantenimiento preventivo planificado para las maquinarias pesadas, vehículos pesados y livianos, que colaboran en los diversos trabajos del GAD Municipal del Cantón Otavalo, para de esta manera lograr que las maquinarias y vehículos estén permanentemente inspeccionados por parte de los técnicos de mantenimiento y así evitar paros imprevistos que retrasen los trabajos.

Se evaluó el estado técnico de las maquinarias y vehículos, según los resultados obtenidos se concluyó que la mayoría de maquinarias y vehículos se encuentran en estado regular para la operatividad.

El diseño de indicadores de gestión es una herramienta muy importante, con esto se puede controlar y evaluar el desempeño de todas las maquinarias y vehículos en la municipalidad.

El software de mantenimiento más apropiado para una empresa o institución, es aquel que se acerca más a los requerimientos sin que se sobredimensione, porque al existir demasiadas funciones puede complicar los procesos simples de mantenimiento, convirtiéndose así en una herramienta complicada para utilizar, en lugar de una ayuda.

La creación del plan de mantenimiento, facilitó al personal técnico a que ya no tenga que esperar a que ocurra la falla para realizar los trabajos de mantenimiento en las maquinarias y vehículos, por tal motivo resulta ser eficiente la creación del plan de mantenimiento.

El software permitió homogenizar el plan de mantenimiento, siendo de mucha ayuda para que no se acumulen las actividades en algunas semanas.

Se fijó las frecuencias de mantenimiento de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes de las maquinarias y vehículos, tomando en cuenta el estado técnico en las que se encuentran.

6.2 Recomendaciones

Gestionar la construcción de una infraestructura adecuada para las labores de mantenimiento, donde se puedan realizar las actividades respectivas, con seguridad, eficiencia y limpieza, además de contar con todas la herramientas requeridas.

Crear un departamento de mantenimiento para que desde ese lugar se coordine y se haga cumplir todos los trabajos preventivos de acuerdo al plan de mantenimiento establecido.

Plantear una meta para el correcto seguimiento y control de la disponibilidad y de otros indicadores, para que la gestión del mantenimiento sea proactiva y permita tomar acciones preventivas para evitar que se produzcan desviaciones que le alejen de su objetivo.

Concientizar al personal y autoridades sobre la importancia del mantenimiento en la economía de la institución.

Seleccionar el personal de mantenimiento y de apoyo de acuerdo a un perfil específico en función del trabajo a realizar.

Implementar una política de renovación de acuerdo a criterios técnicos y económicos, para reducir de manera significativa los costos de mantenimiento, facilitando la administración del mantenimiento, la compra y el almacenamiento de repuestos.

Usar partes y repuestos recomendados por los fabricantes de las maquinarias y vehículos para garantizar la frecuencia del plan de mantenimiento.

Priorizar que las maquinarias y vehículos que se encuentran en un estado técnico malo, tengan un mayor cuidado y atención, debido a que estas maquinarias y equipos están expuestos a presentar averías en momentos n planificados provocando retrasos en los trabajos.

BIBLIOGRAFÍA

BOULART, Luis. 2010. Comprobación de mecanismos. [En línea] 19 de 11 de 2010. [Citado el: 25 de 04 de 2013.] http://www.ecured.cu/index.php/Mantenimiento_preventivo_planificado.

ECUADOR, Ministerio de Obras Publicas. 2008. *Manual de Equipos y talleres*. Quito : s.n., 2008.

GARRIDO, Santiago. 2010. Tipos de mantenimiento. [En línea] 20 de 02 de 2010. [Citado el: 25 de 04 de 2013.] <http://www.renovetec.com/671-tipos-de-mantenimiento>.

GIRON, Agresio. 2010. El Mantenimiento. [En línea] 15 de 10 de 2010. [Citado el: 07 de 02 de 2013.] <http://elmantenimientogeneral.blogspot.com/>.

HERNANDEZ, Eduardo. 2011. *Gestion de Mantenimiento*. ESPOCH : s.n., 2011.

HERNANDEZ, Eduardo. 2010. *Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad MCC II*. Riobamba : s.n., 2010.

IBM. Software MÁXIMO. [En línea] [Citado el: 07 de 06 de 2013.] <http://www-03.ibm.com/software/products/es/maximoassetmanagement>.

LOPEZ, Bladimir. 2009. *Hidraulica y neumatica aplicado en maquinarias pesadas*. Latacunga : s.n., 2009.

MELO, Juan. 2010. Funciones del mantenimiento. [En línea] 01 de 08 de 2010. [Citado el: 25 de 04 de 2013.] <http://www.monografias.com/trabajos96/manual-funcionamiento-del-departamento-mantenimiento/manual-funcionamiento-del-departamento-mantenimiento.shtml>.

OLARTE, Rigoberto. 2012. Importancia del mantenimiento. [En línea] 03 de 09 de 2012. [Citado el: 17 de 04 de 2013.]

PRISMA. Software PRISMA. [En línea] [Citado el: 07 de 06 de 2013.] <http://prisma.sisteplant.com/>.

Pro, GSM. 2012. *Manual de usuario*. 2012.

RAMIREZ, Ignacio. 2010. Ventajas y desventajas del mantenimiento. [En línea] 20 de 01 de 2010. [Citado el: 25 de 04 de 2013.] http://www.kurodabombas.com/index.php?option=com_content&view=article&id=137%3Aventajas-y-desventajas-del-mantenimiento-predictivo&catid=2%3Anoticias&Itemid=15&lang=.

SIFONTES, Juan. 2009. Mantenimiento Preventivo Planificado. [En línea] 10 de 05 de 2009. [Citado el: 25 de 04 de 2013.] http://www.mined.gob.sv/apremat/investigaciones/invest_22/documento_oficisl.pdf.

SISMAC. 2012. Software Sismac. [En línea] 13 de 02 de 2012. [Citado el: 07 de 06 de 2013.] <http://www.sismac.net/>.

