



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

“OPTIMIZACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS  
MOTORIZADOS EN EL ÁREA DE APOYO TERRESTRE.”

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos  
para optar por el título de Tecnólogo en Producción y Seguridad Industrial

Profesor Guía  
MDEI. Jose Gustavo Almeida

Autor  
Omar Alcides Cacuango Cacuango

Año  
2016

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

---

MDEI. Gustavo Almeida  
C.I: 1711245132

### **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legadas que protegen los derechos de autor vigentes.”

---

Cacuango Cacuango Omar Alcides  
C.I: 1723974521

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi profesor guía que con su apoyo y orientación hizo posible la elaboración de este trabajo.

Al Ing. Gustavo Logacho y mis compañeros de trabajo por sus consejos y apoyo en mi formación personal y académica.

**Cacuango Cacuango Omar Alcides**

## **DEDICATORIA**

A mi madre Antonia Cacuango que en paz descanse por que fue y sigue siendo un ejemplo de persona que con amor y cuidado saco adelante a la familia.

A mi padre Agustín Cacuango por inculcarme valores con lo cual fomento mi personalidad. También a mi hermano Darío Cacuango, Magdalena Campues a toda mi familia por creer en mis capacidades y apoyarme en todos los momentos de mi vida.

**Cacuango Cacuango Omar Alcides**

## RESUMEN

El presente trabajo describe el mejoramiento al plan de mantenimiento preventivo ya existente en el área de Equipos de Apoyo de la empresa Aerogal, este mejoramiento se aplicara al equipo motorizado de apoyo en rampa el mismo que intervienen en la operación cuando una aeronave llega al aeropuerto.

El mejoramiento al plan de mantenimiento preventivo tiene el objetivo de aumentar la disponibilidad y seguridad de los equipos, para su operación en rampa de manera eficiente y segura por parte de los operarios y así contribuir a un correcto servicio a la aeronave.

Para el mejoramiento del plan de mantenimiento preventivo primero se realizó un diagnóstico a todo el sistema que abarca el plan de mantenimiento preventivo desde los que generan la orden de trabajo hasta los que realizan la actividad, pasando por un diagnóstico a los equipos motorizados y la bodega. Se corrigió y mejoro las órdenes de trabajo del programa de mantenimiento para los equipos motorizados, el mismo que consta con tareas que se estructuraron de acuerdo al manual de los equipos. Se realizó un análisis para ponderar los equipos más críticos, a los que se les debe implementar inmediatamente el programa de mantenimiento. En el proceso se codifico los repuestos y las ubicaciones de los mismos, lo que permite llevar un control de inventario. Para llevar un control sobre el programa de mantenimiento se implementó indicadores que permitan actuar sobre las falencias.

**Palabras claves:** Mantenimiento, procesos, programa de mantenimiento, operación en rampa, disponibilidad.

## ABSTRACT

The present work describes the improvement to the preventive maintenance plan already existing in the area of Support Teams of the company Aerogal, this improvement will be applied to the motorized support equipment in ramp the same that intervene in the operation when an aircraft arrives at the airport.

The improvement to the preventive maintenance plan has the objective of increasing the availability and safety of the equipment, for its ramp operation in an efficient and safe way on the part of the operators and thus contribute to a correct service to the aircraft.

For the improvement of the preventive maintenance plan, a diagnosis was made to the whole system that includes the preventive maintenance plan from the ones that generate the work order to those who carry out the activity, passing through a diagnosis to the motorized equipment and the warehouse. Work orders of the maintenance program for motorized equipment were corrected and improved, the same that consists of tasks that were structured according to the manual of the equipment. An analysis was performed to weigh the most critical equipment, which should be immediately implemented in the maintenance program. In the process, the spare parts and their locations are coded, which allows a control of inventory. To carry out a control over the maintenance program, we implemented indicators that allow us to act on the failures.

Key words: Maintenance, processes, maintenance program, ramp operation, availability

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
1. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN.....	2
1.1 LA EMPRESA AEROGAL S.A.....	2
1.1.1 Ubicación geográfica.....	3
1.1.2 Servicios de Aerogal.....	3
1.1.3 Organigrama.....	4
1.1.4 Misión.....	4
1.1.5 Visión.....	4
1.1.6 Flota aérea.....	5
1.1.7 Objetivos.....	6
1.1.7.1 Objetivo general.....	6
1.1.7.2 Objetivos específicos.....	6
1.1.8 Alcance del proyecto.....	6
1.1.9 Objetivos de la empresa.....	7
1.1.8 Mapa de procesos.....	8
2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 MANTENIMIENTO.....	9
2.2 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.....	9
2.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	10
2.3.1 Mantenimiento correctivo.....	10
2.3.2 Mantenimiento preventivo.....	10
2.3.2.1 Elaboración de un plan de mantenimiento Preventivo.....	11
2.3.2.2 Factores para elaborar un plan de mantenimiento.....	12
2.3.2.3 Codificación de órdenes de mantenimiento preventivo ...	13
2.3.2.4 Tareas de mantenimiento preventivo.....	14
2.3.2.5 Control del programa.....	15
2.3.2.6 Mejora continua del programa.....	15
2.3.3 Mantenimiento predictivo.....	15
2.3.4 Mantenimiento cero horas.....	16



2.3.5	Mantenimiento en uso .....	16
2.4	ANÁLISIS DE CRITICIDAD .....	16
2.5	GESTIÓN DE REPUESTOS.....	17
2.5.1	Clasificación de repuestos.....	18
2.5.2	Formas de clasificar repuestos.....	18
2.5.3	Inventario de repuestos .....	19
2.5.3.1	Ingreso de repuestos.....	19
2.5.3.2	Egreso de repuestos.....	19
2.6	GESTIÓN DE PERSONAL .....	19
2.7	DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA .....	20
2.8	CALIDAD ISO 9001 EN MANTENIMIENTO.....	22
2.9	ISO 14001 .....	23
2.10	RIESGOS LABORALES EN MANTENIMIENTO.....	24
2.11	INDICADORES DE MANTENIMIENTO.....	26
2.11.1	Tipos de indicadores de mantenimiento .....	26
2.11.1.1	Índice de disponibilidad .....	26
2.11.1.2	Disponibilidad por averías .....	27
2.11.1.3	Costo de mano de obra .....	27
2.11.1.4	Costo de materiales.....	27
2.12	TÉCNICAS 9´S.....	28
2.13	DIAGRAMA DE PARETO.....	29
2.13	CICLO DE MEJORA CONTINUA DE DEMING .....	30
2.14	DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	30
2.15	EQUIPOS DE APOYO EN TIERRA PARA AVIONES .....	32
<b>3.</b>	<b>ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>37</b>
3.1.	SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA .....	37
3.2	Análisis de las causas y efecto .....	37
3.2.1	Implementación del diagrama de Ishikawa .....	37
3.2.2	Implementación del diagrama de Pareto.....	38
3.3	PLANEACIÓN ACTUAL DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVO .....	39

3.4	GENERAR ÓRDENES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	40
3.5	ORDENES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	42
3.6	USOS DE SISTEMAS INFORMÁTICOS .....	44
3.7	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.....	44
3.8	COSTOS DE MANTENIMIENTO.....	44
3.9	INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS DE MANTENIMIENTO.....	50
3.10	PERSONAL TÉCNICO .....	50
3.11	ALMACÉN Y MANEJO DE REPUESTOS .....	51
3.12	INDICADORES DE GESTIÓN.....	52
<b>4.</b>	<b>PROPUESTA DE MEJORA .....</b>	<b>54</b>
4.1	MEJORAR EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ..	54
4.2.	FLUJO DE MANTENIMIENTO.....	54
4.2.1	Flujograma general de mantenimiento preventivo .....	54
4.2.2	Entradas y salidas en mantenimiento preventivo .....	55
4.3	CODIFICACIÓN DE EQUIPOS .....	56
4.3.1	Código de área.- .....	56
4.3.2	Clase de equipo .....	57
4.3.3	Numero consecutivo .....	57
4.4	INVENTARIO DE EQUIPOS .....	58
4.5	ANÁLISIS DE CRITICIDAD .....	58
4.5.1	Servicio .....	59
4.5.2	Calidad.....	59
4.5.3	Mantenimiento.....	59
4.5.4	Seguridad.....	60
4.5.5.	Ponderación de criticidad .....	60
4.5.6	Criticidad de equipos del área de mantenimiento. ....	60
4.6	ÓRDENES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	60
4.7	CONTROL DE INVENTARIO.....	61
4.7.1	Codificación de repuestos .....	61

4.7.1.1 Clasificación según la clase de repuesto.....	61
4.7.1.2 Estructura del código.....	62
4.7.2 Ubicación de repuesto .....	62
4.7.2.1 Código de área .....	62
4.7.2.2 Formato de código de ubicación.....	63
4.8 CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	66
4.9 REDUCCIÓN DE COSTOS POR MANTENIMIENTO.....	69
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>74</b>
5.1 CONCLUSIONES.....	74
5.2 RECOMENDACIONES .....	78
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>81</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Codificación numérica de tipos de mantenimientos preventivos. ....	13
Tabla 2. Codificación alfabética de tipos de mantenimientos preventivos.....	14
Tabla 3. Codificación alfanumérica de tipos de mantenimientos preventivos. .	14
Tabla 4. Criterios para la distribución de una planta. ....	21
Tabla 5. Clasificación de factores de riesgo.....	25
Tabla 6. Ponderación de las causas .....	38
Tabla 7. Variables en el que se ejecuta el mantenimiento preventivo.....	41
Tabla 8. Principales costos evaluados en mantenimiento preventivo .....	45
Tabla 9. Calculo de costos actual de mantenimiento preventivo de un arrancador neumático.....	46
Tabla 10. Costo mensual y anual de mantenimiento preventivo de un arrancador neumático.....	47
Tabla 11. Costo total mensual y anual de los equipos de apoyo en rampa. ....	48
Tabla 12. Disponibilidad mensual de equipos. ....	53
Tabla 13. Código de área .....	56
Tabla 14. Código de equipo. ....	57
Tabla 15. Codificación de equipos por familias .....	58
Tabla 16. Variable de servicio .....	59
Tabla 17. Variable de calidad.....	59
Tabla 18. Variables de mantenimiento. ....	60
Tabla 19. Parámetro de seguridad.....	60
Tabla 20. Código de acuerdo a la clase de repuesto. ....	61
Tabla 21. Formato de codificación de repuestos.....	62
Tabla 22. Clasificación según el tipo de repuesto.....	62
Tabla 23. Código de área.....	62
Tabla 24. Formato de ubicación de repuestos. ....	63
Tabla 25. Base de datos del inventario. ....	63
Tabla 26. Registro de ingreso y salida de repuestos e insumos. ....	65
Tabla 27. Stock de repuestos.....	66
Tabla 28. Disponibilidad y confiabilidad de equipos .....	68
Tabla 29. Costo por mantenimiento preventivo de un arrancador neumático. .	70

Tabla 30. Costos por mantenimiento preventivo tipo B del arrancador neumático .....	71
Tabla 31. Costo total anual por mantenimiento preventivo del arrancador neumático. ....	72
Tabla 32. Costos totales por mantenimiento preventivo de todos los equipos del área.....	72
Tabla 33. Diferencia de confiabilidad y disponibilidad de equipos mensualmente. ....	75
Tabla 34. Diferencia de costo por mantenimiento preventivo.....	76
Tabla 35. Tiempos invertidos en mantenimiento preventivo .....	77

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Empresa Aerogal S.A.....	2
Figura 2. Ruta a la empresa Aerogal S.A.....	3
Figura 3. Organigrama de Aerogal estación Quito.....	4
Figura 4. Avión de pasajeros A330 .....	5
Figura 5. Avión de pasajeros A320 .....	5
Figura 7. Avión de carga A330F.....	5
Figura 6. Avión jet Cessna 208 .....	6
Figura 8. Macro proceso de la empresa Avianca S.A .....	8
Figura 9. Organigrama básico de mantenimiento.....	20
Figura 10. Ciclo de Deming de mantenimiento.....	30
Figura 11. Diagrama de Ishikawa.....	31
Figura 12. Remolque.....	32
Figura 13. Tractor de empuje.....	32
Figura 14. Generador eléctrico.....	33
Figura 15. Banda transporta equipaje.....	33
Figura 16. Arrancador neumático.....	34
Figura 17. Escalera motorizada.....	34
Figura 18. Vehículo drenador.....	34
Figura 19. Vehículo potable.....	35
Figura 20. Carreta de equipaje.....	35
Figura 21. Dolly´s.....	35
Figura 22. Análisis de causa y efecto.....	38
Figura 23. Análisis de causas.....	39
Figura 24. Flujograma de una orden de mantenimiento preventivo .....	42
Figura 25. Orden de mantenimiento preventivo: Arrancador neumático .....	43
Figura 26. Hoja registro de ingreso de inventario.....	51
Figura 27. Hoja registro de egreso de inventario.....	52
Figura 28. Flujograma de mantenimiento para el área de equipos de apoyo... ..	55
Figura 29. Entradas y salidas de mantenimiento preventivo.....	56
Figura 30. Modelo para codificar equipos .....	56
Figura 31. Control del mantenimiento preventivo .....	67

## INTRODUCCIÓN

La empresa Aerogal S.A se encuentra ubicada en el aeropuerto Internacional Mariscal Sucre ubicado en la meseta de Tababela, en el mismo funcionan las áreas de mantenimiento, operaciones y rampa. Las oficinas administrativas se encuentran en la Av. Republica del salvador N34-107 y Suiza que además funciona como un punto de venta de boletos aéreos. La otra estación de la empresa Aerogal se encuentra en el aeropuerto Internacional José Joaquín de Olmedo en Guayaquil.

Las constantes alianzas de la empresa Avianca y por ende de la empresa Aerogal han permitido que más rutas pasen por la estación del aeropuerto Mariscal Sucre de la ciudad de Quito, con esto aumentó la demanda de mano de obra y la disponibilidad y confiabilidad de los equipos para brindar un servicio de apoyo en tierra a los aviones que transitan por la estación Quito.

El mejoramiento en el programa de mantenimiento preventivo tiene como objetivo tener los equipos disponibles y garantizar su funcionamiento durante la operación en rampa. Con esto se implementara un programa mejorado, con tareas específicas a realizarse durante la ejecución del mantenimiento preventivo, para cada uno de los equipos y así mantener la tasa más alta de disponibilidad de los mismos, de esa manera brindar un servicio de calidad a los aviones. También permitirá reducir los costos que genera el mantenimiento preventivo y reducir las averías en los equipos.

También con el mejoramiento del programa de mantenimiento preventivo se mantendrán los equipos operativos y disponibles, de esa manera evitar la subcontratación de equipos motorizados de otras empresas, las mismas que se dedican a brindar este servicio en el aeropuerto, esta subcontratación implica cancelar costos de operación y costos administración.

## 1. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

### 1.1 La empresa Aerogal S.A

La empresa Aerogal S.A se dedica al transporte de pasajeros y carga aérea desde la estación del aeropuerto Mariscal Sucre. Fue constituida el 15 de Agosto de 1986, con su primer vuelo de Quito a Guayaquil, en un avión 737-200. En el 2003 abrió su ruta hacia Baltra, en el 2004, inaugura su ruta hacia el Coca. En 24 de julio del 2006 realiza su primer vuelo internacional hacia el aeropuerto El Dorado-Colombia.

En el 2006 la empresa Aerogal S.A debido a malas administraciones cae en bancarrota con previsto cierre total. La empresa aeronáutica colombiana Avianca se interesa en Aerogal S.A por su ubicación estratégica para cubrir rutas hacia América del Sur, llegando a un acuerdo de finiquitar deudas y a la compra del 80% de sus acciones.

En el 2007 la empresa Aerogal S.A pasa a ser administrada por Avianca S.A con lo cual la empresa realiza una alianza estratégica con la aerolínea Taca Perú que después de 5 años fue comprada por Avianca S.A y a su vez la empresa se integra a la alianza Star Alliance conformada por varias aerolíneas del mundo



**Figura 1.** Empresa Aerogal S.A



### 1.1.1 Ubicación geográfica

La empresa Aerogal S.A esta ubicada en Tababela en el aeropuerto Mariscal Sucre de la ciudad de Quito. Desde la ciudad de Quito esta una distancia de 35 kilómetros por la panamericana norte- Ruta Collas y a 40 Km por la Ruta Viva.



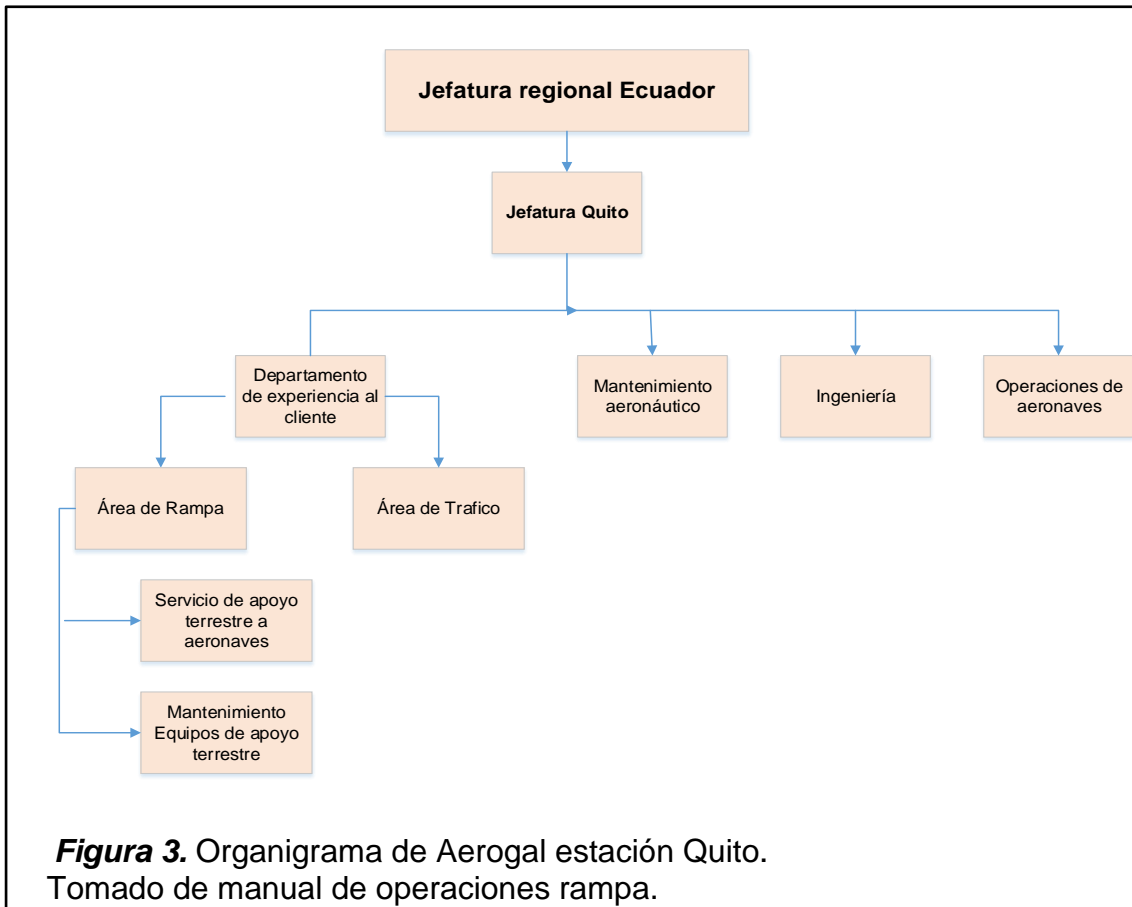
### 1.1.2 Servicios de Aerogal

(a) **Transporte de pasajeros:** La empresa ofrece rutas nacionales e internacionales además por formar parte del grupo Star Alliance el pasajero puede realizar transferencias a otras aerolíneas que formen parte del grupo.

(b) **Transporte de carga:** La empresa cuenta con aeronaves diseñadas para transportar carga a nivel nacional e internacional dentro del continente y otros continentes.

(c) **Servicio de jets privados:** Este servicio es especialmente para personas que deseen disfrutar de vacaciones, reuniones, viajes entre familias, amigos o de negocios.

### 1.1.3 Organigrama



El norte estratégico según (Avianca.2016) establece:

#### 1.1.4 Misión

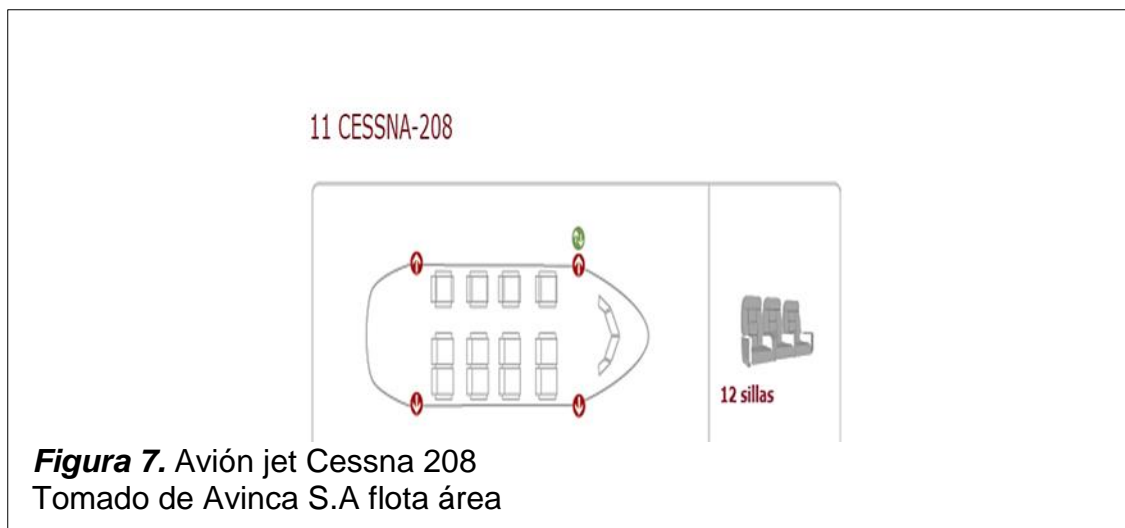
Volamos y servimos con pasión para ganar tu lealtad.

#### 1.1.5 Visión

- Ser la aerolínea líder en América Latina y preferida en el mundo.
- El mejor lugar para ttrabajar.
- La mejor opción para los clientes.
- Valor excepcional para los accionistas.

### 1.1.6 Flota aérea





### 1.1.7 Objetivos

#### 1.1.7.1 Objetivo general

El programa de mantenimiento preventivo tiene como objetivo:

Aumentar la operatividad y seguridad de los equipos, para su operación eficiente y segura por parte de los operarios de rampa y de esa manera ofrecer un servicio de calidad a las aeronaves que llegan a la estación Quito.

#### 1.1.7.2 Objetivos específicos

- Reducir costos por mano de obra y materiales.
- Aumentar la vida útil de los equipos motorizados.
- Evitar la subcontratación de equipos motorizados para la operación.
- Evitar reproceso de tareas

#### 1.1.8 Alcance del proyecto

El presente proyecto abarca a principalmente al personal que integra el aérea de equipos de apoyo, el cual se conforma por el líder y los técnicos de mantenimiento, también integra al área de operaciones en rampa y el área de compras. La optimización del programa de mantenimiento preventivo tiene la

finalidad de garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos en rampa para lo cual todas las áreas trabajan conjuntamente para cumplir con las metas propuestas.

#### **1.1.9 Objetivos de la empresa**

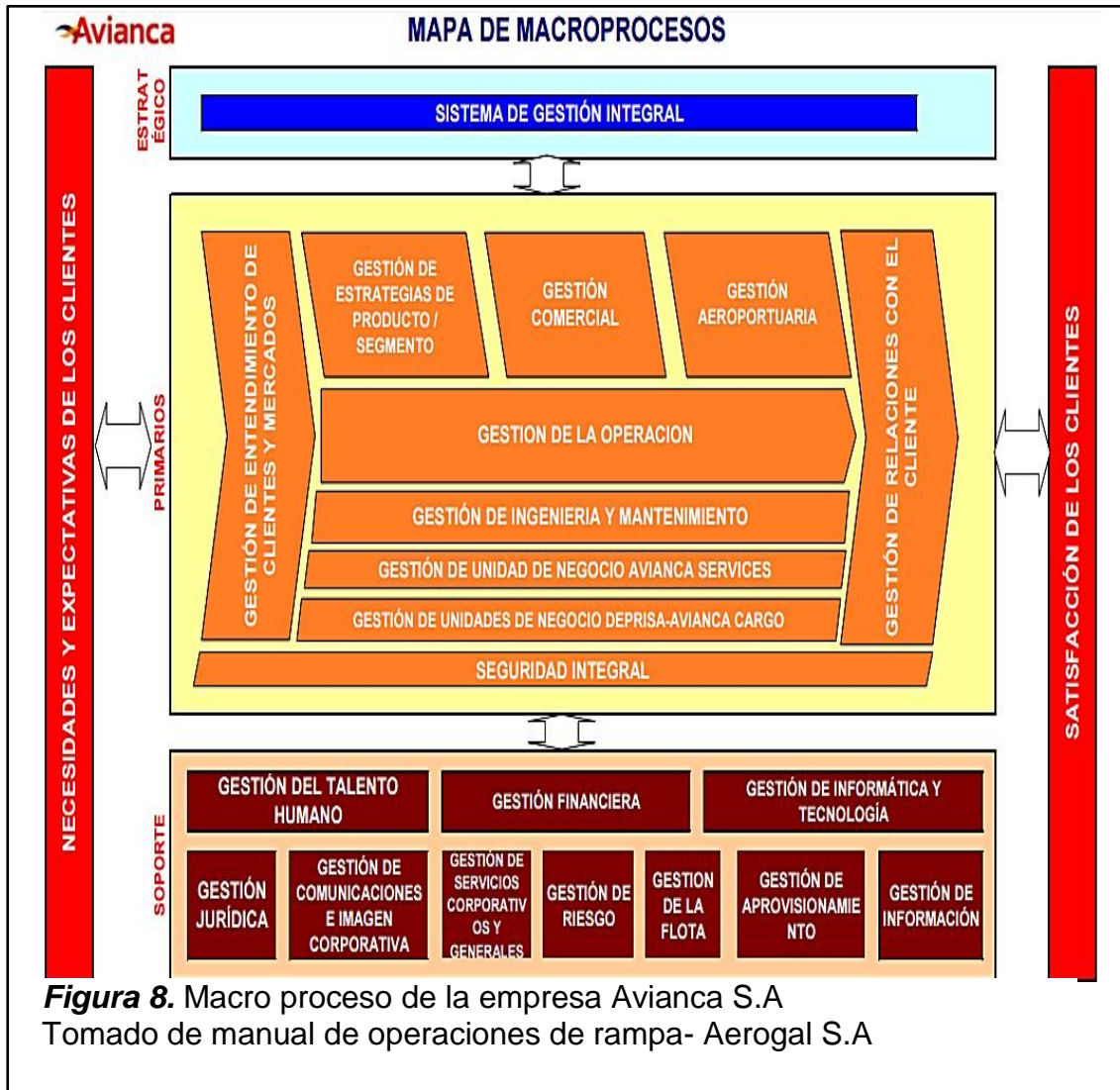
**(a) Financiero:** fomentar la cultura del ahorro, optimizando la utilización de los recursos. un ejemplo muy claro los insumos abordados para la realización del servicio.

**(b) Clientes:** sorprender positivamente a nuestros clientes en todos los vuelos, cumpliendo con altos estándares de servicio, con el objetivo de ganar su lealtad.

**(c) Procesos internos:** mantener altos estándares de seguridad, de nuestro trabajo, siendo ágiles y trabajando en equipo con todas las áreas involucradas.

**(d) Aprendizaje y desarrollo:** capacitarse para desempeñar altamente nuestro trabajo, mantendremos un buen nivel de competencia, involucrando en los procesos de evolución a todos aquellos valores y destrezas comprometidos.

## 1.1.8 Mapa de procesos



## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Mantenimiento**

Según (García, 2003, p. 1) define que “mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento”.

Una planta de producción o de servicios debe establecer planes de mantenimiento, los mismos que minimizaran daños o fallas en la operación de los equipos o maquinaria, a su vez aumentarán la productividad y calidad del producto o servicio que preste la empresa.

### **2.2 Gestión de mantenimiento**

Implementar planes de mantenimiento representa ahorrar costos por averías, mano de obra calificada para el trabajo, compra de repuestos además que el equipo o maquina queda inoperativo ocasionando pérdidas de producción o de servicio.

Gestionar un plan de mantenimiento no solo se trata de reparar averías por lo contrario es establecer parámetros y tareas para que todo el sistema de equipos y maquinaria tengan fallas mínimas o ninguna, esto a su vez representa calidad en su desempeño, seguridad para los trabajadores y menos contaminación hacia el medio ambiente.

Un sistema muy utilizado en gestión de mantenimiento para estructurar y organizar el mantenimiento es el sistema GMAO (Gestión de mantenimiento asistido por computador), este sistema permite al usuario, manejar manera más simple el plan mantenimiento, automatizar procesos, reducir tiempos de trabajo, optimizar recursos económicos, gastos por mano de obra calificada, gastos por materiales además de pérdidas en producción.

## **2.3 Tipos de mantenimiento**

Para mantener un correcto y sustentable plan de mantenimiento existen tres tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento cero horas
- Mantenimiento en uso

### **2.3.1 Mantenimiento correctivo**

(García, 2003, p. 17) define como “el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentado en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos”.

Si se implementa técnicas de mantenimiento en una planta de producción o de servicio se pueden minimizar al máximo estas averías o fallas que se presentan, también se debe gestionar correctamente el mantenimiento preventivo y mantenimiento predictivo.

### **2.3.2 Mantenimiento preventivo**

(García, 2003, p. 17) “El mantenimiento preventivo tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno”.

Se debe planificar y programar este tipo de mantenimiento para aumentar la disponibilidad y confiabilidad del equipo, además de obtener los siguientes beneficios:



- a) Vita útil: Ayuda a la conservación del equipo y aumentado su vida útil de operación.
- b) Seguridad: presta garantías para los operarios durante su operación.
- c) Costo de reparación: Se reducirán los costos por mantenimientos correctivos.
- d) Inventario: Se reducirá los costos por inventario, se mantendrá el stock ideal de repuestos.
- e) Carga de trabajo: Los trabajadores reducirán su carga laboral ya que se disminuirá las emergencias por fallas imprevistas.
- f) Reducción de mantenimientos correctivos: se reducirán las fallas o averías de los equipos durante su operación.

### **2.3.2.1 Elaboración de un plan de mantenimiento Preventivo**

Según (Gatica, 2009, p. 53-54) “Es importante que de cada equipo saque de manera individual una relación de las actividades necesarias que han de realizarse (analice todas las actividades sin perjuicio alguno y de forma general)”.

Antes de su elaboración se debe cuestionar ciertas preguntas:

- a) **¿Qué tengo?** Es el número de quipos que tengo disponibles y operativos en la planta para brindar un servicio o emplearlos en la producción, los mismos que deben estar codificados visiblemente.
- b) **¿Qué les debo hacer?** Son las tareas que se van a ejecutar al momento de realizar el mantenimiento preventivo, estas deben esta establecidas de acuerdo al manual del equipo o máquina, conjuntamente con técnico especializado en la actividad.
- c) **¿Cuánto tiempo?** Establece el tiempo que se requiere para ejecutar el mantenimiento en el equipo o máquina, este debe ser coordinado por parte del

Líder a cargo del área para evitar contratiempos en producción o en brindar servicios.

**d) ¿Qué requiero?** Determina que recursos son necesarios para ejecutar el mantenimiento preventivo; los materiales, técnicos en la rama, infraestructura, presupuesto además de otros factores económicos y logísticos.

**e) ¿En qué momento?** Determina los intervalos de tiempo para ejecutar tareas de mantenimiento, estas vienen establecidas en el manual de cada uno de los mismos. Generalmente vienen dados en horas o kilómetros, también puede ser mensualmente, anualmente según establezca el fabricante.

### **2.3.2.2 Factores para elaborar un plan de mantenimiento**

Algunos factores que se deben cumplir para establecer e implementar un plan de mantenimiento preventivo:

**a) Administración del programa:** reunir a un grupo de trabajadores con conocimientos y experiencia en el campo, este grupo de estar representado por un líder, el cual tendrá las funciones de planificar, programar y coordinar la ejecución del mantenimiento preventivo.

**b) Identificación de equipos:** se debe implementar un inventario de todos los equipos y máquinas de la planta, los mismos que deben estar codificados de manera que se los puede identificar rápidamente y de manera única, la codificación debe indicar la ubicación, el tipo y el número de equipo o máquina.

**c) Inventario de repuestos:** Se mantendrá en bodega un stock de repuestos que serán utilizados al ejecutar tareas de mantenimiento, estos deben estar codificados de acuerdo a un sistema establecido que permita la rápida ubicación, determinar el tipo de repuesto y su código.

**d) Inventario de herramientas:** para ejecutar correctamente las tareas se dispondrá de herramientas generales y específicas, serán almacenadas en bodega con su correspondiente ubicación y su código de inventario.

f) **Intervalo de tiempo:** Para conocer y establecer el tiempo en que se va ejecutar un mantenimiento preventivo de un equipo debe regirse al manual del fabricante, este tiempo puede darse en horas, kilómetros, mensualmente o anualmente.

g) **Órdenes de trabajo:** Describe todas las tareas que se van a ejecutar en un mantenimiento preventivo, es mejor categorizarlas en un formato con un código numérico, alfabético o alfanumérico.

### 2.3.2.3 Codificación de órdenes de mantenimiento preventivo

a) **Codificación Numérica:** Se utiliza números para codificar los tipos de mantenimientos preventivos y ejecutarlos de acuerdo a un intervalo de tiempo establecido.

Tabla 1. Codificación numérica de tipos de mantenimientos preventivos.

<b>Código de mantenimiento preventivo</b>	<b>Intervalo de tiempo</b>
1	
2	Horas, kilómetros,
3	mensualmente o
4	anualmente

b) **Codificación alfabética:** Se utiliza letras del alfabeto para codificar los tipos de mantenimientos preventivos y ejecutarlos de acuerdo a un intervalo de tiempo establecido.

**Tabla 2.** Codificación alfabética de tipos de mantenimientos preventivos

<b>Código de mantenimiento preventivo</b>	<b>Intervalo de tiempo</b>
A	Horas, kilómetros, mensualmente o anualmente
B	
C	
D	

c) **Codificación Alfanumérica:** Se utiliza números y letras del alfabeto conjuntamente para codificar los tipos de mantenimientos preventivos y ejecutarlos de acuerdo a un intervalo de tiempo establecido

**Tabla 3.** Codificación alfanumérica de tipos de mantenimientos preventivos.

<b>Código de mantenimiento preventivo</b>	<b>Intervalo de tiempo</b>
A1	Horas, kilómetros, mensualmente o anualmente
B1	
C1	
D1	

#### 2.3.2.4 Tareas de mantenimiento preventivo

Son tareas que se ejecutaran al momento de realizar un mantenimiento preventivo, estas se elaboran y registran de acuerdo a los manuales del fabricante de cada uno de los equipos, incluyendo tareas que crean convenientes los técnicos de mantenimiento. Se creara un borrador y luego se determinará que tareas irán incluidas en las ordenes de mantenimiento preventivo.

### **2.3.2.5 Control del programa**

El plan de mantenimiento preventivo debe ser controlado por el líder del área, también mediante auditorías internas o externas de acuerdo a la dimensión de la empresa en el mercado.

Todo equipo sometido a tareas de mantenimiento preventivo y correctivo deben ser sometidos a un control de calidad para garantizar la disponibilidad y confiabilidad del mismo.

### **2.3.2.6 Mejora continua del programa**

Mediante los controles al programa, se debe ir detectando falencias del mismo, los cuales deben ser corregidos y mejorados o a su vez eliminados. Estas falencias pueden presentarse en la parte administrativa, operativa o abastecimiento de materiales.

Durante la ejecución del programa se van detectando mejoras que pueden ser incluidos, como tareas innecesarias, cambio de frecuencia y formas de ejecutar las mismas. También se detectan falencias mediante el control de calidad y la implementación de indicadores en el programa de mantenimiento preventivo.

### **2.3.3 Mantenimiento predictivo**

(García, 2003, p. 17) “Es conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante conocimientos de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad”.

Establecer este tipo de mantenimiento es anticiparse a los daños que se puedan ocasionar en un equipo o máquina, como pueden ser fallos de partes internas, externas o sus implementos de trabajo.

(García, 2003, p. 17) “Para aplicar este tipo de mantenimiento es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibraciones, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativo de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo”.

### 2.3.4 Mantenimiento cero horas

Este tipo de mantenimiento se lo realiza a equipos nuevos, también a equipos que llegaron a una etapa en donde es necesario sustituir o reparar partes que estuvieron sometidos a desgaste, es decir se deja al equipo como nuevo con cero horas de trabajo.

### 2.3.5 Mantenimiento en uso

Esta tarea se la realizan durante o en pequeños intervalos de tiempo que la maquina deja de estar en funcionamiento. Se realizan actividades como: chequeos de manómetros, chequeo de lubricantes, ajustes menores, limpieza, inspección visual.

Para realizar este tipo de mantenimiento el área encargada designan por turnos a un chequeo diario, el mismo que se puede realizar en la mañana, a mitad del día o en la tarde y será ejecutado por un técnico de mantenimiento.

## 2.4 Análisis de criticidad

El análisis de criticidad es un método que permite priorizar procesos, de esa manera se resuelve de mayor a menor prioridad, se clasifica de acuerdo a parámetros establecidos.

Todos los equipos necesitan contar con un plan de mantenimiento para asegurar la disponibilidad y confiabilidad de los mismos, sin embargo estos deben tener una prioridad según su criticidad, de mayor importancia al de menor importancia, esto no quiere decir dejarlos sin un plan de mantenimiento sino adaptarse a los recursos con los que cuenta la empresa, entonces asignar la mayor parte de los recursos a los equipos de mayor importancia y la menor parte a los de menos importancia. A continuación se da una categorización de criticidad o importancia:

- a) **Equipos críticos:** su mal funcionamiento o parada afecta directamente a los resultados de la empresa.

- b) **Equipos importantes:** su mal funcionamiento o parada afectan a la empresa, pero los costos son asumibles.
- c) **Equipos prescindibles:** tienen una baja incidencia en los resultados de la empresa, representa pequeños costes adicionales.

También para el análisis de criticidad se debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

- a) **Producción:** la influencia del equipo en la etapa de producción. Una falla o avería implica detener parcial o totalmente el proceso, además de representar pérdidas asumibles o no asumibles
- b) **Calidad:** tiene gran influencia en la calidad del producto o servicio, relativa o mínima.
- c) **Mantenimiento:** representa costos altos en reparación o costos bajos, además de determinar si el equipo es problemático o no.
- d) **Seguridad y medio ambiente:** determina el nivel de riesgo que el equipo puede ser para la persona o el medio ambiente cuando esté presente alguna avería o falla.

## 2.5 Gestión de repuestos

El área de mantenimiento debe tener siempre disponible un stock de repuestos y permita dar una rápida solución o reparación en caso de que algún equipo se averíe o presente fallas. Para aquello se debe contar con un encargado de la bodega de repuestos que mantenga ordenado y codificado los mismos, además de coordinar con el área financiera el pedido de repuestos y mantener así un stock ideal de los mismos.

### **2.5.1 Clasificación de repuestos.**

Se debe clasificar, codificar y ubicarlos de acuerdo al tipo de repuesto, se los debe colocar en estantes, perchas o cajones, los cuales deben tener un código de ubicación.

### **2.5.2 Formas de clasificar repuestos**

#### **a) Responsabilidad dentro del equipo:**

- Piezas sometidas a desgaste.
- Consumibles.
- Elementos de regulación o mando mecánico.
- Piezas móviles.
- Componentes electrónicos.

#### **b) Necesidad de stock en planta**

- Alta influencia en el equipo.
- Media influencia en el equipo.
- Baja influencia en el equipo.

#### **c) Tipo de aprovisionamiento**

- Comprar a proveedores locales.
- Comprar únicamente al fabricante.
- Diseñar y fabricar en un taller especializado.



### **2.5.3 Inventario de repuestos**

Para mantener un mayor control de repuestos es necesario manejar un registro de ingresos y egresos de los mismos, el control se lo puede llevar en hojas con formatos que detallen los ingresos y salidas de repuestos, o también en sistemas digitales.

#### **2.5.3.1 Ingreso de repuestos**

Es el ingreso de repuestos a la bodega adquirida a un proveedor, se debe registrar la fecha, el proveedor, la cantidad y otros detalles que crea conveniente el bodeguero para asegurar el ingreso de los mismos. Para repuestos que hayan sido adquiridos por primera vez se debe seguir el procedimiento de clasificación, codificación y ubicación.

#### **2.5.3.2 Egreso de repuestos**

Es la salida de repuestos para ser utilizados en un equipo con algún tipo de avería, el bodeguero registrara la fecha, el técnico que realiza el pedido, al equipo que va ser instalado y otros detalles que ayuden a controlar la salida de repuestos.

### **2.6 Gestión de personal**

La empresa contara con técnicos en mantenimiento de acuerdo al tipo y cantidad de equipos con los cuales disponga para la producción o servicio. Los técnicos deben tener los conocimientos, especialización y experiencia necesaria para ejecutar tareas de mantenimiento.

Para la contratación de los técnicos, estos deben pasar por pruebas teóricas y prácticas que reflejen su actitud y aptitud para el desempeño de más tareas de mantenimiento.

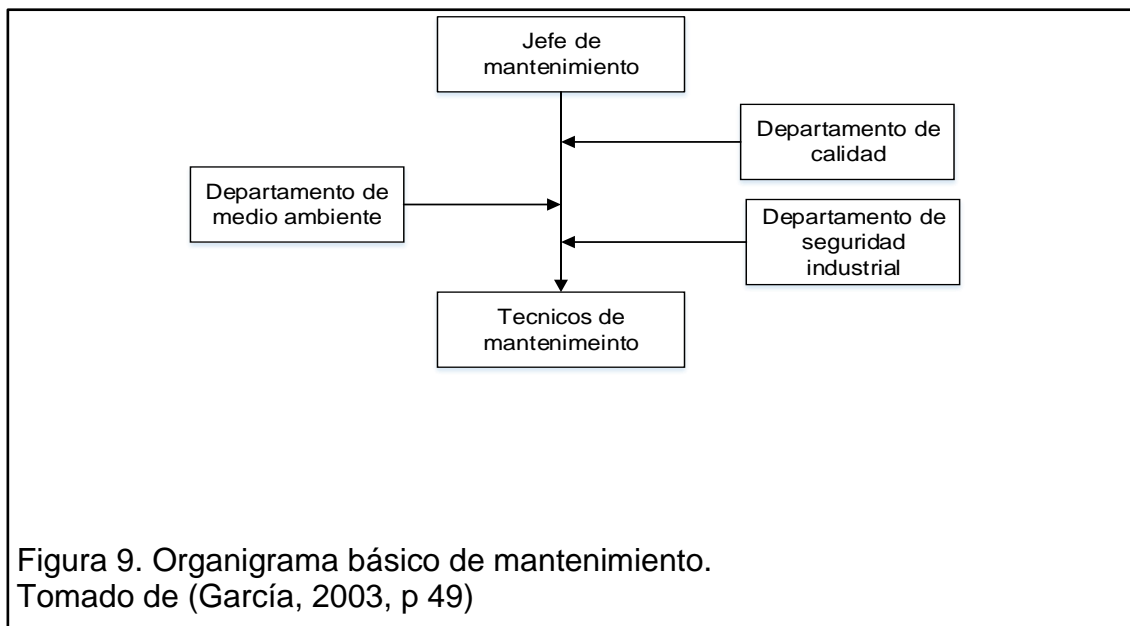
El área de mantenimiento puede contar con los siguientes técnicos:

- Jefe de mantenimiento

- Mecánico
- Electromecánico
- Electricista
- Electrónico
- Mecánico industrial
- Pintor

### Organigrama básico de mantenimiento

En la siguiente figura 9, se establece un organigrama básico de la constitución del área de mantenimiento; el orden jerárquico y las áreas adyacentes al departamento.



### 2.7 Distribución de la Planta

Es la disposición de terreno físico con el que cuenta la empresa para desempeñar las actividades de producción o servicio, el mismo que no debe presentar riesgos para quienes trabajan o transitan en el lugar.

La distribución de una planta de mantenimiento debe mantenerse organizada para permitir un correcto flujo de trabajadores dentro de la misma. La planeación para establecer áreas debe estar a cargo de profesionales de la rama conjuntamente con el gerente y técnicos del área, de esa manera llegar un mutuo acuerdo y el beneficio para todas las partes que integran la empresa.

Para establecer una buena distribución en una planta se debe establecer ciertos criterios, como se observa en la tabla 4.

**Tabla 4.** Criterios para la distribución de una planta.

<b>Criterio</b>	<b>Descripción</b>
Seguridad	No debe presentar riesgos para el trabajador.
Visibilidad	Debe presentar la iluminación suficiente para el desempeño de las tareas.
Distancia mínima	El lugar debe estar equipado con los materiales y herramientas cerca del punto de trabajo.
Accesibilidad	No debe presentar obstáculos que entorpezcan las tareas.
Identificación	Se debe identificar todas las sub áreas, puntos de riesgos y demás lugares dentro del lugar de trabajo.
Organización	La planta debe ser correctamente organizada para evitar desorden y obstáculos.

Nota.- En el lugar debe existir rutas evacuación ante emergencias. Tomado de (García, 2003, p 25).

La correcta distribución de una planta de trabajo es un factor para el cumplimiento adecuado de las tareas y el buen desempeño de los trabajadores. Además permite la rápida evacuación en caso de cualquier emergencia que se presente durante la jornada laboral.

## **2.8 Calidad ISO 9001 en mantenimiento**

El certificado ISO de calidad es un amanaera de garantizar a los clientes los productos o servicio que ofrece, mostrando de esa manera que cuenta con un sistema establecido para garantizar la calidad de los productos o servicios que ofrece.

Según (ISO 9001, 2008, p. 2) “la organización debe determinar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y su aplicación a través de la organización”.

El área de mantenimiento para calificar con ISO 9001 debe implementar:

- a) Plan de mantenimiento (organigrama, organización administrativa)
- b) Manual de procedimientos (ejecutar las tareas en los equipos)
- c) Plan de control de calidad

Todos estos documentos deben ser registrados y archivados con libre acceso al personal. Estos documentos estará bajo verificación y control, y de ser necesario se le aplicara mejoras.

Para cumplir con el certificado ISO 9001 además de implementar calidad en los procesos, menciona la calidad de infraestructura donde se ejecuta las operaciones de producción o servicio.

(ISO 9001, 2008, p.7) “la organización debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para lograr la conformidad con los requisitos del producto. La infraestructura incluye; servicios de apoyo (tales como transporte, comunicación o sistemas de información)”.

El certificado ISO 9001 compromete que todos los que directamente conforma la empresa brinde calidad en sus procesos o procedimientos, también incluye a todos los que indirectamente se relacionan laboralmente con la misma.

### **Auditorías ISO 9001**

Para un control y verificación de los procesos del área de mantenimiento se deben realizar auditorías, estas permiten realizar una inspección de los procesos y la calidad del sistema, analizar los resultados y posteriormente aplicar medidas correctivas de ser necesario. Para realizar auditorías ISO calidad se debe contar con auditores internos para posteriormente ser auditados por entidades externas, de esa manera conseguir el certificado ISO 9001 Calidad.

### **2.9 ISO 14001**

El certificado de ISO 14001 es un indicador de que la empresa está cumpliendo con la normativa para minimizar y evitar la contaminación del medio ambiente con los diferentes elementos o sustancias utilizan en sus procesos de producción o de servicio.

Esta normativa es la matriz para elaborar un plan de cuidado ambiental como lo menciona (ISO 14001, 2015) “Un enfoque sistemático a la gestión ambiental puede proporcionar información a la alta dirección para generar éxito a largo plazo y crear opciones para contribuir al desarrollo sostenible mediante la protección del medio ambiente, empleando la prevención o mitigación de impactos ambientales adversos”.

Entidades gubernamentales y locales controlan el impacto ambiental que genera la empresa mediante una auditoría realizada a la misma. Además se debe realizar controles internos para verificar el correcto funcionamiento del plan de cuidado ambiental y de ser necesario aplicar mejoras al mismo.

## 2.10 Riesgos laborales en mantenimiento

Los técnicos del área de mantenimiento se encuentran con mayor probabilidad de sufrir un accidente laboral, que los demás empleados, esto pasa ya que el técnico de mantenimiento trabaja con equipos eléctricos, mecánicos, herramientas hidráulicas, y otros objetos que representan un riesgo.

Para disminuir la probabilidad de accidentes el (decreto 2393, 2015) mención:

Son obligaciones generales de los personeros de las entidades y empresas públicas y privadas;

1. Cumplir las disposiciones de este reglamento y demás normas vigentes en materia de prevención de riesgos.
2. Adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y al bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo de su responsabilidad.
3. Mantener en buen estado de servicio las instalaciones, maquinas, herramientas y materiales para un trabajo seguro.

Cuando el programa de seguridad y salud laboral este implantado en toda la organización de la empresa, capacitado al personal interno de la empresa, además todo el personal que tenga relación laboral externa con la empresa, además de proporcionar equipos de seguridad, será responsabilidad de cada uno de los mismos, poner en práctica las directrices que detalla el programa de seguridad y salud laboral, así como lo menciona en (decreto 2393, 1986, art. 13) el trabajador está obligado:

1. “Participar en el control de desastres, prevención de riesgos y mantenimiento de la higiene en los locales de trabajo cumpliendo las normas vigentes”

## Factores de riesgos en mantenimiento

**Tabla 5.** Clasificación de factores de riesgo

<b>Factor de riesgo</b>	<b>Concepto</b>	<b>Consecuencias</b>
Mecánico	Son aquellos factores relacionados con objetos, máquinas y equipos, herramientas que puedan ocasionar accidentes laborales	Caídas, Golpes, Atrapamientos, Cortaduras
Físico	Son diferente forma de energía generada por fuentes concretas y que afectan a las personas expuestas.	Ruido Iluminación Vibraciones Radiaciones
Eléctrico	Se refiere factores eléctricos, estos pueden ser de baja o alta tensión.	Lesiones Quemaduras Choques
Biológico	Se refiere a agentes patógenos, virus, hongos, bacterias, parásitos que se encuentren el ambiente laboral.	Infecciones Alergias Intoxicaciones
Psicosocial	Es la interrelación en el ambiente de trabajo con el proceso y los demás trabajadores	Estrés laboral Fatiga laboral Bajo rendimiento
Ergonómicos	Se refiere a las posturas de trabajo, el puesto laboral, herramientas, movimientos inadecuados y repetitivos.	Fatiga física Lesiones osteomusculares
Químico	Son elementos o sustancias que pueden entrar en contacto con el organismo ya sea por inhalar, absorción o ingestión.	Intoxicación Quemaduras Lesiones

## 2.11 Indicadores de mantenimiento

Los indicadores son formas de controlar y evidenciar la efectividad de un proyecto, en el área de mantenimiento controla y permite aplicar mejoras al plan de mantenimiento que se encuentre vigente. Además permite observar si se cumplen los diferentes objetivos planteados durante la implementación del plan de mantenimiento mediante evaluaciones y comparando con parámetros establecidos para su control. (García, 2003, p 255)

Para implementar indicadores en el área de mantenimiento se debe planificar y organizar todos los equipos y maquinas que se utilicen para producción o brindar un servicio, luego se debe establecer los diferentes parámetros de control convenientes que sirvan para comparar con los resultados obtenidos al realizar las evaluaciones de efectividad al equipo o máquina. (García, 2003, p 55)

### 2.11.1 Tipos de indicadores de mantenimiento

#### 2.11.1.1 Índice de disponibilidad

Permite evidenciar la disponibilidad total del equipo, es decir el tiempo de uso que tuvo durante la producción o servicio.

Para obtener la disponibilidad se debe aplicar la siguiente formula:

(Ecuación 1)

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas de parada por mantenimiento}}{\text{Horas totales}}$$

Para encontrar la disponibilidad equipos de toda la planta se debe emplear la siguiente formula:



(Ecuación 2)

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\sum \text{Disponibilidad de equipos significativos}}{\text{Numero total de equipos significativos}}$$

#### 2.11.1.2 Disponibilidad por averías

Se toma en cuenta solo las paradas por averías, las que no son programadas omitiendo las paras programadas.

(Ecuación 3)

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas de parada por averia}}{\text{Horas totales}}$$

#### 2.11.1.3 Costo de mano de obra

(Ecuación 4)

$$\text{Coste de hora} = \frac{\text{Numero de horas de mantenimiento}}{\text{Costo total de la mano de obra de mantenimiento}}$$

Se calcula el costo que genera realizar un mantenimiento.

#### 2.11.1.4 Costo de materiales

Son los costos de todos repuestos que se utilizan para ejecutar tareas de mantenimiento. Los indicadores de este tipo de costos lo maneja el área contable conjuntamente con el área de compras.

## 2.12 Técnicas 9´S

La aplicación de la técnica 9´S permite mejor organización del lugar de trabajo con el propósito de un mejor desempeño laboral por parte del trabajador. Esta técnica originaria de Japón implementada para mantener el orden, limpieza y la disciplina en todo el proceso de producción, generando calidad desde en todos los procesos de la producción.

1. **Seleccionar (Seiri):** Implica seleccionar solamente lo necesario y eliminar lo que no sea útil, de esa manera se genera espacios para colocar nuevos objetos, se debe etiquetar las cosas que no sea útiles y gestionar con las áreas correspondientes para desechar los mismos.
2. **Ordenar (Seiton):** Colocar cada objeto su lugar, un sitio específico, para aquello se debe colocar etiquetas en el objeto con especificaciones claras (nombre, uso, material) y darle una ubicación codificada, esto permite su rápida localización y
3. **Limpiar (Seiso):** Mantener el lugar y las herramientas de trabajo libre de suciedad, también se debe mantener limpio las máquinas y equipos de producción, esto ayudara a determinar fugas, corrosiones, caída de objetos, desperfectos en las máquinas y equipos.
4. **Bienestar personal (Seiketsu):** Es la aplicación continua de las primeras 3 S, que se vuelva costumbre mantener el lugar organizado para aquello se debe implementar herramientas como siluetas de objetos, diseñar procedimientos diarios antes y después de la producción.
5. **Disciplina (Shitsuke):** Es eliminar los procedimientos establecidos y por autodisciplina practicar la organización del lugar de trabajo, esto permite el mejor desempeño laboral, además de ser un paso en el mejoramiento continuo laboral y en la vida personal del trabajador.

6. Constancia (Shikari): Mantenerse firme y con una voluntad de ejecutar correctamente las tareas sin caer en lo habitual, además de mantener organizado el lugar de trabajo día a día.
7. Compromiso (Shitsokoku): Se refiere a ejecutar las tareas por responsabilidad propia sin que alguien deba asignarle las actividades. La persona se siente a gusto y conforme con sus labores diarias, esto conlleva a una armonía laboral.
8. Coordinación (Seishoo): Se debe mantener un buen equipo de trabajo, cada persona tiene un propósito, cumple con las tareas y colabora con los demás, esto conlleva a un trabajo coordinado entre los integrantes de la empresa.
9. Estandarización (Seido): Se establecen procedimientos para ejecutar las diferentes actividades dentro de los procesos de producción o servicio, de esa manera se evita errores y se da cumplimiento a los objetivos planteados.

Las técnicas 9´S permiten una empresa mayormente organizada en todas sus áreas ya sea para producir un producto o brindar un servicio.

### **2.13 Diagrama de Pareto**

Los problemas en una empresa son comunes, pero intentar resolverlos todos conjuntamente es una tarea difícil e imposible, pero aun así las empresas centran sus esfuerzos en resolverlos, sin percatarse que los problemas que generan mayores complicaciones o pérdidas siguen presentes.

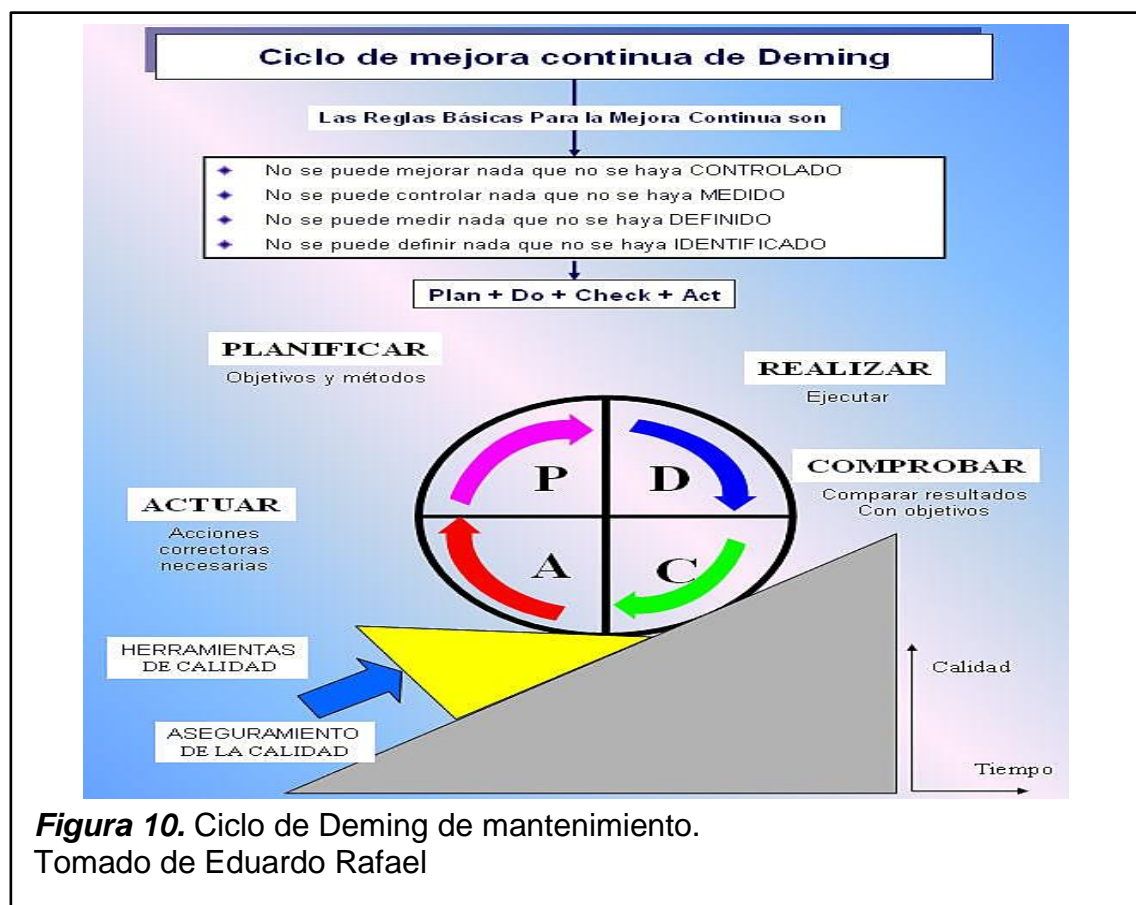
Para aquello se utiliza el diagrama de Pareto, el mismo que mediante un gráfico analiza y categoriza los problemas más importantes y los de menor importancia, tal como la estableció (Wilfrido Pareto, 1906) “La ley del 80-20 o Pocos vitales, muchos triviales”, esto permite atacar y resolver los problemas más importantes (20%) que tiene un mayor efecto en la empresa, los demás problemas (80%) tienen un efecto de menor impacto en la misma.

### 2.13 Ciclo de mejora continua de Deming

Es una herramienta que permite estructurar y ejecutar programas de mejoramiento de la calidad en los procesos y aumentar la productividad.

Para implementar esta técnica de mejora, todos los integrantes de la empresa deben coordinar sus esfuerzos para mejorar continuamente los procesos de producción y garantizar rentabilidad de la empresa en el mercado.

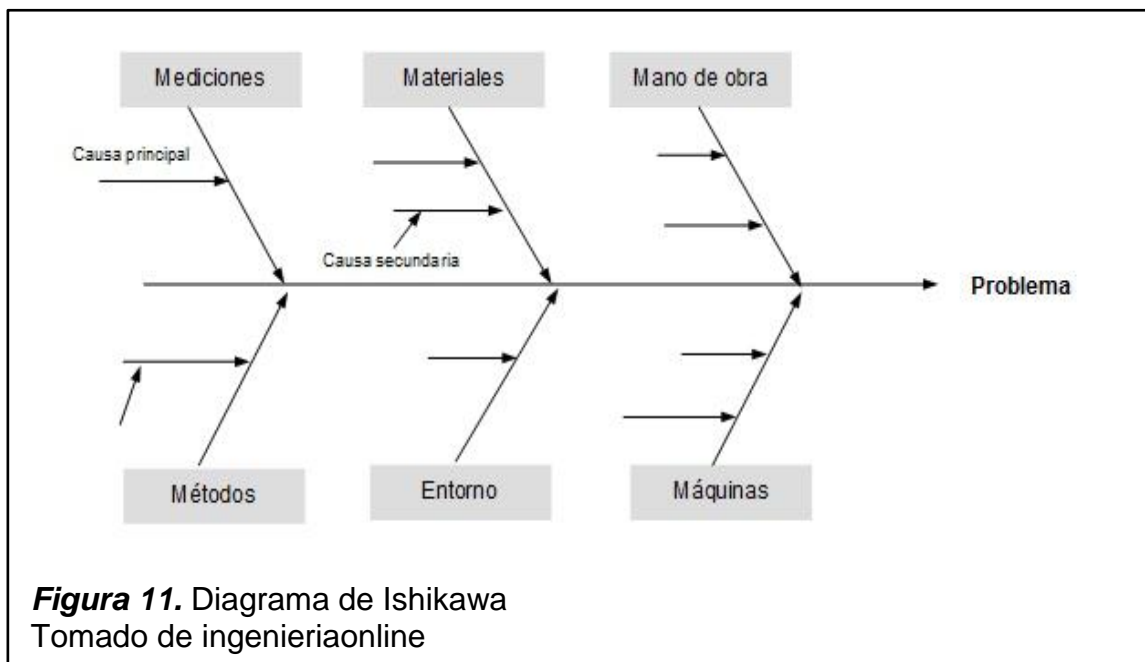
Esta herramienta de mejoramiento de calidad también es conocida como el ciclo PHVA, en la siguiente figura se detalla el ciclo de Deming enfocado al mantenimiento y las reglas que se deben cumplir antes de implementarlo.



### 2.14 Diagrama de Ishikawa

Esta herramienta permite relacionar los efectos con las causas que lo producen, para un mejor análisis se complementa con las 6'M de calidad:

- Método
- Material
- Mano de obra
- Medio ambiente- Entorno
- Maquina
- Medición



El diagrama permite estructurar todas las causas que están generando el problema, los mismos que son subdivididos en ramas para lo cual se utiliza las 6'M, con lo cual se le da un nombre a cada subdivisión. Esta figura queda estructurada en forma de una espina de pescado como se puede observar en la figura. 11.

Una vez ejecutado la estructura del diagrama de Ishikawa, se lo debe analizar y encontrar las principales causas del problema, luego se debe categorizar de acuerdo a la importancia, desde la de mayor hasta la de menor importancia, para aquello se utiliza el diagrama de Pareto.

## 2.14 Equipos de Apoyo en Tierra para Aviones

Equipos de apoyo en tierra: este término se usa en el ámbito aeroportuario en forma generalizada para nombrar a todas las maquinarias que están relacionadas en brindar un servicio de apoyo cuando un avión llega a un aeropuerto.

Clase de Equipos de Apoyo en Tierra

a) **Remolque:** Es un tractor remolcador diseñado y con la fuerza suficiente para empujar y arrastrar aviones, para iniciar el vuelo o tareas de mantenimiento.



**Figura 12.** Remolque.  
Tomado de tld-group

b) **Tractor de equipaje:** el equipo está diseñado para el arrastre de carretas con equipaje o carga, los mismos que se trasladan desde el centro de acopio hasta el avión correspondiente.



**Figura 13.** Tractor de empuje.  
Tomado de tld-group

**c) Generador eléctrico:** El equipo genera y suministra energía eléctrica, por medio de cables que se conectan directamente al avión. El suministro de energía eléctrica puede variar de acuerdo al avión al cual se lo va a conectar.



**d) Banda transportadora (conveyor):** el equipo es utilizado para el almacenamiento de maletas y carga en las bodegas del avión, este utiliza un sistema de bandas que giran sobre cilindros y permiten el traslado desde la carreta hasta la bodega.



**e) Arrancador neumático:** Genera aire a presión (30 a 50 psi) y proporciona un flujo de aire (300 a 500 ppm) suficiente para encender los motores del avión. El flujo y la presión de aire van de acuerdo a lo requerido por el avión en servicio.





**Figura 16.** Arrancador neumático.  
Tomado de tld-group

**f) Escalera de pasajeros (motorizada):** se acopla a las puertas del avión para que los pasajeros puedan bajar y subir al mismo



**Figura 17.** Escalera motorizada.  
Tomado de tld-group

**g) Vehículo Drenador:** Este equipo se encarga de vaciar las aguas servidas de los sanitarios del avión mediante manueras y un tanque de almacenamiento.



**Figura 18.** Vehículo drenador.  
Tomado de tld-group



**h) Vehículo potable:** el equipo suministra agua potable a las reservas del avión.



**Figura 19.** Vehículo potable.  
Tomado de tld-group

**i) Carretas de equipaje:** permite el traslado de equipaje o carga desde el acopio hasta el avión. Para su movilización necesita de un tractor que realice el arrastre.



**Figura 20.** Carreta de equipaje.  
Tomado de tld-group

**j) Dolly's:** son exclusivamente para el traslado de carga, están diseñados para una efectiva movilidad con sistema de ruedas que facilitan el traslado.



**Figura 21.** Dolly's.  
Tomado de tld-group

Los equipos de apoyo en tierra funcionan a base de la combustión de un motor que funciona con diésel o gasolina, pero actualmente se cuenta con equipos que funcionan a base de energía eléctrica, los mismos que van ganando terreno ya que contribuyen al cuidado del medio ambiente y generan menos gastos por mantenimiento que los equipos con motor de combustión.

### **3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

#### **3.1. Situación actual de la empresa**

La empresa Aerogal S.A se dedica al transporte de pasajeros y carga vía aérea a nivel nacional e internacional, la empresa por formar parte de la empresa aérea Avianca su base en Quito es un punto estratégico para cubrir las rutas de América del Sur y las Islas Galápagos, las aerolíneas realizan aterrizan y transitan por el aeropuerto Mariscal Sucre.

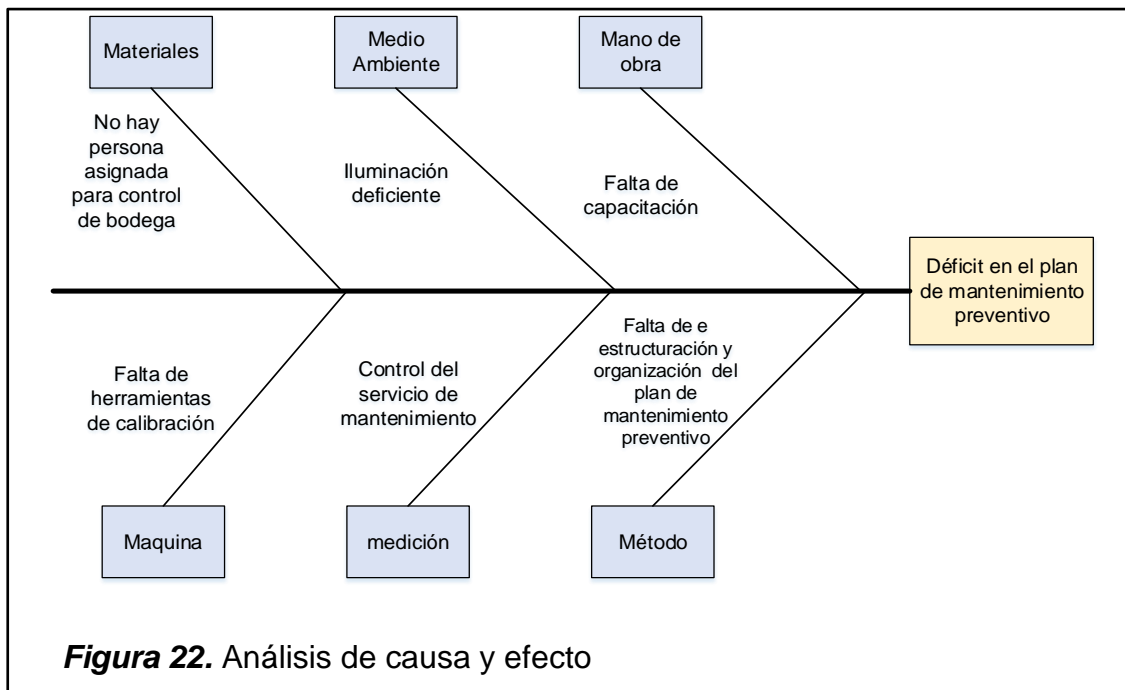
El área de rampa es la encargada de brindar el servicio de apoyo en tierra a los aviones que llega a la estación Quito, para aquello necesita de los equipos motorizados de apoyo en tierra como; remolques, tractores, bandas portaequipajes, generadores eléctricos, arranques neumáticos, furgonetas, camión drenador, camión químico, escalera motorizada, los mismo tienen que deben encontrarse en correcto funcionamiento, operativos y brindar seguridad en la operación, de esa manera evitar accidentes con el personal de rampa y con los aviones.

El área de mantenimiento equipos de apoyo se encarga de mantener los equipos motorizados 100% operativos y seguros, pero en la actualidad se mantiene con un 70% de disponibilidad de los equipos motorizados uno de los problemas principales que se ha detectado es un déficit en el plan de mantenimiento preventivo.

#### **3.2 Análisis de las causas y efecto**

##### **3.2.1 Implementación del diagrama de Ishikawa**

Para encontrar las causas del problema se debe emplear herramientas de análisis de problemas, en este caso se emplea el diagrama de Ishikawa. Figura 22.



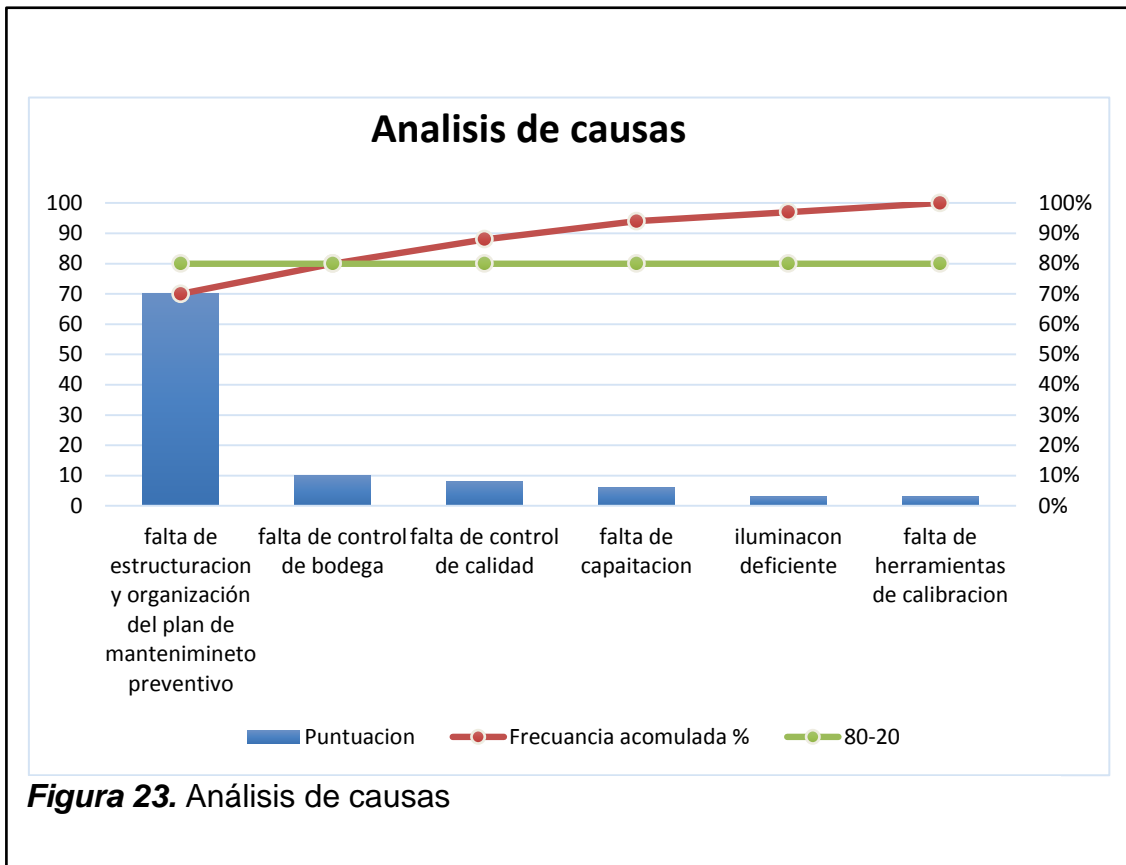
### 3.2.2 Implementación del diagrama de Pareto

Para determinar priorizar las causas se utilizara el diagrama de Pareto.

Tabla 6. Ponderación de las causas

Déficit en el programa de mantenimiento preventivo	Puntuación	Frecuencia acumulada %	Frecuencia %	80-20
Falta de estructuración y organización del plan de mantenimiento preventivo	70	70	70	80
No hay persona asignada para control de bodega	10	80	10	80
Control del servicio de mantenimiento	8	88	8	80
Falta de capacitación	6	94	6	80
Iluminación deficiente	3	97	3	80
Falta de herramientas	3	100	3	80
<b>Total</b>	100		100%	

En la figura 23 muestra la priorización de las causas gráficamente, donde se puede observar desde la más importante hasta la de menor importancia



La falta de un correcto plan de mantenimiento preventivo conlleva a retrasos en la entrega del equipo motorizado para la operaci3n en rampa, adem3s de tiempo perdido por parte de los t3cnicos mec3nicos que realizan la actividad, esto a su vez representa p3rdidas econ3micas.

Tambi3n influye en el retraso de la operaci3n que brinda el personal de rampa a los aviones, esto conllevando a contraer multas por parte de la entidad de control Quiport.

### 3.3 Planeaci3n actual de mantenimientos preventivo

En la actualidad se evidencia que existe la predisposici3n para generar y ejecutar las3rdenes de mantenimientos preventivos pero no se evidencia la planificaci3n anticipada por la parte administrativa, la misma que debe coordinar:

**a) Disponibilidad de equipos:** se generan órdenes de mantenimiento preventivo para equipos que se encuentran brindando servicio a un avión, por lo tanto no se ejecuta la orden de trabajo.

**b) Disponibilidad de técnicos:** Los técnicos del área de Equipos de Apoyo están ejecutando tareas de mantenimiento preventivo o correctivo, además los técnicos trabajan en horarios rotativos y no siempre hay técnicos para cubrir las órdenes de trabajo que el líder de equipos de apoyo deja en el taller.

**c) Bodega:** No es adecuada la coordinación en entre el líder del taller y bodega, para conocer la disponibilidad de insumos y materiales, los mismos que se utilizan durante el mantenimiento. Los técnicos son quienes se acercan a realizar el pedido de insumos y materiales, el bodeguero en ese momento realiza la disponibilidad de estos.

La deficiente planificación genera que se retrasen o no se ejecuten las tareas de mantenimiento preventivo en el tiempo programado, también reduce la disponibilidad de equipos para la operación en rampa, dando paso al subcontratación del servicio y esto equivale a pérdidas económicas.

### **3.4 Generar órdenes de mantenimiento preventivo**

Diariamente un técnico es el encargado de registrar las horas y kilómetros de cada equipo, después, el registro es enviado a la oficina del Líder de Equipos de Apoyo, el a su vez ingresa la información en el sistema excel para verificar las horas y kilómetros trabajadas por cada equipo. El sistema es el encargado de alerta los mantenimientos preventivos a ejecutarse. (Ver anexo 5)

Las órdenes de mantenimientos preventivos se originan por el cumplimiento de horas o kilómetros de trabajo del equipo como se detalla en la tabla 7.

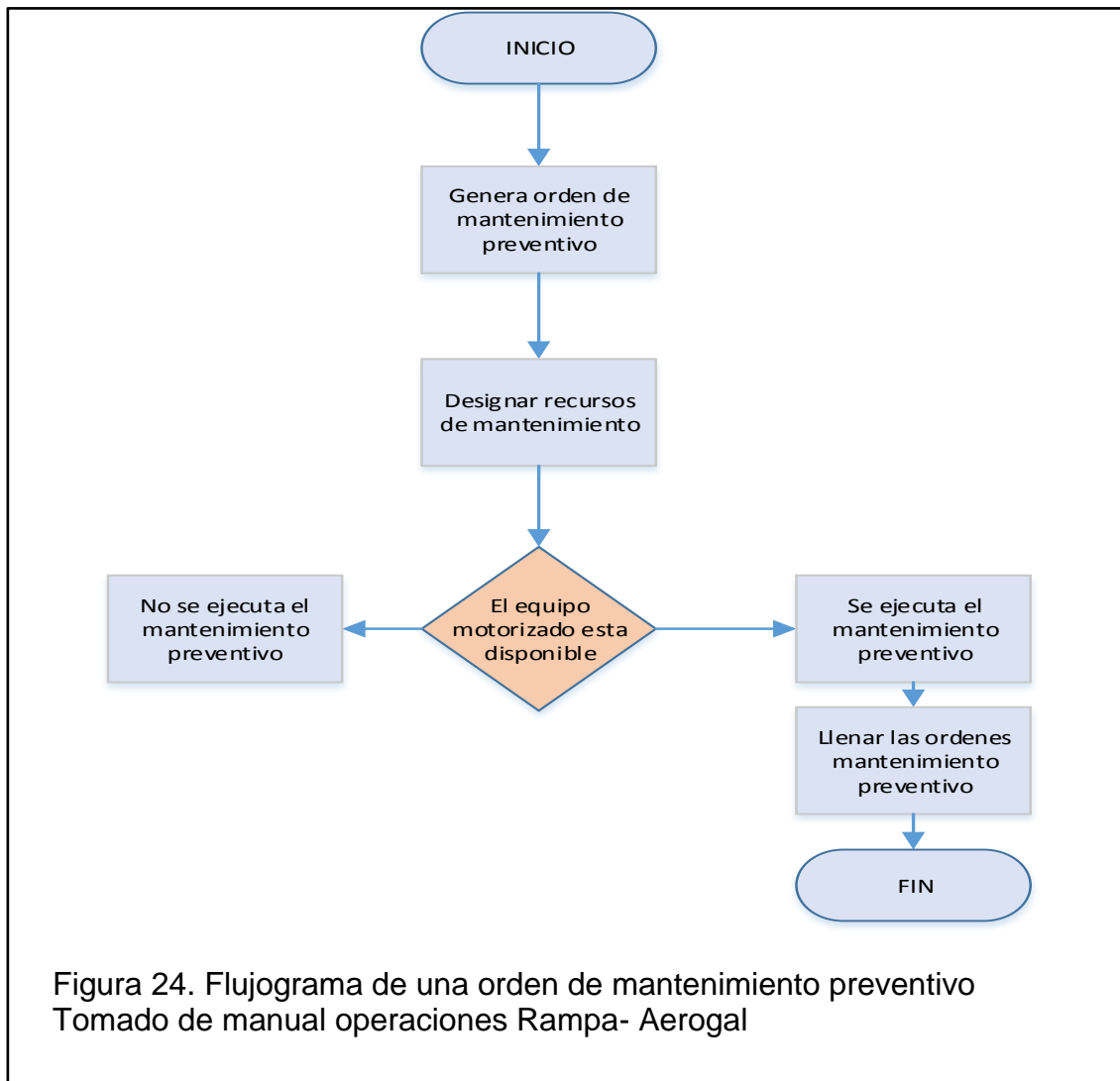
**Tabla 7.** Variables en el que se ejecuta el mantenimiento preventivo.

<b>Nombre de equipo</b>	<b>Variable</b>
Arrancador Neumático	250 Horas
Generador Eléctrico	250 Horas
Remolcador	250 Horas
Tractor	250 Horas
Banda portaequipaje	250 Horas
Auto Eléctrico	250 Horas
Furgoneta	5000 Kilómetros
Camión de drenado	5000 Kilómetros
Camión químico	5000 Kilómetros
Escalera motorizada	250 Horas
Hidrolavadora	250 Horas

**Nota.-** Variables en las cuales se genera la orden de mantenimiento preventivo.

Flujograma para generar ordenes de mantenimiento

En la figura 24 se muestra el flujo como se genera la orden de mantenimiento preventivo.




En todo el proceso que involucra el mantenimiento preventivo se encuentran falencias que dificultan la ejecución de las mismas, ya que no existe una comunicación y coordinación adecuada entre el líder de mantenimiento, el área de rampa y los técnicos de mantenimiento.

### 3.5 Ordenes de mantenimiento preventivo

Actualmente las ordenes de mantenimiento preventivo no se encuentran estructuradas de acuerdo al manual del equipo, son ordenes que fueron generadas con el objetivo de cumplir con los requerimientos que establecen las entidades de control del aeropuerto, como se observa en la figura (Ver anexo 5).



	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO ARRANCADOR NEUMATICO ASU</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>REVISIÓN</b>
		FR_NE0315_16	01
		<b>FECHA</b>	<b>PAGINA(S)</b>
		29-jun-16	1 de 1

<b>WORK PROCEDURES SHEET</b>		<b>EQUIPO:</b>
A. SUBJECT:	<b>ARRANCAR NEUMATICO ASU</b>	
B. REASON:	Marque con X mantenimiento que corresponde	
C. FREQUENCY:	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	250 Hrs <input type="checkbox"/>
D. DATE LIMIT:	<b>CICLOS DE 250 HORAS DE FUNCIONAMIENTO</b>	500 Hrs <input type="checkbox"/>
	<b>DE ACUERDO AL USO DEL EQUIPO</b>	
E. MANPOWER:	<b>NOMBRE DEL TECNICO/S:</b>	
F. MATERIALS:	<b>NINGUNO</b>	
G. TOOLS:	<b>STANDART</b>	
H. SUMMARY:	Esta solicitud se la realiza con la finalidad de realizar el servicio cada 250 horas de funcionamiento y evitar fallas y mal funcionamiento del arrancador neumatico	

<b>WORK DESCRIPTION</b>		PN	CANTIDAD		
Nº	TAREAS CADA 250				
1	Cambiar aceite de motor				
2	Cambiar filtro de aceite de motor				
3	Cambiar filtro primario de combustible				
4	Cambiar filtro secundario de combustible				
5	Revisar de ser necesario cambiar filtro de aire				
6	Limpiar exteriormente el radiador				
7	Completar agua y/o refrigerante				
8	Engrasar terminales de direccion				
9	Ajustar freno de parqueo				
10	Chequear presion (90 - 100PSI) y estado de llantas				
11	Chequear sistema de escape				
12	Chequear nivel aceite compresor				
13	Chequear ajuste y condicion de bandas de alternador				
14	Chequear el equipo por posibles fugas de fluidos				
15	Ajustar carroceria				
16	Lavar el equipo				
17	Chequear sistema electrico switch, luces panel, etc				
18	Chequear electrolito y bornes de bateria				
19	Revisar funcionamiento de governor				
20	Chequear funcionamiento de instrumentos				
21	Realizar prueba de carga				
<b>ADICIONALES CADA 500</b>					
1	Lubricar rodamientos de puntas de eje				
2	Limpieza y calibracion de inyectores				
3	Chequear bridas y uniones sistema escape				
4	Chequear funcionamiento de coupling				
5	Cambiar aceite compresor				

**Figura 25.** Orden de mantenimiento preventivo: Arrancador neumático  
Tomado de manual de operaciones Rampa- Aerogal

### **3.6 Usos de sistemas informáticos**

El uso de herramientas informáticas permite la mejor organización y orden en el mantenimiento.

Las órdenes de trabajo se generan a través de programas informáticos creados en excel donde se ingresan datos y emiten las órdenes de mantenimiento preventivo. Este programa informático en excel fue creado por profesionales en informática, al ingresar formatos de mantenimientos preventivo no hubo una coordinación con técnicos del área de equipos de apoyo por lo cual los formatos contienen tareas repetidas, tareas innecesarias y tareas que no se deben ejecutar en esas órdenes de trabajo.

### **3.7 Documentación técnica**

La correcta administración de los manuales técnicos de los equipos motorizados conlleva una integración entre los recursos técnicos y la ejecución de mantenimientos preventivos.

En la revisión de los manuales técnicos se ha detectado que el 50% de los equipos motorizados poseen un manual técnico, los demás no tienen por deterioro o por pérdida. Esto presenta una dificultad al momento de planificar y generar formatos de mantenimientos preventivos tomando referencia los manuales de los equipos.

### **3.8 Costos de mantenimiento**

Es todo el recurso económico invertido para realizar tareas de mantenimiento correctivo y preventivo, estos gastos realizados deben conocerlo cada uno de los integrantes del área de equipos de apoyo, de esa manera se conocerá que los costos por mantenimiento son elevados y debería aportar con ideas o acciones para disminuir los mismos, además la correcta planificación del presupuesto para el área de equipos de apoyo se reflejara en la operatividad de los equipos motorizados.

Todos los gastos que genera mantenimiento lo manejan las áreas de Compras y Contabilidad Financiera.

Los costos que se generan por mantenimiento preventivo se debe a la mala estructuración y organización del programa de mantenimiento preventivo influye directamente en las tareas y actividades que se ejecutan al realizar el mantenimiento preventivo de un equipo, esto conlleva principalmente a pérdidas del factor económico.

**Tabla 8.** Principales costos evaluados en mantenimiento preventivo

<b>Tipo de costo evaluados</b>	<b>Descripción</b>
Costo de mano de obra	Representa el costo del técnico para ejecutar tareas de mantenimiento preventivo.
Costo de materiales e insumos	Es el costo de todos los materiales utilizados.
Costo por equipos inoperativos	Es el costo que representa mantener un equipo fuera de operación.

**Nota.-** Los costos por mantenimiento preventivo en equipos aeronáuticos son elevados por un alto costo de los repuestos.

En la tabla 9 se realiza el cálculo de los costos por mantenimiento preventivo de un arrancador neumático actualmente. Los costos de los demás equipos se encuentran en el anexo 6.

**Tabla 9.** Calculo de costos actual de mantenimiento preventivo de un arrancador neumático.

Actividades 250 horas	Tiempo (minutos)	Materiales				
		Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total \$
Cambiar aceite de motor	10	Aceite motor	8	galón	15,00	120,00
Cambiar filtro de aceite de motor	10	filtro de aceite motor	1	unidad	14,00	14,00
Cambiar filtro primario de combustible	10	Filtro combustible primario	1	unidad	12,00	12,00
Cambiar filtro secundario de combustible	10	Filtro de combustible secundario	1	unidad	14,00	14,00
Revisar de ser necesario cambiar filtro de aire	10	filtro de aire	1	unidad	60,00	60,00
Limpiar exteriormente el radiador	15	Grasa	2	kilogramo	3,00	6,00
Completar agua y/o refrigerante	5	desengrasante	3	galón	4,00	12,00
Engrasar terminales de dirección	40					
Ajustar freno de parqueo	10					
Chequear presión (90 - 100PSI) y estado de llantas	10					
Chequear sistema de escape	10	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$ 238,00
Chequear nivel aceite compresor	5					
Chequear ajuste y condición de bandas de alternador	5					
Chequear el equipo por posibles fugas de fluidos	5					
Ajustar carrocería	10					
Lavar el equipo	40					
Chequear sistema eléctrico switch, luces panel.	15					
Chequear electrolito y bornes de batería	10	<b>Mantenimiento tipo A</b>				
Revisar funcionamiento de governor	5					
Chequear funcionamiento de instrumentos	5					
Realizar prueba de carga	10					

Tiempo Total (minutos)	250,00
Tiempo Total (horas)	4,17
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>	
Mano de obra	\$ 18,29
Materiales e insumos	\$ 238,00
Maquina	\$ 7,72
<b>Total</b>	<b>\$ 264,01</b>

En la tabla 10 se observa un ejemplo de la programación mensual de mantenimiento preventivo y se realiza el caculo de costo de los mismos, obteniendo un costo por mes y un costo anualmente.

**Tabla 10.** Costo mensual y anual de mantenimiento preventivo de un arrancador neumático.

ADICIONALES CADA 500	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total \$
Lubricar rodamientos de puntas de eje	30	Grasa	2	kilogramo	3,00	6,00
Limpieza y calibración de inyectores	40	Aceite regal 68	15	galón	8,00	120,00
Chequear bridas y uniones sistema escape	10					
Chequear funcionamiento de coupling	10					
Cambiar aceite compresor	20					
		<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$ 126,00
	Tiempo Total (minutos)					
	Tiempo Total (horas)					
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>						
	Mano de obra	\$	8,05			
	Materiales e insumos	\$	126,00			
	Maquina	\$	3,40			
<b>Total</b>		<b>\$</b>	<b>137,44</b>			

Nota. Costo total por mantenimiento preventivo tipo A y B.

Para obtener el costo total mensual y anual por mantenimientos preventivos de todos los equipos, se realizó el respectivo cálculo de los mismos, estos se encuentran en el anexo 6.

En la tabla 11 se obtiene el costo total mensual y anual de todos los equipos a los que se programa el mantenimiento preventivo.

**Tabla 11.** Costo total mensual y anual de los equipos de apoyo en rampa.

	Costo de mantenimiento preventivo anual											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Tipo mantenimiento preventivo	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
			B			B			B			B
Costos de cada tipo de mantenimiento preventivo	264,01	264,01	264,01	264,01	264,01	264,01	264,01	264,01	264,01	264,01	264,01	264,01
	-	-	137,44	-	-	137,44	-	-	137,44	-	-	137,44
Total costo mensual	264,01	264,01	401,45	264,01	264,01	401,45	264,01	264,01	401,45	264,01	264,01	401,45
Total costo anual	\$ 3.717,87											

Grupo	Cant. equipos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total anual
Arrancador	1	264,01	264,01	401,45	264,01	264,01	401,45	264,01	264,01	401,45	264,01	264,01	401,45	
Total mensual		264,01	264,01	401,45	264,01	264,01	401,45	264,01	264,01	401,45	264,01	264,01	401,45	\$ 3.717,87
Tractor de empuje	4	147,25	159,99	147,25	159,99	147,25	246,25	147,25	159,99	147,25	159,99	147,25	159,99	
Total mensual		588,99	639,96	588,99	639,96	588,99	985,00	588,99	639,96	588,99	639,96	588,99	639,96	\$ 7.718,72
Remolque	4	186,74	200,83	186,74	200,83	186,74	462,13	186,74	200,83	186,74	200,83	186,74	200,83	
Total mensual		746,94	803,31	746,94	803,31	746,94	1.848,54	746,94	803,31	746,94	803,31	746,94	803,31	\$ 10.346,73
Bandas portaequipaje	6	149,83	163,84	149,83	163,84	149,83	350,86	149,83	163,84	149,83	163,84	149,83	163,84	
Total mensual		898,98	983,06	898,98	983,06	898,98	2.105,15	898,98	983,06	898,98	983,06	898,98	983,06	\$ 12.414,31
Vehículo de servicio	2	143,53	143,53	171,54	143,53	143,53	282,57	143,53	143,53	171,54	143,53	143,53	171,54	
Total mensual		287,05	287,05	343,09	287,05	287,05	565,13	287,05	287,05	343,09	287,05	287,05	343,09	\$ 3.890,80
Generador eléctrico	4	213,78	249,30	213,78	249,30	213,78	259,81	213,78	249,30	213,78	249,30	213,78	249,30	
Total mensual		855,12	997,19	855,12	997,19	855,12	1.039,22	855,12	997,19	855,12	997,19	855,12	997,19	\$ 11.155,88
Minivans	4	49,92	49,92	73,32	49,92	49,92	134,44	49,92	49,92	73,32	49,92	49,92	134,44	
Total mensual		199,67	199,67	293,28	199,67	199,67	537,75	199,67	199,67	293,28	199,67	199,67	537,75	\$ 3.259,41
<b>Total mensual del grupo</b>		<b>\$ 3.840,75</b>	<b>\$ 4.174,24</b>	<b>\$ 4.127,85</b>	<b>\$ 4.174,24</b>	<b>\$ 3.840,75</b>	<b>\$ 7.482,25</b>	<b>\$ 3.840,75</b>	<b>\$ 4.174,24</b>	<b>\$ 4.127,85</b>	<b>\$ 4.174,24</b>	<b>\$ 3.840,75</b>	<b>\$ 4.705,81</b>	<b>\$ 52.503,72</b>

Nota. Los costos por mantenimiento preventivo pueden aumentar o disminuir de acuerdo al costo de los materiales, estos fluctúan su precio debido a los constantes cambios en el ámbito de importaciones.

### **3.9 Infraestructura y equipos de mantenimiento**

El área de mantenimiento debe tener una infraestructura adecuada para ejecutar las tareas además de las herramientas y equipos necesarios que faciliten el cumplimiento del mantenimiento preventivo. (Ver anexo 1)

La infraestructura con la cual cuenta el área de Equipos de Apoyo es la adecuada para la ejecución de mantenimientos, una fosa para trabajos que impliquen estar debajo del equipo motorizado además cuenta con equipos de suelda, equipo de lavado; sin embargo el área no cuenta con suficientes herramientas manuales para que el técnico desempeñe las tareas adecuadamente. Los técnicos realizan algunas de las tareas con herramienta prestada por el área de mantenimiento aeronáutico.

### **3.10 Personal Técnico**

El personal de tener la aptitud y actitud para desempeñar actividades de mantenimiento preventivo.

Actualmente el área cuenta con técnicos en

- Mecánica,
- Metalmecánica,
- Pintura y
- Electricista.

Estos técnicos cuentan con la experiencia empírica de trabajos similares donde laboraron anteriormente, los técnicos se encargan de los mantenimientos preventivos y correctivos, además de la infraestructura y pintura de los equipos motorizados. Pero al tener que trabajar con maquinaria aeroportuaria estos conocimientos queda cortos, el desconocimiento a los diferentes sistemas del equipo motorizado da lugar pérdidas de tiempo por parte del técnico de mantenimiento.



### 3.11 Almacén y manejo de repuestos

En el área de Equipos de Apoyo el control de inventarios es deficiente, lo cual no permiten que el área de mantenimiento pueda prestar los servicios con calidad. La codificación del inventario permite llevar un stock de insumos y herramientas que se encuentran en la bodega.

El almacenamiento está constituido por una bodega principal de insumos, materiales y herramientas, un dique de contención para lubricantes, una bodega con recipientes de contención para pinturas, una bodega de llantas. (Ver anexo 1)

El control de inventario se lleva de forma manual, en hojas de registros para los diferentes insumos y materiales, figura 24.

AeroGal		REGISTRO CONTROL INGRESO DE REPUESTOS MECANICOS Y ELECTRICOS					CÓDIGO	REVISIÓN	
							RP-F-82/12	3	
							FECHA	PAGINA(S)	
							10-ago-13	1 de 1	
ITEM	FECHA INGRESO	TECNICO QUE REGISTRA	GUIA DE REMISION	PROVEEDOR	APLICACIÓN (equipo u otros)	CANTIDAD	DETALLE	FIRMA TECNICO QUE REGISTRA	FIRMA CONTROL
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									

**Figura 26.** Hoja registro de ingreso de inventario  
Tomado de manual operaciones Rampa- Aerogal

AeroGal		REGISTRO CONTROL EGRESOS REPUESTOS DE LLANTAS				CODIGO	REVISIÓN		
						RP-F-83/12	03		
						FECHA	PAGINA(S)		
						10-ago-13	1 de 1		
ITEM	FECHA EGRESO	TECNICO QUE REALIZA TRABAJO	DETALLE DE LLANTAS UTILIZADAS (Incluir medidas y/o codigos)	CANTIDAD (Especificar unidad de medida)	DESTINO (indicar equipo o vehiculo)	HOROMETRO O KILOMETRAJE	LUGAR DONDE SE HIZO EL ENLANTAJE	FIRMA DEL TECNICO QUE UTILIZO EL REPUESTO	AUTORIZADO Y VERIFICADO POR
1	26/08/13	SILLO MANUEL	EHR 225/75/16	2	TRACTORES Y RANCHO	HERGENUN	BOLCANADORA SARGOL	R	#
2	28/08/13	PAUL CARZENA	225/75/16	2	TU-15	1930	HANGAR	[Firma]	#
3	03/09/13	OSCAR CARRERA	600 R9	1 LH	TU-14	5556	HANGAR	[Firma]	#
4	04/09/13	SILLO MANUEL	20x5x8.0-10	2	GU-08	2335	BOLCANADORA SARGOL	[Firma]	#
5	04/09/13	SILLO MANUEL	225/70R15	2	TU-18	233653	CAMBIO DE BATERIA	[Firma]	#
6	08/10/13	SILLO MANUEL	400x8-2.75	2	JU-08	1311	TALLER CAPITEC	[Firma]	#
7	08/10/13	SILLO MANUEL	315/80R22.5	1	RU-13	1564	UNDA EXT.	[Firma]	#
8	09/10/13	SILLO MANUEL	165/70R13	4	VU-12	84955	BOLCANADORA SARGOL	[Firma]	#
9	09/10/13	PAUL CARZENA	255/70/R16	2	TU-15	2602	TALLER EX.	[Firma]	#
10	05-11-13	R. CHAMARRO	255/40/R16	2	TU-13	5535	VULCANADORA EXTERIOR	[Firma]	#
11	02-12-13	R. CHAMARRO	315/80 R.22.5	2	RU-13	2041	VULCANADORA EXTERIOR	[Firma]	#
12	10-12-13	P. CUSTODIOS	255/70/R16	2	TU-16	5960	VULCANADORA EXTERIOR	[Firma]	#
13	13-12-13	SILLO M.	225/70/R16	2	JU-11	2098	VULCANADORA EXTERIOR	[Firma]	#
14	21-01-14	PAUL CARZENA	185/70/R14	2	VU-19	36459	HANGAR	[Firma]	#
15	13/02/14	C.D	185/70R14	2	VU-19	39091	HANGAR	[Firma]	#
16	19/02/14	D.S	600 R9	2	TU-16	3267	HANGAR	[Firma]	#
17	20/02/14	O.C	315/8 R22.5	2	RU-14	16497	HANGAR	[Firma]	#
18	10/04/14	M.S	225/70 R/16 Firestone	2	TU-09	3188	HANGAR	[Firma]	#
19									

**Figura 27.** Hoja registro de egreso de inventario  
Tomado de manual operaciones Rampa- AeroGal

### 3.12 indicadores de gestión

Toda empresa líder en el mercado, poseen procesos de mejora los mismos que son controlados a través de indicadores que permitan el óptimo desempeño de las mejoras permitiendo el progreso. En la tabla se observa la disponibilidad de los equipos para la operación en rampa.

Al momento el área, mantiene indicadores que no son suficientes para un mayor control de los mantenimientos y operatividad de equipos. El área debe cumplir con normas que establece el aeropuerto para funcionar como prestador de servicios de mantenimiento; como: ISO 9001 Calidad; ISO 14000 Gestión Ambiental; OSHAS 18000 Gestión De la seguridad y Salud ocupacional.

**Tabla 12.** Disponibilidad mensual de equipos.

Código EAT	Nombre del equipo	Horas diarias trabajo	Horas mensual trabajo	Horas de mantenimiento	Disponibilidad
EAT-AN-01	Arrancador Neumático	3	90	10	89%
EAT-GE-01	Generador Eléctrico	4	120	8	93%
EAT-GE-02	Generador Eléctrico	6	180	12	93%
EAT-GE-03	Generador Eléctrico	5	150	15	90%
EAT-GE-04	Generador Eléctrico	6	180	10	94%
EAT-RE-01	Remolcador	7	210	6	97%
EAT-RE-02	Remolcador	6	180	12	93%
EAT-RE-03	Remolcador	8	240	10	96%
EAT-RE-04	Remolcador	7	210	6	97%
EAT-TR-01	Tractor	6	180	8	96%
EAT-TR-02	Tractor	6	180	10	94%
EAT-TR-03	Tractor	8	240	6	98%
EAT-TR-04	Tractor	6	180	6	97%
EAT-BP-01	Banda portaequipaje	4	120	5	96%
EAT-BP-02	Banda portaequipaje	3	90	6	93%
EAT-BP-03	Banda portaequipaje	5	150	6	96%
EAT-BP-04	Banda portaequipaje	4	120	7	94%
EAT-BP-05	Banda portaequipaje	6	180	5	97%
EAT-BP-06	Banda portaequipaje	5	150	4	97%
EAT-BP-07	Banda portaequipaje	5	150	2	99%
EAT-FU-01	Furgoneta	6	180	10	94%
EAT-FU-02	Furgoneta	5	150	8	95%
EAT-FU-03	Furgoneta	5	150	6	96%
EAT-FU-04	Furgoneta	6	180	7	96%
EAT-FU-05	Furgoneta	4	120	6	95%
EAT-CD-01	Camión de drenado	6	180	7	96%
EAT-CQ-01	Camión químico	6	180	6	97%
EAT-EM-01	Escalera motorizada	4	120	7	94%
Disponibilidad promedio mensual					93%

Nota. Se ha establecido una tolerancia de disponibilidad de 3% sobre el 100%.

## **4. PROPUESTA DE MEJORA**

### **4.1 Mejorar el programa de mantenimiento preventivo**

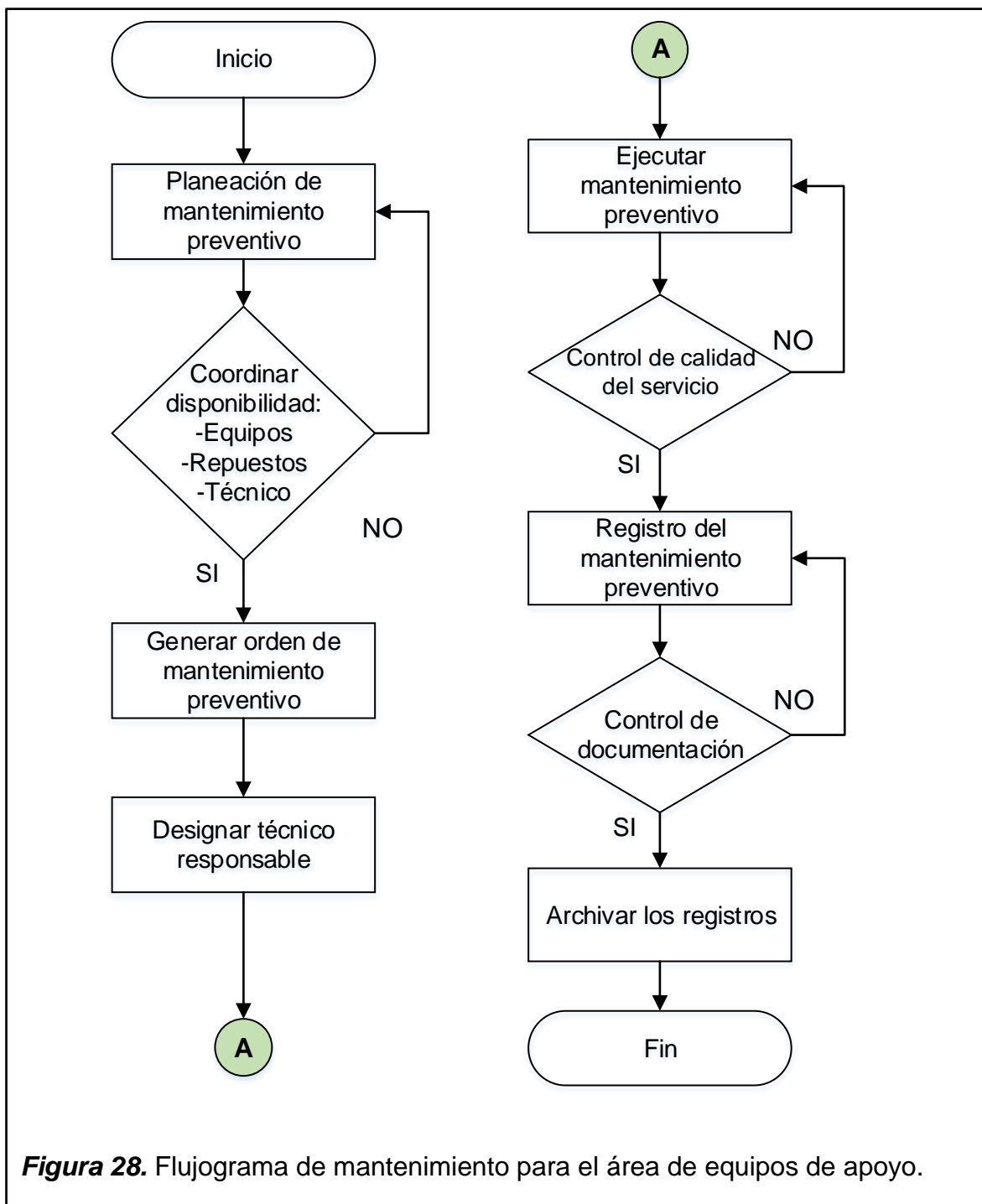
La implementación de mejora en el programa de mantenimiento preventivo se basa en el ciclo de Deming el cual ayuda a planificar (situación actual de la empresa), realizar correcciones e implementar acciones de mejora, el mismo que debe ser controlado continuamente (indicadores de mantenimiento) y corregir desperfectos que se presenten durante la implementación del programa de mantenimiento.

### **4.2. Flujo de mantenimiento**

Son los pasos básicos para el desarrollo del programa de mantenimiento preventivo mediante la organización, coordinación y programación del mismo.

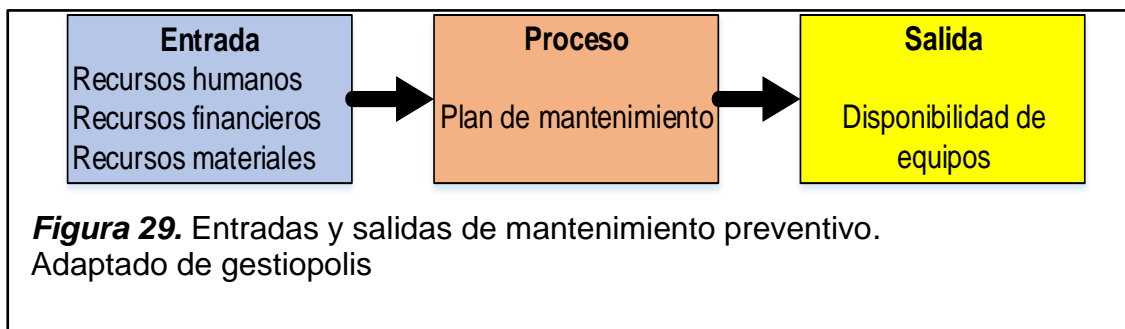
#### **4.2.1 Flujograma general de mantenimiento preventivo**

Se implementará un nuevo flujograma en el área de equipos de apoyo para un mejor flujo de mantenimiento preventivos.



#### 4.2.2 Entradas y salidas en mantenimiento preventivo

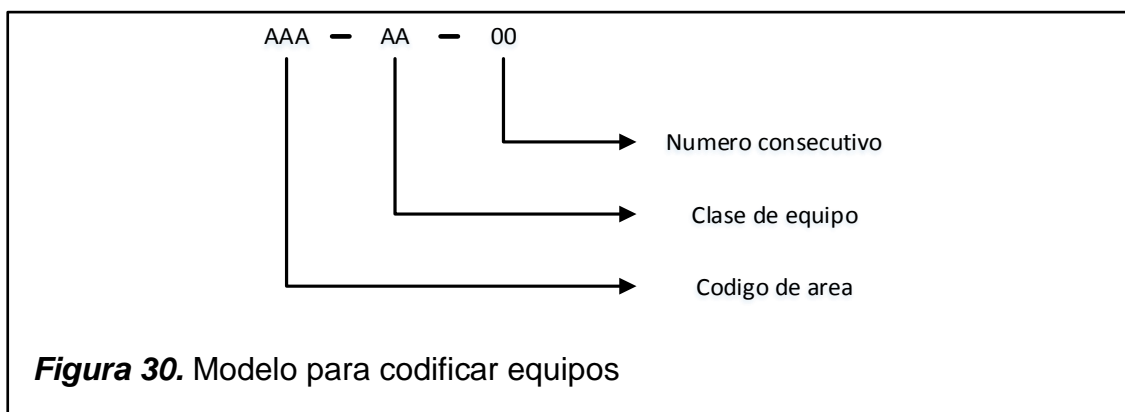
Se debe planificar y coordinar los recursos necesarios para ejecutar el programa de mantenimiento, el área de equipos de apoyo debe seguir un lineamiento que permita verificar el cumplimiento de las etapas que intervienen en mantenimiento preventivo, como se observa en la figura 26.



### 4.3 Codificación de equipos

Esto permite establecer un código genérico para cada uno de los equipos y de esa manera identificarlos rápidamente.

Para la estructura se utilizara un código alfanumérico que estará compuesto por:



#### 4.3.1 Código de área.-

Serán las letras más representativas al área al que pertenece el equipo.

**Tabla 13.** Código de área

Área	Código de área
Equipos de apoyo en tierra	EAT

### 4.3.2 Clase de equipo

Serán dos letras más significativas del nombre del equipo, y si el nombre está compuesto por dos palabras serán las iniciales de cada una de ellas.

**Tabla 14.** Código de equipo.

<b>Equipo</b>	<b>Código de equipo</b>
Arrancador Neumático	AN
Generador Eléctrico	GE
Remolcador	RE
Tractor	TR
Banda portaequipaje	BP
Furgoneta	FU
Auto Eléctrico	AE
Camión de drenado	CD
Camión químico	CQ
Escalera motorizada	EM
Hidrolavadora	HI

**Nota.**-Equipos que pertenecen al área de mantenimiento.

### 4.3.3 Numero consecutivo

Numero consecutivo para una misma clase de equipos empezando desde 01. No se permite repetir el número consecutivo aunque dos equipos sean idénticos

Ejemplo de codificación de equipo:

**Código de equipo:** EAT-AN-01

**Código de área:** EAT= Equipos de Apoyo en Tierra

**Clase de equipo:** AN= Arrancador neumático

**Número consecutivo:** 01

Se debe implementar la codificación de todos los equipos que pertenecen al área de mantenimiento, esto permitirá llevar un mayor control en las tareas de mantenimiento preventivo. Como se puede observar en la tabla 11, los equipos cuentan con un código de identificación. (Para observar la codificación de todos los equipos ver anexo 2).

**Tabla 15.** Codificación de equipos por familias

Equipo	Código de clase	Código EAT
Arrancador Neumático	AN	EAT-AN-01
Generador Eléctrico	GE	EAT-GE-01
Remolcador	RE	EAT- RE-01
Tractor	TR	EAT-TR-01
Banda portaequipaje	BP	EAT-BP-01
Auto Eléctrico	AE	EAT-AE-01
Furgoneta	FU	EAT-FU-01
Camión drenador	CD	EAT-CD-01
Camión químico	CQ	EAT-CQ-01
Escalera motorizada	EM	EAT-EM-01
Hidrolavadora	HI	EAT-HI-01

#### 4.4 Inventario de equipos

Se debe registrar en un sistema de inventario a todos los equipos que pertenezcan al área, esto permite llevar un mayor control en el programa de mantenimiento preventivo. (Ver anexo 3).

#### 4.5 Análisis de criticidad

Se realizara el análisis de criticidad bajo los siguientes parámetros:

- Servicio
- Calidad
- Mantenimiento
- Seguridad



#### 4.5.1 Servicio

Se determina el nivel de uso, si existe otro equipo para remplazarlo y la influencia en el proceso si el equipo queda averiado.

**Tabla 16.** Variable de servicio

Calificación	Operación %	Equipo auxiliar	Influencia en el proceso
4	-	-	Paro del proceso
3	> a 80%	Equipo único	Pérdidas importantes
2	50% > o < 80%	Sustituible con equipo similar	Perdidas menores
1	< 50%	Equipo con duplicado	Cero intervención

#### 4.5.2 Calidad.

Garantiza calidad al momento de brindar el servicio.

**Tabla 17.** Variable de calidad.

Calificación	Calidad del servicio
3	Importante
2	Sensible
1	Nula

#### 4.5.3 Mantenimiento.

El costo que implica las tareas de mantenimiento, las averías que presentan el equipo durante el mes y la complejidad para su reparación.

**Tabla 18.** Variables de mantenimiento.

Calificación	Costo \$	Averías al mes (horas)	Complejidad de reparación
3	> 500\$	> 4	Especialista
2	> 100\$ o < 500\$	> 2 o < 4	Normal
1	< 100\$	< 2	Sin especialidad

#### 4.5.4 Seguridad

Determina el grado de riesgos que representa el equipo para la seguridad durante la operación del equipo.

**Tabla 19.** Parámetro de seguridad.

Calificación	Características
4	Alto riesgo
3	Riesgo medio
2	Riesgo bajo
1	Cero riesgo

#### 4.5.5. Ponderación de criticidad

De acuerdo a los resultados que obtenga cada equipo en el análisis, se establecerá el nivel de atención que requiere cada uno de los mismos. (Ver anexo 4)

#### 4.5.6 Criticidad de equipos del área de mantenimiento.

A todos los equipos de operativos se debe realizar un análisis de criticidad de acuerdo a los parámetros establecidos. (Ver anexo 4).

#### 4.6 Órdenes de mantenimiento preventivo

Se debe modificar y clasificar las tareas de las órdenes de mantenimiento de acuerdo al manual de los equipos y con la asesoría de un técnico mecánico experimentado en el área. Todas las órdenes de trabajo, de cada uno de los

equipos, deben ser reestructuradas para mejorar el programa de mantenimiento preventivo. (Ver anexo 8).

#### 4.7 Control de inventario

El inventario de repuestos es una parte fundamental para el mantenimiento preventivo, para aquello se debe llevar un control del mismo.

La aplicación de la herramienta 9'S en la bodega del área de Equipos de apoyo permitirá la organización, limpieza y un mayor control de stock de los repuestos que se utilizaran en las tareas de mantenimiento, también se debe llevar un registro de ingresos y egresos, para mantener archivos de respaldo ante cualquier auditoria o cuando se necesite la información para el análisis de indicadores de mantenimiento.

##### 4.7.1 Codificación de repuestos

Se debe designar un código a cada repuesto que se encuentre en la bodega, esto permite mayor control de inventario. Se debe realizar lo siguiente:

##### 4.7.1.1 Clasificación según la clase de repuesto

Todos los repuestos de la bodega deben ser clasificados de acuerdo a su clase, es decir al uso que se le dé a los mismos.

**Tabla 20.** Código de acuerdo a la clase de repuesto.

Tipo de repuesto	Código
Material mecánico	MC
Material metalmecánico	MM
Material eléctrico	ME
Material de pintura	P
Lubricantes	L
Neumáticos	N
Herramientas	H
Baterías	B
Equipo fuera de servicio	ES

**Nota.-** Cada repuesto debe ser clasificado de acuerdo a su clase, esto permite dar un uso correcto a los mismos durante tareas de mantenimiento.

#### 4.7.1.2 Estructura del código

El código permite la rápida identificación de un repuesto y se estructura de acuerdo a la tabla.

**Tabla 21.** Formato de codificación de repuestos.

Código	numero consecutivo	Descripción	Destino
MC	001	Bomba combustible	EAT-AN-01

#### 4.7.2 Ubicación de repuesto

Se debe ubicar los repuestos de acuerdo a su tipo, los mismos que deben ser marcados con su letra correspondiente.

**Tabla 22.** Clasificación según el tipo de repuesto.

Clase de repuesto	Código	Descripción
Consumibles	C	todos los repuestos consumibles
Rotales	R	todos los repuestos reparables
Herramientas	H	todas las herramientas

**Nota.-** Se debe marcar el código de acuerdo al tipo de repuesto al cual pertenece.

#### 4.7.2.1 Código de área

Para determinar en qué área se encuentra el repuesto se tomara la inicial de cada área, como se muestra en la tabla 23.

**Tabla 23.** Código de área.

Área	código
Mecánico	M
Eléctrico	E
Metalmecánico	T
Pintura	P
Neumático	N
Lubricante	L
Taller	R

**Nota.-** Se debe dar un código de área al repuesto para ubicarlo de forma rápida.

#### 4.7.2.2 Formato de código de ubicación

En la tabla 19, se detalla el formato para dar una ubicación a cada uno de los repuestos existentes en la bodega de equipos de apoyo.

**Tabla 24.** Formato de ubicación de repuestos.

<b>C</b>	<b>E</b>	<b>- 01</b>	<b>- 01</b>	<b>A</b>
Clase de repuesto	Área de ubicación	Número de estantería	Columna	Fila de la estantería

**Nota.**- El código se debe colocarlo en la estantería o percha.

Para control de inventario se ha implementado un programa informático en excel que ayude a registrar el ingreso, salida, stock y ubicación del repuesto, como se presenta en la tabla 25.

**Tabla 25.** Base de datos del inventario.

Codificación	Clase	Subtipo	Tipo	Unidad de medida	Destino	Ubicación
FA001	Filtro Aceite	Fram	PH8A	Unidad	JU-09/JP-02	T01-01D
FA002	Filtro Aceite	Baldwin	B236	Unidad	RU-13/14	T01-01C
FA003	Filtro Aceite	Fleetguard	LF3349	Unidad	GU-06	T01-01E
FC001	Filtro de Combustible	Fleetguard	FF5206	Unidad	AP-02	T01-01A
FC002	Filtro de Combustible	Fram	G12	Unidad	JU-09/JP-02	T01-01D
FC003	Filtro de Combustible	Perkins	26560201	Unidad	TU-13/14/15/16	T01-01B
L001	Lubricantes	Motor	15W40	Galón	Equipos motorizados	Cubeto lubricantes
L002	Lubricantes	Engranajes	80W90	Galón	Equipos motorizados	Cubeto lubricantes
L003	Lubricantes	Hidráulico	ATF 220 HIDRAULICO	Galón	Equipos motorizados	Cubeto lubricantes
N001	Llantas	Llantas	315/80/R22.5 Khumo	Unidad	Remolques 13- 14	W01-04C
N002	Llantas	Llantas	225/75/R16 Firestone	Unidad	Tractores-Bandas	W01-02A
ME001	Material Eléctrico	Material Eléctrico	automáticos universal 12v	Unidad	Equipos motorizados	CE01-02C
ME002	Material Eléctrico	Material Eléctrico	beacon strobe 12/24 v	Unidad	Equipos motorizados	CE01-03D
ME003	Material Eléctrico	Material Eléctrico	borne para batería grande	Unidad	Equipos motorizados	CE01-02B

Nota. En esta tabla consta una muestra de toda la base de datos. Tomado de bodega de equipos de apoyo.

En la tabla 26 se observa el registro de ingreso y salida de repuestos, esta hoja en excel se conecta con la base de datos para obtener la información de los mismos, y a su vez envía información a la hoja final de stock.

Con la información registrada en la hoja de excel podemos realizar un seguimiento a los materiales desde su llegada a la bodega hasta su destino en el equipo, esto su vez permiten un mayor control de inventario.

**Tabla 26.** Registro de ingreso y salida de repuestos e insumos.

Fecha	Codificación	Clase	Subtipo	Tipo	Entrada #	Salida #	Documentación	Detalle	Ingresar/Egresar	Autorizado por	Destino	Horometro
22/8/2016	MC022	Material Mecánico	Material Mecánico	Cardan de transmisión	1		Guía #	Inv.22/08/2016	Cacuango O.	Ing.G.L		
22/8/2016	MC023	Material Mecánico	Material Mecánico	caja volante mulas Tug	2		Guía #	Inv.22/08/2017	Cacuango O.	Ing.G.L		
22/8/2016	ME074	Material Eléctrico	Material Eléctrico	Motor de arranque RU-15	1		Guía #	Inv.22/08/2018	Cacuango O.	Ing.G.L		
24/8/2016	FA012	Filtro Aceite	Luberfiner	PH299		1	Despacha : :	Cacuango O.	Carrera P	Ing.G.L	TU-15	10547
24/8/2016	FC003	Filtro de Combustible	Perkins	26560201		1	Despacha : :	Cacuango O.	Carrera P	Ing.G.L	TU-15	10547
24/8/2016	FS006	Filtro Separador	Voolco	VF2876		1	Despacha : :	Cacuango O.	Carrera P	Ing.G.L	TU-15	10547
24/8/2016	I001	Lubricantes	Motor	15W40		2,5	Despacha : :	Cacuango O.	Solano D	Ing.G.L	TU-15	10547
24/8/2016	L003	Lubricantes	Hidráulico	ATF 220 HIDRAULICO		2	Despacha : :	Cacuango O.	Solano D	Ing.G.L	TU-15	10547
27/8/2016	FA005	Filtro Aceite	Baldwin	PH5796		1	Despacha : :	Cacuango O.	Solano D	Ing.G.L	VU-16	102654
27/8/2016	I001	Lubricantes	Motor	15W40		1	Despacha : :	Cacuango O.	Carrera P	Ing. Gustavo L.		102654

Nota. Esta tabla es una muestra de toda la hoja de registro de ingreso y salida de materiales. Tomado de bodega equipos de apoyo.

En la tabla 27 se observa el stock de repuestos, se implementó señales de colores para alertarnos sobre la cantidad de cada uno de los repuestos en bodega.

**Tabla 27.** Stock de repuestos

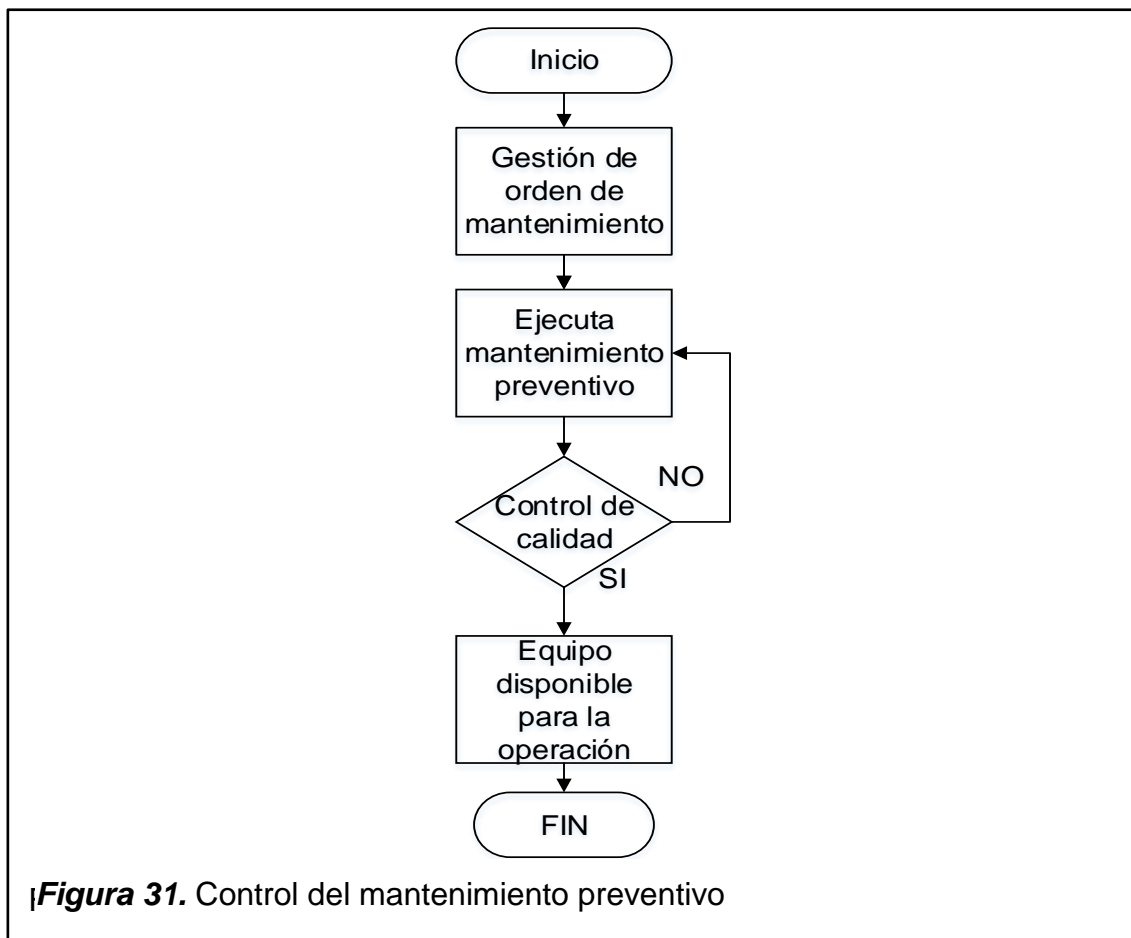
Ítem	Codificación	Clase	Subtipo	Tipo	Cantidad Disponible	Destino	Ubicación
1	FA001	Filtro Aceite	Fram	PH8A	3	JU-09/JP-02	T01-01D
2	FA002	Filtro Aceite	Baldwin	B236	0	RU-13/14	T01-01C
3	FA003	Filtro Aceite	Fleetguard	LF3349	4	GU-06	T01-01E
19	FC001	Filtro de Combustible	Fleetguard	FF5206	3	AP-02	T01-01A
20	FC002	Filtro de Combustible	Fram	G12	3	JU-09/JP-02	T01-01D
21	FC003	Filtro de Combustible	Perkins	26560201	0	TU-13/14/15/16	T01-01B
82	L001	Lubricantes	Motor	15W40	23	Equipos motorizados	Cubeto lubricantes
83	L002	Lubricantes	Engranajes	80W90	25	Equipos motorizados	Cubeto lubricantes
84	L003	Lubricantes	Hidráulico	ATF 220 HIDRAULICO	12	Equipos motorizados	Cubeto lubricantes
91	N001	Llantas	Llantas	Khumo 315/80/R22.5	2	Remolques	W01-04C
92	N002	Llantas	Llantas	225/75/R16 Firestone	9	Tractores-Bandas	W01-02A
93	N003	Llantas	Llantas	600 R9	2	Tractores Delantera	W01-01C

Nota. Esta tabla es una muestra de la hoja de stock de repuestos. Tomado de bodega equipos de apoyo.

#### 4.8 Control de mantenimiento preventivo

Se debe realizar controles mediante los indicadores de mantenimiento, esto permitirá evaluar las tareas ejecutadas en los equipos y también verificar todo el programa de mantenimiento preventivo. Figura 27.





El principal indicador en el que se ha planteado trabajar es el de disponibilidad y de confiabilidad del equipo para la operación, con se evita la subcontratación del servicio. En la tabla 28 se observa porcentajes promedio que alcanza después de la implementación de mejoras al programa de mantenimiento preventivo, sin embargo no se alcanza el 100% ya que existen equipos que sobrepasan los 10 años de operación.

**Tabla 28.** Disponibilidad y confiabilidad de equipos

Código EAT	Nombre del equipo	Horas diarias	Horas mensual	Horas de mantenimiento	Disponibilidad	Confiabilidad
EAT-AN-01	Arrancador Neumático	3	90	2	98%	98%
EAT-GE-01	Generador Eléctrico	4	120	2	98%	98%
EAT-GE-02	Generador Eléctrico	6	180	2	99%	99%
EAT-GE-03	Generador Eléctrico	5	150	2	99%	99%
EAT-GE-04	Generador Eléctrico	6	180	2	99%	99%
EAT- RE-01	Remolcador	7	210	2	99%	99%
EAT- RE-02	Remolcador	6	180	2	99%	99%
EAT- RE-03	Remolcador	8	240	2	99%	99%
EAT- RE-04	Remolcador	7	210	2	99%	99%
EAT-TR-01	Tractor	6	180	2	99%	99%
EAT-TR-02	Tractor	6	180	2	99%	99%
EAT-TR-03	Tractor	8	240	2	99%	99%
EAT-TR-04	Tractor	6	180	2	99%	99%
EAT-BP-01	Banda portaequipaje	4	120	2	98%	98%
EAT-BP-02	Banda portaequipaje	3	90	2	98%	98%
EAT-BP-03	Banda portaequipaje	5	150	2	99%	99%
EAT-BP-04	Banda portaequipaje	4	120	2	98%	98%
EAT-BP-05	Banda portaequipaje	6	180	2	99%	99%
EAT-BP-06	Banda portaequipaje	5	150	2	99%	99%
EAT-BP-07	Banda portaequipaje	5	150	2	99%	99%
EAT-FU-01	Furgoneta	6	180	2	99%	99%
EAT-FU-02	Furgoneta	5	150	2	99%	99%
EAT-FU-03	Furgoneta	5	150	2	99%	99%
EAT-FU-04	Furgoneta	6	180	2	99%	99%
EAT-FU-05	Furgoneta	4	120	2	98%	98%
EAT-CD-01	Camión de drenado	6	180	2	99%	99%
EAT-CQ-01	Camión químico	6	180	2	99%	99%
Promedio mensual					99%	99%

Nota. Para la elaboración de la tabla se analizó los archivos de mantenimiento.

#### **4.9 Reducción de costos por mantenimiento**

Mediante una reestructuración y organización de las órdenes de trabajo y la programación mensual de los mantenimientos preventivos, esto basándose en los manuales y experiencia de los técnicos en mantenimiento se observa la reducción de costos por mantenimiento preventivo.

En la tabla 29 se observa un ejemplo de mejoramiento de las órdenes de mantenimiento preventivo de un arrancador neumático. (Las ordenes de mantenimiento preventivo de todos los equipos, ver anexo 7).

**Tabla 29. Costo por mantenimiento preventivo de un arrancador neumático.**

Actividades	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total \$
Cambiar aceite de motor	10	Aceite motor	8	galón	15,00	120,00
Cambiar filtro de aceite de motor	10	filtro de aceite motor	1	unidad	14,00	14,00
Chequear fugas en sistema de refrigeración (agua)	10	Grasa	2	kilógramo	3,00	6,00
Chequear fugas en sistema de lubricación (aceite)	10	desengrasante	3	galón	4,00	12,00
Chequear fugas en sistema de combustible (diésel)	10					
Chequear ajuste y condición de bandas de alternador	15					
Chequear estado de turbo, fugas y ruidos extraños	20					
Chequear sistema de escape	10					
Chequear nivel aceite compresor	5					
Verifique el correcto funcionamiento de indicadores en el tablero	10					
Chequear batería, bornes y carga de batería	5					
		<b>Costo total de materiales e insumos</b>				<b>\$ 152,00</b>
Chequear estado y presión de llantas (90 - 100PSI)	10					
Chequear funcionamiento de coupling	15					
Verificar que no exista golpes en puertas y carrocería	5					
Limpiar exteriormente el radiador	10					
Lavar el equipo	30					
Tiempo Total (minutos)	185					
Tiempo Total (horas)	3,0833333					
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>						<b>Mantenimiento tipo A</b>
Mano de obra	\$	13,54				
Materiales e insumos	\$	152,00				
Máquina	\$	5,71				
<b>Total</b>	<b>\$</b>	<b>171,25</b>				

Nota.- Costos por mantenimiento preventivo tipo A de 250 horas.

**Tabla 30.** Costos por mantenimiento preventivo tipo B del arrancador neumático

ADICIONALES CADA 500	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total \$
Lubricar rodamientos de puntas de eje	30	Grasa	2	kilógramo	3,00	6,00
Limpieza y calibración de inyectores	40	Aceite regal 68	8	galón	17,00	136,00
Chequear bridas y uniones sistema escape	10	Filtro combustible primario	1	unidad	12,00	12,00
Chequear funcionamiento de coupling	10	Filtro de combustible secundario	1	unidad	14,00	14,00
Cambiar aceite compresor	20	filtro de aire	1	unidad	60,00	60,00
Cambiar filtro primario de combustible	10					
Cambiar filtro secundario de combustible	10					
Cambiar filtro de aire	10					
		<b>Costo total de materiales e insumos</b>				<b>\$ 168,00</b>
Tiempo Total (minutos)	140					
Tiempo Total (horas)	2,3333333					
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>		<b>Mantenimiento tipo B</b>				
Mano de obra	\$ 10,24					
Materiales e insumos	\$ 168,00					
Máquina	\$ 4,32					
<b>Total</b>	<b>\$ 182,56</b>					

Nota.- Costos por mantenimiento preventivo tipo B de 500 horas.

**Tabla 31.** Costo total anual por mantenimiento preventivo del arrancador neumático.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Tipo mantenimiento preventivo	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
		B		B		B		B		B		B
Costos del mantenimiento preventivo	171,25	171,25	171,25	171,25	171,25	171,25	171,25	171,25	171,25	171,25	171,25	171,25
	-	182,56	-	182,56	-	182,56	-	182,56	-	182,56	-	182,56
Total costo mensual	171,25	353,81	171,25	353,81	171,25	353,81	171,25	353,81	171,25	353,81	171,25	353,81
<b>Total costo anual</b>	<b>\$ 3.150,33</b>											

Nota.- Costo total anual por mantenimiento preventivo tipo A y B.

**Tabla 32.** Costos totales por mantenimiento preventivo de todos los equipos del área.

Grupo	Número de equipos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total anual
Arrancador	1	171,25	353,81	171,25	353,81	171,25	353,81	171,25	353,81	171,25	353,81	171,25	353,81	
Total mensual		171,25	353,81	171,25	353,81	171,25	353,81	171,25	353,81	171,25	353,81	171,25	353,81	\$ 3.150,33
Tractor de empuje	4	67,62	162,29	67,62	162,29	67,62	249,52	67,62	162,29	67,62	162,29	67,62	249,52	

Total mensual		270,50	649,17	270,50	649,17	270,50	998,06	270,50	649,17	270,50	649,17	270,50	998,06	\$ 6.215,78
Remolque	4	97,50	198,67	97,50	198,67	97,50	460,71	97,50	198,67	97,50	198,67	97,50	460,71	
Total mensual		390,00	794,68	390,00	794,68	390,00	1.842,83	390,00	794,68	390,00	794,68	390,00	1.842,83	\$ 9.204,35
Bandas portaequipaje	6	77,03	174,35	77,03	174,35	77,03	361,36	77,03	174,35	77,03	174,35	77,03	361,36	
Total mensual		462,20	1.046,09	462,20	1.046,09	462,20	2.168,18	462,20	1.046,09	462,20	1.046,09	462,20	2.168,18	\$ 11.293,88
Vehículo de servicio	2	73,67	73,67	150,20	73,67	73,67	259,72	73,67	73,67	150,20	73,67	73,67	259,72	
Total mensual		147,35	147,35	300,39	147,35	147,35	519,43	147,35	147,35	300,39	147,35	147,35	519,43	\$ 2.818,42
Generador eléctrico	4	122,27	234,79	122,27	234,79	122,27	250,30	122,27	234,79	122,27	234,79	122,27	250,30	
Total mensual		489,10	939,16	489,10	939,16	489,10	1.001,20	489,10	939,16	489,10	939,16	489,10	1.001,20	\$ 8.693,63
Minivans	4	49,92	49,92	73,32	49,92	49,92	134,44	49,92	49,92	73,32	49,92	49,92	134,44	
Total mensual		199,67	199,67	293,28	199,67	199,67	537,75	199,67	199,67	293,28	199,67	199,67	537,75	\$ 3.259,41
Total mensual del grupo		\$ 2.130,05	\$ 4.129,92	\$ 2.376,70	\$ 4.129,92	\$ 2.130,05	\$ 7.421,27	\$ 2.130,05	\$ 4.129,92	\$ 2.376,70	\$ 4.129,92	\$ 2.130,05	\$ 7.421,27	\$ 44.635,81

Nota. Los costos pueden aumentar o disminuir por el factor de importaciones de repuestos.

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

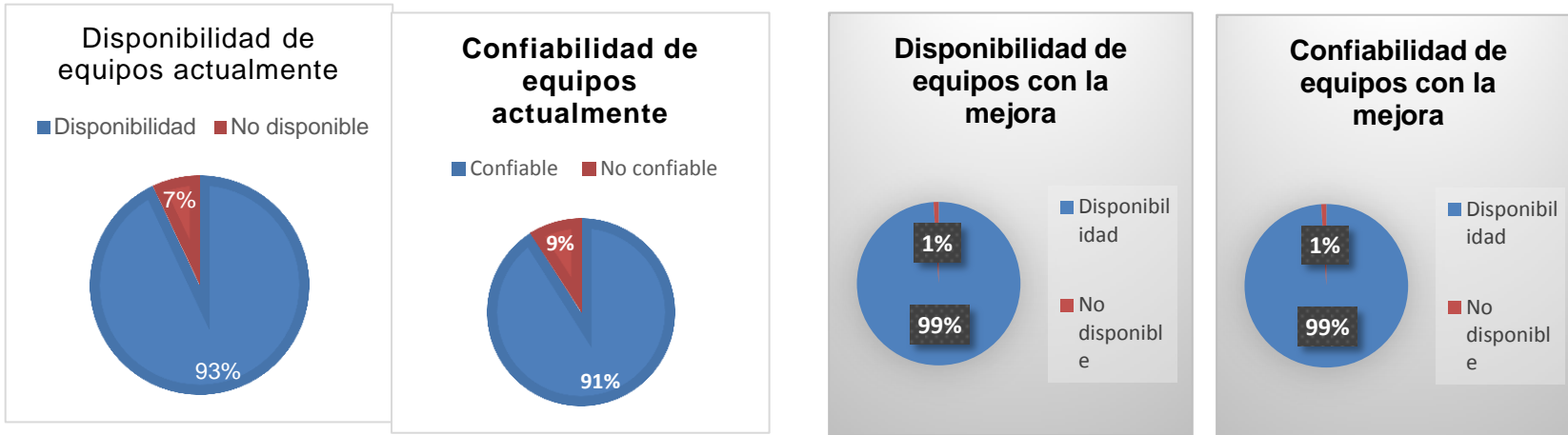
### **5.1 Conclusiones**

Con la implementación de la propuesta de mejora al programa de mantenimiento preventivo se reducirán las averías y se mantendrá una alta disponibilidad y confiabilidad de los equipos para operaciones de servicio en los aviones, de esa manera se reduce la subcontratación a otras empresas, además evita multas por equipos dañados en plataforma, aviones con retrasos y la pérdida de clientes. En la siguiente tabla.



**Tabla 33.** Diferencia de confiabilidad y disponibilidad de equipos mensualmente.

	Antes		Mejora	
Equipos de apoyo	Disponibilidad	Confiabilidad	Disponibilidad	Confiabilidad
Promedio mensual	93%	91%	99%	99%



Se reduce el costo de mantenimiento preventivo mediante la reestructuración, planificación y programación de tareas de mantenimiento, esto contribuye a la empresa para atravesar la crisis económica en la que se encuentra actualmente.

**Tabla 34.** Diferencia de costo por mantenimiento preventivo

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total anual
Mantenimiento situación actual	3.840,75	4.174,24	4.127,85	4.174,24	3.840,75	7.482,25	3.840,75	4.174,24	4.127,85	4.174,24	3.840,75	4.705,81	52.503,72
Mantenimiento con propuesta de mejora	2.130,05	4.129,92	2.376,70	4.129,92	2.130,05	7.421,27	2.130,05	4.129,92	2.376,70	4.129,92	2.130,05	7.421,27	44.635,81
												Ahorro con la propuesta de mejora	\$ 7.867,91

Nota.- Los costos pueden variar de acuerdo al precio de los materiales e insumos que se utilicen.

Mediante la correcta programación de mantenimiento preventivo de los equipos se ejecutan tareas y se cambian repuestos con signos de averías, evitando el desgaste excesivo de los mismos y lo que provoca averías repentinas, esto también ayuda a aumentar la vida útil del equipo.

La correcta estructuración y la fácil comprensión de las ordenes de trabajo permitirán ejecutar las tareas de manera más rápida y eficiente, con esto se reducirán los tiempos invertidos en mantenimiento preventivo.

**Tabla 35.** Tiempos invertidos en mantenimiento preventivo

	Tiempo Actual (minutos)	Tiempo Mejorado (minutos)	Diferencia (minutos)	Número equipos	Total tiempo perdido (Minutos)
Arrancador	250	185	65	1	65
Tractor de empuje	150	14	136	4	544
Remolque	220	190	30	4	120
Bandas portaequipaje	190	170	20	6	120
Vehículo de servicio	195	145	50	2	100
Generador eléctrico	175	140	35	4	140
Minivans	130	110	20	5	100
				Total Minutos	1189
				Total Horas mensuales	19,81
				Total Horas anuales	237,8

Nota. Para realizar esta tabla se realizó una medición de tiempos de todas las actividades que se ejecutan durante el mantenimiento preventivo de cada equipo.

Los indicadores de control permitirán verificar la implementación del programa de mantenimiento preventivo, de esa manera se podrá actuar de manera oportuna y corregir los errores que se encuentren.

## 5.2 Recomendaciones

El personal técnico debe recibir capacitaciones sobre mantenimiento preventivo en equipos terrestres de aviación, de manera que puedan compactar lo teórico con lo práctico, estos cursos son dictados por empresas como Indusur S.A, ElectroEcuatoriana S.A, Caterpillar S.A, Gardner Espinoza S.A.

Se debe adquirir nueva herramienta manual (torquimetro, láminas para válvulas, llaves Thor) en milímetros y en pulgadas para la calibración de motores de los diferentes equipos que ingresan a mantenimiento. También es importante la adquisición de herramienta neumática (pistolas de impacto, ratcher), estas permiten realizar las tareas con menor esfuerzo y rápido.

Se consiguió adquirir el 100 % de los manuales técnicos de los equipos mediante la coordinación con las diferentes empresas que se dedican a la venta de equipos aeronáuticos, sin embargo el 30% se encuentran en inglés, se debe traducir estos manuales, ya que en el área no existe personal que traduzca este tipo de manuales técnicos, esto permitirá la fácil lectura de los diferentes diagramas.

Y finalmente se recomienda instruir a todos los técnicos sobre la implementación de mejora del plan de mantenimiento preventivo, de esa manera se integra a todo el equipo de trabajo para cumplir, mantener y superar las expectativas del proyecto. También se debe capacitar en materia de mejoramiento continuo y gestión de calidad.

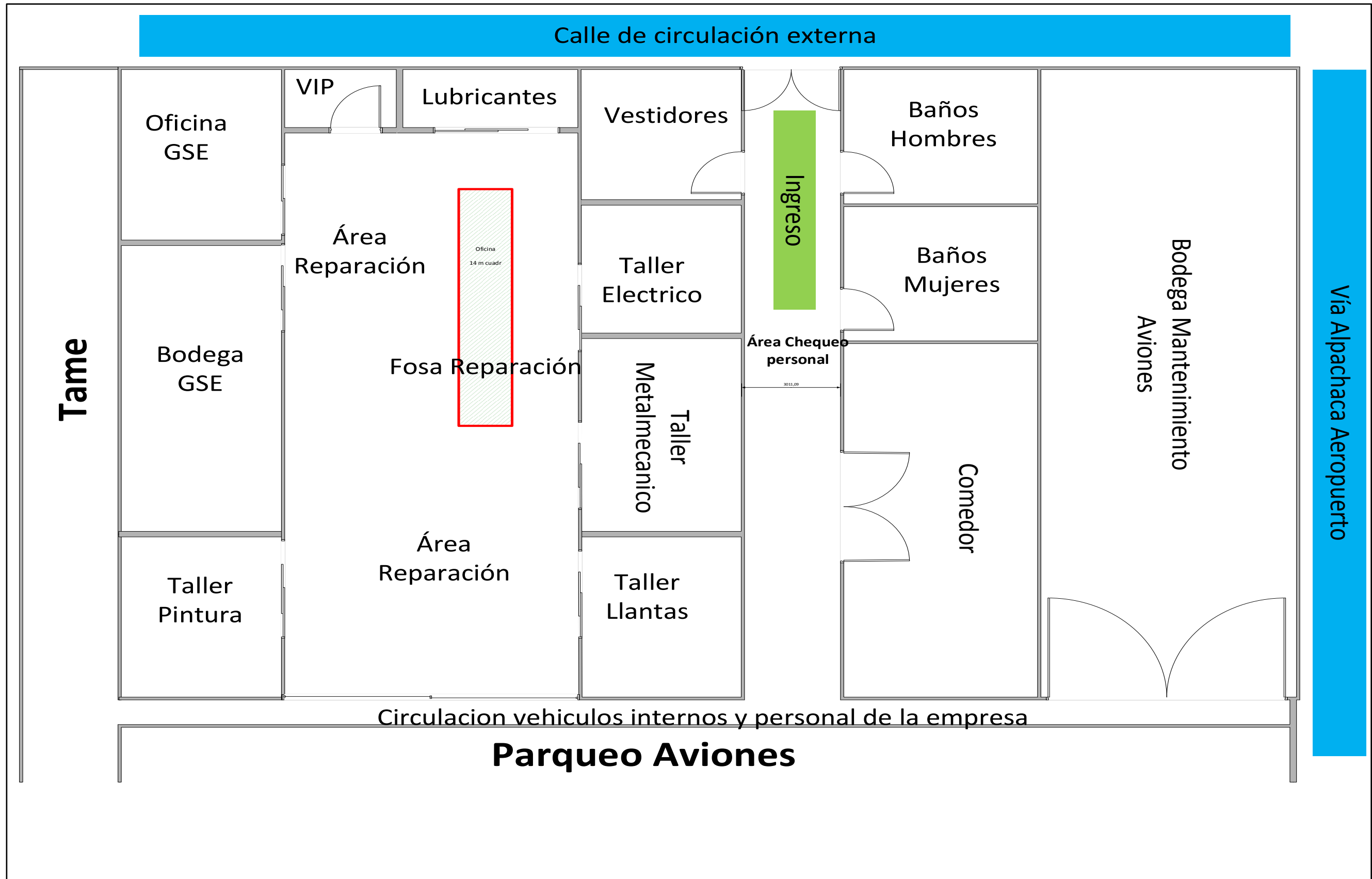
## REFERENCIAS

- Avianca. (2016). *Flota aérea*. Recuperado el 25 de Octubre de 2016, de <http://www.avianca.com/es-us/informacion-viaje/antes-vuelo/flota.aspx>
- Decreto ejecutivo 2393. (2014). *Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo*. Recuperado el 30 de Octubre de 2016, de <http://www.utm.edu.ec/unidadriesgos/documentos/decreto2393.pdf>
- Gamero, J. (2016). *Manual de operaciones en rampa de Aerogal S.A.* Bogotá, Colombia.
- García, R. (2012). *Método de Trabajo: ingeniería de métodos y medición de trabajo* (2 ed.). México: Mac Graw Hill.
- García, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid, España: Díaz de Santos.
- Gatica, R. (2009). *Mantenimiento industrial* (2ª ed.). México: Trillas
- Gutiérrez, H. (2010). *Calidad total y productividad* (3ª ed.). México: McGraw-Hill
- Gutiérrez, H. (2013). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma* (3 ed.). México D.F.: MacGrawHill.
- Norma internacional ISO 14001*. (2004). *Sistema de gestión ambiental*. Recuperado el 2 de noviembre de 2016, de [http://www.dinama.gub.uy/indicadores\\_ambientales/wp-content/uploads/2016/01/Norma-ISO-14001-2004.pdf](http://www.dinama.gub.uy/indicadores_ambientales/wp-content/uploads/2016/01/Norma-ISO-14001-2004.pdf)
- Norma Internacional ISO 9001*. (2008). *Sistema de gestión de la calidad*. Recuperado el 2 de Noviembre de 2016, de [http://www.iesc.gov.ar/iesc/Include/documents/iso9001/ISO9001\\_2008.pdf](http://www.iesc.gov.ar/iesc/Include/documents/iso9001/ISO9001_2008.pdf)
- Picabea, A. (2010). *Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo*. Madrid, España: Aran.
- Real Academia Española. (2006). *Diccionario Escencial de la Lengua Española*. Madrid: Espasa Calpe.
- Reliabilityweb. (2016). *Análisis de criticidad*. Recuperado el 28 de Octubre de 2016, de <http://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope>

TLD. (2016). *Equipos de apoyo terrestre para aeronaves*. Recuperado el 3 de noviembre de 2016, de <http://www.tld-group.com/es/productos/>.

## **ANEXOS**

Anexo 1. Layout de planta del área equipos de apoyo





**Anexo 2.** Codificación según la clase de equipo.

<b>Nombre de equipo</b>	<b>Código de clase</b>	<b>Código EAT</b>	<b>Cantidad</b>
Arrancador Neumático	AN	EAT-AN-01	1
Generador Eléctrico	GE	EAT-GE-01	4
Remolcador	RE	EAT- RE-01	4
Tractor	TR	EAT-TR-01	4
Banda portaequipaje	BP	EAT-BP-01	6
Auto Eléctrico	AE	EAT-AE-01	1
Furgoneta	FU	EAT-FU-01	4
Camión de drenado	CD	EAT-CD-01	1
Camión químico	CQ	EAT-CQ-01	1
Escalera motorizada	EM	EAT-EM-01	1
Hidrolavadora	HI	EAT-HI-01	1

### Anexo 3. Inventario de equipos

<b>Nombre del equipo</b>	<b>Código EAT</b>	<b>Modelo</b>	<b>Fabricante</b>
Arrancador Neumático	EAT-AN-01	TMAC-250	Steward Stevenson
Generador Eléctrico	EAT-GE-01	GPU 400/100	TUG
Generador Eléctrico	EAT-GE-02	GPU-4120-T-CUP	TLD
Generador Eléctrico	EAT-GE-03	GPU-4120-T-CUP	TLD
Generador Eléctrico	EAT-GE-04	140CU20	HOBART
Remolcador	EAT- RE-01	MC-2213	TUG
Remolcador	EAT- RE-02	GT 35	TUG
Remolcador	EAT- RE-03	GT-35-30	TUG
Remolcador	EAT- RE-04		
Tractor	EAT-TR-01	MA 50-23	TUG
Tractor	EAT-TR-02	MA 50-23	TUG
Tractor	EAT-TR-03	MA-23	TUG
Tractor	EAT-TR-04	MA-23	TUG
Banda portaequipaje	EAT-BP-01	FORD 660	TUG
Banda portaequipaje	EAT-BP-02	FORD 660	TUG
Banda portaequipaje	EAT-BP-03	NBL	TLD
Banda portaequipaje	EAT-BP-04	660-23	TUG

Banda portaequipaje	EAT-BP-05		
Banda portaequipaje	EAT-BP-06		
Banda portaequipaje	EAT-BP-07		
Auto Eléctrico	EAT-AE-01	VILLAGER	Club Car
Furgoneta	EAT-FU-01	S CARRY	Chevrolet
Furgoneta	EAT-FU-02	H-100	Hyundai
Furgoneta	EAT-FU-03	HIACE	Toyota
Furgoneta	EAT-FU-04	N300	Chevrolet
Furgoneta	EAT-FU-05	N300	Chevrolet
Camión de drenado	EAT-CD-01	NMR85H	Chevrolet
Camión químico	EAT-CQ-01	NMR85H	Chevrolet
Escalera motorizada	EAT-EM-01	MPPS 96/15	PHOENIX
Hidrolavadora	EAT-HI-01		Honda

---

**Nota.-** Tomado de manual de operaciones de Rampa – Aerogal S.A

Anexo 4. Análisis de criticidad


Código EAT	Nombre del equipo	SERVICIO			CALIDAD		MANTENIMIENTO		SEGURIDAD	TOTAL
		Utilización	equipo auxiliar	influencia en proceso	Calidad en servicio	costo mensual	horas inoperativas	complejidad	Nivel de riesgo	
EAT-AN-01	Arrancador Neumático	3	3	4	3	3	3	3	4	26
EAT-GE-01	Generador Eléctrico	3	2	3	3	2	3	2	4	22
EAT-GE-02	Generador Eléctrico	3	2	3	3	2	3	2	4	22
EAT-GE-03	Generador Eléctrico	3	2	3	3	2	3	2	4	22
EAT-GE-04	Generador Eléctrico	3	2	3	3	2	3	2	4	22
EAT- RE-01	Remolcador	3	2	3	3	2	3	2	4	22
EAT- RE-02	Remolcador	3	2	3	3	2	3	2	4	22
EAT- RE-03	Remolcador	3	2	3	3	2	3	2	4	22
EAT- RE-04	Remolcador	3	2	3	3	2	2	2	4	21
EAT-TR-01	Tractor	3	2	3	3	2	3	2	4	22
EAT-TR-02	Tractor	3	2	3	3	2	3	2	4	22
EAT-TR-03	Tractor	3	2	3	3	2	3	2	4	22
EAT-TR-04	Tractor	3	2	3	3	2	3	2	4	22
EAT-BP-01	Banda portaequipaje	3	2	3	3	2	3	2	4	22
EAT-BP-02	Banda portaequipaje	3	2	3	3	2	3	2	4	22
EAT-BP-03	Banda portaequipaje	3	2	3	3	2	3	2	4	22
EAT-BP-04	Banda portaequipaje	3	2	3	3	2	3	2	4	22
EAT-BP-05	Banda portaequipaje	3	2	3	3	2	2	2	4	21
EAT-BP-06	Banda portaequipaje	3	2	3	3	2	2	2	4	21
EAT-BP-07	Banda portaequipaje	3	2	3	3	2	2	2	4	21
EAT-FU-01	Furgoneta	3	2	3	3	2	3	2	4	22
EAT-FU-02	Furgoneta	3	2	3	3	2	3	2	4	22
EAT-FU-03	Furgoneta	3	2	3	3	2	3	2	4	22
EAT-FU-04	Furgoneta	3	2	3	3	2	3	2	4	22
EAT-FU-05	Furgoneta	3	2	3	3	2	3	2	4	22
EAT-CD-01	Camión de drenado	3	3	4	3	2	2	2	4	23
EAT-CQ-01	Camión químico	3	3	4	3	2	2	2	4	23
EAT-EM-01	Escalera motorizada	2	2	2	2	1	1	2	4	16
EAT-AE-01	Auto Eléctrico	2	3	2	2	1	1	2	3	16
EAT-HI-01	Hidrolavadora	2	3	2	2	1	1	1	2	14

Nota.- Se realizó el análisis de criticidad a todos los equipos del área de mantenimiento.

Puntuación	Descripción
20 a 25	Son equipos críticos para los cuales se implementara inmediatamente el plan de mejora de mantenimiento preventivo.
15 a 20	Importancia media, reestructurar el plan de mantenimiento posterior a los equipos críticos.
15 menos	Importancia baja, pueden ser sometidos a mantenimiento correctivo.

Nota.- De acuerdo a la ponderación se establece que equipos necesitan una rápida intervención en el programa de mantenimiento preventivo.

Anexo 5. Ordenes de mantenimiento preventivo.

	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO ARRANCADOR NEUMATICO ASU</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>REVISIÓN</b>
		FR_NE0315_16	01
		<b>FECHA</b>	<b>PAGINA(S)</b>
		29-jun-16	1 de 1

<b>WORK PROCEDURES SHEET</b>		<b>EQUIPO:</b>
A. SUBJECT:	<b>ARRANCAR NEUMATICO ASU</b>	
B. REASON:	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	Marque con X mantenimiento que corresponde
C. FREQUENCY:	<b>CICLOS DE 250 HORAS DE FUNCIONAMIENTO</b>	250 Hrs <input type="checkbox"/>
D. DATE LIMIT:	<b>DE ACUERDO AL USO DEL EQUIPO</b>	500 Hrs <input type="checkbox"/>
E. MANPOWER:	<b>NOMBRE DEL TECNICO/S:</b>	
F. MATERIALS:	<b>NINGUNO</b>	
G. TOOLS:	<b>STANDART</b>	
H. SUMMARY:	Esta solicitud se la realiza con la finalidad de realizar el servicio cada 250 horas de funcionamiento y evitar fallas y mal funcionamiento del arrancador neumatico	

WORK DESCRIPTION		PN	CANTIDAD		
Nº	TAREAS CADA 250				
1	Cambiar aceite de motor				
2	Cambiar filtro de aceiter de motor				
3	Cambiar filtro primario de combustible				
4	Cambiar filtro secundario de combustible				
5	Revisar de ser necesario cambiar filtro de aire				
6	Limpiar exteriormente el radiador				
7	Completar agua y/o refrigerante				
8	Engrasar terminales de direccion				
9	Ajustar freno de parqueo				
10	Chequear presion (90 - 100PSI) y estado de llantas				
11	Chequear sistema de escape				
12	Chequear nivel aceite compresor				
13	Chequear ajuste y condicion de bandas de alternador				
14	Chequear el equipo por posibles fugas de fluidos				
15	Ajustar carroceria				
16	Lavar el equipo				
17	Chequear sistema electrico switch, luces panel, etc				
18	Chequear electrolito y bornes de bateria				
19	Revisar funcionamiento de governor				
20	Chequear funcionamiento de instrumentos				
21	Realizar prueba de carga				
ADICIONALES CADA 500					
1	Lubricar rodamientos de puntas de eje				
2	Limpieza y calibracion de inyectores				
3	Chequear bridas y uniones sistema escape				
4	Chequear funcionamiento de coupling				
5	Cambiar aceite compresor				



MANTENIMIENTO PREVENTIVO REMOLCADOR JBT Y TUG

<b>CÓDIGO</b>	<b>REVISIÓN</b>
FR_NE0315_21	02
<b>FECHA</b>	<b>PAGINA(S)</b>
29-jun-16	1 de 1

**WORK PROCEDURES SHEET**

**EQUIPO: RU-13**

A. SUBJECT:	REMOLCADOR JBT Y TUG		
B. REASON:	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Marque con X mantenimiento que corresponde	
C. FREQUENCY:	CICLOS DE 250 HORAS DE FUNCIONAMIENTO	250 Hrs <input type="checkbox"/>	750 Hrs <input type="checkbox"/>
D. DATE LIMIT:	DE ACUERDO AL USO DEL EQUIPO	500-1000 Hrs <input checked="" type="checkbox"/>	1500 Hrs <input type="checkbox"/>

E. MANPOWER:	NOMBRE DEL TECNICO/S:
F. MATERIALS:	NINGUNO
G. TOOLS:	STANDART

H. SUMMARY:	Esta solicitud se la realiza con la finalidad de realizar el servicio cada 250 horas de funcionamiento y evitar fallas y mal funcionamiento del remolque.
-------------	---

WORK DESCRIPTION		PN	CANTIDAD	COMENTARIOS
Nº	TAREAS A REALIZAR EN TODOS LOS CICLOS			
1	Cambiar aceite de motor			
2	Cambiar filtro de aceite			
3	Cambiar filtro de aire			
4	Revisar condicion y ajuste de bandas de motor			
5	Drenar el agua de trampa, revisar estado de filtros de combustible			
6	Chequear nivel de aceite en los diferenciales			
7	Revisar que no existan fugas por los diferenciales			
8	Ajustar componentes del freno de parqueo			
9	Revisar que no existan fugas por cañerías y neoplos			
10	Verificar nivel correcto de aceite hidraulico			
11	Revisar funcionamiento de manometro de bomba principal			
12	Verificar nivel de refrigerante en radiador			
13	Limpia exteriormente radiador (usar presion moderada de agua)			
14	Verificar juste, estado de mangueras			
15	Chequear torque de tuercas de llantas y presion de las mismas 120 PSI			
16	Inspeccionar buen estado de sistema de escape			
17	Cambiar filtro de combustible			
18	cambiar filtro separador agua			
19	Engrasar puntos de lubricacion			
20	Chequear buen estado de tapicería y accesorios			
21	Verificar funcionamiento y estado de limpiaparabrisas			
22	Revisar estado de indicadores luces en tablero			
23	Chequear pines de enganches de tiro y cadenas			
<b>ADICIONALES CADA 500</b>				
1	Revisar el estado y funcionamiento de la válvula PCV			
2	Chequear estado de turbo, fugas y ruidos extraños			
3	Compruebe ajuste y estado de bases de motor y transmisión automática			
4	Rotar la llantas			
5	Cambiar refrigerante de motor.			
<b>ADICIONALES CADA 1500</b>				
1	Cambiar aceite de transmisión automática			
2	Cambiar filtro del sistema hidráulico			
3	Cambiar aceite de la dirección			
4	Calibrar válvulas			
5	Cambiar aceite de diferencial y cubos de ruedas (cuatro)			



MANTENIMIENTO PREVENTIVO GPU TLD /  
HOBART / TUG

CÓDIGO

FR\_NE0315\_18

REVISIÓN

01

FECHA

29-jun-16

PAGINA(S)

1 de 1

**WORK PROCEDURES SHEET**

**EQUIPO:**

A. SUBJECT:	GPU TLD / HOBART / TUG		
B. REASON:	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Marque con X mantenimiento que corresponde	
C. FREQUENCY:	CICLOS DE 250 HORAS DE FUNCIONAMIENTO		
D. DATE LIMIT:	DE ACUERDO AL USO DEL EQUIPO	<input type="text"/>	500-1000Hrs <input type="text"/>

E. MANPOWER:	NOMBRE DEL TECNICO/S:		
F. MATERIALS:	NINGUNO		
G. TOOLS:	STANDART		

H. SUMMARY:	Esta solicitud se la realiza con la finalidad de realizar el servicio cada 250 horas de funcionamiento y evitar fallas y mal funcionamiento del GPU.		
-------------	--	--	--

WORK DESCRIPTION		PN	CANTIDAD	COMENTARIOS
Nº	TAREAS A REALIZAR EN TODOS LOS CICLOS			
1	Cambiar de aceite			
2	Cambiar de filtro de aceite			
3	Chequear estado de purga de combustible			
4	Cambiar filtro de combustible			
5	Cambiar filtro separador de agua			
6	Cambiar filtro de aire y/o cambiar			
7	Verificar ajustes de cañerías y mangueras			
8	Inspeccionar el buen estado de las puertas y la visagras, lubricar las visagras			
9	Verificar que la unidad no tenga golpes partes flojas			
10	Inspeccionar estado de bandas de ventilador			
11	Revisar y/o complete refrigerante en sistema de enfriamiento			
12	Verificar que no exista golpes en carrocería			
13	Lubricar articulaciones de tiro			
14	Revisar estado de turbo, revisar que no tenga fugas y ruidos extraños			
15	Verificar estado de llantas			
16	Revisar, limpiar exteriormente el radiador, usando agua a baja presión			
17	Verifique que funcionamiento correcto de indicadores			
18	Verificar estado de cables alimentadores al avión y sus conectores			
19	Revisar estado de contactores y limpiar contactos			
20	Chequee funcionamiento correcto del paro de EMERGENCIA (si aplica)			
21	Chequee funcionamiento de luces de tablero			
22	Encienda la unidad y verifique funcionamiento correcto de la misma			
23	Limpie la parte exterior del GPU			
<b>ADICIONALES CADA 500</b>				
1	Compruebe ajuste y estado de soportes de motor y generador			
2	Rotar la llantas			
3	Inspeccionar, limpiar y lubricar los rodamientos de las puntas de eje.			
4	CAMBIAR refrigerante de motor.			
5	Realizar pruebas en Banco de Prueba			
<b>ADICIONALES CADA 1500</b>				
1	Calibrar valvulas			
2	Limpia control de votaje (salidas)			
<b>ADICIONALES CADA 2000</b>				
1	Caligracion de Valvulas			



MANTENIMIENTO PREVENTIVO BANDA PORTA EQUIPAJE TUG / TLD / CHARLATTE A DIESEL

CÓDIGO

FR\_NE0315\_17

REVISIÓN

01

FECHA

29-jun-16

PAGINA(S)

1 de 1

**WORK PROCEDURES SHEET**

**EQUIPO:**

A. SUBJECT:	BANDA PORTA EQUIPAJE TUG / TLD CHARLATTE A DIESEL		
B. REASON:	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Marque con X mantenimiento que corresponde	
C. FREQUENCY:	CICLOS DE 250 HORAS DE FUNCIONAMIENTO	250 Hrs <input type="checkbox"/>	500-1000 Hrs <input type="checkbox"/>
D. DATE LIMIT:	DE ACUERDO AL USO DEL EQUIPO	750 Hrs <input type="checkbox"/>	1500 Hrs <input type="checkbox"/>

E. MANPOWER:	NOMBRE DEL TECNICO/S:
F. MATERIALS:	NINGUNO
G. TOOLS:	STANDART

H. SUMMARY:	Esta solicitud se la realiza con la finalidad de realizar el servicio cada 250 horas de funcionamiento y evitar fallas y mal funcionamiento de la banda porta equipaje
-------------	--

**WORK DESCRIPTION**

Nº	TAREAS A REALIZAR EN TODOS LOS CICLOS	PN	CANTIDAD	COMENTARIO
1	Cambar el aceite del motor			
2	Cambar el filtro de aceite			
3	cambio filtro de aire			
4	Verificar el estado del turbo cargador			
5	cambio filtro combustible			
6	Chequear la condición de las cañerías			
7	Verificar estado de barra de dirección			
8	Chequear ajuste correcto del freno de parqueo			
9	Ajustar el freno posterior, para lo cual conduzca el equipo			
10	Realizar una inspección y verifique el funcionamiento			
11	Revisar sistema hidráulico libre de fugas			
12	Verificar la condición de los Actuadores hidráulicos			
13	Verificar la conexión de cañerías rígidas y flexibles.			
14	Ajustar pernos de cilindros hidráulicos			
15	Cambiar filtro separador de agua			
16	Verificar velocidades de desplazamiento			
17	Limpiar exteriormente el equipo			
18	Chequear estado de llantas			
19	Ajustar las tuercas de las llantas			
20	Verificar estado de equipo eléctrico			
21	Revizar su funcionamiento correcto			
22	De ser necesario apretar las conexiones			
23	Verificar el correcto funcionamiento de luces			

**ADICIONALES CADA 500**

1	Verificar fugas en el cilindro de ruedas			
2	Comprobar desgaste de las pastillas			
3	Ajustar placa portadora de freno			
4	Rvisar el estado y funcionamiento de la valvula PCV			
5	Engrasar todas las puntas de acuerdo al manual			
6	Drenar y limpiar internamente el depósito hidráulico			
7	Verificar cañerías flexibles y cambiar si es necesario			
8	Verificar la calibración de los limitadores			
9	Ajustar todas las conexiones y los clips de inyección			

**ADICIONALES CADA 1500**

1	Cambiar aceite de transmisión automática			
2	Cambiar filtro del sistema hidráulico			
3	Cambiar aceite de la dirección			
4	Calibrar válvulas			
5	Cambiar aceite de diferencial y cubos de ruedas (cuatro)			



**MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRACTOR TUG****CÓDIGO**

FR\_NE0315\_20

**REVISIÓN**

01

**FECHA**

29-jun-16

**PAGINA(S)**

1 de 1

**WORK PROCEDURES SHEET****EQUIPO:**

A. SUBJECT:	TRACTOR TUG		
B. REASON:	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Marque con X mantenimiento que corresponde	
C. FREQUENCY:	CICLOS DE 250 HORAS DE FUNCIONAMIENTO	250 Hrs <input checked="" type="checkbox"/>	1000 Hrs <input type="checkbox"/>
D. DATE LIMIT:	DE ACUERDO AL USO DEL EQUIPO	500 Hrs <input type="checkbox"/>	1500 Hrs <input type="checkbox"/>

E. MANPOWER:	NOMBRE DEL TECNICO/S:
F. MATERIALS:	NINGUNO
G. TOOLS:	STANDART

H. SUMMARY:	Esta solicitud se la realiza con la finalidad de realizar el servicio cada 250 horas de funcionamiento y evitar fallas y mal funcionamiento del tractor.
-------------	--

WORK DESCRIPTION		PN	CANTIDAD	COEMNTAR IOS
Nº	TAREAS A REALIZAR EN TODOS LOS CICLOS			
1	Cambiar aceite de motor			
2	Cambiar filtro de aceite de motor			
3	Limpiar y/o cambiar filtro de aire			
4	Revisar funcionamiento de luces delanteras y posteriores			
5	Completar agua y/o refrigerante			
6	Revisar nivel de aceite de la direccion			
7	Revisar nivel de liquido de frenos			
8	Revisar nivel de aceite de la transmision automatica			
9	Ajustar freno de parqueo			
10	Chequear que el escape este en buenas condiciones			
11	Chequear ajuste y condicion de bandas de alternador			
12	Verificar que no existan fugas en mangueras y cañerías			
13	Revisar presion correcta de llantas			
14	Cambiar filtro de combustible			
15	cambiar filtro separador agua			
16	Cambiar filtro de aire			
17	Revice debajo de la unidad por posibles fugas y golpes			
18	Comprobar el funcionamiento del interruptor neutral de seguridad			
19	Lubrique el eje de la direccion, pivote y puntas de giro			
20	Lubrique casquillos de deslizantes o pinzas de freno posterior			
21	Lubrique todos los puntos de engrase			
22	Lubrique visagras de capo			
23	Chequear sistema eléctrico switch, luces panel, etc			
<b>ADICIONALES CADA 500-1000-2000</b>				
1	Chequear apriete de pernos de multiple de admision			
2	Revisar pernos guias de mordazas			
3	Revisar y/o cambiar pastillas de freno			
4	Limpiar sistema de frenos			
5	Comprobar, ajustar los inyectores			
6	Revisar sistema de enfriamiento y termostato			
7	Cambiar Refrigerante			
<b>ADICIONALES CADA 1500</b>				
1	Cambiar aceite de transmisión automática			
2	Calibrar válvulas			
3	Cambiar aceite de diferencial y cubos de ruedas (cuatro)			



**MANTENIMIENTO PREVENTIVO CAMIONES QUIMICO POTABLE**

<b>CÓDIGO</b>	<b>REVISIÓN</b>
FR_NE0315_24	01
<b>FECHA</b>	<b>PAGINA(S)</b>
29-jun-16	1 de 1

**WORK PROCEDURES SHEET**

**EQUIPO:**

A. SUBJECT:	CAMIONES QUIMICO Y POTABLE		
B. REASON:	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Marque con X mantenimiento que corresponde	
C. FREQUENCY:	CICLOS DE 5000 KM DE FUNCIONAMIENTO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D. DATE LIMIT:	DE ACUERDO AL USO DEL EQUIPO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

E. MANPOWER:	NOMBRE DEL TECNICO/S:
F. MATERIALS:	NINGUNO
G. TOOLS:	STANDART

H. SUMMARY: Esta solicitud se la realiza con la finalidad de realizar el servicio cada 5000 KM de funcionamiento y evitar fallas y mal funcionamiento en el camion.

WORK DESCRIPTION		PN	CANTIDAD	COMENTARIOS
Nº	TAREAS A REALIZAR EN TODOS LOS CICLOS			
1	Cambiar aceite de motor			
2	Cambiar filtro de aceite de motor			
3	Cambiar filtro de combustible			
4	cambiar filtro separador agua			
5	Cambiar filtro de aire			
6	Revisar nivel de refrigerante, completarlo se es necesario			
7	Chequear mangueras de sistema refrigeracion			
8	Chequear sistema de escape y sus componentes			
9	Revisar nivel de liquido embrague			
10	Inspeccionar carrera y juego libre del pedal de embrague			
11	Chequear nivel aceite caja manual			
12	Chequear nivel de aceite de la direccion			
13	Chequear nivel aceite del diferencial			
14	Revisar nivel de liquido de frenos			
15	Chequear funcionamiento freno de pedal			
16	Chequear funcionamiento y/o ajustar sistema freno de parqueo			
17	Chequear presion y estado de llantas			
18	Chequear ajuste y condicion de bandas de alternador			
19	Revisar mangueras acoples y desagues del sistema			
20	Lubricar cojinete central de eje posterior			
21	Inspeccionar el juego libre del volante de direccion			
22	Revisar funcionalidad del mecanismo de direccion			
23	Revisar estado de tanque de quimico o potable			
<b>ADICIONALES CADA 15000 KM</b>				
1	Chequear nivel aceite caja manual			
2	Chequear nivel aceite del diferencial			
3	Limpiar con presion de agua exteriormente el radiador			
4	Lubricar cerraduras y bisagras de puertas			
5	Reajustar suspension y carroceria			
6	Revisar flojedad en la conexión entre el muñon y el eje delantero			
7	Revisar flojedad en los cojinetes del eje de transmision			
8	Regular pemo tope freno motor			
9	Chequear sistema de escape			
<b>ADICIONALES CADA 30000 KM</b>				
1	Cambiar aceite de caja manual de cambios			
2	Cambiar aceite de diferencial			
3	Cambiar liquido de embrague			
4	Cambiar liquido de frenos			
5	Calibrar valvulas			
6	Chequear cojinetes de ruedas			
7	Alinear ruedas			

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOVILES****CÓDIGO**

FR\_NE0315\_23

**REVISIÓN**

01

**FECHA**

29-jun-16

**PAGINA(S)**

1 de 1

**WORK PROCEDURES SHEET****EQUIPO:**

A. SUBJECT:	<b>MOVILES</b>		
B. REASON:	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	Marque con X mantenimiento que corresponde	
C. FREQUENCY:	<b>CICLOS DE 5000 KM DE FUNCIONAMIENTO</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D. DATE LIMIT:	<b>DE ACUERDO AL USO DEL EQUIPO</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

E. MANPOWER:	<b>NOMBRE DEL TECNICO/S:</b>
F. MATERIALS:	<b>NINGUNO</b>
G. TOOLS:	<b>STANDART</b>

H. SUMMARY:	Esta solicitud se la realiza con la finalidad de realizar el servicio cada 5000 KM de funcionamiento y evitar fallas y mal funcionamiento del móvil.
-------------	--

WORK DESCRIPTION		PN	CANTIDAD	COMENTARIOS
Nº	TAREAS A REALIZAR EN TODOS LOS CICLOS			
1	Cambiar aceite de motor			
2	Cambiar filtro de aceite de motor			
3	Cambiar filtro de combustible			
4	Revisar de ser necesario cambiar filtro de aire			
5	Completar agua y/o refrigerante			
6	Chequear mangueras de sistema refrigeracion			
7	Chequear nivel aceite caja manual			
8	Chequear nivel de aceite de la direccion			
9	Chequear nivel aceite del diferencial			
10	Chequear funcionamiento freno de pedal			
11	Chequear funcionamiento sistema freno de parqueo			
12	Chequear presion y estado de llantas			
13	Chequear ajuste y condicion de bandas de alternador			
14	Inspeccion visual de sistemas y mecanismos			
15	Chequear sistema electrico switch, luces panel, cables, etc			
16	Chequear electrolito y bornes de bateria			
17	Chequear funcionamiento de instrumentos			
18	Chequear funcionamiento de beacon, pitos, luces delanteras y posteriores			
<b>ADICIONALES CADA 15000 KM</b>				
1	Limpiar calibrar de ser necesario cambiar bujias de encendido (SOLO GASOLINA)			
2	Limpiar con presion de agua exteriormente el radiador			
3	Chequear, limpiar de ser necesario cambiar pastillas delanteras de freno			
4	Chequear, limpiar de ser necesario cambiar zapatas posteriores de freno			
5	Engrasar graseros de tren delantero y posterior si existen			
6	Revisar y lubricar terminales rotulas y paquetes			
7	Limpieza de inyectores			
8	Limpieza y engrase de rodamientos de puntas de eje			
9	Rotar, alinear y balancear llantas			
<b>ADICIONALES CADA 30000 KM</b>				
1	Cambiar bujias			
2	Cambiar liquido de embrague y de freno			
3	Cambiar liquido de frenos			
4	Cambiar refrigerante de motor			
5	Cambiar aceite de la caja			
6	Cambiar correa de distribucion			
7	Cambiar aceite de la direccion hidraulica			
8	Cambiar aceite del diferencial			

**Anexo 6. Costo por mantenimiento preventivo situación actual.**

**Costo de mano de obra**

Sueldo mensual	Aporte al IESS 9.45%	Aporte Patronal 11.15%	13er. Sueldo	14to. Sueldo	Recibe el empleado	Salario que recibe			
						Mensual	Diario	Horas	Minutos
\$ 650,00	\$ 61,43	\$ 72,48	\$ 54,11	\$ 7,63	\$ 773,16	\$ 773,16	\$ 35,14	\$ 4,39	\$ 0,07

**Nota.-** El salario de todos los técnicos de mantenimiento es unificado de acuerdo a la estación de Avianca- Bogotá.

**Costo de equipo**

	Arrancador	Generador	Remolque	Tractor	Vehículo de servicio	Banda	Minivan de transporte
<b>Costo del equipo</b>	\$80.000	\$70.000,00	\$ 90.000	\$60.000	\$70.000	\$70.000	\$40.000
<b>Vida útil (años)</b>	10	10	10	10	10	10	10
<b>Meses del año</b>	12	12	12	12	12	12	12
<b>Días al mes</b>	30	30	30	30	30	30	30
<b>Horas de trabajo al día</b>	12	12	12	12	12	12	12
<b>Costo del equipo por hora</b>	\$1,85	\$1,62	\$2,08	\$1,39	\$1,62	\$1,62	\$0,93

### Costo de mantenimiento del Remolque

Actividad 250 horas	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantida d	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total \$
Cambiar aceite de motor	10	Aceite motor	3	galón	15,00	45,00
Cambiar filtro de aceite	10	filtro de aceite motor	1	unidad	14,00	14,00
Cambiar filtro de aire	10	Filtro combustible	1	unidad	12,00	12,00
Revisar condición y ajuste de bandas de motor	15	Filtro separador de agua	1	unidad	14,00	14,00
Drenar el agua de trampa, revisar estado de filtros de combustible	10	filtro de aire	1	unidad	60,00	60,00
Chequear nivel de aceite en los diferenciales	10	Grasa	2	kilógramo	3,00	6,00
Revisar que no existan fugas por los diferenciales	5	desengrasante	3	galón	4,00	12,00
Ajustar componentes del freno de parqueo	10					
Revisar que no existan fugas por cañerías y neplos	10					
Verificar nivel correcto de aceite hidráulico	5					
Revisar funcionamiento de manómetro de bomba principal	5	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				<b>\$</b>
Verificar nivel de refrigerante en radiador	5					<b>163,00</b>
Limpiar exteriormente radiador (usar presión moderada de agua)	15					
Verificar juste, estado de mangueras	10					
Chequear torque de tuercas de llantas y presión de las mismas 120 PSI	5					
Inspeccionar buen estado de sistema de escape	10					

Cambiar filtro de combustible	10
cambiar filtro separador agua	10
Engrasar puntos de lubricación	30
Chequear buen estado de tapicería y accesorios	10
Verificar funcionamiento y estado de limpiaparabrisas	5
Revisar estado de indicadores luces en tablero	5
Chequear pines de enganches de tiro y cadenas	5
Tiempo Total (minutos)	220
Tiempo Total (horas)	3,67

**Mantenimiento tipo A**

**Costos de mantenimiento preventivo**

Mano de obra	\$ 16,10
Materiales e insumos	\$ 163,00
Maquina	\$ 7,64

<b>Total</b>	<b>\$ 186,74</b>
--------------	------------------

**Nota.-** Costo por mantenimiento tipo A de 250 horas.

Costo por mantenimiento preventivo tipo B del Remolque.

ADICIONALES CADA 500	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario o \$	Costo total
Revisar el estado y funcionamiento de la válvula PCV	10	Refrigerante	2	galón	3,00	6,00
Chequear estado de turbo, fugas y ruidos extraños	10					
Compruebe ajuste y estado de bases de motor y transmisión automática	10					
Rotar la llantas	30					
Cambiar refrigerante de motor.	15					
		<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$ 6,00
	Tiempo Total (minutos)	75				
	Tiempo Total (horas)	1,25				
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>						
	Mano de obra	\$ 5,49				
	Materiales e insumos	\$ 6,00				
	Maquina	\$ 2,60				
	<b>Total</b>	<b>\$ 14,09</b>				

**Mantenimiento tipo B**

Nota.- Costo por mantenimiento tipo B de 500 horas.

Costo por mantenimiento preventivo tipo C del Remolque.

ADICIONALES CADA 1500	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total \$
Cambiar aceite de transmisión automática	15	Aceite transmisión ATF220	5	kilogramo	16,80	84,00
Cambiar filtro del sistema hidráulico	10	Aceite dirección 80w-90	5	galón	14,80	74,00
Cambiar aceite de la dirección	15	Aceite diferencial 80w-90	5	galón	14,80	74,00
Calibrar válvulas	40	Filtro hidráulico	1	unidad	20,00	20,00
Cambiar aceite de diferencial y cubos de ruedas (cuatro)	30	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$ 252,00
Tiempo Total (minutos)	110					
Tiempo Total (horas)	1,83					
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>						
Mano de obra	\$ 5,49	<b>Mantenimiento tipo C</b>				
Materiales e insumos	\$ 252,00					
Maquina	\$ 3,82					
<b>Total</b>	<b>\$ 261,31</b>					

Nota.- Costo de mantenimiento preventivo tipo C de 1500 horas.



### Costo total anual por mantenimiento preventivo del Remolque

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Tipo mantenimiento preventivo	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
		B		B		B		B		B		B
						C						
Costos del mantenimiento preventivo \$	186,74	186,74	186,74	186,74	186,74	186,74	186,74	186,74	186,74	186,74	186,74	186,74
	-	14,09	-	14,09	-	14,09	-	14,09	-	14,09	-	14,09
	-	-	-	-	-	261,31	-	-	-	-	-	-
Total costo mensual	186,74	200,83	186,74	200,83	186,74	462,13	186,74	200,83	186,74	200,83	186,74	200,83
<b>Total costo anual</b>	<b>\$ 2.586,68</b>											

Nota.- Costo total de mantenimiento preventivo tipo A, B y C de un remolque.

Costo por mantenimiento preventivo de la Banda portaequipaje.

Actividades 250 horas	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario o \$	Costo total \$
		Aceite motor	2	galón	15,00	30,00
Cambar el filtro de aceite	10	filtro de aceite motor	1	unidad	6,00	6,00
cambio filtro de aire	10	Filtro combustible	1	unidad	6,80	6,80
Verificar el estado del turbo cargador	10	Filtro separador de agua	1	unidad	30,00	30,00
cambio filtro combustible	5	filtro de aire	1	unidad	46,00	46,00
Chequear la condición de las cañerías	10	Grasa	2	kilógramo	3,00	6,00
Verificar estado de barra de dirección	10	desengrasante	2	galón	4,00	8,00
Chequear ajuste correcto del freno de parqueo	5					
Ajustar el freno posterior, para lo cual conduzca el equipo	5					
Realizar una inspección y verifique el funcionamiento	5					
Revisar sistema hidráulico libre de fugas	5	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$ 132,80
Verificar la condición de los Actuadores hidráulicos	5					
Verificar la conexión de cañerías rígidas y flexibles.	5					
Ajustar pernos de cilindros hidráulicos	5					
Cambiar filtro separador de agua	10					
Verificar velocidades de desplazamiento	5					

Limpiar exteriormente el equipo	15
Chequear estado de llantas	5
Ajustar las tuercas de las llantas	10
Verificar estado de equipo eléctrico	10
Revisar su funcionamiento correcto	5
De ser necesario apretar las conexiones	5
Verificar el correcto funcionamiento de luces	5
Tiempo Total (minutos)	170
Tiempo Total (horas)	2,83

**Mantenimiento tipo A**

**Costos de mantenimiento preventivo**

Mano de obra	\$	12,44
Materiales e insumos	\$	132,80
Máquina	\$	4,59

<b>Total</b>	<b>\$</b>	<b>149,83</b>
--------------	-----------	---------------

---

Nota.- Costo por mantenimiento preventivo tipo A de 250 horas.

Costo por mantenimiento preventivo tipo B de la Banda portaequipaje.

ADICIONALES CADA 500	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total \$
Verificar fugas en el cilindro de ruedas	5	Refrigerante	2	galón	3,00	6,00
Comprobar desgaste de las pastillas	20					
Ajustar placa portadora de freno	5					
Revisar el estado y funcionamiento de la válvula PCV	5					
Engrasar todas las puntas de acuerdo al manual	15					
Drenar y limpiar internamente el depósito hidráulico	10					
Verificar cañerías flexibles y cambiar si es necesario	5					
Verificar la calibración de los limitadores	5					
Ajustar todas las conexiones y los clips de inyección	10					
Tiempo Total (minutos)	80					
Tiempo Total (horas)	1,33					
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>						
Mano de obra	\$					
	5,85					
Materiales e insumos	\$					
	6,00					
Máquina	\$					
	2,16					
<b>Total</b>	<b>\$</b>					
	<b>14,01</b>					

**Costo total de materiales e insumos \$ 6,00**

**Mantenimiento tipo B**

Nota.- Costo por mantenimiento preventivo tipo B de 500 horas.

Costos por mantenimiento tipo C de la Banda portaequipaje.

ADICIONALES CADA 1500	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total	
Cambiar aceite de transmisión automática	10	Aceite transmisión ATF220	3	kilógramo	16,80	50,40	
Cambiar filtro del sistema hidráulico	10	Aceite dirección ATF220	5	galón	16,80	84,00	
Cambiar aceite de la dirección	15	Aceite diferencial 80w-90	2	galón	14,80	29,60	
Calibrar válvulas	40	Filtro hidráulico	1	unidad	14,00	14,00	
Cambiar aceite de diferencial y cubos de ruedas (cuatro)	15	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$	178,00
Tiempo Total (minutos)	90						
Tiempo Total (horas)	1,5						
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>							
Mano de obra	\$						
	6,59	<b>Mantenimiento tipo C</b>					
Materiales e insumos	\$						
	178,00						
Máquina	\$						
	2,43						
<b>Total</b>	<b>\$</b>						
	<b>187,02</b>						

Nota.- Costo por mantenimiento tipo C de 1500 horas.

Costo total anual por mantenimiento preventivo de la Banda portaequipaje.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Tipo mantenimiento preventivo	A	A B	A	A B	A	A B C	A	A B	A	A B	A	A B
Costos del mantenimiento preventivo	149,83	149,83	149,83	149,83	149,83	149,83	149,83	149,83	149,83	149,83	149,83	149,83
	-	14,01	-	14,01	-	14,01	-	14,01	-	14,01	-	14,01
	-	-	-	-	-	187,02	-	-	-	-	-	-
Total costo mensual	149,83	163,84	149,83	163,84	149,83	350,86	149,83	163,84	149,83	163,84	149,83	163,84
Total costo anual	\$	2.069,05										

Nota.- Costo total de mantenimiento preventivo tipo A, B y C.

### Costos por mantenimiento preventivo del Tractor

Actividades 250 horas	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total \$	
Cambiar aceite de motor	10	Aceite motor	2	galón	15,00	30,00	
Cambiar filtro de aceite de motor	10	filtro de aceite motor	1	unidad	6,00	6,00	
Limpiar y/o cambiar filtro de aire	10	Filtro combustible	1	unidad	6,80	6,80	
Revisar funcionamiento de luces delanteras y posteriores	5	Filtro separador de agua	1	unidad	30,00	30,00	
Completar agua y/o refrigerante	5	filtro de aire	1	unidad	46,00	46,00	
Revisar nivel de aceite de la dirección	5	Grasa	2	kilógram o	3,00	6,00	
Revisar nivel de líquido de frenos	5	desengrasante	2	galón	4,00	8,00	
Revisar nivel de aceite de la transmisión automática	5						
Ajustar freno de parqueo	5						
Chequear que el escape este en buenas condiciones	5						
Chequear ajuste y condición de bandas de alternador	5	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				<b>\$</b>	<b>132,80</b>
Verificar que no existan fugas en mangueras y cañerías	5						
Revisar presión correcta de llantas	5						
Cambiar filtro de combustible	5						
cambiar filtro separador agua	10						
Cambiar filtro de aire	5						
Revise debajo de la unidad por posibles fugas y	5						

golpes

Comprobar el funcionamiento del interruptor neutral de seguridad	5
Lubrique el eje de la dirección, pivote y puntas de giro	10
Lubrique casquillos de deslizantes o pinzas de freno posterior	10
Lubrique todos los puntos de engrase	10
Lubrique bisagras de capo	5
Chequear sistema eléctrico switch, luces panel, etc.	5
Tiempo Total (minutos)	150
Tiempo Total (horas)	2,5

**Mantenimiento tipo A**

**Costos de mantenimiento preventivo**

Mano de obra	\$ 10,98
Materiales e insumos	\$ 132,80
Máquina	\$ 3,47

**Total** \$ **147,25**

Nota.- Costo por mantenimiento preventivo tipo A de 250 horas.



### Costos por mantenimiento preventivo tipo B del Tractor

ADICIONALES CADA 500	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total \$
Chequear apriete de pernos de múltiple de admisión	5	Refrigerante	2	galón	3,00	6,00
Revisar pernos guías de mordazas	15					
Revisar y/o cambiar pastillas de freno	10					
Limpiar sistema de frenos	5					
Comprobar, ajustar los inyectores	10	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$ 6,00
Revisar sistema de enfriamiento y termostato	10					
Cambiar Refrigerante	15					
Tiempo Total (minutos)	70					
Tiempo Total (horas)	1,16					
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>		<b>Mantenimiento tipo B</b>				
Mano de obra	\$ 5,12					
Materiales e insumos	\$ 6,00					
Máquina	\$ 1,62					
<b>Total</b>	<b>\$ 12,74</b>					

Nota.- Costos por mantenimiento preventivo tipo B de 500 horas.

Costos por mantenimiento preventivo tipo C del Tractor

ADICIONALES CADA 1500	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total \$
Cambiar aceite de transmisión automática	10	Aceite transmisión ATF220	3	galón	16,80	50,40
Calibrar válvulas	40	Aceite diferencial 80w-90	2	galón	14,80	29,60
Cambiar aceite de diferencial y cubos de ruedas (cuatro)	15					
		<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$ 80,00
Tiempo Total (minutos)	65					
Tiempo Total (horas)	1,08					
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>						
Mano de obra	\$ 4,76					
Materiales e insumos	\$ 80,00					
Máquina	\$ 1,50					
<b>Total</b>	<b>\$ 86,26</b>					

**Mantenimiento tipo C**

Nota.- Costos por mantenimiento preventivo tipo C de 1500.

Costo total anual por mantenimiento preventivo del Tractor

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Tipo mantenimiento preventivo	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
		B		B		B		B		B		B
						C						
Costos del mantenimiento preventivo	147,25	147,25	147,25	147,25	147,25	147,25	147,25	147,25	147,25	147,25	147,25	147,25
	-	12,74	-	12,74	-	12,74	-	12,74	-	12,74	-	12,74
	-	-	-	-	-	86,26	-	-	-	-	-	-
Total costo mensual	147,25	159,99	147,25	159,99	147,25	246,25	147,25	159,99	147,25	159,99	147,25	159,99
<b>Total costo anual</b>	<b>\$1.929,68</b>											

Nota.- Costo total anual por mantenimiento preventivo tipo A, B y C.

### Costos por mantenimiento preventivo del vehículo de servicio sanitarios

Actividades	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total \$
Cambiar aceite de motor	10	Aceite motor	3	galón	15,00	45,00
Cambiar filtro de aceite de motor	10	filtro de aceite motor	1	unidad	12,00	12,00
Cambiar filtro de combustible	10	Filtro combustible	1	unidad	14,00	14,00
cambiar filtro separador agua	10	Filtro separador de agua	1	unidad	18,00	18,00
Cambiar filtro de aire	5	filtro de aire	1	unidad	26,00	26,00
Revisar nivel de refrigerante, completarlo se es necesario	5	Grasa	2	kilógramo	3,00	6,00
Chequear mangueras de sistema refrigeración	5	desengrasant e	2	galón	4,00	8,00
Chequear sistema de escape y sus componentes	5					
Revisar nivel de líquido embrague	5					
Inspeccionar carrera y juego libre del pedal de embrague	5					
Chequear nivel aceite caja manual	5	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$ 129,00
Chequear nivel de aceite de la dirección	5					
Chequear nivel aceite del diferencial	5					
Revisar nivel de líquido de frenos	5					
Chequear funcionamiento freno de pedal	5					
Chequear funcionamiento y/o ajustar sistema freno de	10					

parqueo

Chequear presión y estado de llantas	5
Chequear ajuste y condición de bandas de alternador	5
Revisar mangueras acoples y desagües del sistema	5
Lubricar cojinete central de eje posterior	10
Inspeccionar el juego libre del volante de dirección	5
Revisar funcionalidad del mecanismo de dirección	5
Revisar estado de tanque de químico o potable	5
Tiempo Total (minutos)	145
Tiempo Total (horas)	2,41

**Mantenimiento tipo A**

**Costos de mantenimiento preventivo**

Mano de obra	\$ 10,61
Materiales e insumos	\$ 129,00
Máquina	\$ 3,92

<b>Total</b>	<b>\$ 143,53</b>
--------------	----------------------

Nota.- Costos por mantenimiento preventivo tipo A de 5000 kilómetros.

Costos por mantenimiento preventivo tipo B de un vehículo de servicio sanitario.

ADICIONALES CADA 15000	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total \$
Limpiar con presión de agua exteriormente el radiador	10	Grasa	2	kilogramo	3,00	6,00
Lubricar cerraduras y bisagras de puertas	5	Spray W40	1	unidad	5,00	5,00
Reajustar suspensión y carrocería	10	refrigerante	2	galón	3,00	6,00
Revisar flojedad en la conexión entre el muñón y el eje	10					
Revisar flojedad en los cojinetes del eje de transmisión	10	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$ 17,00
Revisar y lubricar terminales rotulas y paquetes	10					
Cambiar refrigerante	15					
Limpiar sistema de frenos, revisar desgaste de tambores y zapatas	20					
Tiempo Total (minutos)	110					
Tiempo Total (horas)	1,83					
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>						<b>Mantenimiento tipo B</b>
Mano de obra	\$ 8,05					
Materiales e insumos	\$ 17,00					
Máquina	\$ 2,97					
<b>Total</b>	<b>\$ 28,02</b>					

Nota.- Costo de mantenimiento preventivo tipo B de 15000 kilómetros.

Costos por mantenimiento preventivo tipo C de un vehículo de servicio sanitarios.

ADICIONALES CADA 30000	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total \$
Cambiar aceite de caja manual de cambios	15	Aceite transmisión ATF220	3	galón	16,80	50,40
Cambiar aceite de diferencial	15	Aceite diferencial 80w-90	2	galón	14,80	29,60
Cambiar liquido de embrague	15	Liquido embrague	2	litros	5,00	10,00
Cambiar líquido de frenos	15	Líquido de frenos	2	litros	4,00	8,00
Calibrar válvulas	40	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$ 98,00
Chequear cojinetes de ruedas	15					
Alinear ruedas	15					
Tiempo Total (minutos)	130					
Tiempo Total (horas)	2,16					
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>		<b>Mantenimiento tipo C</b>				
Mano de obra	\$	9,51				
Materiales e insumos	\$	98,00				
Máquina	\$	3,51				
<b>Total</b>	<b>\$</b>	<b>111,02</b>				

Nota.- Costos de mantenimiento preventivo tipo C de 30000 kilómetros.

Costo total anual por mantenimiento preventivo del vehículo de servicio sanitario.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Tipo mantenimiento preventivo	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
			B			B			B			B
						C						
Costos del mantenimiento preventivo	143,53	143,53	143,53	143,53	143,53	143,53	143,53	143,53	143,53	143,53	143,53	143,53
	-	-	28,02	-	-	28,02	-	-	28,02	-	-	28,02
	-	-	-	-	-	111,02	-	-	-	-	-	-
Total costo mensual	143,53	143,53	171,54	143,53	143,53	282,57	143,53	143,53	171,54	143,53	143,53	171,54
<b>Total costo anual</b>	\$											
	1.945,40											

Nota.- Costo total anual por mantenimiento preventivo tipo A, B y C.



Costos por mantenimiento preventivo del Generador eléctrico.

Actividades 250 horas	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total \$	
Cambiar de aceite	10	Aceite motor	5	galón	15,00	75,00	
Cambiar de filtro de aceite	10	filtro de aceite motor	1	unidad	15,25	15,25	
Chequear estado de purga de combustible	5	Filtro combustible	1	unidad	18,00	18,00	
Cambiar filtro de combustible	10	separador de agua	1	unidad	30,00	30,00	
Cambiar filtro separador de agua	10	filtro de aire	1	unidad	40,00	40,00	
Cambiar filtro de aire y/o cambiar	5	Grasa	2	kilógramo	3,00	6,00	
Verificar ajustes de cañerías y mangueras	10	desengrasante	3	galón	4,00	12,00	
Inspeccionar el buen estado de las puertas y la bisagras, lubricar las bisagras	5						
Verificar que la unidad no tenga golpes partes flojas	5						
Inspeccionar estado de bandas de ventilador	5						
Revisar y/o complete refrigerante en sistema de enfriamiento	5	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$	196,25
Verificar que no exista golpes en carrocería	5						
Lubricar articulaciones de tiro	5						
Revisar estado de turbo, revisar que no tenga fugas y ruidos extraños	10	<b>Mantenimiento tipo A</b>					
Verificar estado de llantas	5						
Revisar, limpiar exteriormente el radiador, usando	10						

agua a baja presión	
Verifique que funcionamiento correcto de indicadores	5
Verificar estado de cables alimentadores al avión y sus conectores	10
Revisar estado de contactores y limpiar contactos	10
Chequee funcionamiento correcto del paro de EMERGENCIA (si aplica)	5
Chequee funcionamiento de luces de tablero	5
Encienda la unidad y verifique funcionamiento correcto de la misma	5
Limpie la parte exterior del GPU	20
Tiempo Total (minutos)	175
Tiempo Total (horas)	2,9166667

**Costos de mantenimiento preventivo**

Mano de obra	\$	12,80
Materiales e insumos	\$	196,25
Máquina	\$	4,73

<b>Total</b>	<b>\$</b>	<b>213,78</b>
--------------	-----------	---------------

---

Nota.- Cotos por mantenimiento preventivo tipo A de 250 horas.

Costo por mantenimiento preventivo tipo B del generador eléctrico.

ADICIONALES CADA 500	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total \$
Compruebe ajuste y estado de soportes de motor y generador	10	Grasa	2	kilógramo	3,00	6,00
Rotar la llantas	20	Spray W40	1	unidad	5,00	5,00
Inspeccionar, limpiar y lubricar los rodamientos de las puntas de eje.	20	refrigerante	5	galón	3,00	15,00
CAMBIAR refrigerante de motor.	15					
Realizar pruebas en Banco de Prueba	30	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$ 26,00
	Tiempo Total (minutos)	95				
	Tiempo Total (horas)	1,53				
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>						
	Mano de obra	\$ 6,95				<b>Mantenimiento tipo B</b>
	Materiales e insumos	\$ 26,00				
	Máquina	\$ 2,57				
<b>Total</b>		<b>\$ 35,52</b>				

Nota.- Costo por mantenimiento tipo B de 500 horas.



Costo total anual por mantenimiento preventivo del Generador eléctrico.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Tipo mantenimiento preventivo	A	A B	A	A B	A	A B C	A	A B	A	A B	A	A B
Costos del mantenimiento preventivo	213,78	213,78	213,78	213,78	213,78	213,78	213,78	213,78	213,78	213,78	213,78	213,78
	-	35,52	-	35,52	-	35,52	-	35,52	-	35,52	-	35,52
	-	-	-	-	-	10,51	-	-	-	-	-	-
Total costo mensual	213,78	249,30	213,78	249,30	213,78	259,81	213,78	249,30	213,78	249,30	213,78	249,30
<b>Total costo anual</b>	<b>\$ 2.788,97</b>											

Nota.- Costo total anual por mantenimiento preventivo tipo A, B y C.

Costo por mantenimiento preventivo del vehículo de transporte.

Actividades 5000 km	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario o \$	Costo total \$
Cambiar aceite de motor	10	Aceite motor	1	galón	15,00	15,00
Cambiar filtro de aceite de motor	5	filtro de aceite motor	1	unidad	4,00	4,00
Cambiar filtro de combustible	5	Filtro combustible	1	unidad	5,50	5,50
Revisar de ser necesario cambiar filtro de aire	5	filtro de aire	1	unidad	10,00	10,00
Completar agua y/o refrigerante	5	Grasa	1	kilógramo	3,00	3,00
Chequear mangueras de sistema refrigeración	5	desengrasante	1	galón	4,00	4,00
Chequear nivel aceite caja manual	5					
Chequear nivel de aceite de la dirección	5					
Chequear nivel aceite del diferencial	5					
Chequear funcionamiento freno de pedal	5					
Chequear funcionamiento sistema freno de parqueo	5	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$ 41,50
Chequear presión y estado de llantas	5					
Chequear ajuste y condición de bandas de alternador	5					
Inspección visual de sistemas y mecanismos	5					
Chequear sistema eléctrico switch, luces panel, cables, etc.	5					
Chequear electrolito y bornes de batería	5					
Chequear funcionamiento de instrumentos	5					
Chequear funcionamiento de beacon, pitos, luces delanteras y posteriores	5					

**Mantenimiento tipo A**

Tiempo Total (minutos)	95
Tiempo Total (horas)	1,5833 33

**Costos de mantenimiento preventivo**

Mano de obra	\$ 6,95
Materiales e insumos	\$ 41,50
Máquina	\$ 1,47
<b>Total</b>	<b>\$ 49,92</b>

---

Nota.- Costo por mantenimiento preventivo tipo A de 5000 kilómetros.

Costo por mantenimiento preventivo tipo de B del vehículo de transporte.

ADICIONALES CADA 15000	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total \$
Limpiar calibrar de ser necesario cambiar bujías de encendido	15	Grasa	1	kilogramo	3,00	3,00
Limpiar con presión de agua exteriormente el radiador	10	Spray W40	1	unidad	5,00	5,00
Chequear, limpiar de ser necesario cambiar pastillas delanteras de freno	15	refrigerante	1	galón	3,00	3,00
Chequear, limpiar de ser necesario cambiar zapatas posteriores de freno	15					
Engrasar graseros de tren delantero y posterior si existen	10	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$ 11,00
Revisar y lubricar terminales rotulas y paquetes	10					
Limpieza de inyectores	15					
Limpieza y engrase de rodamientos de puntas de eje	20					
Rotar, alinear y balancear llantas	30					
Tiempo Total (minutos)	140					
Tiempo Total (horas)	2,33					
<b>Mantenimiento tipo B</b>						
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>						
	Mano de obra	\$	10,24			
	Materiales e insumos	\$	11,00			
	Máquina	\$	2,16			
<b>Total</b>		<b>\$</b>	<b>23,40</b>			

Nota.- Costo por mantenimiento preventivo tipo B de 15000 kilómetros.



Costo por mantenimiento preventivo tipo C de un vehículo de transporte.

ADICIONALES CADA 30000	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total \$
Cambiar bujías	15	Aceite transmisión ATF220	1	galón	16,80	16,80
Cambiar liquido de embrague y de freno	15	Aceite diferencial 80w-90	1	galón	14,80	14,80
Cambiar líquido de frenos	15	Líquido embrague	2	litros	5,00	10,00
Cambiar refrigerante de motor	15	Líquido de frenos	2	litros	4,00	8,00
Cambiar aceite de la caja	40	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$ 49,60
Cambiar correa de distribución	15					
Cambiar aceite de la dirección hidráulica	15					
Cambiar aceite del diferencial						
Tiempo Total (minutos)	130					
Tiempo Total (horas)	2,166667					
<b>Mantenimiento tipo C</b>						
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>						
Mano de obra	\$ 9,51					
Materiales e insumos	\$ 49,60					
Máquina	\$ 2,01					
<b>Total</b>	<b>\$ 61,12</b>					

Nota.- Costo por mantenimiento preventivo tipo C de 30000 kilómetros.

Costo total anual por mantenimiento preventivo de un vehículo de transporte.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Tipo mantenimiento preventivo	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
			B			B			B			B
						C						C
Costos del mantenimiento preventivo	49,92	49,92	49,92	49,92	49,92	49,92	49,92	49,92	49,92	49,92	49,92	49,92
	-	-	23,40	-	-	23,40	-	-	23,40	-	-	23,40
	-	-	-	-	-	61,12	-	-	-	-	-	61,12
Total costo mensual	49,92	49,92	73,32	49,92	49,92	134,44	49,92	49,92	73,32	49,92	49,92	134,44
<b>Total costo anual</b>	<b>\$ 814,85</b>											

Nota.- Costo total anual por mantenimientos preventivos tipo A, B y C.

**Anexo 7.** Costos por mantenimiento preventivo, implementando la propuesta de mejora.

Costos por mantenimiento preventivo de Remolque.

ACTIVIDADES 250 horas.	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total \$
Cambar el aceite del motor	10	Aceite motor	3	galón	15,00	45,00
Cambar el filtro de aceite	10	filtro de aceite motor	1	unidad	14,00	14,00
Chequear ajuste y estado de bandas de ventilador (alternador)	5	Grasa	2	kilógramo	3,00	6,00
Chequear fugas en sistema de refrigeración (agua)	5	desengrasante	3	galón	4,00	12,00
Chequear fugas en sistema de lubricación (aceite)	5					
Chequear fugas en sistema de combustible (diésel)	5					
Chequear fugas en sistema hidráulico (aceite hidráulico)	5					
Chequear estado de barra y terminales de dirección	5					
Chequear freno de parqueo	5					
Chequear estado y presión de llantas	5					
Chequear switch, cables, indicadores de tablero	10	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				<b>\$ 77,00</b>
Chequear batería, bornes y carga de batería entre 13 a 14.5 V	10					
Chequear funcionamiento de beacon, pitos, luces delanteras y posteriores	15					
Verificar que no exista golpes carrocería	5					

Chequear pines de enganches de tiro y cadenas	5
Chequear estado de turbo, fugas y ruidos extraños	5
Chequear sistema de escape	5
Chequear manómetro principal de sistema hidráulico	5
Limpiar exteriormente el radiador	10
Lavar exteriormente el equipo	30
Engrasar todos los puntos de engrase	30
Tiempo Total (minutos)	190
Tiempo Total (horas)	3,16666666
	7

**Mantenimiento tipo A**

**Costos de mantenimiento preventivo**

Mano de obra	\$ 13,90
Materiales e insumos	\$ 77,00
Máquina	\$ 6,60

<b>Total</b>	<b>\$ 97,50</b>
--------------	---------------------

Nota.- Costos por mantenimiento preventivo tipo A de 250 horas.

Costos por mantenimiento preventivo tipo B del Remolque.

ADICIONALES CADA 500	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total \$
Cambiar filtro de combustible	10	Refrigerante	2	galón	3,00	6,00
cambiar filtro separador agua	10	Filtro combustible	1	unidad	12,00	12,00
Cambiar filtro de aire	10	Filtro separador de agua	1	unidad	14,00	14,00
Revisar el estado y funcionamiento de la válvula PCV	5	filtro de aire	1	unidad	60,00	60,00
Cambiar refrigerante de motor.	15	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$ 92,00
Compruebe ajuste y estado de bases de motor y transmisión automática	5					
Rotar la llantas	30					
Tiempo Total (minutos)	85					
Tiempo Total (horas)	1,41666667					
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>						
Mano de obra	\$ 6,22					
Materiales e insumos	\$ 92,00					
Máquina	\$ 2,95					
<b>Total</b>	<b>\$ 101,17</b>					

**Mantenimiento tipo B**

Nota.- Costos por mantenimiento preventivo tipo B de 500 horas

Costos por mantenimiento preventivo tipo C del Remolque.

ADICIONALES CADA 1500	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total \$	
Cambiar aceite de transmisión automática	15	Aceite transmisión ATF220	5	kilogramo	16,80	84,00	
Cambiar filtro del sistema hidráulico	10	Aceite dirección 80w-90	5	galón	14,80	74,00	
Cambiar aceite de la dirección	15	Aceite diferencial 80w-90	5	galón	14,80	74,00	
Calibrar válvulas	40	Filtro hidráulico	1	unidad	20,00	20,00	
Cambiar aceite de diferencial y cubos de ruedas (cuatro)	30	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$	252,00
Tiempo Total (minutos)	110						
Tiempo Total (horas)	1,83						
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>							
Mano de obra	\$						
	6,22						
Materiales e insumos	\$						
	252,00						
Máquina	\$						
	3,82						
<b>Total</b>	<b>\$</b>						
	<b>262,04</b>						

**Mantenimiento tipo C**

Nota.- Costos por mantenimiento preventivo tipo C de 1500 horas.

Costo total anual por mantenimiento preventivo del Remolque.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Tipo mantenimiento preventivo	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
		B		B		B		B		B		B
					C							c
Costos del mantenimiento preventivo	97,50	97,50	97,50	97,50	97,50	97,50	97,50	97,50	97,50	97,50	97,50	97,50
	-	101,17	-	101,17	-	101,17	-	101,17	-	101,17	-	101,17
	-	-	-	-	-	262,04	-	-	-	-	-	262,04
Total costo mensual	97,50	198,67	97,50	198,67	97,50	460,71	97,50	198,67	97,50	198,67	97,50	460,71
Total costo anual	\$ 2.301,09											

Nota.- Costo total anual por mantenimiento preventivo tipo A, B y C.

Costos por mantenimiento preventivo de la Banda portaequipaje.

Actividades	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total \$
Cambar el aceite del motor	10	Aceite motor	2	galón	15,00	30,00
Cambar el filtro de aceite	10	filtro de aceite motor	1	unidad	14,00	14,00
Chequear estado de filtro de aire y/o cambiar	5	Grasa	2	kilógramo	3,00	6,00
Chequear ajuste y estado de bandas de ventilador (alternador)	5	desengrasante	2	galón	4,00	8,00
Chequear fugas en sistema de refrigeración (agua)	5					
Chequear fugas en sistema de lubricación (aceite)	5					
Chequear fugas en sistema de combustible (diésel)	5					
Chequear fugas en sistema hidráulico (aceite hidráulico)	5					
Chequear estado de barra y terminales de dirección	5					
Chequear la condición de los actuadores hidráulicos	5					
Chequear freno de parqueo	10	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$ 58,00
Revisar nivel de líquido de frenos	10					
Chequear estado y presión de llantas	15					
Chequear switch, cables, indicadores de tablero	5					
Chequear batería, bornes y carga de batería entre 13 a 14.5 V	5					
Chequear funcionamiento de beacon, pitos, luces delanteras y posteriores	5					
Chequear funcionamiento correcto del paro de emergencia	5					
Verificar que no exista golpes carrocería	5					



Chequear funcionamiento y estado de banda portaequipaje	10	<b>Mantenimiento tipo A</b>
Limpiar exteriormente el radiador	30	
Lavar exteriormente el equipo	30	
Engrasar todos los puntos de engrase		
Tiempo Total (minutos)	190	
Tiempo Total (horas)	3,166666666 7	
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>		
Mano de obra	\$ 13,90	
Materiales e insumos	\$ 58,00	
Máquina	\$ 5,13	
<b>Total</b>	<b>\$ 77,03</b>	

---

Nota.- Costos por mantenimiento preventivo tipo A de 250 horas.

Costos por mantenimiento preventivo tipo B de la Banda portaequipaje.

ADICIONALES CADA 500	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total \$	
Cambiar filtro de combustible	10	Refrigerante	2	galón	3,00	6,00	
cambiar filtro separador agua	10	Filtro combustible	1	unidad	6,80	6,80	
Cambiar filtro de aire	10	Filtro separador de agua	1	unidad	30,00	30,00	
Revisar el estado de la válvula PCV	5	filtro de aire	1	unidad	46,00	46,00	
Cambiar refrigerante de motor.	15	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$	88,80
Compruebe ajuste y estado de bases de motor	5						
Rotar la llantas	30						
Chequear, limpiar o cambiar pastillas delanteras							
Chequear, limpiar, regular o cambiar zapatas							
Tiempo Total (minutos)	85						
Tiempo Total (horas)	1,41						
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>						<b>Mantenimiento tipo B</b>	
Mano de obra	\$ 6,22						
Materiales e insumos	\$ 88,80						
Máquina	\$ 2,30						
<b>Total</b>	<b>\$ 97,31</b>						

Nota.- Costos por mantenimiento preventivo tipo B de 500 horas.

Costos por mantenimiento preventivo tipo C de la Banda portaequipaje.

ADICIONALES CADA 1500	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario o \$	Costo total
Cambiar aceite de transmisión automática	10	Aceite transmisión ATF220	3	kilogramo	16,80	50,40
Cambiar filtro del sistema hidráulico	10	Aceite dirección ATF220	5	galón	16,80	84,00
Cambiar aceite de la dirección	15	Aceite diferencial 80w-90	2	galón	14,80	29,60
Calibrar válvulas	40	Filtro hidráulico	1	unidad	14,00	14,00
Cambiar aceite de diferencial y cubos de ruedas (cuatro)	15	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$ 178,00
Tiempo Total (minutos)	90					
Tiempo Total (horas)	1,5					
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>						
Mano de obra	\$ 6,59					
Materiales e insumos	\$ 178,00					
Máquina	\$ 2,43					
<b>Total</b>	<b>\$ 187,02</b>					

**Mantenimiento tipo C**

Nota.- Costos por mantenimiento preventivo tipo C de 1500 horas.

Costo total anual por mantenimiento preventivo de la Banda portaequipaje.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Tipo mantenimiento preventivo	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
		B		B		B		B		B		B
						C						c
Costos del mantenimiento preventivo	77,03	77,03	77,03	77,03	77,03	77,03	77,03	77,03	77,03	77,03	77,03	77,03
	-	97,31	-	97,31	-	97,31	-	97,31	-	97,31	-	97,31
	-	-	-	-	-	187,02	-	-	-	-	-	187,02
Total costo mensual	77,03	174,35	77,03	174,35	77,03	361,36	77,03	174,35	77,03	174,35	77,03	361,36
<b>Total costo anual</b>	<b>\$</b>	<b>1.882,31</b>										

Nota.- Costos total anual por mantenimiento preventivo tipo A, B y C.

### Costos por mantenimiento preventivo del Tractor.

Actividades	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario o \$	Costo total \$
Cambar el aceite del motor	10	Aceite motor	2	galón	15,00	30,00
Cambar el filtro de aceite	10	filtro de aceite motor	1	unidad	10,14	10,14
Chequear estado de filtro de aire y/o cambiar	5	Grasa	2	kilógramo	3,00	6,00
Chequear ajuste y estado de bandas de ventilador (alternador)	5	desengrasante	2	galón	4,00	8,00
Chequear fugas en sistema de refrigeración (agua)	5					
Chequear fugas en sistema de lubricación (aceite)	5					
Chequear fugas en sistema de combustible (diésel)	5					
Chequear fugas en sistema hidráulico (aceite hidráulico)	5					
Chequear estado de barra y terminales de dirección	10					
Chequear freno de parqueo	5					
Revisar nivel de líquido de frenos	5	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$ 54,14
Chequear estado y presión de llantas	5					
Chequear switch, cables, indicadores de tablero	10					
Chequear batería, bornes y carga de batería entre 13 a 14.5 V	5					
Chequear funcionamiento de beacon, pitos, luces delanteras y posteriores	5					
Verificar que no exista golpes carrocería	5					
Limpiar exteriormente el radiador	5					
Lavar exteriormente el equipo	20					
Engrasar todos los puntos de engrase	15					

Tiempo Total (minutos)	140
Tiempo Total (horas)	2,3333 33

### Mantenimiento tipo A

#### Costos de mantenimiento preventivo

Mano de obra	\$ 10,24
Materiales e insumos	\$ 54,14
Máquina	\$ 3,24

<b>Total</b>	<b>\$ 67,62</b>
--------------	---------------------

---

Nota.- Costos por mantenimiento preventivo tipo A de 250 horas.

Costos por mantenimiento preventivo tipo B del Tractor.

ADICIONALES CADA 500	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total \$
Cambiar filtro (cartucho) de combustible	5	Refrigerante	2	galón	3,00	6,00
Cambiar separador de agua	10	Filtro combustible	1	unidad	27,00	27,00
Chequear, limpiar o cambiar pastillas delanteras de freno	15	Filtro separador de agua	1	unidad	30,00	30,00
Chequear ajuste y estado de bases de motor y transmisión automática	10	filtro de aire	1	unidad	23,00	23,00
Chequear, limpiar y engrasar los rodamientos de las puntas de eje.	20	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$ 86,00
Rotar la llantas	20					
Cambiar refrigerante de motor.	10					
Tiempo Total (minutos)	90					
Tiempo Total (horas)	1,5					
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>						
Mano de obra	\$ 6,59					
Materiales e insumos	\$ 86,00					
Máquina	\$ 2,08					
<b>Total</b>	<b>\$ 94,67</b>					

**Mantenimiento tipo B**

Nota.- Costos por mantenimiento preventivo tipo B de 500 horas.

Costos por mantenimiento preventivo tipo C del tractor.

ADICIONALES CADA 1500	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total \$
Cambiar aceite de transmisión automática	10	Aceite transmisión ATF220	3	galón	16,80	50,40
Calibrar válvulas	40	Aceite diferencial 80w-90	2	galón	14,80	29,60
Cambiar aceite de diferencial y cubos de ruedas (cuatro)	15					
cambiar aceite del cajetín de la dirección	10					
		<b>Costo total de materiales e insumos</b>				<b>\$ 80,00</b>
Tiempo Total (minutos)	75					
Tiempo Total (horas)	1,25					
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>						
Mano de obra	\$ 5,49					
Materiales e insumos	\$ 80,00					
Máquina	\$ 1,74					
<b>Total</b>	<b>\$ 87,22</b>					

Nota.- Costos por mantenimiento preventivo tipo C de 1500 horas.



Costo total anual por mantenimiento preventivo del tractor.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Tipo mantenimiento preventivo	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
		B		B		B		B		B		B
					C							c
Costos del mantenimiento preventivo	67,62	67,62	67,62	67,62	67,62	67,62	67,62	67,62	67,62	67,62	67,62	67,62
	-	94,67	-	94,67	-	94,67	-	94,67	-	94,67	-	94,67
	-	-	-	-	-	87,22	-	-	-	-	-	87,22
Total costo mensual	67,62	162,29	67,62	162,29	67,62	249,52	67,62	162,29	67,62	162,29	67,62	249,52
<b>Total costo anual</b>	<b>\$</b>	<b>1.553,95</b>										

Nota.- Costos total anual por mantenimiento preventivo tipo A, B y C.

Costos por mantenimiento preventivo del vehículo de servicio sanitario.

Actividades 5000 KM	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario o \$	Costo total \$
Cambiar aceite de motor	10	Aceite motor	2	galón	15,00	30,00
Cambiar filtro de aceite de motor	10	filtro de aceite motor	1	unidad	10,14	10,14
Cambiar bujía de motor de agua (sistema de servicio)	10	Grasa	2	kilógramo	3,00	6,00
Cambiar aceite de motor de la bomba de agua (sistema de servicio)	10	desengrasante	2	galón	4,00	8,00
Cambiar filtro de aire del motor de agua (sistema de servicio)	5					
Chequear ajuste y condición de bandas de ventilador (alternador)	10					
Chequear fugas en sistema de refrigeración (agua)	5					
Chequear fugas en sistema de lubricación (aceite)	5					
Chequear fugas en sistema de combustible (diésel)	5					
Chequear funcionamiento del sistema de frenos de pedal	5					
Chequear funcionamiento del sistema de frenos de parqueo.	5	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$ 54,14
Chequear estado y presión de llantas	5					
Revisar estado de tanque de químico o potable	10					
Revisar mangueras acoples y desagües (sistema de servicio)	10					
Chequear batería, bornes y carga de batería entre 13 a 14.5 V	10					
Chequear funcionamiento de beacon, pitos, luces delanteras y posteriores	10					
Verificar que no exista golpes en puertas y carrocería	5					
Chequear asientos, manijas de puertas, tapicería	5					

Lavar exteriormente el equipo	30	
Engrasar todos los puntos de engrase	30	
Tiempo Total (minutos)	195	<b>Mantenimiento tipo A</b>
Tiempo Total (horas)	3,25	
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>		
Mano de obra	\$ 14,27	
Materiales e insumos	\$ 54,14	
Máquina	\$ 5,27	
<b>Total</b>	<b>\$ 73,67</b>	

---

Nota.- Costos por mantenimiento preventivo tipo A de 5000 kilómetros.

Costos por mantenimiento preventivo tipo B del vehículo de servicio.

ADICIONALES CADA 15000	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total \$
Rotar, balancear y alinear llantas	30	Refrigerante	2	galón	3,00	6,00
Cambiar refrigerante de motor	15	Filtro combustible	1	unidad	14,00	14,00
Limpieza y engrase de rodamientos de puntas de eje	20	Filtro separador de agua	1	unidad	18,00	18,00
Chequear, limpiar sistema de freno delantero (zapatas)	15	filtro de aire	1	unidad	26,00	26,00
Chequear, limpiar sistema de freno posterior (zapatas)	15	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$ 64,00
Cambiar filtro de combustible	10					
Cambiar filtro separador de agua	10					
Cambiar filtro de aire y/o cambiar	10					
Tiempo Total (minutos)	125					
Tiempo Total (horas)	2,08					
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>						
Mano de obra	\$ 9,15					
Materiales e insumos	\$ 64,00					
Máquina	\$ 3,38					
<b>Total</b>	<b>\$ 76,52</b>					

**Mantenimiento tipo B**

Nota.- Costos por mantenimiento preventivo tipo B de 15000 kilómetros.

Costos por mantenimiento preventivo tipo C del vehículo de servicio sanitario.

ADICIONALES CADA 30000 KM	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total \$
Cambiar aceite de caja manual de cambios	15	Aceite transmisión ATF220	3	galón	16,80	50,40
Cambiar aceite de diferencial	15	Aceite diferencial 80w-90	2	galón	14,80	29,60
Cambiar liquido de embrague	15	Liquido embrague	2	litros	5,00	10,00
Cambiar líquido de frenos	15	Líquido de frenos	2	litros	4,00	8,00
Calibrar válvulas	40	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$ 98,00
Chequear cojinetes de ruedas	15					
Tiempo Total (minutos)	115					
Tiempo Total (horas)	1,916667					
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>						<b>Mantenimiento tipo C</b>
Mano de obra	\$ 8,41					
Materiales e insumos	\$ 98,00					
Máquina	\$ 3,11					
<b>Total</b>	<b>\$ 109,52</b>					

Nota.- Costos por mantenimiento preventivo tipo C de 30000 kilómetros.

Costo total anual por mantenimiento preventivo del vehículo de servicio sanitario.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Tipo mantenimiento preventivo	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Costos del mantenimiento preventivo	73,67	73,67	73,67	73,67	73,67	73,67	73,67	73,67	73,67	73,67	73,67	73,67
	-	-	76,52	-	-	76,52	-	-	76,52	-	-	76,52
	-	-	-	-	-	109,52	-	-	-	-	-	109,52
Total costo mensual	73,67	73,67	150,20	73,67	73,67	259,72	73,67	73,67	150,20	73,67	73,67	259,72
<b>Total costo anual</b>	<b>\$ 1.409,21</b>											

Nota.- Costo total anual por mantenimiento preventivo tipo A, B y C.

Costos por mantenimiento preventivo del Generador eléctrico.

Actividades 250	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario o \$	Costo total \$
Cambiar aceite motor	10	Aceite motor	5	galón	15,00	75,00
Cambiar de filtro de aceite	10	filtro de aceite motor	1	unidad	15,25	15,25
Chequear estado de filtro de aire y/o cambiar	5	Grasa	2	kilogramo	3,00	6,00
Purgar la trampa de agua	10	desengrasante	3	galón	4,00	12,00
Chequear ajuste y estado de bandas de ventilador (alternador)	10					
Chequear estado de turbo, fugas y ruidos extraños	5					
Chequear fugas en sistema de refrigeración (agua)	10					
Chequear fugas en sistema de lubricación (aceite)	5					
Chequear fugas en sistema de combustible (diésel)	5					
Verificar que no exista golpes en puertas y carrocería	5					
Engrasar articulaciones de tiro	5	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$ 108,25
Chequear estado y presión de llantas	5					
Limpiar exteriormente el radiador	5					
Verifique el correcto funcionamiento de indicadores en el tablero	10					
Chequear batería, bornes y carga de batería entre 13 a 14.5 V	5					
Verificar estado de cables alimentadores al avión y sus conectores	10					
Encender la unidad y verificar su correcto funcionamiento	5					
Chequear correcto funcionamiento del paro de EMERGENCIA (si aplica)	10					

Lavar exteriormente el equipo	10	
Tiempo Total (minutos)	140	
Tiempo Total (horas)	2,3333	
	33	<b>Mantenimiento tipo A</b>
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>		
Mano de obra	\$ 10,24	
Materiales e insumos	\$ 108,25	
Máquina	\$ 3,78	
<b>Total</b>	<b>\$ 122,27</b>	

---

Nota.- Costos por mantenimiento preventivo tipo A de 250 horas.



Costos por mantenimiento preventivo tipo B del Generador eléctrico.

ADICIONALES CADA 500	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total \$
Compruebe ajuste y estado de bases de motor y generador	10	Refrigerante	5	galón	3,00	15,00
Chequear, limpiar y engrasar los rodamientos de las puntas de eje.	20	Filtro combustible	1	unidad	18,00	18,00
Rotar la llantas	20	Filtro separador de agua	1	unidad	30,00	30,00
Cambiar refrigerante de motor.	15	filtro de aire	1	unidad	40,00	40,00
Cambiar filtro de combustible	30	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$ 103,00
Cambiar filtro separador de agua						
Cambiar filtro de aire y/o cambiar						
Tiempo Total (minutos)	95					
Tiempo Total (horas)	1,58					
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>						
Mano de obra	\$ 6,95					
Materiales e insumos	\$ 103,00					
Máquina	\$ 2,57					
<b>Total</b>	<b>\$ 112,52</b>					

**Mantenimiento tipo B**

Nota.- Costos por mantenimiento preventivo tipo B de 500 horas.

Costos por mantenimiento preventivo tipo C del Generador eléctrico.

ADICIONALES CADA 1500	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total
Calibrar válvulas	40	Spray W40	2	unidad	5,00	\$ 10,00
Limpiar control de voltaje (salidas)	15					
Realizar pruebas en Banco de Prueba						
		<b>Costo total de materiales e insumos</b>				<b>\$ 10,00</b>
Tiempo Total (minutos)	55					
Tiempo Total (horas)	0,916667					
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>		<b>Mantenimiento tipo C</b>				
Mano de obra	\$ 4,02					
Materiales e insumos	\$ 10,00					
Máquina	\$ 1,49					
<b>Total</b>	<b>\$ 15,51</b>					

Nota.- Costos por mantenimiento preventivo tipo C de 1500 horas.

Costo total anual por mantenimiento preventivo del generador eléctrico.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Tipo mantenimiento preventivo	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
		B		B		B		B		B		B
						C						c
Costos del mantenimiento preventivo	122,27	122,27	122,27	122,27	122,27	122,27	122,27	122,27	122,27	122,27	122,27	122,27
	-	112,52	-	112,52	-	112,52	-	112,52	-	112,52	-	112,52
	-	-	-	-	-	15,51	-	-	-	-	-	15,51
Total costo mensual	122,27	234,79	122,27	234,79	122,27	250,30	122,27	234,79	122,27	234,79	122,27	250,30
Total costo anual	\$ 2.173,41											

Nota.- Costo total anual por mantenimiento preventivo tipo A, B y C.

Costos por mantenimiento preventivo del vehículo de transporte.

Actividades 5000KM	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario o \$	Costo total \$
Cambiar aceite de motor	10	Aceite motor	1	galón	15,00	15,00
Cambiar filtro de aceite de motor	10	filtro de aceite motor	1	unidad	4,00	4,00
Chequear estado de filtro de aire y/o cambiar	10	Grasa	1	kilógramo	3,00	3,00
Chequear ajuste y condición de bandas de ventilador (alternador)	5	desengrasante	1	galón	4,00	4,00
Chequear fugas en sistema de refrigeración (agua)	5					
Chequear fugas en sistema de lubricación (aceite)	5					
Chequear fugas en sistema de combustible (diésel o gasolina)	5					
Chequear nivel aceite caja cambios	5					
Chequear nivel de aceite de la dirección hidráulica	5					
Chequear nivel aceite del diferencial	5					
Chequear funcionamiento del sistema de frenos: pedal y parqueo.	5	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				<b>\$ 26,00</b>
Chequear estado y presión de llantas	5					
Chequear switch, cables, indicadores de tablero	5					
Chequear batería, bornes y carga de batería entre 13 a 14.5 V	5					
Chequear funcionamiento de beacon, pitos, luces delanteras y posteriores	5					
Verificar que no exista golpes en puertas y carrocería	5					
Chequear asientos, manijas de puertas, tapicería	5					
Lavar exteriormente el equipo	15					
Engrasar todos los puntos de engrase	15					

Tiempo Total (minutos)	130
Tiempo Total (horas)	2,1666 67

**Mantenimiento tipo A**

**Costos de mantenimiento preventivo**

Mano de obra	\$ 9,51
Materiales e insumos	\$ 26,00
Máquina	\$ 2,01

<b>Total</b>	<b>\$ 37,52</b>
--------------	---------------------

---

Nota.- Costos por mantenimiento preventivo tipo A de 5000 kilómetros.

Costos por mantenimiento preventivo tipo B del vehículo de transporte.

ADICIONALES CADA 15000KM	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario o \$	Costo total \$
Cambiar filtro de combustible	10	Refrigerante	1	galón	3,00	3,00
Limpiar calibrar bujías de encendido	15	Filtro combustible	1	unidad	5,50	5,50
Chequear, limpiar o cambiar pastillas delanteras de freno	15	filtro de aire	1	unidad	26,00	26,00
Chequear, limpiar, regular o remachar zapatas posteriores de freno	15					
Lubricar cerraduras y bisagras de puertas	10	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$ 34,50
Limpieza y engrase de rodamientos de puntas de eje	20					
Cambiar refrigerante de motor	15					
Reajustar suspensión y carrocería	10					
Rotar, balancear y alinear llantas	30					
Tiempo Total (minutos)	140					
Tiempo Total (horas)	2,333333					
		<b>Mantenimiento tipo B</b>				
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>						
Mano de obra	\$	10,24				
Materiales e insumos	\$	34,50				
Máquina	\$	2,16				
<b>Total</b>	<b>\$</b>	<b>46,90</b>				

Nota.- Costos por mantenimiento preventivo tipo B de 15000 kilómetros.

Costos por mantenimiento preventivo tipo C del vehículo de transporte.

ADICIONALES CADA 30000 KM	Tiempo (minutos)	Material o Insumo	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total \$
Cambiar liquido de freno y embrague	15	Aceite transmisión ATF220	1	galón	16,80	16,80
Cambiar aceite de la caja cambios	15	Aceite diferencial 80w-90	1	galón	14,80	14,80
Cambiar aceite de la dirección hidráulica	15	Líquido embrague	2	litros	5,00	10,00
Cambiar aceite del diferencial	15	Líquido de frenos	2	litros	4,00	8,00
Limpieza y calibración de inyectores	30	<b>Costo total de materiales e insumos</b>				\$ 49,60
Calibración de válvulas de motor	40					
Tiempo Total (minutos)	130					
Tiempo Total (horas)	2,166667					
<b>Mantenimiento tipo C</b>						
<b>Costos de mantenimiento preventivo</b>						
Mano de obra	\$ 9,51					
Materiales e insumos	\$ 49,60					
Máquina	\$ 2,01					
<b>Total</b>	<b>\$ 61,12</b>					

Nota.- Costos por mantenimiento preventivo tipo C de 30000 kilómetros.

Costo total anual por mantenimiento preventivo del vehículo de transporte.

	Enero	Febrer o	Marz o	Abril	May o	Junio	Julio	Agost o	Septiembr e	Octubr e	Noviembr e	Diciembr e
Tipo mantenimiento preventivo	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
			B			B			B			B
						C						c
Costos del mantenimiento preventivo	37,52	37,52	37,52	37,52	37,52	37,52	37,52	37,52	37,52	37,52	37,52	37,52
	-	-	46,90	-	-	46,90	-	-	46,90	-	-	46,90
	-	-	-	-	-	61,12	-	-	-	-	-	61,12
Total costo mensual	37,52	37,52	84,42	37,52	37,52	145,54	37,52	37,52	84,42	37,52	37,52	145,54
<b>Total costo anual</b>	<b>\$</b>	<b>760,07</b>										

Nota.- Costo total anual por mantenimiento preventivo tipo A, B y C.