



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ

**“DIAGNÓSTICO TÉCNICO DE LA FLOTA VEHICULAR DEL
GAD. SANTIAGO DE PÍLLARO Y FORMULACIÓN DEL PLAN
DE MANTENIMIENTO MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL
MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)”**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTOR: SANDRO PATRICIO ARROYO BAUTISTA

DIRECTOR: Ing. CELIN ABAD PADILLA PADILLA

Riobamba-Ecuador

2021

©2021, Sandro Patricio Arroyo Bautista

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Sandro Patricio Arroyo Bautista declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Riobamba, 13 de enero de 2021



Sandro Patricio Arroyo

C. I. 180475407-3

DEDICATORIA

Dedico el siguiente trabajo, primeramente a Dios por haber dado la vida, sabiduría, iluminarme día a día en el transcurso de mi vida estudiantil, y haberme protegido de cualquier peligro que se me presentaba ya que sin Dios no hubiera podido culminar mi formación universitaria; a su vez también dedico el presente trabajo a mis padres por ser las personas que me brindaron su apoyo, me guiaron con su consejos y enseñanzas cuando más los necesitaba y por ultimo quiero dedicar este trabajo a mis hermanos y a todas las personas que estuvieron a mi lado viendome como me voy formando como un profesional y que con sus palabras de aliento y ánimos pude seguir en adelante.

Sandro

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado la vida, la salud, sabiduría e inteligencia en mi vida universitaria; a mi Padres por haberme dado la oportunidad de estudiar y su apoyo incondicional; a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, específicamente a mis docentes de la Carrera de Ingeniería Automotriz por haber impartido sus enseñanzas durante las horas clases; y a todas las personas que de una u otra manera fueron parte de mi formación y me ayudaron en ser lo que soy.

Sandro

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
SUMMARY.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA.....	5
1.1. Antecedentes.....	5
1.2. Planteamiento del problema.....	5
1.3. Justificación del proyecto.....	6
1.4. Delimitación del problema.....	7
1.4.1. <i>Delimitación espacial</i>	7
1.4.2. <i>Delimitación temporal</i>	7
1.4.3. <i>Delimitación temática</i>	7
1.5. Objetivos.....	7
1.5.1. <i>Objetivo General</i>	7
1.5.2. <i>Objetivos Específicos</i>	7
1.6. Generalidades del GAD. Santiago de Píllaro.....	8
1.6.1. <i>Información General</i>	8
1.6.2. <i>Ubicación</i>	8
1.6.3. <i>Misión</i>	9
1.6.4. <i>Visión</i>	9
1.6.5. <i>Estructura Organizacional</i>	10

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1. Resumen historia del RCM – Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.....	11
2.2. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) - Historia.....	13
2.2.1. <i>Historia del RCM</i>	13

2.3.	Metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad – RCM.....	13
2.3.1.	<i>Las funciones</i>	14
2.3.2.	<i>Los fallos funcionales</i>	15
2.3.3.	<i>Los modos de fallo</i>	15
2.3.4.	<i>Los efectos del fallo</i>	15
2.3.5.	<i>Las consecuencias del fallo</i>	17
2.3.6.	<i>Funciones evidentes y consecuencias de un fallo</i>	17
2.3.7.	<i>Selección de las políticas de manejo de fallas</i>	18
2.3.8.	<i>Política de manejo de fallas – Tareas programadas</i>	19
2.3.9.	<i>El manejo de fallas – Cambio de una vez y operación hasta fallar.</i>	20
2.3.10.	<i>Un programa de vida</i>	20
2.4.	El grupo de trabajo como componente del RCM	21
2.5.	Tasa de fallos.....	22
2.6.	Análisis de criticidad de los equipos.....	22

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	25
3.1	Metodología de estudio.....	25
3.1.1	<i>Tipo de investigación</i>	25
3.2	Metodos, instrumentos y técnicas.....	25
3.3	Diagrama de la metodología de la aplicación del RCM	28
3.4	Inventario y Codificación de la Flota Vehicular del GAD Santiago de Píllaro....	29
3.5	Evaluación técnica taller y personal automotriz del GAD Santiago de Píllaro ...	32
3.5.1	<i>Descripción del taller automotriz</i>	32
3.5.2	<i>Descripción de la organización jerárquica del taller</i>	33
3.5.3	<i>Descripción de procesos en el taller automotriz</i>	33
3.6	Evaluación de la gestión del taller y planes de mantenimiento en función de encuestas	35
3.6.1	<i>Encuesta – Jefe de taller y técnicos</i>	35
3.6.2	<i>Encuesta – Operarios/conductores</i>	36
3.6.3	<i>Análisis del resultado de las encuestas</i>	38
3.6.4	<i>Interpretación general del resultado de las encuestas</i>	58
3.7.	Ficha técnica para el diagnóstico técnico de la flota vehicular	59
3.8.	Determinación familias de vehículos del Gad Santiago de Píllaro más críticos...	61
3.8.1.	<i>Criterios de evaluación de la Consecuencia para determinar las familias de vehículos más críticos del Gad Santiago de Píllaro</i>	61

3.8.2.	<i>Análisis de criticidad familias de la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro ...</i>	63
3.8.3	<i>Cálculo de criticidad de la Familia OP-L-RE (Retro Excavadoras).....</i>	65
3.8.4	<i>Cálculo de criticidad de la Familia OP-L-MC (Mini Cargadoras).....</i>	66
3.8.5	<i>Cálculo de criticidad de la Familia OP-L-CF (Cargador Frontal).....</i>	66
3.9	Interpretación General de criticidad de las familias de la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro.....	67
3.10	Descripción del contexto operacional de las familias críticas de la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro	67
3.11	Determinación de los sistemas de las familias críticas de la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro.....	68
3.11.1	<i>Criterios de evaluación para el análisis de criticidad de los sistemas</i>	72
3.11.1.1.	<i>Análisis de criticidad sistemas de la flota vehicular del GAD Santiago de Pillaro....</i>	73
3.11.1.2.	<i>Cálculo de criticidad del Sistema S-H (Hidráulico).....</i>	74
3.11.1.3.	<i>Cálculo de criticidad del Sistema S-R (Refrigeración).....</i>	75
3.11.1.4.	<i>Cálculo de criticidad del Sistema S-E (Eléctrico)</i>	75
3.12.	Análisis de Modos de Fallos y Efectos.....	75
3.12.1.	<i>Análisis de Modos de Fallo Y Efectos (AMFE) del Sistema Hidráulico</i>	77
3.12.2	<i>Análisis de Modos de Fallo Y Efectos (AMFE) del Sistema de Refrigeración</i>	79
3.12.3.	<i>Análisis de Modos de Fallo Y Efectos (AMFE) del Sistema Eléctrico.....</i>	81
3.13	Diagrama de proceso de la aplicación RCM para el plan de Mantenimiento.....	83
3.14	Plan de Mantenimiento	88

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS	91
4.13	Resultados Obtenidos en el diagnóstico técnico de la Flota Vehicular del Gad Santiago de Píllaro.....	91
4.1.1	<i>Resultados de las Encuestas</i>	91
4.1.2	<i>Resultados de la Inspección Técnica Vehicular</i>	92
4.2	Resultados de la Criticidad de los vehículos del parque automotor del Gad Santiago de Píllaro.....	92
4.2.1	<i>Resultado Criticidad de las Familias de vehículos del Gad Santiago de Píllaro</i>	93
4.2.2	<i>Resultado de la Criticidad de los Sistemas de las Familias críticas del Gad Santiago de Píllaro</i>	94
4.3	Resultados del Análisis de Modos de Fallo y Efectos (AMFE) y del Plan de Mantenimiento.....	96
4.3.1	<i>Plan de Mantenimiento elaborado por la metodología RCM</i>	97

CONCLUSIONES	98
RECOMENDACIONES	100
GLOSARIO	
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Información general del GAD Santiago de Píllaro.....	8
Tabla 1-2: Las siete preguntas del RCM.....	14
Tabla 2-2: Aspectos a considerar para definir las funciones de un activo.	14
Tabla 3-2: Aspectos a considerar para definir los modos de fallo de un activo.....	15
Tabla 4-2: Aspectos que definen los modos de fallo de un activo.....	16
Tabla 5-2: Hoja de información RCM	16
Tabla 6-2: Criterios y cuantificación.....	23
Tabla 1-3: Codificación de la flota vehicular del GAD Santiago de Pillaro.....	31
Tabla 2-3: Tabulación pregunta 1	38
Tabla 3-3: Tabulación pregunta 2	39
Tabla 4-3: Tabulación pregunta 3	40
Tabla 5-3: Tabulación de pregunta 4	41
Tabla 6-3: Tabulación pregunta 5	42
Tabla 7-3: Tabulación pregunta 6	43
Tabla 8-3: Tabulación pregunta 7	44
Tabla 9-3: Tabulación de pregunta 8	45
Tabla 10-3: Tabulación pregunta 9	46
Tabla 11-3: Tabulación pregunta 10.....	47
Tabla 12-3: Tabulación pregunta 1	48
Tabla 13-3: Tabulación pregunta 2	49
Tabla 14-3: Tabulación pregunta 3	50
Tabla 15-3: Tabulación pregunta 4	51
Tabla 16-3: Tabulación pregunta 5	52
Tabla 17-3: Tabulación pregunta 6	53
Tabla 18-3: Tabulación pregunta 7	54
Tabla 19-3: Tabulación pregunta 8	55
Tabla 20-3: Tabulación pregunta 9	56
Tabla 21-3: Tabulación pregunta 10	57
Tabla 22-3: Estado actual de la flota vehicular del Gad Santiago de pillaro	59
Tabla 23-3: Criterios de evaluacion para la consecuencia de la criticidad de la familia de vehiculos.....	62
Tabla 24-3: Análisis de la criticidad de las familias de vehículos de la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro.....	64
Tabla 25-3: Resultados de Criticidad de la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro	65

Tabla 26-3: Ficha Técnica Retro Excavadora.....	68
Tabla 27-3: Ficha Técnica de Cargador Frontal	70
Tabla 28-3: Listado de Sistemas para el análisis de criticidad.....	71
Tabla 29-3: Criterios de evaluación para la consecuencia de la criticidad de los sistemas.....	72
Tabla 30-3: Analisis de criticidad de los sistemas flota vehicular sel Gad Santiago de Píllaro.	73
Tabla 31-3: Resultados de criticidad de los sistemas.....	74
Tabla 32-3: Análisis de modos de fallo y efectos sistema de hidráulico	77
Tabla 33-3: Hoja de decisión RCM sistema de hidráulico.....	78
Tabla 34-3: Análisis de modos de fallo y efectos del sistema de refrigeración	79
Tabla 35-3: Hoja de desición RCM del sistema de refrigeración	80
Tabla 36-3: Análisis de modos de fallos y efectos del sistema eléctrico	81
Tabla 37-3: Hoja de desición RCM del sistema eléctrico	82
Tabla 38-3: Plan de mantenimiento con la metodología RCM para el Gad Santiago de Píllaro	88
Tabla 1-4: Familias de vehículos del Gad Santiago de Píllaro con Riesgo Bajo	93
Tabla 2-4: Familias de vehículos del Gad Santiago.....	93
Tabla 3-4: Familias de vehículos del Gad Santiago de Píllaro con Riesgo Medio Alto	94
Tabla 4-4: Familias de vehículos del Gad Santiago de.....	94
Tabla 5-4: Sistemas de las Familias OP-L con Riesgo Bajo.....	95
Tabla 6-4: Sistemas de las Familias OP-L con Riesgo Medio Bajo	95
Tabla 7-4: Sistemas de las Familias OP-L con Riesgo Medio Alto.....	95
Tabla 8-4: Sistemas de las Familias OP-L con Riesgo Alto	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Ubicación satelital del parque automotriz GAD. Píllaro.	9
---	---

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1: Estructura Organizacional del GAD. Santiago de Pillaro.....	10
Gráfico 1-2: Desarrollo de mantenimiento.....	12
Gráfico 2-2: Conformación del grupo de trabajo RCM.....	22
Gráfico 3-2: Matriz de criticidad.....	24
Gráfico 4-2: Matriz de criticidad.....	24
Gráfico 1-3: Diagrama de la metodología aplicación del RCM al GAD Santiago de Pillaro ..	28
Gráfico 2-3: Plano del taller automotriz del GAD Santiago de Pillaro	32
Gráfico 3-3: Diagrama de procesos del taller automotriz.....	34
Gráfico 4-3: Diagrama de análisis – pregunta 1	38
Gráfico 5-3: Diagrama de análisis – pregunta 2	39
Gráfico 6-3: Diagrama de análisis - pregunta 3.....	40
Gráfico 7-3: Diagrama de análisis – pregunta 4	41
Gráfico 8-3: Diagrama de análisis – pregunta 5	42
Gráfico 9-3: Diagrama de análisis – pregunta 6	43
Gráfico 10-3: Diagrama de análisis – pregunta 7	44
Gráfico 11-3: Diagrama de análisis – pregunta 8	45
Gráfico 12-3: Diagrama de análisis – pregunta 9	46
Gráfico 13-3: Diagrama de análisis – pregunta 10	47
Gráfico 14-3: Diagrama de análisis – pregunta 1	48
Gráfico 15-3: Diagrama de análisis – pregunta 2	49
Gráfico 16-3: Diagrama de análisis – pregunta 3	50
Gráfico 17-3: Diagrama de análisis – pregunta 4	51
Gráfico 18-3: Diagrama de análisis – pregunta 5	52
Gráfico 19-3: Diagrama de análisis – pregunta 6	53
Gráfico 20-3: Diagrama de análisis – pregunta 7	54
Gráfico 21-3: Diagrama de análisis – pregunta 8	55
Gráfico 22-3: Diagrama de análisis – pregunta 9	56
Gráfico 23-3: Diagrama de análisis – pregunta 10	57
Gráfico 24-3: Criticidad de la Familia OP-L-RE	66
Gráfico 25-3: Criticidad de la Familia OP-L-MC	66
Gráfico 26-3: Criticidad de la Familia OP-L-CF.....	66
Gráfico 27-3: Criticidad del Sistema S-H.....	74
Gráfico 28-3: Criticidad del sistema S-R	75
Gráfico 29-3: Criticidad del sistema S-E.....	75

Gráfico 30-3: Diagrama de proceso de la aplicación RCM para el plan de Mantenimiento 87

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: FICHA TÉCNICA PARA EL DIAGNÓSTICO TÉCNICO DE LA FLOTA VEHICULAR DEL GAD SANTIAGO DE PÍLLARO.

ANEXO B: DIAGRAMA DE DECISIÓN RCM.

ANEXO C: FLOTA VEHICULAR DEL GAD SANTIAGO DE PÍLLARO.

ANEXO D: OFICIO DEL ALCALDE DEL GAD SANTIAGO DE PÍLLARO ABG. MSC. FRANCISCO YANCHATIPAN.

ANEXO E: HISTORIALES DEL AÑO 2018 DEL GAD SANTIAGO DE PÍLLARO,REFERENTE A PLANES DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA VEHICULAR.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo, la realización del diagnóstico técnico de la flota vehicular del GAD (Gobierno Autónomo Descentralizado) Santiago de Píllaro, para formular un Plan de Mantenimiento basado en la metodología del RCM. Se llevo a cabo el inventario, codificación y agrupación en familias de vehículos que poseen sistemas de las mismas características, que conforman el parque automotor del GAD; a su vez se efectuó la evaluación técnica del taller y personal automotriz de dicha municipalidad, mediante entrevistas y encuestas del tipo cerradas; dichas entrevistas y encuestas, fueron tabuladas, analizadas e interpretadas; se ejecutó además visitas técnicas, comprobando el estado actual de la flota vehicular, se complementó dichas visitas mediante análisis de criticidad, tanto a las familias del parque automotor como a los sistemas que poseen los vehículos que salieron con una criticidad de Riesgo Alto; de lo cual se obtuvieron las familias de vehículos problemáticos con sus respectivas fallas funcionales, modos de fallos y efectos de fallos para ser analizados en la Hoja de Información RCM y para en lo posterior realizar el llenado de la Hoja de Decisión RCM; teniendo como resultado las tareas propuestas para que formen parte de la elaboración del Plan de Mantenimiento RCM para la Municipalidad. Como resultados se tiene que los vehículos que poseen más fallas son el 14,71% siendo estos Retro Excavadoras, Mini Cargadoras y Cargador de Ruedas, de la flota vehicular de GAD. Concluyendo que la municipalidad tiene mucha tendencia a realizar Mantenimientos Correctivos que Mantenimientos Predictivos, ya que no realizan análisis semestrales del estado vehicular de la flota, teniendo problemas con el presupuesto que manejan para los mantenimientos. Se recomienda dar una mayor importancia a los planes de mantenimiento que se lleva a cabo a los vehículos de la municipalidad.

Palabras clave: <MECÁNICA>, <MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM)>, <ANÁLISIS DE MODOS DE FALLO Y EFECTOS (AMFE)>, <DETECCIÓN DE FALLAS>, <PLANES DE MANTENIMIENTO>, <VEHÍCULOS>.



Firmado electrónicamente por:
**JHONATAN RODRIGO
PARREÑO UQUILLAS**



18/02/2021

0650-DBRAI-UPT-2021

SUMMARY

The objective of this work was to carry out the technical diagnosis of the vehicle fleet of the GAD (Autonomous Decentralized Government) of Santiago de Píllaro county, to formulate a Plan of Maintenance based on the RCM methodology. It was implemented its inventory, coding and grouping into vehicle families that have systems with the same characteristics, which forms the automotive fleet of the GAD. In turn, the technical evaluation of the workshop was carried out and automotive staff of the municipality, through closed interviews and surveys. Such interviews and surveys were tabulated, analyzed and interpreted. It was also executed technical visits, checking the current status of the vehicle fleet. These visits were complemented through criticality analysis, both to the families of the vehicle fleet and to the vehicles systems that showed a criticality of High Risk. From which the vehicle families problem with their respective functional failures, failure modes and effects of failures were analyzed in the RCM Information Sheet and later to carry out the completion of the RCM Decision Sheet. Resulting in the proposed tasks that form part of the elaboration of the RCM Maintenance Plan for the Municipality. As the results show that the vehicles with the most failures are 14.71% they are backhoe, skidsteer loaders and wheel loaders, from GAD's vehicle fleet. Concluding that the municipality has a great tendency to carry out corrective maintenance that Predictive Maintenance, since they do not carry out semi-annual analyzes of the vehicle status of the fleet, having problems with the budget they manage for the maintenance. It is recommended to give greater importance to the maintenance plans that are carried out to the vehicles of the municipality.

Keywords: <MECHANIC>, < RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)>, <FAILURE MODES AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA)>, <FAILURE DETECTION>, <MAINTENANCE PLANS>, <VEHICLES>.

INTRODUCCIÓN

El parque automotor en el Ecuador adquiere un papel importante para el desempeño y funciones de actividades permitiendo la movilidad de las personas, comercio de productos de un lugar a otro en distintas regiones del país.

Por lo tanto el Cantón Santiago de Píllaro, al ser un referente para el país en lo que concierne con actividades productivas, la Municipalidad del cantón tiene que contar con una flota vehicular que se encuentre en optimas condiciones, debido a que este parque automotor es de suma importancia para la ciudadanía del lugar, porque sin ellos se ven afectados varios sectores como el sector agrícola, productivo y económico; ya que dichos vehículos realizan las actividades de mantenimiento de las vías de comunicación (en caso de lluvias, deslaves, o para rehabilitación y apertura de caminos), para que no exista retrasos o demoras en el comercio de productos.

Actualmente, la flota vehicular no posee un plan de mantenimiento que estece basado al funcionamiento, la geografía del cantón y la cantidad de trabajo que cumple cada maquinaria es decir el contexto operacional, entre otra variables que afectan de manera directa e indirectamente a la vida útil del parque automotor del GAD Santiago de Píllaro; y a su vez afectando en el presupuesto que maneja la municipalidad; ya que los planes de mantenimiento que en la actualidad se manejan son los que recomienda el fabricante; teniendo que dichos planes se desencadenen en Mantenimiento Correctivos costosos, no teniendo mucho marge a la realización de Mantenimientos Preventivos de un menor coste.

Por consiguiente, mediante Oficio No. 250 realizado el 23 de mayo del 2019, firmado por el Alcalde Abg. Msc. Francisco Elías Yanchatipan, dirigido al Ing. José Pérez Fiallos, Director de la Carrera de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH, en el cual se pide de una manera comedida que se realice el trabajo de titulación denominado: “DIAGNÓSTICO TÉCNICO DE LA FLOTA VEHICULAR DEL GAD. SANTIAGO DE PÍLLARO Y FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)”, mismo que beneficiara a la municipalidad.

El GAD Santiago de Píllaro cuenta con 34 vehículos en su parque automotor los mismo que son: Recolectores de Basura, Camiones Recolectores, Tanquero de Combustible, Camionetas, Vehículo Liviano, Volquetas, Excavadora, un Tractor, Rodillo, Retroexcavadoras, Motoniveladoras, Mini-Cargadores y Cargador Frontal.

Para la realización del trabajo de titulación se realizó una nueva codificación para poder identificar a cada uno de los vehículos que posee el cantón, debido a que con la que contaba la municipalidad, solo hacia énfasis a los vehículos como activos fijos.

En lo posterior de la codificación del parque automotor, se realizó encuestas a las personas que se involucran con los vehículos; teniendo así dos tipos de encuestas una dirigida al Jefe de Taller y Técnicos, mientras que la segunda se encuentra implicados los Operarios y Conductores de la flota vehicular; dichas encuestas tienen el objetivo de conocer de una manera numérica, la gestión que se lleva en el Taller Automotriz del GAD; las frecuencia y calidad con los que se efectúan los planes de Mantenimiento; la organización que existe entre el Taller Automotriz y los diferentes departamentos que conforma el GAD; el tipo de comunicación entre las personas que están envueltos con la flota vehicular; y por último los vehículos que poseen un mayor número de fallas y cuáles son dichas fallas.

De modo que al a ver analizado e interpretado los resultados de las encuestas, se pudo evidenciar cuáles son los vehículos que tienen una mayor tendencia a fallar. De modo que se realizó un diagnóstico técnico, por medio del cual poder tener el estado actual de toda la flota vehicular; para resultado, se ocupará fichas de diagnóstico técnico en las misma se tendrán la forma de un check list analizando cada uno de los componentes de los diferentes sistemas que forman parte del parque automotor y a su vez se añadió alguna observación que fuera de relevancia sobre el estado que actualmente se encuentra la flota.

Una vez realizado las encuestas y el diagnóstico técnico se observo que tipo de vehículos son los que presentar un gran número de fallas y las mismas que les hacen que tengan paradas inesperadas que tienen consecuencias operacionales en lo concerniente a las actividades que se encuentran planificadas para que realicen.

Gracias a la metodología de análisis de criticidad la misma que tiene por objetivo tener una jerarquía de los niveles de criticidad, tienen de los mismos cuatro niveles, siendo esto:

- Riesgo Alto
- Riesgo Medio Alto
- Riesgo Medio Bajo
- Riesgo Bajo

Todo esto lo hace gracias a que se analiza la frecuencia de fallos en función de un determinado lapso de tiempo; esta frecuencia es multiplicada por la consecuencia la que esta en función del impacto operacional (como afecta en la operación de la maquinaria una falla); la flexibilidad (si existe algún otro tipo de maquinaria que pueda sustituir a la maquinaria que se encuentra con falla para que no exista perdidas operacionales); el costo de mantenimiento (el valor monetario que conlleva el arreglo de la falla); y el impacto a la seguridad humana y medio ambiental (si la falla provoca daños a normativas medio ambientales y a la integridad humana).

Siendo así que del total de la flota vehicular del GAD Santiago de Pillaro el 14,71% se encuentra con un Riesgo Alto, siendo de este porcentaje los siguientes vehículos:

- Retro Excavadora CaterPillar 416E #1
- Retro Excavadora CaterPillar 416E #2
- Mini Cargadora CaterPillar 246C
- BobCat S-185
- Cargador Frontal Hyundai HL757-7

De este listado de vehículos se realizó nuevamente un análisis de criticidad, pero en este segundo análisis se enfocó hacerlo de cada uno de los sistemas que poseen estos vehículos; siendo así que los sistemas que poseen un Riesgo Alto son el 37,5%; de esta cantidad tenemos asociados al sistema hidráulico, sistema de refrigeración y sistema eléctrico.

Es aquí, cuando se tiene identificado a qué tipos de vehículos y a qué sistemas poseen un Riesgo Alto, se aplicará la metodología del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM). Pero esto será ayudado por el Grupo de Trabajo RCM en el mismo esta formado por un Instructor (Mi persona), y Facilitadores (Operarios, Conductores, Técnicos y el Jefe de Taller).

A cada uno de los tres sistemas que poseemos para poder analizar, se les aplicará la Normativa SAE JA 1011, la misma que engloba en siete preguntas toda la metodología del RCM.

Cada una de estas siete preguntas buscar tener como respuesta clara y concisa; siendo las siguientes respuestas:

- Funciones (La función es decir para que fue diseñado con sus respectivos parámetros operacionales que debe cumplir).
- Fallos Funcionales (Como no se puede cumplir con la función con la cual el sistema que se está analizando).
- Modos de Fallo (El componente que se encuentra fallado y si el mismo es acompañado con un adjetivo calificativo, mucho mejor).
- Efectos de Fallo (Son los diferentes síntomas que se tiene al momento de que aparece el fallo funcional).
- Consecuencias (Como afecta la aparición del fallo funcional en el contexto operacional que se encuentra el sistema o la máquina en sí).
- Tareas Proactivas y frecuencias de ejecución (El Plan de Mantenimiento con sus respectivos facilitadores y la frecuencia en la que se debe desarrollar estas tareas).
- Acciones Predeterminadas (Mucha de las veces no se logra eliminar el fallo funcional solo con las tareas proactivas, es ahí donde el rediseño o realizar otro tipo de actividades que no está involucradas con los diferentes tipos de mantenimiento son la solución).

Teniendo de los sistemas analizado con criticidad de Riesgo Alto, realizar el llenado de la Hoja de Información RCM, la misma que es de mucha ayuda para poder ubicar la Función, Falla Funcional, Modo de Fallo y Efecto de Fallo de cada uno de los sistemas antes mencionados.

Para en lo posterior llenar la Hoja de Decisión RCM; esta hoja de decisión se la realiza mediante el Diagrama de Decisión RCM en el cual se evaluará las diferentes consecuencias que provocan los modos de fallos y efectos teniendo como consecuencias las siguientes:

- Consecuencia de Fallo Oculto (Son todos los modos de fallo en los que son realcionadas con la seguridad; un ejemplo es el sistema de air back ya que el mismo no se conoce si fallará o no al momento de una colición).
- Consecuencias en la Seguridad o Medio Ambiente (Son la que afecta con la seguridad humana o las que infringen con normativas relaionadas al medio ambiente).
- Consecuencias Operacionales (Son las que están en función que se ejecuté sin ningún problema la operación que fue designada).
- Consecuencias No Operacionales (La que afecta directamente a la parte económica y más no a la parte operacional).

Al momento de analizar las diferentes consecuencias que dan como resultado de los modos de fallo y efecto tenemos las diversas tareas que se puede efectuar para eliminar que no exista el fallo funcional, siendo estas tareas las siguientes:

- Tareas a Condición (Mantenimiento Predictivo).
- Tareas de Reacondicionamiento Cíclico (Mantenimiento Preventivo).
- Tareas de Sustitución Cíclica (Mantenimiento Correctivo).
- Ningún Mantenimiento Proactivo.
- Hacer la Combinación de Tareas.
- Rediseño (Cuando el problema no es del tipo de mantenimiento y se engloba en otros aspectos).

Es aquí cuando se termina de llenar la Hoja de Decisión RCM por medio de digrama de Decisión RCM, con ayuda del Grupo de Trabajo RCM, donde se obtiene el Plan de Mantenimiento el mismo que cuenta con los facilitadores (la persona que será encargada de realizar la tarea propuesta), con la respectiva frecuencia en la cual se deberá ejecutar la tarea.

CAPÍTULO I

1. DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

A nivel de Latinoamérica el parque automotor ecuatoriano ha transendido en los últimos años registrando una tasa alta de incremento del 59% al año 2017. Para noviembre de 2019 el parque automotor matriculado en Ecuador creció en más de 1,4 millones de vehículos en una década, lo que situó la cifra por sobre los 2,4 millones de unidades comparado al 2018. (El Comercio, 2019)

El parque automotor en el Ecuador adquiere un papel importante para el desempeño y funciones de actividades permitiendo la movilidad de las personas de un lugar a otro en distintas regiones del país.

A noviembre del 2019 la Provincia de Tungurahua cuenta con una flota vehicular importante ubicándose en la séptima posición a nivel nacional con 107224 unidades. (El Comercio, 2019)

El Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de Santiago de Píllaro cuenta con una flota vehicular, conformada por: tres Recolectores de Basura, dos camiones recolectores, un tanquero de combustible, cinco camionetas, un vehículo liviano, ocho volquetas, una excavadora, un tractor, un rodillo, dos retroexcavadoras, tres motoniveladoras, dos mini-cargadores y un cargador frontal.

El parque automotor del GAD Santiago de Píllaro no cuenta con un correcto mantenimiento en todas sus unidades vehiculares teniendo en cuenta la importancia del uso vehicular dentro de la organización siendo imprescindible que dicha flota vehicular se encuentre en óptimas condiciones.

1.2. Planteamiento del problema

La administración de la flota vehicular del GAD Santiago de Píllaro está dirigida por el Departamento de Obras Públicas, Mantenimiento y Fiscalización; el cual cuenta a disposición con 30 personas orientados a trabajos de mantenimiento de la flota vehicular, regida por un Supervisor de Mantenimiento de Equipo Pesado y Automotriz, con un mecánico y dos técnicos ;en su mayor parte los trabajos de mantenimiento realizados por el departamento son del tipo preventivo y correctivo, sin embargo existe una tendencia al mantenimiento correctivo, debido a que actualmente no se cuenta con un plan de mantenimiento adecuado a las características vigentes de la flota vehicular.

Los cambios periódicos de las autoridades en el GAD Santiago de Píllaro, provocan desactualizaciones de información siendo necesario un diagnóstico técnico de la flota vehicular actual, ya que la Municipalidad en el año 2015 realizó compras de algunos de los vehículos que cuenta al presente en el parque automotor; desde el año de la compra a la actualidad dichos vehículos, no tiene un diagnóstico técnico vehicular actualizado, para poder verificar el estado de los diferentes sistemas automotrices que conforman cada uno de los vehículos dentro de la organización municipal, a fin de que en un futuro dichas unidades no puedan verse afectadas con fallas técnicas inesperadas.

1.3. Justificación del proyecto

Las distintas unidades vehiculares que conforman la flota vehicular del GAD Santiago de Píllaro es de suma importancia para la ciudadanía del lugar, porque sin ellos se ven afectados varios sectores como el sector agrícola, productivo y económico; que representan una fuente de ingreso para la municipalidad y la ciudadanía, ya que al ser Píllaro un cantón agrícola y ganadero que abastece de productos tanto a nivel local como para todo el país debe contar con unidades óptimas en correcto funcionamiento que permitan dar un mantenimiento adecuado a las vías del lugar (en caso de lluvias, deslaves, o para rehabilitación y apertura de caminos), para que no exista retrasos o demoras, por lo cual se necesita que toda la maquinaria funcione y pueda prestar el servicio en la comunidad a fin de que la ciudadanía así como las pequeñas y grandes industrias del lugar puedan comercializar los diversos productos al mercado.

Actualmente, la flota vehicular no posee un plan de mantenimiento acorde y en base a las características vigentes que poseen cada unidad guiándose únicamente a lo recomendado por el fabricante, el cual no funciona de manera óptima ya que no contempla algunas variables como son: de funcionamiento, geografía del cantón y la cantidad de trabajo que cumple cada maquinaria, (como para recomendar algún tipo de mantenimiento); debido a estos factores, al paso del tiempo y al trabajo frecuente de las unidades vehiculares, estos alcanzan niveles de desgaste, abrasión, y/o corrosión, por lo cual se requiere que el plan de mantenimiento se adapte a las necesidades de la flota, elevando la confiabilidad para su uso, siendo la Metodología del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) quien pueda garantizar la formulación del plan de mantenimiento.

Una vez realizado el diagnóstico técnico actualizado de la flota vehicular del GAD Santiago de Píllaro y el plan de mantenimiento según las necesidades y características de cada vehículo se podrá mitigar el sobreexceso del mantenimiento correctivo, y a su vez reduciendo el gasto que involucra dicho mantenimiento.

1.4. Delimitación del problema

1.4.1. Delimitación espacial

El proyecto se limitará al sector automotor del GAD Santiago de Píllaro ubicado en la provincia de Tungurahua.

1.4.2. Delimitación temporal

El presente proyecto tendrá un período de tiempo de 6 meses, a partir del mes de septiembre del año 2019 a mayo del 2020.

1.4.3. Delimitación temática

La finalidad del presente trabajo es realizar un diagnóstico técnico actualizado de la flota vehicular y la formulación de un plan de Mantenimiento mediante la Metodología RCM para evitar fallas técnicas aumentando la disponibilidad de uso de la flota vehicular.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Realizar un diagnóstico técnico de la flota vehicular del GAD Santiago de Píllaro y formular un Plan de mantenimiento por medio de la metodología del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para contar con un plan acorde a las necesidades de la Municipalidad.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Realizar el diagnóstico técnico de la Flota Vehicular del GAD. Santiago de Píllaro por medio de encuestas realizadas al personal encargado de los planes de mantenimiento; e inspecciones técnicas a la Flota Vehicular de la Municipalidad, para establecer el estado en que se encuentra actualmente la Flota Vehicular.
- Establecer la criticidad de los vehículos que pertenecen a la Flota Automotriz mediante el análisis de los historiales de mantenimiento y los resultados del diagnóstico técnico para determinar, qué tipo de vehículo posee una criticidad de riesgo alto.

- Ejecutar el análisis del modo de fallas de los vehículos con mayor criticidad y realizar la formulación del Plan de Mantenimiento utilizando la Metodología del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM).

1.6. Generalidades del GAD. Santiago de Píllaro

1.6.1. Información General

Los datos de información se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 1-1: Información general del GAD Santiago de Píllaro.

Razón Social:	GAD Santiago de Píllaro
Provincia:	Tungurahua
Ciudad:	Píllaro
Dirección:	Rocafuerte RF044 y Bolívar
Teléfono:	(03)3 700-470
Alcalde:	Mg. Francisco Elías Yanchatipán
Supervisor de Mantenimiento de Equipo Pesado Automotriz	Sr. Olivo Saravio
Horario de trabajo:	8:00 - 16:00

Fuente: (N.A, 2019)

Realizado por: Arroyo, S. 2020

1.6.2. Ubicación

El Municipio del GAD. Santiago de Píllaro se encuentra ubicado en la Provincia de Tungurahua, Cantón Píllaro, en la Rocafuerte RF044 y Bolívar; encontrándose situado el taller mecánico de la Municipalidad Santiago Píllaro en la Av. Wilson Gómez y Pasaje Las Manolias.



Figura 1-1: Ubicación satelital del parque automotriz GAD. Píllaro.
Fuente: Google Maps

1.6.3. Misión

Impulsar las acciones institucionales para la consecución de un adecuado desarrollo social, económico y cultural de la población, con la participación directa y efectiva de todos los actores sociales dentro de un marco de transparencia, ética y el uso óptimo del talento humano altamente comprometido, capacitado y motivado. (Municipio de Píllaro, 2019)

1.6.4. Visión

Convertir el Cantón Santiago de Píllaro, en un referente dinámico de cambio, cuyas características de crecimiento, estén marcadas por la activa participación de sus habitantes, dentro de un marco de planificación que implique la responsabilidad social de sus entes y organizaciones, y cuyas actividades productivas optimicen el talento humano, tecnológicos y naturales, permitiendo el desarrollo integral del cantón, en una armónica relación hombre naturaleza, que vaya consolidando su identidad de pueblo trabajador, hospitalario y alegre. (Municipio de Píllaro, 2019)

1.6.5. Estructura Organizacional

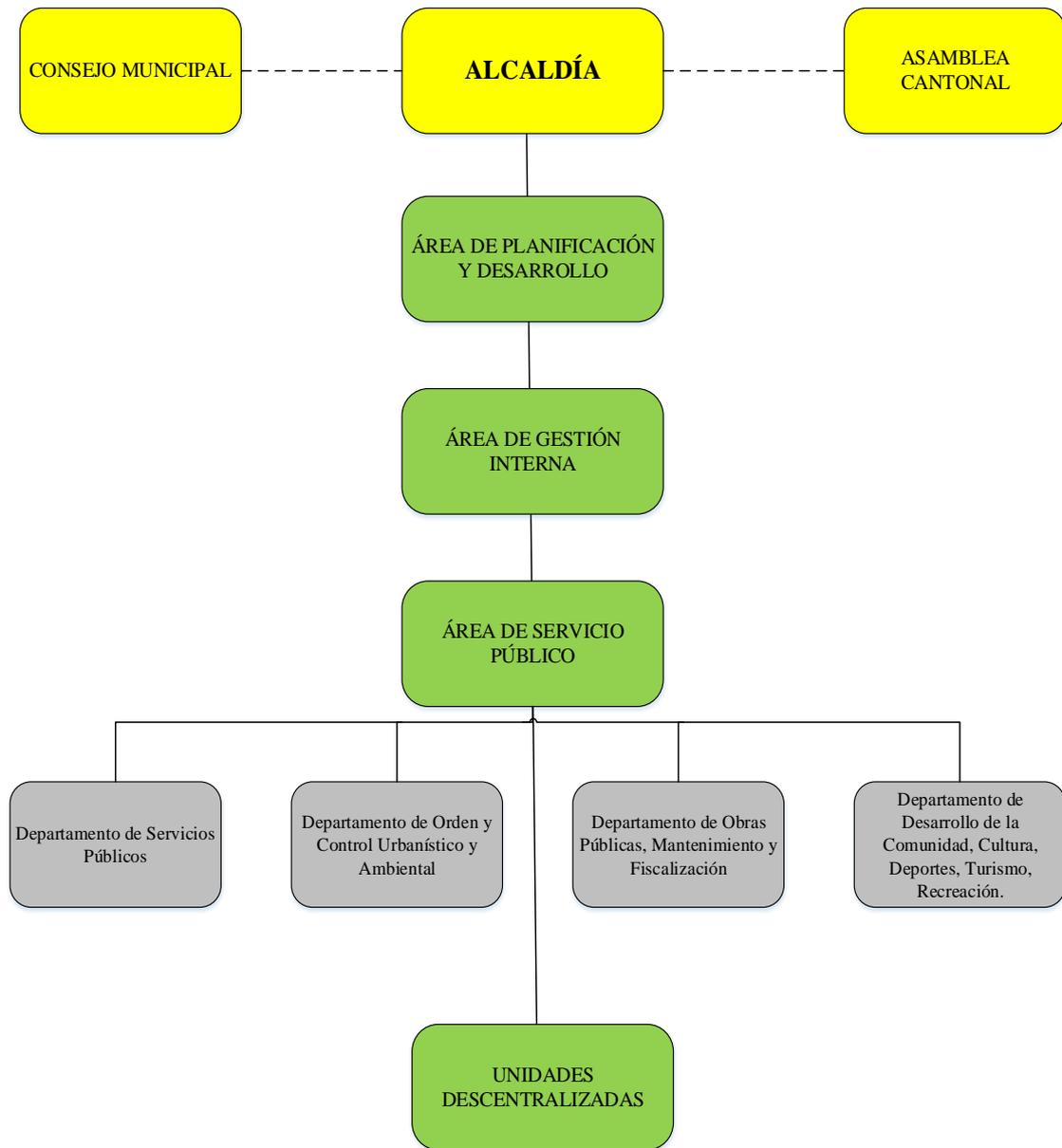


Gráfico 1-1: Estructura Organizacional del GAD. Santiago de Píllaro.

Realizado por: Arroyo, S. 2020

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Resumen de la historia del RCM – Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.

El mantenimiento ha estado en una constante evolución desde el año 1930, se han destacado tres generaciones por las diversas formas de administrar el mantenimiento (MOUBRAY, 2004)

Primera generación: Hasta la segunda guerra mundial es su periodo de desarrollo. No se valoraba como efecto contraproducente las paradas de los equipos dado la razón que era poco mecanizada esta generación industrial.

Existía una alta confiabilidad de herramientas y equipos, debido a que el diseño era simple y bueno, teniendo efecto sobre la reparación de los mismos de manera rápida, esto dio lugar a que los jefes de producción y gerentes no den mucha importancia a la prevención de fallas. El mantenimiento en esencia, se trataba de la lubricación y limpieza, siendo así innecesario un personal de mantenimiento en exceso capacitado.

Segunda generación: En la época de la segunda guerra mundial, es necesario la creación de más equipos y máquinas, se dio al mismo tiempo el decrecimiento de la mano de obra. Todo esto dio lugar a que más tareas y actividades fueran mecanizadas, aumentando en gran cantidad las máquinas y su complejidad de operación; por esta razón las industrias dependían ahora más de los equipos y máquinas.

El paro de máquinas tuvo un efecto mayor sobre la producción de una industria puesto que ahora se dependía más de ellas y así el mantenimiento preventivo tuvo mayor importancia para la prevención de fallas.

Es en el año de 1960 que el mantenimiento preventivo empieza a manifestar su presencia en la industria, Se reacondicionaba a los equipos cada cierto tiempo predeterminado, esto dio lugar a un incremento en los costos del mantenimiento en función de otros costos de operación.

Este elemento dio lugar a la planificación del mantenimiento y los controles programados. Tareas que se usan aun actualmente y son bases del mantenimiento preventivo.

La tercera generación: A mediados de los años 1970 la industria sufrió serios cambios, los cambios realizados sobre el mantenimiento se le empezó a denominar: “nuevas investigaciones, nueva expectativas, y nuevas técnicas”.

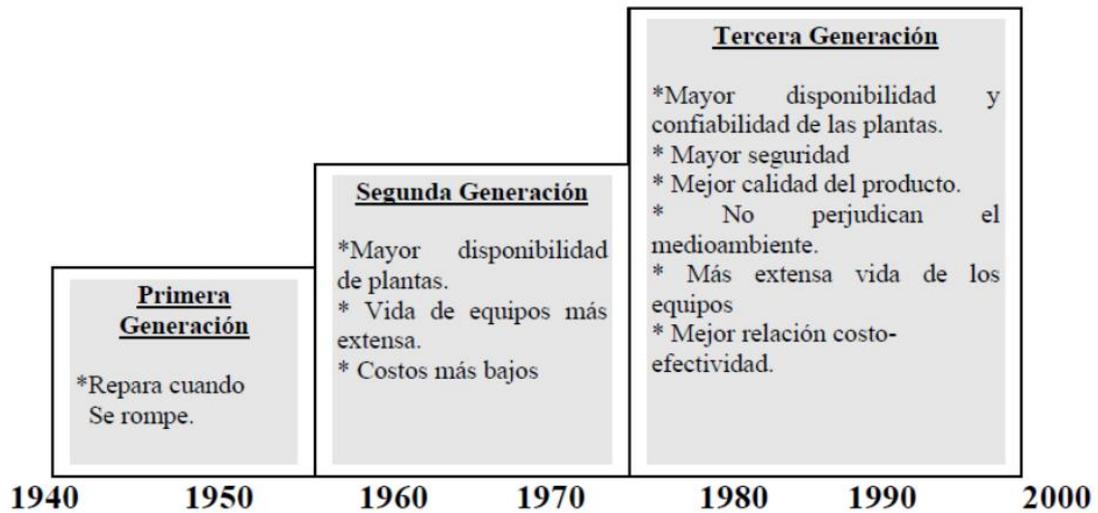


Gráfico 1-2: Desarrollo de mantenimiento

Fuente: (MOUBRAY, 2004)

Nuevas expectativas: El tiempo que pasan inactivos los equipos pueden generar los siguientes fenómenos: afectación de los bienes físicos en la capacidad productiva, reducción de rendimiento, costos operativos aumentados, problemas del servicio al cliente. Varios de estos problemas ya se encontraban presentes en los años 1960 y 1970.

Sectores de servicio diversos como: Telecomunicaciones, salud, administración de edificios y procesamiento de datos. Necesitan de estrategias claves para garantizar el funcionamiento y la disponibilidad.

A mayor número de procesos mecanizados, mayor uso de máquinas y por lo tanto se dispondrá de un mayor número de fallos, lo que a su vez reduce la calidad de producción, sea estos en productos o servicios.

Diferentes aspectos son afectados por los fallos: Medio ambientales, productivos, seguridad. La reducción de la cantidad de fallos es la búsqueda del mantenimiento y con esto la disminución de impactos y consecuencias.

Nueva investigación: La relación entre el tiempo de vida del equipo y el número de fallas ha sido el estudio reciente en el mantenimiento. Llegando a la conclusión de que no hay una relación directa de estos dos factores. Al realizar las actividades de mantenimiento preventivas puede dar

lugar hasta seis modos de fallas, pues no es lo mismo hacer una tarea de mantenimiento, que hacerla de la manera correcta.

Nuevas técnicas: Nuevas técnicas y conceptos han sido desarrolladas en los últimos 25 años. Las mismas que se centran en la reparación y en la administración de fallas. También incluyen los siguientes estudios:

- Mantenibilidad y confiabilidad para el diseño de equipos.
- Metodología para la toma de decisiones
- Mantenimiento bajo nuevas técnicas
- Pensamiento organizacional renovado

2.2. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) - Historia

2.2.1. Historia del RCM

Según la norma SAE JA 1011 (SAE:JA1011, 2004), el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, (MCC) o en inglés RCM (Reliability Centred Maintenance); fue creado con el fin de mejorar la seguridad y la confiabilidad de los instrumentos de aviación.

Fue desarrollado por primera vez en 1978, escrito por F.S. Nowlan y H.F. Heap y publicado en 1978 por el Departamento de Defensa de U.S.A. a lo largo de las décadas, ha sido empleado en diferentes áreas de trabajo con el fin de desarrollar estrategias de mantenimiento de equipos, en los países industrializados del mundo.

Actualmente se presentan las normas SAE JA 1011 y SAE JA 1012 se presenta los criterios mínimos que debe poseer un proceso para que se lo determine como un RCM. La norma SAE JA 1011, niega que define un proceso específico; pero la norma SAE JA 1012, detalla de manera amplificada como una Guía, en el cual se aclara términos claves y conceptos, de manera especial a las que son únicas del RCM (SAE:JA1012, 2002).

2.3. Metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad – RCM

Todo procedimiento para el desarrollo de la metodología RCM, debe responder a las siete preguntas que ha definido RCM, es obligatorio seguir el orden que plantea la norma (SAE:JA1011, 2004), en la tabla 1-2, se indican las preguntas y el orden:

Tabla 1-2: Las siete preguntas del RCM.

Número de pregunta	Descripción de la pregunta	Requisito
1	¿Cuáles con las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?	Funciones
2	¿De qué manera puede fallar al cumplir sus funciones?	Fallos funcionales
3	¿Cuál es la causa de cada fallo funcional?	Modos de fallo
4	¿Qué sucede cuando ocurre cada fallo?	Efectos de fallo
5	¿De qué manera afecta cada fallo?	Consecuencias
6	¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada fallo?	Tareas proactivas y frecuencias de ejecución
7	¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?	Acciones predeterminadas

Fuente: (SAE:JA1011, 2004)

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Un fallo se define como “la incapacidad de un bien de cumplir con las funciones que el usuario espera realice” (MOUBRAY, 2004), de tal manera que lo primero a realizarse en el proceso de la aplicación de la metodología RCM, es describir y detallar las funciones del activo, éstas permitirán indicar cuando se genere un fallo.

2.3.1. Las funciones

Para responder a la primera pregunta que plantea la metodología RCM; se deben definir las funciones de un activo, según la norma SAE: JA1011, 2004; una función es lo que el usuario desea que el activo haga, en la tabla 2-2 se identifican los aspectos que involucran definir las funciones de un activo.

Tabla 2-2: Aspectos a considerar para definir las funciones de un activo.

Funciones de un activo
Definir el contexto operacional de un activo.
Identificar todas las funciones del activo/sistema (todas las funciones primarias y secundarias, incluyendo las funciones de todos los dispositivos de protección).
Todos los enunciados de una función deben contener un verbo, un objeto, y un estándar de desempeño (cuantificado en cada caso que se pueda hacer).
Los estándares de desempeño incorporados en los enunciados de una función deben tener el nivel de desempeño deseado por el dueño o usuario del activo/sistema en su contexto operacional.

Fuente: (SAE:JA1011, 2004)

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Contexto operacional: Para la aplicación de la metodología RCM, se ha de definir en primer lugar el contexto de operación del activo que se vaya a analizar, esto por medio del usuario que pueda indicar cuál es la función que espera que realice el activo, sin tomar en cuenta los factores de diseño, pero tomando cuenta el entorno en el que funcionará el activo.

2.3.2. *Los fallos funcionales*

Seguir el orden presentado de las preguntas de la metodología RCM, es primordial puesto que la pregunta de la segunda respuesta está en directa relación de la primera, al determinar un estándar en cuanto al objetivo de operación del activo, el fallo de funcionamiento es la no realización del mismo, así lo indica la bibliografía al indicar que *“Una falla funcional se define como la incapacidad de todo bien de cumplir una función a un nivel de desempeño aceptable por el usuario”* (MOUBRAY, 2004). Aunque el activo siga con su operación, pero no logra el desempeño anhelado, ya se lo determina como un fallo funcional (UNE:20812, 1995)

2.3.3. *Los modos de fallo*

El momento en que el fallo funcional sucede, se ha de identificar cual es la causa este fallo funcional, a esta causa se la nombra modo de fallo y se define como *“cualquier suceso que cause una falla funcional”* (MOUBRAY, 2004).

Tabla 3-2: Aspectos a considerar para definir los modos de fallo de un activo.

Modos de fallo
Identificar los modos de falla “probables” que puedan causar cada falla funcional.
El método utilizado para decidir que constituye un modo de falla “probable” debe ser aceptado por el dueño o usuario del activo
Identificar los modos de falla en un nivel de causalidad que haga posible identificar una política de manejo de fallas apropiada.
Las listas de los modos de falla deben incluir los modos de falla que han ocurrido antes, los modos de falla que están siendo prevenidos actualmente por la existencia de programas de mantenimiento, y los modos de falla que no han ocurrido aún pero que se piensan probables (creíbles) en el contexto operacional.
Las listas de los modos de falla deben incluir cualquier evento o proceso que probablemente pueda causar una falla funcional, incluyendo deterioro, defectos de diseño, y errores humanos que pueden ser causados por operadores o mantenedores (a menos que el error humano esté siendo activamente dirigido por un proceso analítico aparte del RCM).

Fuente: (SAE:JA1011, 2004)

Realizado por: Arroyo, S. 2020

2.3.4. *Los efectos del fallo*

Cuando se ha logrado identificar el modo de fallo, se ha de determinar los efectos al presentarse el modo de falla, estos efectos no ha de confundirse con las consecuencias del fallo. La pregunta

¿qué ocurre cuando se manifiesta el modo de fallo? Es respondido al conocer el efecto de fallo, en tanto que las consecuencias se relacionan a los efectos que el modo de fallo afecta áreas como: medio ambiente, operativa, seguridad y económica (MOUBRAY, 2004)

Tabla 4-2: Aspectos que definen los modos de fallo de un activo.

Efectos de fallo
Los efectos de falla deben describir lo que puede pasar si no se realiza ninguna tarea específica para anticipar, prevenir o detectar la falla.
Los efectos de falla deben incluir toda la información necesaria para soportar la evaluación de las consecuencias de la falla, tales como: <ul style="list-style-type: none"> a. ¿Qué evidencia (si existe alguna) que la falla ha ocurrido (en el caso de funciones ocultas, que podría pasar si ocurre una falla múltiple)? b. ¿Qué hace (si ocurre algo) para matar o dañar a alguien, o para tener efectos adversos en el ambiente? c. ¿Qué hace (si hace algo) para tener un efecto adverso en la producción o en las operaciones? d. ¿Qué daño físico (si existe alguno) causa la falla? e. ¿Qué (si existe algo) debe ser hecho para restaurar la función del sistema después de la falla?

Fuente: (SAE:JA1011, 2004)

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Para la obtención y recolección de datos, la metodología RCM ha creado una hoja informativa, en el que se indica un resumen de las funciones, fallos funcionales, modos de fallo, efectos y consecuencias.

Tabla 5-2: Hoja de información RCM

Hoja de Información	Área	Sistema n°	Facilitador:	Fecha:	Hoja N°
RCM	Sistema	Subsistema n°	Auditor:	Fecha:	de
Función	Falla funcional	Modo de falla	Efecto de falla		
1	A	1			
		2			
		:			
		n			
	B	1			
		2			
	C	1			
		:			
		n			
	D	1			
		2			
		:			
		n			

Fuente: (MOUBRAY, 2004)

Elaborado por: VILLACRÉS, Sergio, 2016.

La hoja de información ayuda a generar un código para la función y su derivada, por ejemplo: el código **2B2**, se refiere a la función número 2; B, se refiere al fallo funcional B de la función 2 y el tercer dígito, se refiere al modo de fallo 2 del fallo funcional B.

2.3.5. Las consecuencias del fallo

La pregunta ¿En qué manera afecta cada fallo? Es respondida al conocer las consecuencias de cada modo de fallo, es así que las consecuencias son definidas por el usuario o dueño para identificar si los fallos son de importancia o no. Dos aspectos son evaluados:

1. Si es de beneficio realizar tareas proactivas para la reducción de las consecuencias: Si se puede reducir la frecuencia de ocurrencia y severidad de un efecto de fallo, se puede por lo tanto reducir las consecuencias, de manera especial cuando las mismas tengan relación a consecuencias graves para la seguridad humana, ambiental o económica. Puede ser que las consecuencias derivadas sean de mínimo impacto; de tal manera que la mejor estrategia en este caso será un mantenimiento correctivo, permitir que el fallo ocurra para entonces realizar las correcciones necesarias. (MOUBRAY, 2004).
2. Si las actividades proactivas son técnicamente realizables: Se ha de determinar si es posible físicamente aplicar una actividad proactiva que disminuya la consecuencia de los fallos a un punto que sea válido por el usuario o dueño del activo.

Las consecuencias deben ser formalmente categorizadas como sigue (SAE:JA1011, 2004):

- Consecuencias generadas por modos de fallo encubiertos y modos de fallo visibles.
- Consecuencias que afecten la seguridad y/o el ambiente, diferenciadas de las que generen consecuencias económicas (consecuencias operacionales y no operacionales).
- Se ha de considerar como si ninguna tarea específica se esté llevando a cabo para prevenir, anticipar o detectar la falla para la valoración de las consecuencias.

2.3.6. Funciones evidentes y consecuencias de un fallo

Según J. Moubray, una función visible “es aquella cuya falla es inevitablemente evidente por sí misma para los operarios bajo circunstancias normales”. La bibliografía clasifica en tres categorías a las funciones evidentes (MOUBRAY, 2004), (SAE:JA1011, 2004):

1. **Consecuencias al medioambiente y a la seguridad humana:** Esto se da cuando el fallo puede afectar físicamente o acabar con una vida. En tanto que en el área medioambiental, se

las puede verificar si el fallo afecta cualquier norma medioambiental nacional, regional o corporativa.

2. **Consecuencias Operativas:** Se determinará que un fallo es de consecuencias operativas, si tiene un efecto sobre las operaciones y la producción (Calidad del producto, rendimiento, servicio al cliente, o costos operativos).
3. **Consecuencias no operativas:** Son los que afectan única y directamente a los costos de reparación y no a ninguno de los anteriormente nombrados.

2.3.6.1. *Funciones ocultas*

Según J. Moubray, una función oculta “*es aquella cuya falla no será evidente a los operarios bajo circunstancias normales si esta se presenta por sí misma*”, generalmente el fallo será evidente cuando ocurre otro fallo, que evidenciará la función oculta, al presentar un fallo asociado a esta función. Este tipo de función está ligado a equipos de protección que se ponen funcionamiento que existe un fallo en el equipo al que protege (MOUBRAY, 2004)

Los equipos de protección, generalmente son empleados para:

- Alertar a los operadores de condiciones anormales del equipo protegido.
- Apagar el equipo en caso de fallo.
- Eliminar o aliviar las condiciones anormales que siguen a un fallo y que podrían causar daños más serios.
- Reemplazar una función que fallo.
- Prevenir la aparición de situaciones de peligro.

2.3.7. *Selección de las políticas de manejo de fallas*

Identificadas las funciones, modos de fallo y efectos; del mismo modo que las consecuencias de un fallo, el seleccionar la política de manejo de fallas es el siguiente paso en el proceso, por lo que se ha de considerar los siguientes elementos (SAE:JA1011, 2004):

- El aumento de tiempo cambia la probabilidad condicional de varios modos de fallo del activo
- El aumento de tiempo no cambia la probabilidad condicional de varios modos de fallo del activo

- El tiempo no hace disminuir la probabilidad condicional de algunos modos de fallo del activo
- Las tareas programadas en su totalidad son técnicamente realizables, es decir pueden ser aplicadas al equipo y son justificable su realización, es decir logran el trato adecuado con la falla.
- En la selección entre dos o más políticas de manejo de fallas que son efectivas y realizables, se ha de seleccionar la que presente el costo- efectivo más conveniente.
- La selección de las políticas de manejo de fallas se ha de realizar suponiendo que ninguna tarea específica se está realizando para detectar, anticipar o prevenir la falla del activo.

2.3.8. Política de manejo de fallas – Tareas programadas

Cada una las tareas programadas ha de cumplir con los siguientes criterios (SAE:JA1011, 2004):

- En el caso de que las consecuencias de un modo de fallo afecte el medio ambiente o la seguridad, se ha de plantear una actividad que disminuya la probabilidad de ocurrencia del modo de fallo a una manera válida para el dueño del activo.
- En el caso de las consecuencias de un modo de fallo que produzca un modo de fallo múltiple asociado causado por un fallo no visible dañe el medio ambiente o la seguridad, se ha de plantear una actividad que logre disminuir la probabilidad de ocurrencia de tal modo que decrezca la probabilidad de ocurrencia del fallo múltiple relacionado, de tal manera que sea válido para el operario del activo.
- En el caso de los modos de fallo que no afecten el medio ambiente y la seguridad, se han de comprobar que los costos de la tarea propuestos, sea menor en relación a los costos indirectos o directos del modo de fallo, calculados en épocas comparables cronológicamente, si esto es así la tarea es realizable.
- En el caso que no se generen consecuencias para el ambiente y la seguridad, dada la manifestación de un modo de fallo oculto que produzca un fallo múltiple asociado; los costos indirectos o directos de las actividades que se propongan deben ser menores en relación a los costos indirectos o directos de una falla múltiple además de los costos de reparación del fallo no visible, calculados en épocas comparables cronológicamente.

2.3.9. El manejo de fallas – Cambio de una vez y operación hasta fallar.

La efectividad de la aplicación de actividades programadas no siempre es la mejor; siendo la alternativa de actividades de la política de fallo, el cambio del equipo o sistema, la cual se ha contemplar los siguientes criterios (SAE:JA1011, 2004):

- En el caso en el cual la falla no es visible, y la falla múltiple asociada trae consecuencias en el ambiente y la seguridad, se han de realizar cambios dada la reducción de la probabilidad de una falla múltiple a un estado aceptable para el usuario o dueño del equipo.
- En el caso que el modo de falla es visible y trae consecuencias al ambiente y la seguridad, se han de realizar cambio dado la reducción de la probabilidad de una falla múltiple a un estado tolerable para el usuario o dueño del equipo.
- En el caso que el modo de falla no es visible y la falla múltiple asociada no trae efectos sobre el ambiente y la seguridad, el costo-efectivo de los cambios a realizar han de ser función del criterio del usuario o dueño del equipo.
- En el caso que el modo de falla es visible y no trae efectos en el ambiente y la seguridad, el costo-efectivo de los cambios a realizar han de ser función del criterio del usuario o dueño del equipo.

“Operar hasta fallar” es un modo considerado para el manejo de fallo, se la ha de aplicar cuando se cumpla los siguientes requisitos:

- En el caso en que el fallo no es visible y no se haya determinado una actividad programada necesaria, la falla múltiple asociada no trae efectos sobre el ambiente y la seguridad, es ahí cuando se trabajará hasta que el sistema o equipo falle.
- En el caso en que el fallo es visible y no se haya determinado una actividad programada necesaria, la falla múltiple asociada no trae efectos sobre el ambiente y la seguridad, es ahí cuando se trabajará hasta que el sistema o equipo falle.

2.3.10. Un programa de vida

Cuando la metodología RCM se ha aplicado, en algún tipo de infraestructura, se han de realizar revisiones periódicas, dado que (SAE:JA1011, 2004):

- a) En casi todos los casos, al inicio la información que se usa para la realización de la metodología RCM, es inexacta; desde el momento que se comienza el proceso y se continúa el mismo, se obtendrá datos más exactos con el paso del tiempo.
- b) La realización de la metodología RCM, se aplica en un inicio con expectativas específicas en cuanto a la manera de funcionar y el desempeño de un equipo o sistema, pudiendo cambiar con el paso del tiempo; del mismo modo en cómo se opera el equipo.
- c) A través del tiempo la evolución de la tecnología de mantenimiento ha sido constante. Es así que la metodología RCM, debe estar constantemente puesta a evaluación, las decisiones que se tomen así como los documentos que sustentan las políticas de manejo de fallos.

2.4. El grupo de trabajo como componente del RCM

Un elemento de la metodología RCM, especifica la generación de un grupo trabajo, quienes son parte del mismo, son aquellas personas que conocen los sistemas, incluido el personal de mantenimiento y de producción u operaciones, quienes están capacitados para responder a las preguntas generadas por el RCM, con el conocimiento necesario sobre lo que se desea alcanzar, al contestar cada una de las preguntas.

El tiempo de antigüedad de los integrantes del grupo es de menor importancia en comparación que deben tener un vasto conocimiento de los equipos que se están analizando. Cada uno de los integrantes del grupo habrá sido entrenado en RCM. Estos grupos ayudan a que los directivos puedan acceder de forma sistemática a la experiencia y conocimiento de cada integrante del grupo, además distribuye de manera extraordinaria las soluciones y problema del mantenimiento, según lo indica Moubray, 2004.

La conformación típica de un grupo de revisión RCM se muestra en la figura 2-2:

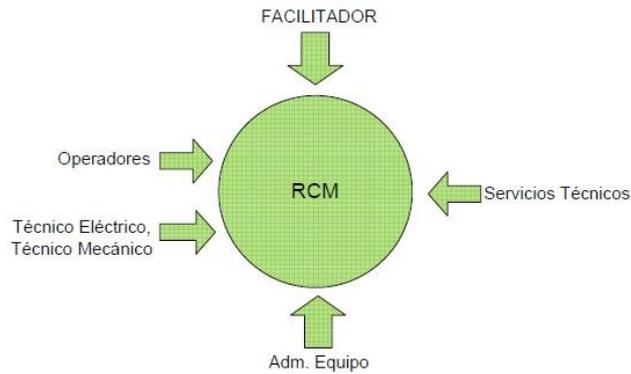


Gráfico 2-2: Conformación del grupo de trabajo RCM.
Fuente: (ROJAS, 2010)

2.5. Tasa de fallos

Los equipos en algún punto de su vida útil, presentan fallos; definiéndose un fallo como “el cese en la capacidad de un elemento para desarrollar una función requerida (UNE-EN:13306, 2018). Se puede evaluar a través de un indicador el número de fallos puede, que se consigue matemáticamente con la relación entre el número de fallos y un tiempo de operación determinado del equipo.

$$\lambda = \frac{T_f}{T_p} \quad \text{Ecuación 1-2}$$

En donde:

λ = tasa de fallos (fallo/hora)

T_f = número de fallos totales en el periodo de análisis

T_p = periodo analizado

2.6. Análisis de criticidad de los equipos

El propósito del presente proyecto técnico, está dirigido a desarrollar una propuesta de planificación de mantenimiento de equipos críticos (así denominados). Siendo así necesario la realización de un análisis de criticidad, la cual es una metodología, siendo esta cualitativa o cuantitativa; usada para identificar una jerarquía de criticidad de equipos, instalaciones, sistemas, etc.

Por medio de la estimación de la ocurrencia de fallas de un periodo de tiempo determinado se evalúa, y la evaluación del impacto del fallo en el área de seguridad, económica, operativa,

y medio ambiente. Para la toma de decisiones se ha de determinar la jerarquía de criticidad de los sistemas, equipos, etc., así como para la dirección de recursos y esfuerzos (AGUERO, 2007).

Determinado el grado de impacto presente en las diferentes áreas de interés y la frecuencia de fallo que se analizan, por medio de la siguiente expresión matemática se determina el grado de criticidad:

Tabla 6-2: Criterios y cuantificación

Criterios para determinar la criticidad	Cuantificación
Frecuencia de fallas:	
* Mayor a 4 fallas/mes	4
* 2-4 fallas/mes	3
* 1-2 fallas/mes	2
* Mínimo 1 falla/mes	1
Impacto operacional:	
* Parada inmediata de toda la empresa	10
* Parada de la planta(recuperable en otras plantas)	8
* Impacto en los niveles de producción o calidad	6
* Repercute en costos operacionales adicionales (insdisponibilidad)	3
* No genera ningún efecto o impacto significativo sobre las demás operaciones.	1
Flexibilidad operacional:	
* No existe opción de producción y no hay forma de recuperarlo	5
* Hay opción de producción a la capacidad mínima permisible	4
* Hay opción de repuesto compartido	3
* Función de repuesto disponible	1
Costo de mantenimiento:	
* Mayor o igual a \$ 3.000,00	2
* Menor a \$ 3.000,00	1
Impacto en la seguridad humana y ambiente:	
* Afecta a la seguridad humana tanto externa como interna	8
* Afecta el ambiente produciendo daños irreversibles	6
* Afecta las instalaciones o personas causando daños severos	4

Fuente: (AGUERO, 2007)

Realizado por: Arroyo, S. 2020

$$Criticidad\ total = Frecuencia \times Consecuencia$$

Ecuación 2-2

$$Criticidad\ total = Frecuencia \times [(Impacto\ Operacional * Flexibilidad) + Costo\ Mantenimiento + Impacto\ SEH]$$

Ecuación 3-2

Obtenido el valor total de criticidad, se procede a determinar el grado de criticidad de los elementos analizados, por medio de la matriz siguiente, como se ve en la **figura 3-2**.

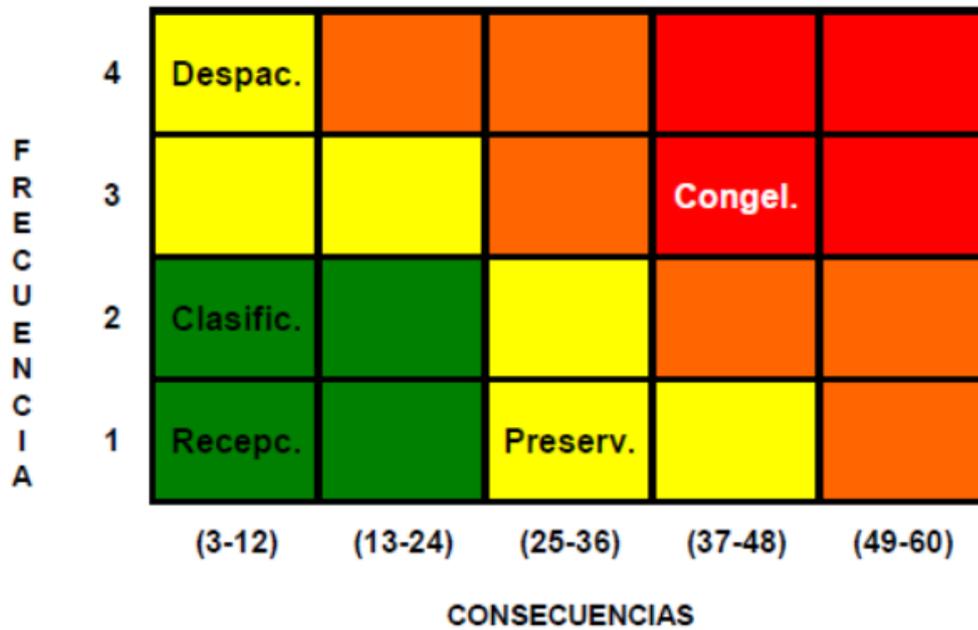


Gráfico 3-2: Matriz de criticidad.

Fuente: (AGUERO, 2007)

La matriz de criticidad, manifiesta una gama de colores los cuales significan un grado de criticidad:

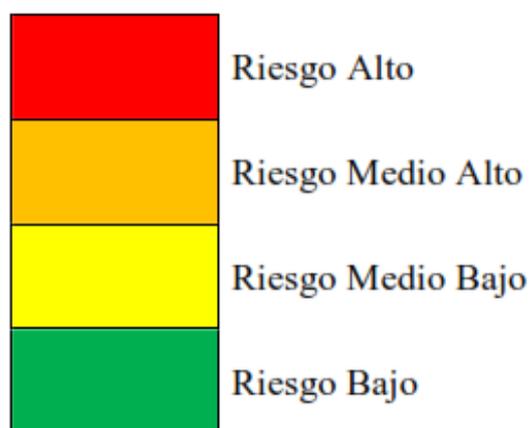


Gráfico 4-2:: Matriz de criticidad.

Fuente: (AGUERO, 2007)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Metodología de estudio

3.1.1 *Tipo de investigación*

Los tipos de estudio que se realizan en la presente investigación son los siguientes:

Evaluativa. – Por la razón que se evalúa el estado actual de la flota vehicular; las familias de vehículos más críticas; los sistemas más problemáticos de dichas familias y por último la gestión del proceso de mantenimientos por parte del Taller Automotriz del Gad Santiago de Píllaro.

Descriptiva. – Se describe las familias de vehículos problemáticos, con sus respectivos sistemas, que posee el Gad Sanriago de Píllaro en el momento realizar el análisis de criticidad; y describiendo los modos de fallo y efectos al momento de llenar la hoja de desición RCM .

Aplicada. – Debido que el presente proyecto técnico, presentará una propuesta de plan de mantenimiento, la cual posteriormente puede ser aplicada por el GAD Santiago de Píllaro.

De campo. – Debido a las visitas técnicas del GAD Santiago de Píllaro realizadas, con el fin de obtener las fallas funcionales, modos de fallos y efectos de fallos de los sistemas de las familias críticas del parque automotor que posee el Gad.

3.2 **Metodos, instrumentos y técnicas**

El método usado para realizar el presente proyecto técnico, será deductivo: partiendo de lo general hacia lo particular, porque en base a los resultados del análisis de criticidad de las familias de los vehículos del parque automotor del Gad Santiago de Píllaro se concluirá que familia de vehículos es la más crítica, en lo posterior realizar el análisis de criticidad de los sistemas que conforman dichas familias, para poder obtener el plan de mantenimiento.

Se aplicarán técnicas de investigación tales como:

- Entrevistas al personal técnico y operativo, relacionado con la administración de los vehículos del Gad Santiago de Píllaro.
- Entrevistas a personas especializadas el área de mantenimiento del tipo de activo en función de este estudio.
- Aplicación de criterios metodológicos internacionales del RCM (Mantenimiento Basado en Confiabilidad), a los equipos críticos de la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro.

La metodología de RCM, es la detallada en la norma SAE-JA 101 y SAE-JA 1012. El presente proyecto técnico se realiza por medio de la aplicación del método que se describe a continuación, el cual consta de los siguientes puntos:

1. Obtener la tasa de fallos de las familias de vehículos del Gad Santiago de Píllaro en un periodo de tiempo determinado dentro de su contexto operacional, logrando determinar la criticidad de dichos automotores facilitando evaluar la situación actual. La determinación de la tasa de fallos de las familias de vehículos, se usará los datos recolectados durante el periodo 2018 en los documentos del Departamento de Obras Públicas, Mantenimiento y Fiscalización, además se revisará los registros del taller de mecánica automotriz del Gad Santiago de Píllaro. El cálculo de la tasa de fallos será en función de la información obtenida a través de un análisis cuantitativo.
2. Realizar un análisis de criticidad para determinar las familias de vehículos más criticos de la Municipalidad, a los cuales se les aplicará la metodología RCM. La Familia de vehículos estudiada, está formado por diferentes sistemas y equipos que interaccionan entre sí. Este proyecto técnico se centrará en los equipos o sistemas más críticos del dichas familias, siendo necesario definir de manera conjunta con los técnicos del taller automotriz del Gad Santiago de Píllaro los criterios que estarán presentes en la matriz de criticidad, esto por medio de entrevistas.

Elaborada la matriz, se procederá a la aplicación de la misma, para definir la criticidad de cada sistema y equipo, permitiendo determinar los equipos más críticos, los cuales serán objeto de la aplicación de la metodología RCM.

3. Aplicar la metodología del Mantenimiento Basado en Confiabilidad (RCM) según los criterios de la norma SAE-JA- 1011, con el fin de obtener la información para llenar la

hoja decisión del RCM y de información, que será el fundamento para definir el plan de mantenimiento.

En este punto se necesita una constante participación del personal del taller automotriz del Gad Santiago de Píllaro, por lo cual se iniciará determinando los integrantes del grupo de trabajo de RCM, después se los capacitará en la metodología del mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM, obtenido grupo de trabajo debidamente capacitado, se continua con la definición de los siguientes aspectos de las Familias de vehículos que conforman la Flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro

- a) Descripción del funcionamiento.
- b) El contexto operacional.
- c) Las funciones.
- d) Las fallas funcionales.
- e) Modos de Fallo.
- f) Fallas Funcionales.
- g) Efecto de la falla.

Esta información será registrada en la hoja de información RCM.

4. Proponer un plan de mantenimiento para las familias de vehículos más críticos, según los resultados de la metodología RCM, que permitan reducir la tasa de fallos. Recopilado y registrado la información generada por el grupo de trabajo se determinará las tareas de mantenimiento que serán el fundamento del plan de mantenimiento que a su vez será analizado comprobando su efectividad relacionado con la reducción de la tasa de fallos.

3.3 Diagrama de la metodología de la aplicación del RCM

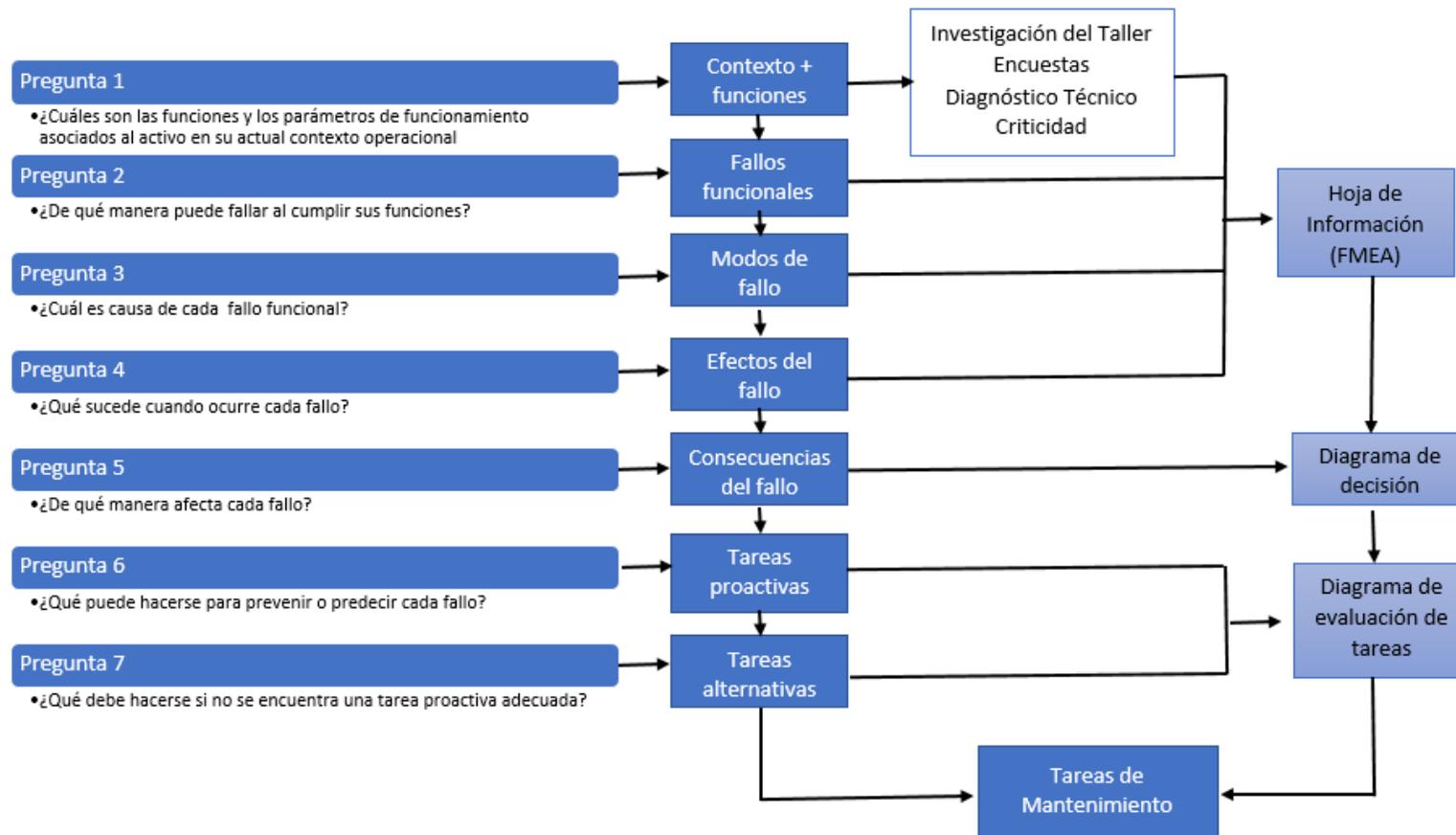


Gráfico 1-3: Diagrama de la metodología de la aplicación del RCM al GAD Santiago de Pillaro
 Realizado por: Arroyo, S. 2020

3.4 **Inventario y Codificación de la Flota Vehicular del GAD Santiago de Pillaro**

Primera Sección

Se ha de referir al tipo de Vehículo en el que esta considerado la Flota Vehicular del GAD Santiago de Pillaro teniendo dos grandes grupos los cuales son:

- **Siendo Obras Públicas (OP).** - Son todos aquellos vehículos que se consideran de equipo pesado es decir vehículos que son diseñados para ejecutar labores de construcción de infraestructura y movimiento de tierras según se lo necesite.
- **Mientras que Transportación (T).** - Son todos aquellos vehículos que sirven para la movilidad ya sea del personal que trabaja en la municipalidad, como para transportar escombros, basura entre otras cosas.

Segunda Sección

Menciona al Tipo de Herramienta de Trabajo que posee cada vehículo, siendo los mismo los siguientes:

- **Hoja Vertedera (HV).** – Herramienta de Trabajo que posee las Monto Niveladoras para mover pequeñas o grandes cantidades de material de un sitio a poca distancia.
- **Lampón o Cucharón Delantero (L).** – Herramienta de Trabajo que poseen las Retro Excavadoras, Mini Cargadoras, y Cargadores Frontales que sirve para excavar, mover y llevar material de un lugar a otro.
- **Sistema de Traslación Diferente (STD).** – Recibe este nombre ya que para la movilidad de la maquinaria no utilizan neumáticos por lo tanto utilizan otro tipo de sistema como es el caso del Bull Dozer y Excavadora poseen un Sistema de Oruga para su movilidad; y a su vez el Rodillo Compactador que poseen una Rola o Tambor.
- **Caja o Caja de Transporte (CT).** – Posee una caja dimensiona según sea las características necesarias para el traslado del material de un lugar a otro.
- **Caja Recolectora de Basura (C).** - Es la parte en la cual el camión recolector de basura recolecta y almacena los desperdicios para ser trasladados al basurero municipal para su tratamiento.
- **Batea o Caja (B).** - Es la parte posterior de una camioneta en donde la misma puede transportar mercancías de un sitio a otro.
- **Varios (V).** - En esta parte podemos encontrar diferentes tipos de Herramientas de Trabajo como es en el Tanquero su respectivo Tanque de Gasolina, la Plataforma Kodiak y Chevrolet que posee una Plataforma para poder trasladar cualquier cosa al sitio que lo requieran.

Tercera Sección

Se refiere a la familia de vehículos es decir al tipo de vehículo que puede ser Maquinaria Pesada como vehículos Livianos entre ellos tenemos:

- Moto Niveladora (MN)
- Retro Excavadora (RE)
- Mini Cargadora (MC)
- Cargador Frontal (CF)
- Bulldozer (B)
- Excavadora (E)
- Rodillo Compactador (RC)
- Volquetas (V)
- Recolector de Basura (RB)
- Camionetas (C)
- Otros (O)

Cuarta Sección

La cuarta sección se refiere a la descripción, es decir, a la marca que es cada uno de los diferentes vehículos de la flota vehicular entre ellos tenemos:

- CaterPillar (C)
- NewHolland (MN)
- Bobcat (B)
- Hyundai (HY)
- Excavadora (E)
- Hino (H)
- Mazda (M)
- Nissan (N)
- Chevrolet (CH)
- Toyota (T)

Quinta Sección

La última sección se refiere al modelo que posee cada uno de los vehículos que conforman la flota vehicular y a su vez si existen algunos vehículos con el mismo modelo se los enumerara en orden ascendente de la forma que vaya primero el modelo seguido de un guion medio con su respectivo número.

Tabla 1-3: Codificación de la flota vehicular del GAD Santiago de Pillaro

Tipo de Vehículo	Herramienta de Trabajo	Familia	Descripción	CODIFICACIÓN	
Obras Públicas	Hoja Vertedera	MOTO NIVELADORA	CaterPillar 120M	OP-HV-MN-C-120M	
			NewHolland RG140B	OP-HV-MN-NH-RG140B	
			CaterPillar 140K	OP-HV-MN-C-120K	
	Lampón o Cucharón Delantero	RETRO EXCAVADORA	CaterPillar 416E #1	OP-L-RE-C-416E-1	
			CaterPillar 416E #2	OP-L-RE-C-416E-2	
		MINI CARGADORA	CaterPillar 246C	OP-L-MC-C-246C	
			MiniCargadora BobCat S-185	OP-L-MC-B-S185	
	Sistema de Traslación Diferente	CARGADOR FRONTAL	Cargadora de Ruedas HYUNDAI HL757-7	OP-L-CF-HY-HL757	
			BULLDOZER	Tractor CarterPillar D5NXL	OP-STD-B-C-D5NXL
				Tractor Cargadora CaterPillar 953D	OP-STD-B-C-953D
			EXCAVADORA	Excavadora	OP-STD-E-E
	RODILLO COMPACTADOR	CaterPillar CS533E		OP-STD-RC-C-CS533E	
	Caja o Caja de Transporte	VOLQUETAS	HINO GH TMC-034	OP-CT-V-H-1	
			HINO GH TMC-035	OP-CT-V-H-2	
			HINO GH TMA-1108	OP-CT-V-H-3	
HINO GH TMA-1109			OP-CT-V-H-4		
HINO GH TMA-1110			OP-CT-V-H-5		
HINO GH TMA-1111			OP-CT-V-H-6		
HINO GH TMA-1112			OP-CT-V-H-7		
HINO GH TMA-1113			OP-CT-V-H-8		
Transportación	Caja Recolectora de Basura	RECOLECTOR DE BASURA	HINO GH TMA-1104	T-C-RB-H-1	
			HINO GH TMA-1107	T-C-RB-H-2	
			HINO GH TMA-1105	T-C-RB-H-3	
			NISSAN DIESEL TEC-078	T-C-RB-N-1	
	Batea o Caja	CAMIONETAS	Mazda 2200 4*4 TMA-223	T-B-C-M-4*4	
			Mazda 2200 4*2 TEC-024	T-B-C-M-4*2	
			Chevrolet LUV V6 TEC-003	T-B-C-CH-V6	
			Chevrolet Luv TMC-056	T-B-C-CH-LUV	
			Chevrolet Luv´ Dmax TMA-1099	T-B-C-CH-DMAX1	
			Chevrolet Luv´ Dmax TMA-1100	T-B-C-CH-DMAX2	
	Varios	OTRO	Tanquero HINO 300 TMA-1106	T-V-O-T-H	
			Hyundai HD65 TMA-1302	T-V-O-HY-HD65	
			Plataforma Chevrolet Kodiak TMC-022	T-V-O-CH-KODIAC	
Toyota PRADO TEC-023			T-V-O-T-PRADO		

Realizado por: Arroyo, S. 2020

3.5 Evaluación técnica del taller y personal automotriz del GAD Santiago de Pillaro

3.5.1 Descripción del taller automotriz

El taller automotriz como se presenta en el plano de la figura 4-3 esta formado por 3 bloques los cuales cuentan con los siguientes espacios:

- Bodega/carpintería/mecánica
- Area de trabajo del taller
- Taller de soldaduras
- Bodega de repuestos
- Area de oficina
- Area de baños
- Area de bodegas

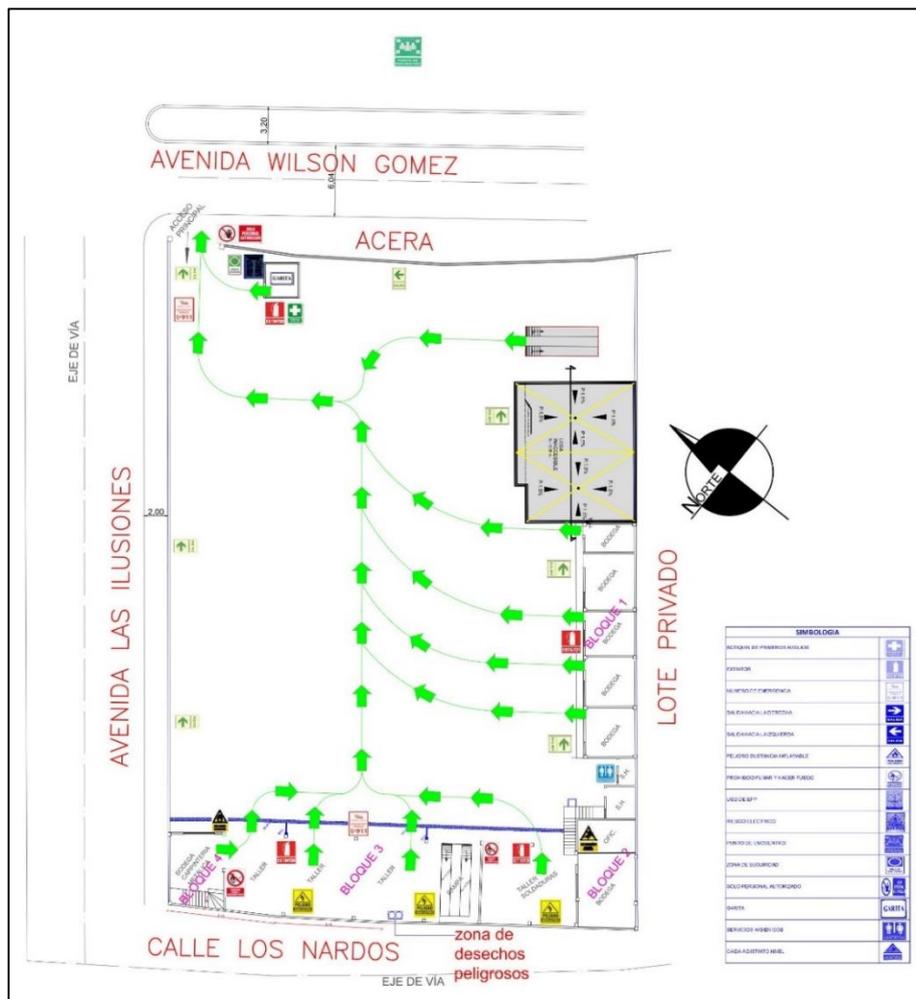


Gráfico 2-3: Plano del taller automotriz del GAD Santiago de Pillaro

Fuente: GAD Santiago de Pillaro, 2020

3.5.2 Descripción de la organización jerárquica del taller

Supervisor de Mantenimiento. – Es el delegado de planificar, coordinar y supervisar a los trabajadores que posee el Taller Mecánico de la Municipalidad Santiago de Píllaro en las funciones y áreas designadas a los mismos, teniendo como consecuencia un óptimo rendimiento del tiempo, materiales y las actividades de mantenimiento.

Mecánico. - Es la persona encargada de efectuar las tareas y operaciones referentes a diagnóstico, reparación y mantenimiento de todos los sistemas que conforman los vehículos del parque automotor del GAD Santiago de Píllaro ya sean los mismos a diésel como a gasolina; también es el que realiza informes al departamento financiero y de compras públicas, para la adquisición de repuestos que se requieran para la ejecución de los planes de mantenimiento a la flota vehicular y además realiza ordenes de trabajo de los diferentes planes de mantenimiento que vaya realizando a la flota.

Ayudante de Mecánica. - Está encargado de seleccionar los diferentes tipos de herramientas y repuestos que se va a necesitar para cumplir con los planes de mantenimiento que requieran los vehículos del parque automotor del GAD Santiago de Píllaro; también prepara el lugar donde se efectúan dichos mantenimientos; y ayuda en las tareas que esté realizando el mecánico.

3.5.3 Descripción de procesos en el taller automotriz

Los procesos de mantenimiento realizados por el taller automotriz del GAD Santiago de Píllaro comienzan con el control del estado de las unidades por parte del operario o del conductor, el mismo que al encontrar alguna falla o necesidad de mantenimiento de la unidad comunica la situación al mecánico del taller y al Dep. De Obras públicas, los mismos realizarán un informe escrito que pasara a ser revisado por el Dep. de Adquisiciones el cual presentara 3 proformas para la ejecución del mantenimiento. El Dep. Financiero selecciona la proforma mas conveniente y aprueba, seguido de esto el Alcalde sumilla el documento de aprobación y finalmente los técnicos tienen los permisos para realizar los trabajos de mantenimiento a la unidad.

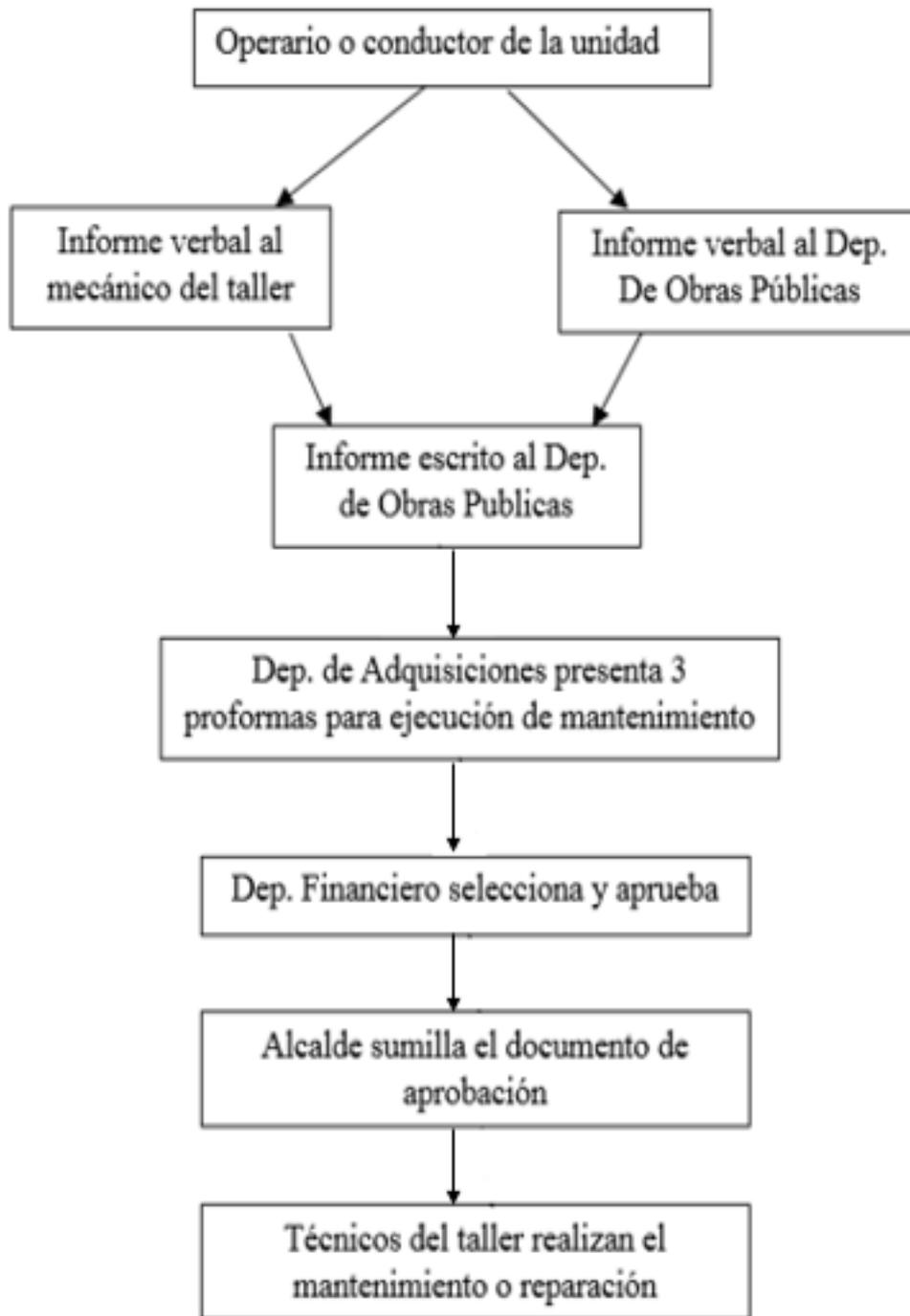


Gráfico 3-3: Diagrama de procesos del taller automotriz

Realizado por: Arroyo, S. 2020

3.6 Evaluación de la gestión del taller y planes de mantenimiento en función de encuestas

3.6.1 Encuesta – Jefe de taller y técnicos

Responda el siguiente banco de preguntas, en los casos de numeración con una valoración de 1 a 5 (siendo 1 insuficiente, 2 malo, 3 regular, 4 bueno, 5 excelente)

1. ¿Qué le parece el estado de la gestión del taller automotriz?

1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

2. ¿Cuál es el estado de la gestión de repuestos con el Dep. de Adquisiciones?

1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

3. ¿Qué le parece el inventario de herramientas del taller automotriz?

1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

4. ¿Qué le parece el presupuesto con el que cuenta el taller automotriz?

1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

5. ¿En qué estado se encuentra la organización jerárquica del taller y la comunicación entre supervisores y técnicos?

1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

6. ¿Cuál es la calidad de la gestión del mantenimiento para la flota vehicular?

1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

7. ¿Qué calidad presentan las actividades de mantenimiento que se realizan a las unidades?

1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

8. ¿Cuál es el estado de la comunicación entre operarios de unidades y técnicos?

1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

9. ¿Cuál es el estado de la comunicación entre el Dep. Financiero y el taller automotriz?

1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

10. ¿Cuál es el estado de las áreas del taller?

1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

3.6.2 Encuesta – Operarios/conductores

Responda el siguiente banco de preguntas, en los casos de numeración con una valoración de 1 a 5 (siendo 1 la más baja y 5 la más alta)

1. ¿Qué le parece el estado de la gestión del taller automotriz?

1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

2. ¿Qué le parece la cantidad de repuestos presentes en bodega para las actividades de mantenimiento?

1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

3. ¿Qué le parece el estado general y actual de las unidades de la flota vehicular?

1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

4. ¿Qué le parece el tiempo de disponibilidad de las unidades?

1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

5. ¿En qué estado se encuentra la organización jerárquica del taller y la comunicación entre supervisores y técnicos?

1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

6. ¿Qué le parece la frecuencia en la que se maneja actualmente los planes de mantenimiento y las actividades que se realizan?

1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

7. Cite 2 de las fallas más comunes en las unidades

8. ¿Qué calidad presenta el plan de mantenimiento realizado a las unidades?

1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

9. ¿Cuál es el estado de la comunicación entre operarios de unidades y técnicos?

1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

10. ¿Cuál es la unidad que más fallas suele presentar y con mayor frecuencia?

3.6.3 Análisis del resultado de las encuestas

Encuesta – Técnicos del taller

Pregunta 1

Según el análisis de la primera pregunta realizada: “¿Qué le parece el estado de la gestión del taller automotriz?” a los técnicos del taller se dieron los siguientes resultados

Tabla 2-3: Tabulación pregunta 1

Pregunta 1	
Valor	Cantidad
1	0
2	1
3	2
4	0
5	0
Total	3

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Análisis e interpretación: En el gráfico 4-3 se observa que un 33% respondió con una valoración de 2 para la gestión del taller y un 67% con una valoración de 3; indicándonos que los técnicos del taller del Gad consideran que la gestión que se lleva en el taller es regular con tendencia a mala.

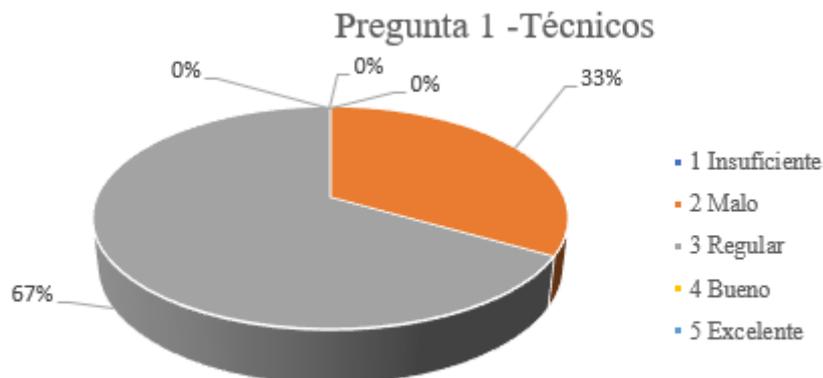


Gráfico 4-3: Diagrama de análisis – pregunta 1

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Pregunta 2

Según el análisis de la segunda pregunta realizada: “¿Cuál es el estado de la gestión de repuestos con el Dep. de Adquisiciones?” a los técnicos del taller se dieron los siguientes resultados

Tabla 3-3: Tabulación pregunta 2

Pregunta 2	
Valor	Cantidad
1	0
2	0
3	3
4	0
5	0
Total	3

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Análisis e interpretación: En el gráfico 5-3 se observa que el 100% respondió con una valoración de 3 para la gestión de repuestos, indicando que los técnicos del taller del Gad consideran que la gestión de repuestos en el taller es regular.

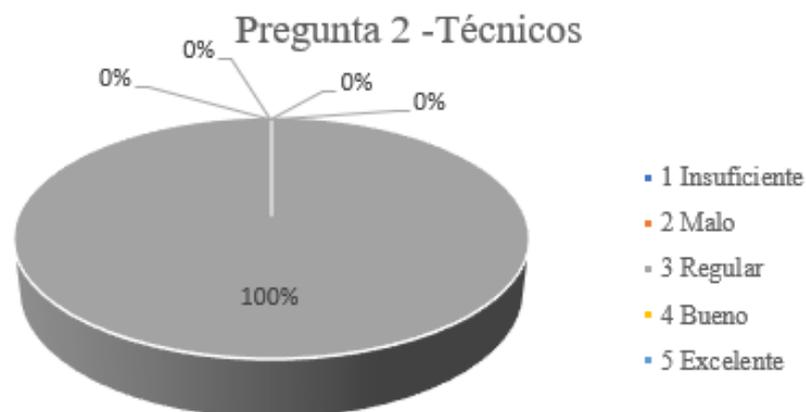


Gráfico 5-3: Diagrama de análisis – pregunta 2

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Pregunta 3

Según el análisis de la tercera pregunta realizada: “Que le parece el inventario de herramientas del taller automotriz” a los técnicos del taller se dieron los siguientes resultados

Tabla 4-3: Tabulación pregunta 3

Pregunta 3	
Valor	Cantidad
1	0
2	3
3	0
4	0
5	0
Total	3

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Análisis e interpretación: En el gráfico 6-3 se observa que un 100% respondió con una valoración de 2 para el estado de inventario de las herramientas, indicándonos que los técnicos del taller del Gad consideran que el taller no posee las herramientas necesarias y adecuadas.

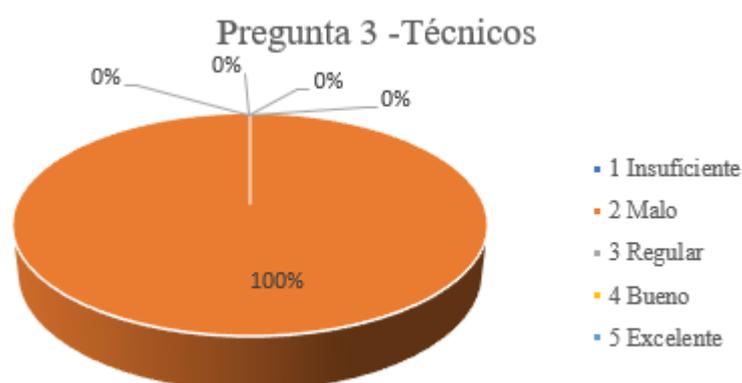


Gráfico 6-3: Diagrama de análisis - pregunta 3

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Pregunta 4

Según el análisis de la cuarta pregunta realizada: “Que le parece el presupuesto con el que cuenta el taller automotriz” a los técnicos del taller se dieron los siguientes resultados

Tabla 5-3: Tabulación de pregunta 4

Pregunta 4	
Valor	Cantidad
1	0
2	1
3	2
4	0
5	0
Total	3

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Análisis e interpretación: En el gráfico 7-3 se observa que un 33% respondió con una valoración de 2 para el presupuesto del taller y un 67% con una valoración de 3, indicándonos que los técnicos del taller del Gad consideran que los repuestos que posee el taller no cubren las necesidades para ejecutar los planes de mantenimiento de la flota vehicular del Gad.

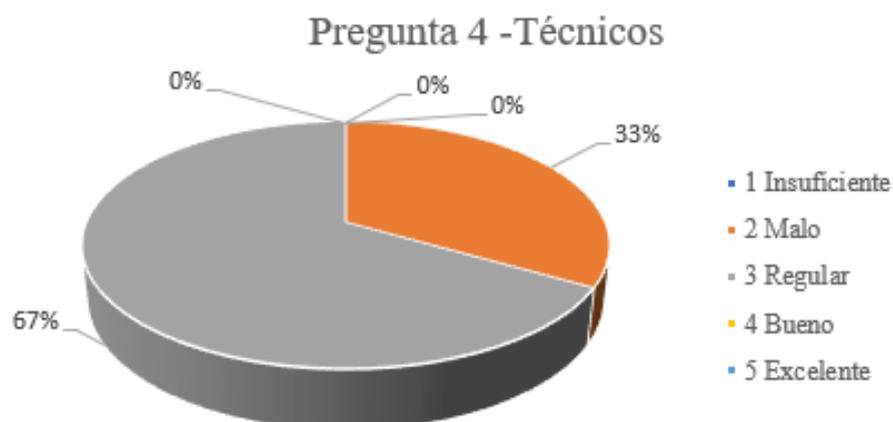


Gráfico 7-3: Diagrama de análisis – pregunta 4

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Pregunta 5

Según el análisis de la quinta pregunta realizada: “En qué estado se encuentra la organización jerárquica del taller y la comunicación entre supervisores y técnicos.” a los técnicos del taller se dieron los siguientes resultados

Tabla 6-3: Tabulación pregunta 5

Pregunta 5	
Valor	Cantidad
1	0
2	1
3	2
4	0
5	0
Total	3

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Análisis e interpretación: En el gráfico 8-3 se observa que un 33% respondió con una valoración de 2 para el estado de jerarquía y comunicación del taller y un 67% con una valoración de 3, indicándonos que los técnicos del taller del Gad consideran que la organización jerárquica no es la adecuada, ya que es regular teniendo a mala.

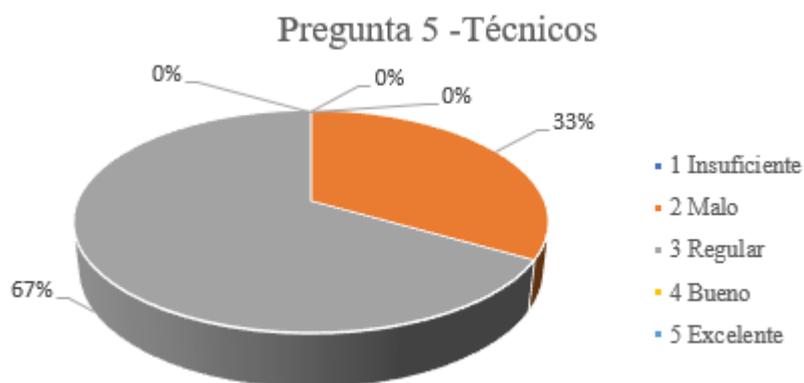


Gráfico 8-3: Diagrama de análisis – pregunta 5

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Pregunta 6

Según el análisis de la sexta pregunta realizada: “Cuál es la calidad de la gestión del mantenimiento para la flota vehicular.” a los técnicos del taller se dieron los siguientes resultados

Tabla 7-3: Tabulación pregunta 6

Pregunta 6	
Valor	Cantidad
1	0
2	0
3	3
4	0
5	0
Total	3

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Análisis e interpretación: En el gráfico 9-3 se observa que un 100% respondió con una valoración de 3 para el estado de la gestión del mantenimiento, indicándonos que los técnicos del taller del Gad consideran que la gestión que se lleva a cabo para cumplir con lo indicado en los planes de mantenimiento actual no son adecuados, tampoco inapropiados.

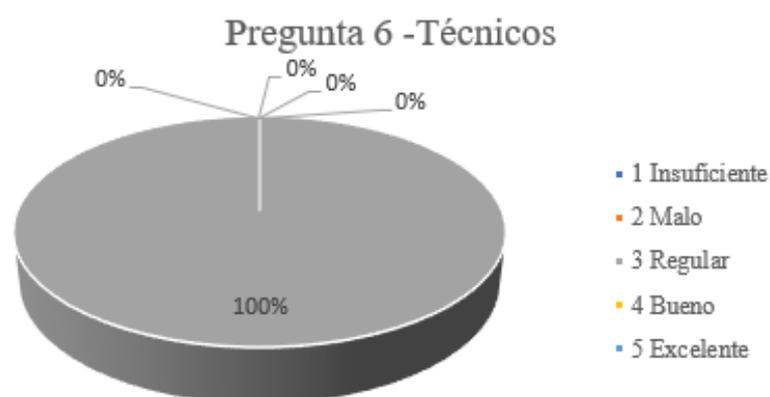


Gráfico 9-3: Diagrama de análisis – pregunta 6

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Pregunta 7

Según el análisis de la séptima pregunta realizada: “Que calidad presentan las actividades de mantenimiento que se realizan a las unidades” a los técnicos del taller se dieron los siguientes resultados

Tabla 8-3: Tabulación pregunta 7

Pregunta 7	
Valor	Cantidad
1	0
2	1
3	0
4	2
5	0
Total	3

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Análisis e interpretación: En el gráfico 10-3 se observa que un 33% respondió con una valoración de 2 y un 67% con una valoración de 4 para la calidad de las actividades de mantenimiento, indicándonos que los técnicos del taller del Gad consideran que la calidad en las actividades de los mantenimientos en ciertos casos son buenas y en otras son desacertadas.

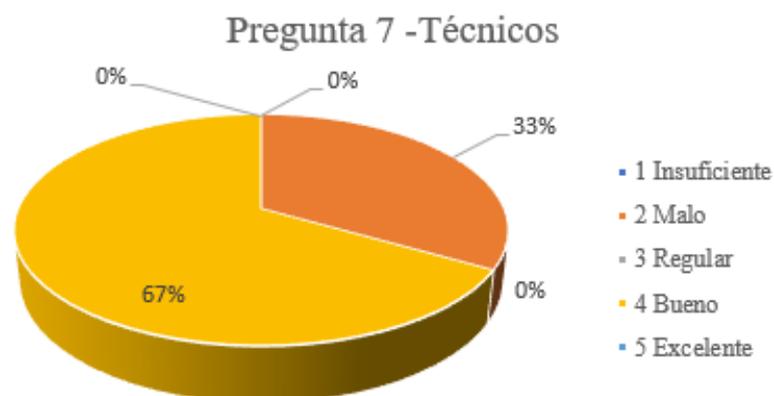


Gráfico 10-3: Diagrama de análisis – pregunta 7

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Pregunta 8

Según el análisis de la octava pregunta realizada: “Cuál es el estado de la comunicación entre operarios de unidades y técnicos” a los técnicos del taller se dieron los siguientes resultados

Tabla 9-3: Tabulación de pregunta 8

Pregunta 8	
Valor	Cantidad
1	0
2	0
3	0
4	0
5	3
Total	3

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Análisis e interpretación: En el gráfico 11-3 se observa que el 100% respondió con una valoración de 5 respecto a la comunicación entre operarios y técnicos, indicándonos que los técnicos del taller del Gad consideran que poseen una excelente comunicación entre ellos y los operarios de la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro.

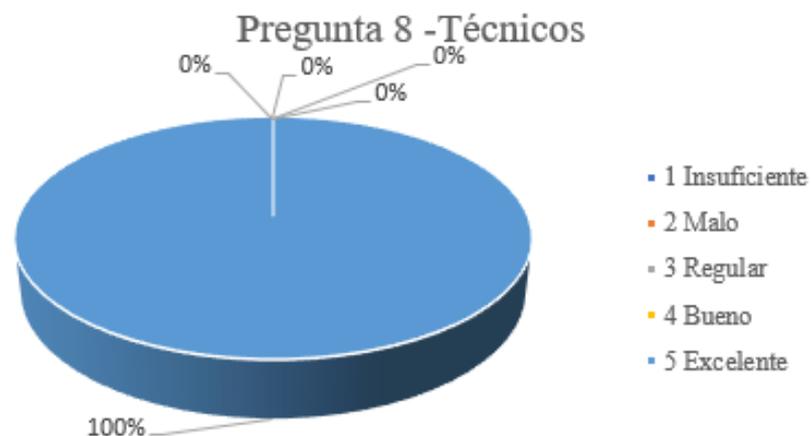


Gráfico 11-3: Diagrama de análisis – pregunta 8

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Pregunta 9

Según el análisis de la novena pregunta realizada: “Cuál es el estado de la comunicación entre el Dep. Financiero y el taller automotriz.” a los técnicos del taller se dieron los siguientes resultados

Tabla 10-3: Tabulación pregunta 9

Pregunta 9	
Valor	Cantidad
1	0
2	3
3	0
4	0
5	0
Total	3

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Análisis e interpretación: En el gráfico se observa que el 100% respondió con una valoración de 2 respecto a la comunicación entre Dep. financiero y técnicos; indicándonos que los técnicos del taller del Gad consideran que poseen una mala comunicación entre ellos y el Dep. Financiero del Gad Santiago de Píllaro.

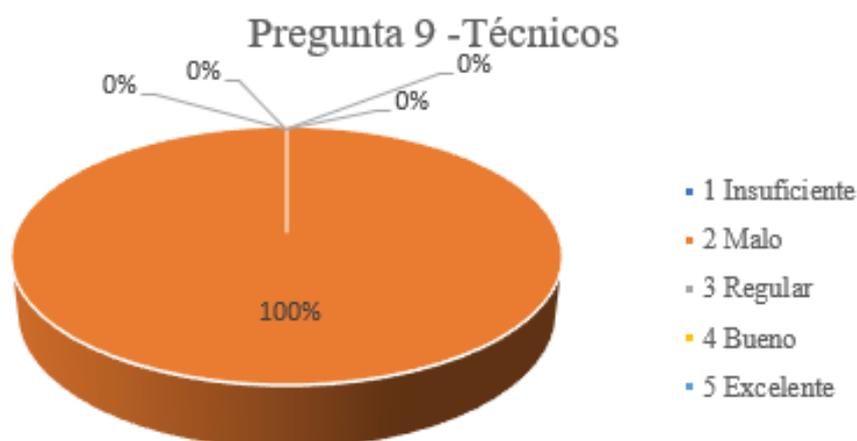


Gráfico 12-3: Diagrama de análisis – pregunta 9

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Pregunta 10

Según el análisis de la décima pregunta realizada: “Cuál es el estado de las áreas del taller” a los técnicos del taller se dieron los siguientes resultados

Tabla 11-3: Tabulación pregunta 10

Pregunta 10	
Valor	Cantidad
1	0
2	0
3	0
4	2
5	1
Total	3

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Análisis e interpretación: En el gráfico 13-3 se observa que un 33% respondió con una valoración de 5 y un 67% con una valoración de 4 respecto al estado de las áreas del taller; indicándonos que los técnicos del taller del Gad consideran que el estado de las áreas que posee el taller son adecuadas para poder realizar cualquier tipo de mantenimiento a la flota vehicular.

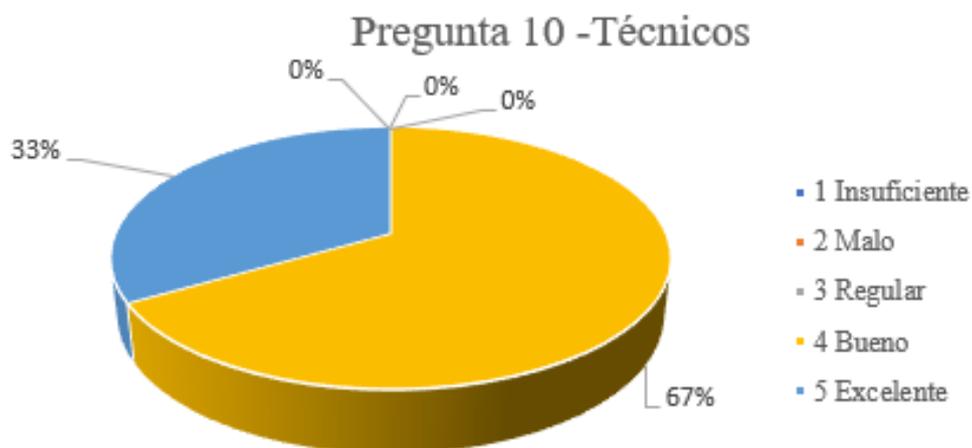


Gráfico 13-3: Diagrama de análisis – pregunta 10

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Encuesta – Operarios

Pregunta 1

Según el análisis de la primera pregunta realizada: “¿Qué le parece el estado de la gestión del taller automotriz?” a los operarios de los vehículos se dieron los siguientes resultados

Tabla 12-3: Tabulación pregunta 1

Pregunta 1	
Valor	Cantidad
1	2
2	8
3	17
4	3
5	0
Total	30

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Análisis e interpretación: En el gráfico 14-3 se observa que un 7% respondió con una valoración de 1, un 10% con 4, un 27% con 2 y un 56% con 3 respecto a la gestión del taller; indicándonos que los operarios del paquete automotor del Gad consideran que la gestión del taller es intermedia ya que depende de varias variables como son los técnicos, los repuestos y el presupuesto que posee el Gad para el taller.

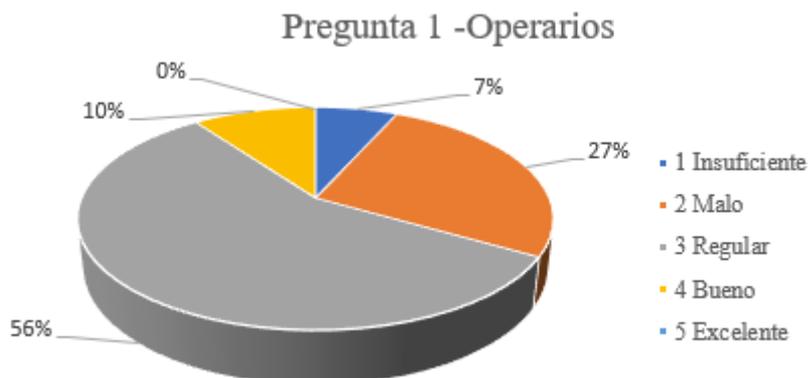


Gráfico 14-3: Diagrama de análisis – pregunta 1

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Pregunta 2

Según el análisis de la segunda pregunta realizada: “Que le parece la cantidad de repuestos presentes en bodega para las actividades de mantenimiento” a los operarios de los vehículos se dieron los siguientes resultados

Tabla 13-3: Tabulación pregunta 2

Pregunta 2	
Valor	Cantidad
1	5
2	15
3	10
4	0
5	0
Total	30

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Análisis e interpretación: En el gráfico 15-3 se observa que un 17% respondió con una valoración de 1, un 50% con 2 y un 33% con 3 respecto la cantidad de repuestos en bodega; indicandonos que los operarios del paquete automotor del Gad consideran que la cantidad de repuestos es mala, ya que no existe stock adecuado para realizar los planes de mantenimiento.

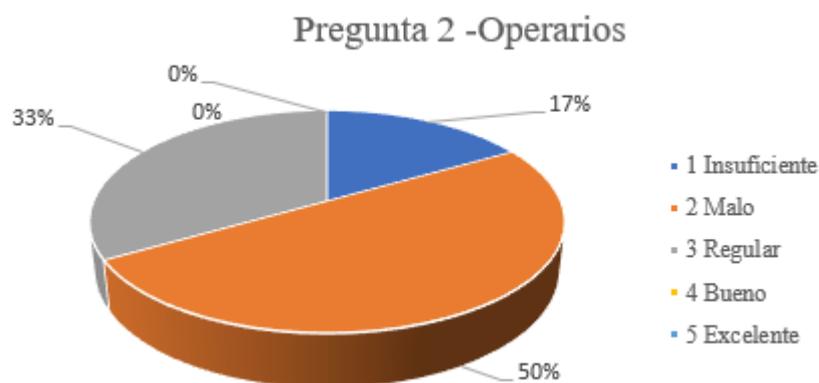


Gráfico 15-3: Diagrama de análisis – pregunta 2

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Pregunta 3

Según el análisis de la tercera pregunta realizada: “Que le parece el estado general y actual de las unidades de la flota vehicular” a los operarios de los vehiculos se dieron los siguientes resultados

Tabla 14-3: Tabulación pregunta 3

Pregunta 3	
Valor	Cantidad
1	0
2	13
3	12
4	5
5	0
Total	30

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Análisis e interpretación: En el gráfico 16-3 se observa que un 17% respondió con una valoración de 4, un 40% con 3 y un 43% con 2 respecto estado general y actual de la flota vehicular; indicandonos que los operarios del paquete automotor del Gad consideran que estado de la flota vehicular es regular ya que se adquirió en los últimos años nuevos vehículos para el parque automotor del Gad.

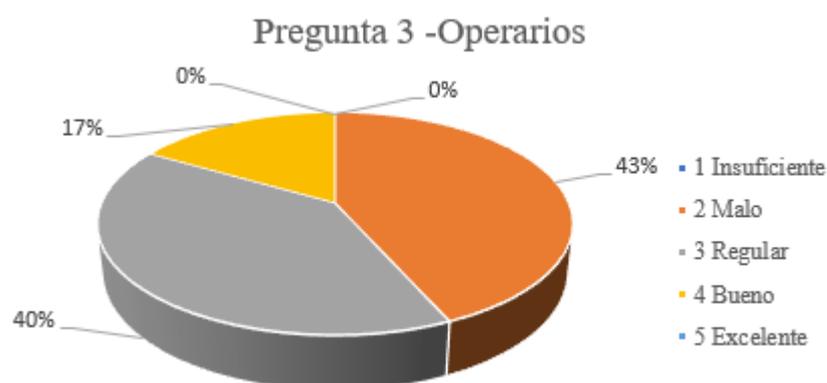


Gráfico 16-3: Diagrama de análisis – pregunta 3

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Pregunta 4

Según el análisis de la cuarta pregunta realizada: “Que le parece el tiempo de disponibilidad de las unidades” a los operarios de los vehiculos se dieron los siguientes resultados

Tabla 15-3: Tabulación pregunta 4

Pregunta 4	
Valor	Cantidad
1	0
2	8
3	22
4	0
5	0
Total	30

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Análisis e interpretación: En el gráfico 17-3 se observa que un 27% respondió con una valoración de 2 y un 73% con 3 respecto al tiempo de disponibilidad de la flota vehicular; indicandonos que los operarios del paquete automotor del Gad consideran que la disponibilidad de los vehículos es regular con tendencia a mala, ya que muchas veces se encuentran parados los vehículos por falta de repuestos para poner en marcha los planes de mantenimiento.

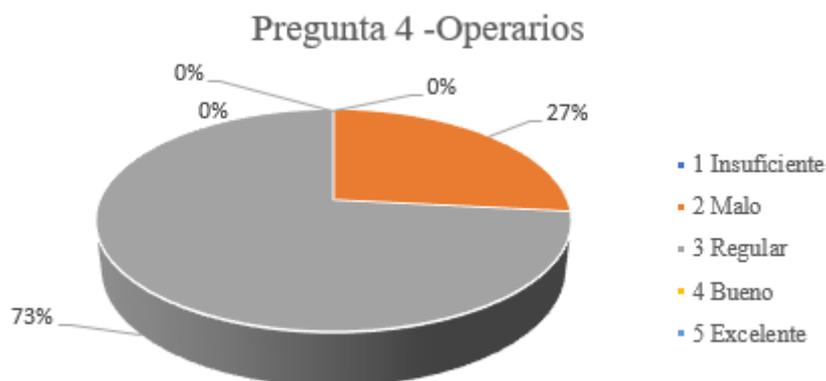


Gráfico 17-3: Diagrama de análisis – pregunta 4

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Pregunta 5

Según el análisis de la quinta pregunta realizada: “En qué estado se encuentra la organización jerárquica del taller y la comunicación entre supervisores y técnicos” a los operarios de los vehículos se dieron los siguientes resultados

Tabla 16-3: Tabulación pregunta 5

Pregunta 5	
Valor	Cantidad
1	0
2	0
3	13
4	15
5	2
Total	30

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Análisis e interpretación: En el gráfico 18-3 se observa que un 7% respondió con una valoración de 5, un 43% con 3 y un 50% con 4 respecto a la organización jerarquica y comunicación entre supervisores y operarios; indicandonos que los operarios del paque automotor del Gad consideran que la organización jerarquica es buena cuando no existen paradas de los vehículos y mala cuando están sin actividad dichos vehículos por falta de repuestos para los planes de mantenimiento.



Gráfico 18-3: Diagrama de análisis – pregunta 5

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Pregunta 6

Según el análisis de la sexta pregunta realizada: “Que le parece la frecuencia en la que se maneja actualmente los planes de mantenimiento y las actividades que se realizan.” a los operarios de los vehiculos se dieron los siguientes resultados

Tabla 17-3: Tabulación pregunta 6

Pregunta 6	
Valor	Cantidad
1	2
2	7
3	5
4	16
5	0
Total	30

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Análisis e interpretación: En el gráfico 19-3 se observa que un 7% respondió con una valoración de 1, un 17% con 3, un 23% con 2 y un 53% con 4 respecto a la frecuencia de los planes de mantenimiento; indicandonos que los operarios del paquete automotor del Gad consideran que la frecuencia de los planes de mantenimiento, en ciertos casos se los cumple siendo la frecuencia buena, pero en otros momentos ya no se cumple con la frecuencia de dichos mantenimientos.

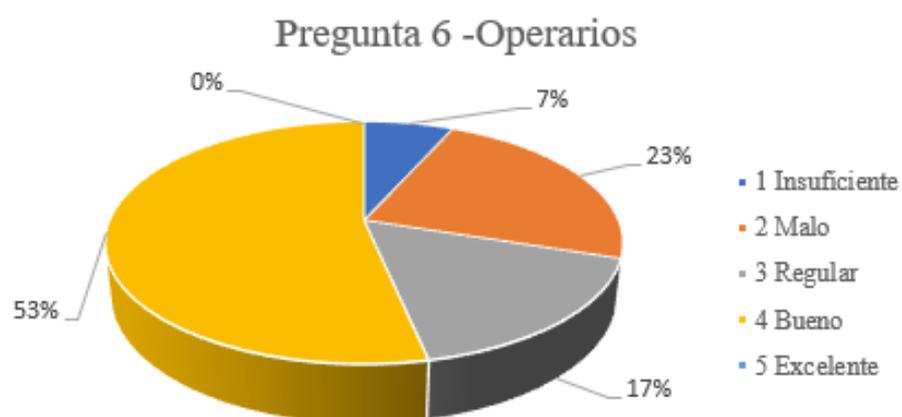


Gráfico 19-3: Diagrama de análisis – pregunta 6

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Pregunta 7

Según el análisis de la septima pregunta realizada: “Cite 2 de las fallas más comunes en las unidades” a los operarios de los vehiculos se dieron los siguientes resultados

Tabla 18-3: Tabulación pregunta 7

Pregunta 7	
Valor	Cantidad
Daños del sistema hidráulicos – gatos	9
Fugas hidráulico	11
Perdida de potencia	8
Problemas disco de embrague	1
Problemas - sistema eléctrico	1
Total	30

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Análisis e interpretación: En el gráfico 20-3 se observa que un 30% son “Daños del sistema hidráulicos – gatos”, un 37% son “Fugas hidráulico”, un 27% son “Perdida de potencia”, un 3% son “Problemas disco de embrague” y un 3% son “problemas - sistema eléctrico”; indicandonos que operarios del paque automotor del Gad consideran que la falla más común para ellos se relaciona con fugas de hidráulico y daños en general del sistema hidráulico, por el tiempo que poseen algunos de los vehículos del Gad Santiago de Píllaro.

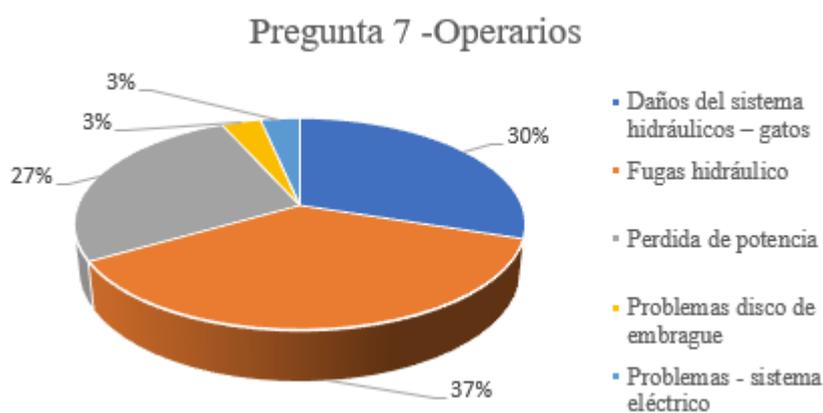


Gráfico 20-3: Diagrama de análisis – pregunta 7

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Pregunta 8

Según el análisis de la octava pregunta realizada: “Que calidad presenta el plan de mantenimiento realizado a las unidades” a los operarios de los vehiculos se dieron los siguientes resultados

Tabla 19-3: Tabulación pregunta 8

Pregunta 8	
Valor	Cantidad
1	0
2	8
3	13
4	9
5	0
Total	30

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Análisis e interpretación: En el gráfico 21-3 se observa que un 27% respondió con una valoración de 2, un 30% con 4 y 43% con el 3 respecto a calidad de los planes de mantenimiento; indicandonos que los operarios del paquete automotor del Gad consideran que la calidad de los planes de mantenimiento son regulares ya que en ciertos momentos se los realiza de una manera eficiente, pero en otros momentos es tardio, ya que no cuentan con los repuestos necesarios para la ejecución de los planes de mantenimiento.

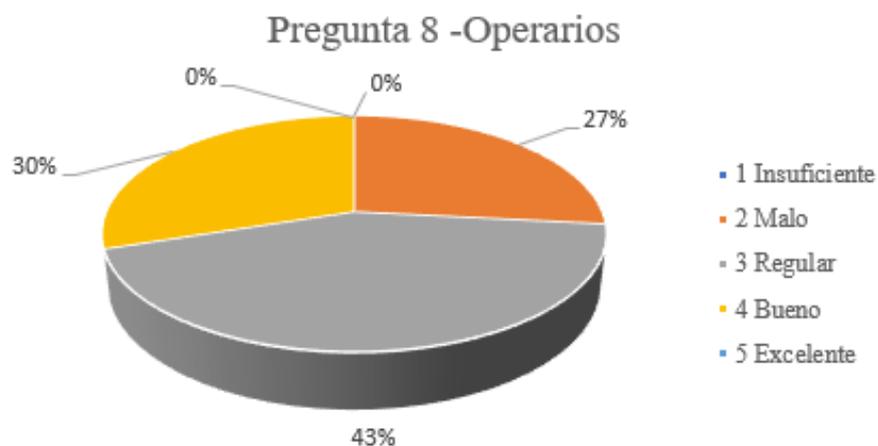


Gráfico 21-3: Diagrama de análisis – pregunta 8

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Pregunta 9

Según el análisis de la novena pregunta realizada: “Cuál es el estado de la comunicación entre operarios de unidades y técnicos” a los operarios de los vehículos se dieron los siguientes resultados

Tabla 20-3: Tabulación pregunta 9

Pregunta 9	
Valor	Cantidad
1	0
2	1
3	4
4	25
5	0
Total	30

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Análisis e interpretación: En el gráfico 22-3 se observa que un 3% respondió con una valoración de 2, un 14% con una valoración de 3 y un 83% con una valoración de 4 con respecto al estado de comunicación entre operarios y técnicos; indicándonos que los operarios del parque automotor del Gad consideran que la comunicación entre ellos y los técnicos es buena, ya que existe afinidad.

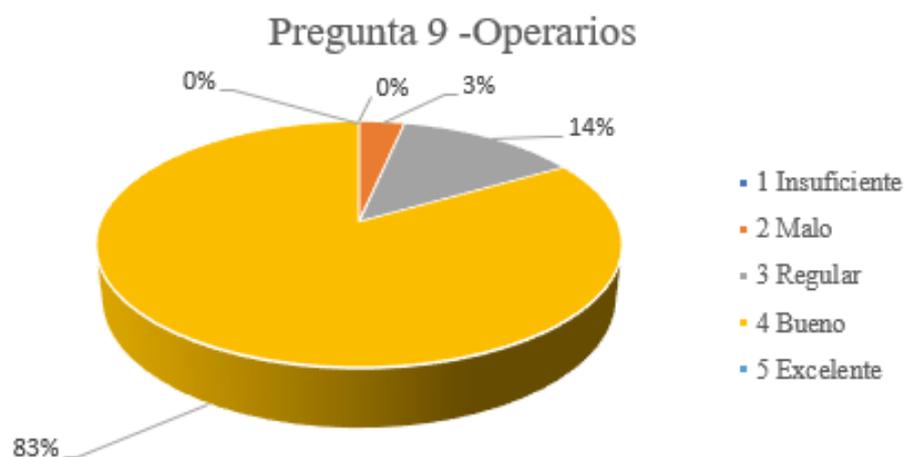


Gráfico 22-3: Diagrama de análisis – pregunta 9

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Pregunta 10

Según el análisis de la decima pregunta realizada: “Cuál es la unidad que más fallas suele presentar y con mayor frecuencia” a los operarios de los vehiculos se dieron los siguientes resultados

Tabla 21-3: Tabulación pregunta 10

Pregunta 10	
Valor	Cantidad
Retroescavadora 416E	10
Minicargadora Caterpillar 246C	8
Minicargadora Bobcat S18	6
Cargadora de ruedas Hyundai HL757-7	6
Total	30

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Análisis e interpretación: En el gráfico 23-3 se observa que un 33% respondió que la unidad era “Retroescavadora 416E”, un 20% “Cargadora de ruedas Hyundai HL757-7”, un 20% “Minicargadora Bobcat S18” y un 27% “Cargadora de ruedas Hyundai HL757-7”; indicandonos que los operarios del paque automotor del Gad consideran que la Retroexcavadora y los Mini Cargadores son los vehículos más problemáticos, ya que dichos vehículos poseen mucha carga laboral.

Pregunta 10 -Operarios

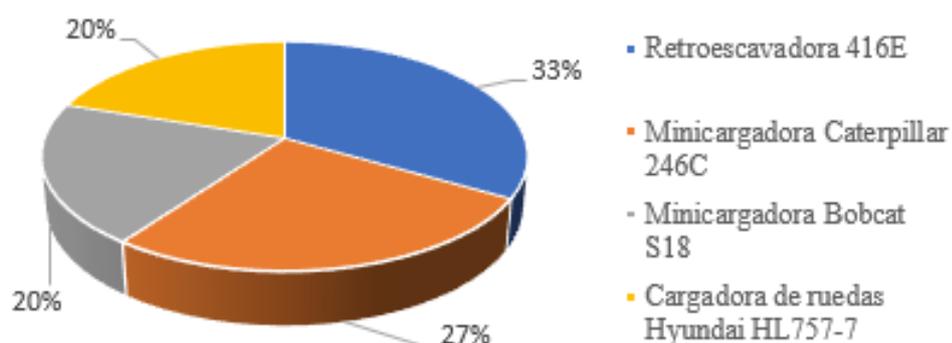


Gráfico 23-3: Diagrama de análisis – pregunta 10

Realizado por: Arroyo, S. 2020

3.6.4 Interpretación general del resultado de las encuestas

Técnicos

Se puede observar que en las encuestas realizadas a los técnicos del taller existen muchas dificultades en lo que respecta a la gestión del taller, de los repuestos, herramientas; el presupuesto que se maneja para los planes de mantenimiento; calidad de la gestión del mantenimiento y la comunicación entre el Departamento Financiero y el Taller Automotriz.

Todas las anteriores dificultades son desencadenadas porque la actual administración no cuenta con un Plan de Mantenimiento acorde al estado actual de la Flota Vehicular del Gad Santiago de Píllaro, lo que conlleva, que los mecánicos se guíen con los Planes de Mantenimiento del fabricante, los mismos que no cumplen con un cien por ciento las necesidades para tener un óptimo desempeño de parte del parque automotor, haciendo que dicho parque automotor tengan paradas inesperadas; debido a que en el Taller Automotriz no existe un stock de los repuestos necesarios e indispensables para realizar los mantenimientos básicos causa la prolongación de la detención del cumplimiento de sus actividades; teniendo que realizar informes el mecánico para solicitar la adquisición de los repuestos al departamento financiero, el cual no da una solución rápida para conseguir dichos repuestos; se agrega también el hecho de que la Municipalidad se encuentra en un déficit económico y no tiene claro cuál debería ser el presupuesto anual para la compra de repuestos; como resultado el mecánico dura poco tiempo en su puesto de trabajo y deja de pertenecer a la Municipalidad, llevando a que se contrate a nuevo personal, resultando en pérdidas de tiempo hasta que el nuevo personal se acople a las actividades y situación del estado del parque automotor.

Operarios

En las encuestas realizadas a los operarios se puede observar que ya se mencionan algunas de las fallas frecuentes que posee el parque automotor del Gad Santiago de Píllaro y a su vez conocer cuáles son los vehículos que poseen un mayor número de fallas; pero sobre todo se pudo corroborar información pertinente a las encuestas realizadas a los técnicos del taller teniendo las mismas dificultades tanto en la una encuesta como en la otra, en lo referente a la gestión del taller, los repuestos; el estado general de la maquinaria y la calidad de los planes de mantenimiento.

Vale destacar que en las entrevistas realizadas a los operarios, se pudo diferenciar en la mayoría de las preguntas, resultados tanto a favor como en contra en una misma pregunta; dicha anomalía se concluye que es por el motivo, que un cierto número del personal que labora como operarios entraron en la actual administración y el restante del personal ya se encontraba trabajando con la anterior administración, tras la indagación al respecto se descubrió que la anterior administración de la alcaldía no realizaba los planes de mantenimiento de acuerdo al horómetro o al kilometraje

según sea el caso del vehículo, dicha deficiencia en los planes de mantenimiento eran consecuencia, de que no se daba el monto estimado y acordado para los planes de mantenimiento anual, como resultado la maquinaria en muchos de los casos trabajen sin realizar los mantenimientos necesarios para su funcionamiento, lo que conlleva a que actualmente la maquinaria se encuentre en malas condiciones y no se tenga un plan de mantenimiento acorde a las características vigentes; retroalimentando lo ya mencionado en el análisis de las encuestas realizadas a técnicos del taller automotriz del Gad Santiago de Píllaro.

3.7. Ficha técnica para el diagnóstico técnico de la flota vehicular

La recolección de datos del diagnóstico técnico de la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro, se realizó por medio de una ficha técnica que se indica en el **ANEXO A**; las cuales se llenaron debido a que se realizó una investigación de campo, la cual contaba con una inspección técnica de las condiciones físicas del parque automotor del Gad Santiago de Píllaro y evaluación del funcionamiento para verificar el estado de los diferentes sistemas de las unidades.

Teniendo como resultado la Tabla 22-3, en la cual se puede observar el estado actual de la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro.

Tabla 22-3: Estado actual de la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro

Tipo de Vehículo	Familia	Descripción	Codificación	Estado Actual
Obras Públicas	MOTO NIVELADORA	CaterPillar 120M	OP-HV-MN-C-120M	Buen Estado
		NewHolland RG140B	OP-HV-MN-NH-RG140B	Buen Estado
		CaterPillar 140K	OP-HV-MN-C-120K	Buen Estado
	RETRO EXCAVADORA	CaterPillar 416E #1	OP-L-RE-C-416E-1	Mal Estado
		CaterPillar 416E #2	OP-L-RE-C-416E-2	Mal Estado
	MINI CARGADORA	CaterPillar 246C	OP-L-MC-C-246C	Mal Estado
		BobCat S-185	OP-L-MC-B-S185	Mal Estado
	CARGADOR FRONTAL	HYUNDAI HL757-7	OP-L-CF-HY-HL757	Mal Estado
	BULLDOZER	Tractor CarterPillar D5NXL	OP-STD-B-C-D5NXL	Buen Estado
		Tractor Cargadora CaterPillar 953D	OP-STD-B-C-953D	Fuera de Servicio
	EXCAVADORA	Excavadora	OP-STD-E-E	Buen Estado
	RODILLO COMPACTADOR	CaterPillar CS533E	OP-STD-RC-C-CS533E	Buen Estado
	VOLQUETAS	HINO GH TMC-034	OP-CT-V-H-1	Buen Estado

		HINO GH TMC-035	OP-CT-V-H-2	Buen Estado
		HINO GH TMA-1108	OP-CT-V-H-3	Buen Estado
		HINO GH TMA-1109	OP-CT-V-H-4	Buen Estado
		HINO GH TMA-1110	OP-CT-V-H-5	Buen Estado
		HINO GH TMA-1111	OP-CT-V-H-6	Buen Estado
		HINO GH TMA-1112	OP-CT-V-H-7	Buen Estado
		HINO GH TMA-1113	OP-CT-V-H-8	Buen Estado
Transportación	RECOLECTOR DE BASURA	HINO GH TMA-1104	T-C-RB-H-1	Buen Estado
		HINO GH TMA-1107	T-C-RB-H-2	Buen Estado
		HINO GH TMA-1105	T-C-RB-H-3	Buen Estado
		NISSAN DIESEL TEC-078	T-C-RB-N-1	Buen Estado
	CAMIONETAS	Mazda 2200 4*4 TMA-223	T-B-C-M-4*4	Buen Estado
		Mazda 2200 4*2 TEC-024	T-B-C-M-4*2	Buen Estado
		Chevrolet LUV V6 TEC-003	T-B-C-CH-V6	Buen Estado
		Chevrolet Luv TMC-056	T-B-C-CH-LUV	Buen Estado
		Chevrolet Luv Dmax TMA-1099	T-B-C-CH-DMAX1	Buen Estado
		Chevrolet Luv Dmax TMA-1100	T-B-C-CH-DMAX2	Buen Estado
	OTRO	Tanquero HINO 300 TMA-1106	T-V-O-T-H	Buen Estado
		Hyundai HD65 TMA-1302	T-V-O-HY-HD65	Buen Estado
		Plataforma Chevrolet Kodiak TMC-022	T-V-O-CH-KODIAC	Fuera de Servicio
		Toyota PRADO TEC-023	T-V-O-T-PRADO	Buen Estado

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Simultáneamente en lo que se refiere a las observaciones generales, los operarios de los diferentes vehículos que conforman la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro volvieron a reiterar la información que el estado del parque automotor es debido a la baja eficacia en el proceso de adquisición de los repuestos por parte del departamento financiero; y a su vez volvieron a mencionar que muchas veces se hace trabajar a la maquinaria sin hacer cumplir los respectivos planes de mantenimiento por diferentes causas y sin tener en cuenta el estado actual del parque automotor.

Tanto así en el análisis de las encuestas realizadas a los técnicos y operarios del Gad Santiago de Píllaro; y del mismo modo con el diagnóstico técnico efectuado a la flota vehicular; se pudo determinar que existen cinco tipos de vehículos que son los más críticos en sus diversos sistemas de funcionamiento, se tiene los siguientes: 2 retro excavadoras, 2 mini cargadores y un cargador frontal; dichos automotores son pertenecientes a la segunda sub clase del tipo de herramienta de trabajo que se refiere a Lampón o Cucharón Delantero, según la clasificación que se realizó en la Tabla 1-3 . Para verificar dicha información de estos vehículos críticos se procederá a la realización del análisis de criticidad de las familias que conforman la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro.

3.8. Determinación de las familias de vehículos del Gad Santiago de Píllaro más críticos

Para poder determinar las familias de vehículos más críticos del Gad Santiago de Píllaro, se utilizará el análisis de criticidad el cual consiste en observar la frecuencia de fallas y la consecuencia; esta última posee unos criterios de evaluación que son el impacto operacional, flexibilidad operacional, el costo de los mantenimientos y el impacto de la seguridad humana y ambiental, que poseen dichas familias.

Para poder obtener el valor de la criticidad total se realizará por medio de las siguientes fórmulas.

$$Criticidad\ Total = Frecuencia * Consecuencia$$

En donde la consecuencia posee criterios de evaluación y se resume en la siguiente fórmula

$$Criticidad\ Total = Frecuencia * [(Impacto\ Operacional * Flexibilidad) + Costo\ de \\ Mantenimiento + Impacto\ de\ seguridad\ humana\ y\ ambiental]$$

3.8.1. Criterios de evaluación de la Consecuencia para determinar las familias de vehículos más críticos del Gad Santiago de Píllaro

Para los criterios de evaluación de la consecuencia, se han determinado los criterios que se muestran en la Tabla 23-3.

Tabla 23-3: Criterios de evaluación para la consecuencia de la criticidad de la familia de vehículos

Criterios de evaluación de la Consecuencia para determinar las familias de vehículos más críticos del Gad Santiago de Píllaro	
Criterio de la Consecuencia	Cuantificación
Frecuencia de Fallos:	
* Mayor a 16 fallos/año	4
* 8 a 16 fallos/año	3
* 4 a 8 fallos/año	2
* Mínimo 1 fallo/año	1
Impacto Operacional:	
Parada inmediata de toda la familia de vehículos	10
Parada inmediata y recuperable con otro vehículo de la familia de vehículos	8
Impacto en los niveles de calidad o producción	6
Indisponibilidad de la familia de vehículos	3
No genera ningún efecto o impacto significativo sobre las demás familias de vehículos	1
Flexibilidad Operacional:	
No existe otra familia de vehículos que pueda sustituir en el trabajo	5
Hay opción de trabajo a la capacidad mínima permisible	4
Hay opción de repuestos para la familia	3
Si existen repuestos disponibles	1
Costo de Mantenimiento:	
Mayor o igual a \$ 14.000,00	1
Menor a \$ 14.000,00	2
Impacto en la Seguridad Humana y Ambiental	
Afecta a la seguridad humana tanto externa como interna	8
Afecta el ambiente produciendo daños irreversibles	6
Afecta las instalaciones o personas causando daños severos	4

Realizado por: Arroyo, S. 2020

En el caso de las variables de Frecuencia y Costo de Mantenimiento están en función de los historiales del año 2018 del Gad Santiago de Píllaro, por medio del Departamento Financiero del mismo Gad, el cual facilitó dicha información; mientras que las variables de Impacto Operacional,

Flexibilidad E impacto de seguridad humana y ambiental se discutió con el Grupo de Trabajo del RCM, que se muestra en la Figura 2.2.

El grupo de familias en las que se dividió la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro, son las que se muestra en la Tabla 1-3 como corresponde a la tercera columna de dicha tabla la cual posee como título “Familia”.

3.8.2. *Análisis de criticidad de las familias de la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro*

La Tabla 24-3 se muestra el análisis de criticidad de las familias que conforma la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro.

Tabla 24-3: Análisis de la criticidad de las familias de vehículos de la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro

ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LAS FAMILIAS DE VEHÍCULOS DE GAD SANTIAGO DE PÍLLARO																						
FAMILIAS DE VEHÍCULOS DE LA FLOTA VEHICULAR DEL GAD SANTIAGO DE PÍLLARO		FRECUENCIA DE FALLAS				IMPACTO OPERACIONAL					FLEXIBILIDAD OPERACIONAL				COSTO DE MANTENIMIENTO		IMPACTO EN LA SEGURIDAD HUMANA Y AMBIENTAL			FRECUENCIA DE OCURRENCIA	CONSECUENCIAS	CRITICIDAD TOTAL
		* Mayor a 16 fallos/año	* 8 a 16 fallos/año	* 4 a 8 fallos/año	* Mínimo 1 fallo/año	Parada inmediata de toda la familia de vehículos	Parada inmediata y recuperable con otro vehículo de la familia de	Impacto en los niveles de calidad o producción	Indisponibilidad de la familia de vehículos	No genera ningún efecto o impacto significativo sobre las demás familias de vehículos	No existe otra familia de vehículos que pueda sustituir en	Hay opción de trabajo a la	Hay opción de repuestos para la	Si existen repuestos disponibles	Mayor o igual a \$ 14.000,00	Menor a \$ 14.000,00	Afecta a la seguridad humana tanto externa como interna	Afecta el ambiente produciendo daños irreversibles	Afecta las instalaciones o personas causando daños severos			
COD.	FAMILIAS	4	3	2	1	10	8	6	3	1	5	4	3	1	2	1	8	6	4			
OP-HV-MN	Motoniveladoras		3					6				4			2				4	3	30	90
OP-L-RE	Retro Excavadoras		3				8				5				2				4	3	46	138
OP-L-MC	Mini Cargadoras	4					8				5				2					4	42	168
OP-L-CF	Cargador Frontal	4				10						4			2			6		4	48	192
OP-STD-B	Bulldozer				1				3				3			1				1	10	10
OP-STD-E	Excavadora			2				6				4				1				2	25	50
OP-STD-RC	Rodillo Compactador				1				3					1	2					1	5	5
OP-CT-V	Volquetas				1			6				4				1				1	25	25
T-C-RB	Recolectores de Basura		3					6			5					1				3	31	93
T-B-C	Camionetas			2						1		3				1				2	4	8
T-V-O	Otros				1					1	5					1				1	6	6

Realizado por: Arroyo, S. 2020

En la Tabla 25-3 se manifiesta el compendio del análisis de criticidad de las familias de vehículos del parque automotor del Gad Santiago de Píllaro; teniendo tres familias con riesgo alto, estas son: Retro Excavadoras, Mini Cargadoras, Cargador Frontal; dos familias con riesgo medio alto las cuales son: Motoniveladoras, Recolectores de Basura; dos familias más con riesgo medio bajo que son las siguientes: Volquetas, Excavadora; mientras que cuatro familias poseen riesgo bajo, las que son conformadas por: Bulldozer, Rodillo Compactador, Camionetas y Otros.

Tabla 25-3: Resultados de Criticidad de la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro

Codificación	Familias	Criticidad	
OP-HV-MN	Motoniveladoras	Riesgo Medio Alto	
OP-L-RE	Retro Excavadoras	Riesgo Alto	
OP-L-MC	Mini Cargadoras	Riesgo Alto	
OP-L-CF	Cargador Frontal	Riesgo Alto	
OP-STD-B	Bulldozer	Riesgo Bajo	
OP-STD-E	Excavadora	Riesgo Medio Bajo	
OP-STD-RC	Rodillo Compactador	Riesgo Bajo	
OP-CT-V	Volquetas	Riesgo Medio Bajo	
T-C-RB	Recolectores de Basura	Riesgo Medio Alto	
T-B-C	Camionetas	Riesgo Bajo	
T-V-O	Otros	Riesgo Bajo	

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Seguidamente se mostrará el cálculo de la criticidad de las familias de vehículos del Gad Santiago de Píllaro que resultaron con riesgo alto, ya que dichas familias serán con las que se trabajará en lo posterior para el plan de mantenimiento según la metodología del RCM.

3.8.3 Cálculo de criticidad de la Familia OP-L-RE (Retro Excavadoras)

Frecuencia → Valoración de 3 (* 8 a 16 fallos/año)

$$\text{Consecuencia} = (8 * 5) + 2 + 4 = 46$$

$$\text{Criticidad Total} = 3 * 46 = 138$$

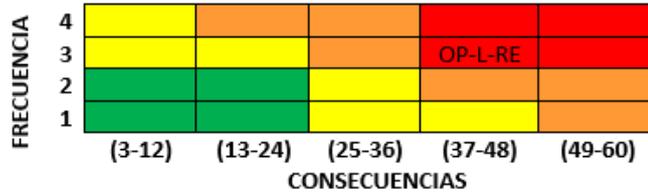


Gráfico 24-3: Criticidad de la Familia OP-L-RE

Realizado por: Arroyo, S. 2020

3.8.4 Cálculo de criticidad de la Familia OP-L-MC (Mini Cargadoras)

Frecuencia → Valoración de 4 (* Mayor a 16 fallos/año)

$$\text{Consecuencia} = (8 * 5) + 2 + 0 = 42$$

$$\text{Criticidad Total} = 4 * 42 = 168$$

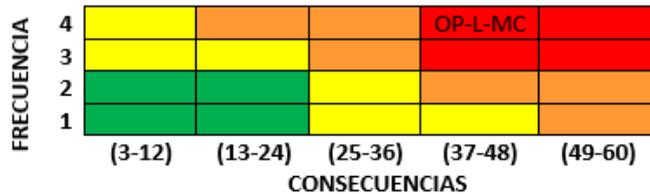


Gráfico 25-3: Criticidad de la Familia OP-L-MC

Realizado por: Arroyo, S. 2020

3.8.5 Cálculo de criticidad de la Familia OP-L-CF (Cargador Frontal)

Frecuencia → Valoración de 4 (* Mayor a 16 fallos/año)

$$\text{Consecuencia} = (10 * 4) + 2 + 6 = 48$$

$$\text{Criticidad Total} = 4 * 48 = 192$$

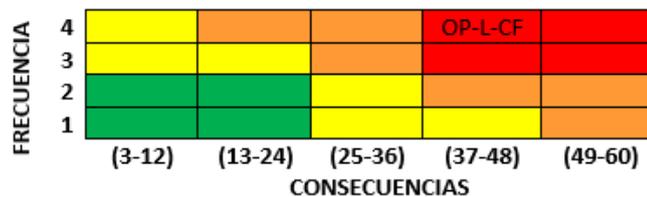


Gráfico 26-3: Criticidad de la Familia OP-L-CF

Realizado por: Arroyo, S. 2020

3.9 Interpretación General de criticidad de las familias de la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro.

Una vez realizado el análisis de criticidad a las familias que conforman la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro en la Tabla 24-3 se puede corroborar los resultados que presentó las encuestas y el diagnóstico técnico vehicular, de los vehículos que son los más críticos siendo estos: Las retro excavadoras, mini cargadoras y cargador frontal; se agrega además que las otras familias que conforman el parque automotor de la municipalidad del Gad Santiago de Píllaro, se encuentra con riesgos medio alto, riesgo medio bajo y riesgo bajo; los mismos que no poseen complicaciones muy graves; por lo tanto se recomienda que se mantenga realizando los planes de mantenimiento como se lo ha venido haciendo hasta la fecha, ya que los mismos cumplen de una óptima manera las condiciones actuales de dichas familias no críticas.

3.10 Descripción del contexto operacional de las familias críticas de la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro

Retro Excavadora

Las Retro Excavadoras Caterpillar 416 E #1 y #2, son parte del parque automotor del Gad Santiago de Píllaro, correspondientes a la flota de vehículos perteneciente a Obra Civil, los servicios que ofrece al cantón Píllaro, los realiza de lunes a viernes con un horario de 7:00 am a 16:00 pm (8 horas diarias), y si el caso lo amerita en horario extraordinario, su función en dicho cantón es la de realizar surcos; zanjas para instalación de conductos del servicio de alcantarillado; y movimiento de materiales a cortas distancias.

Mini Cargadores

Los Mini Cargadores Caterpillar 246 C y BobCat S-185, también son parte del Gad Santiago de Píllaro y asimismo pertenecientes a Obra Civil, el horario de servicio es de la misma forma de las Retro Excavadoras; las funciones que desempeña en el cantón Píllaro son las de cargar, transportar materiales de obra civil y a su vez compactar, nivelar superficies pequeñas que lo necesite la municipalidad.

Cargador Frontal

El Cargador de Ruedas Hyundai HL757-7 del mismo modo que los dos vehículos anteriores forman parte del Gad Santiago de Píllaro y de la flota de vehículos de Obra Civil; posee de igual manera el horario de los anteriores vehículos mencionados, con la diferencia en las funciones que desempeña en el cantón Píllaro que son las de cargar a volquetas materiales como piedra, arena, tierra; abrir caminos vecinales de las diferentes parroquias del cantón.

3.11 Determinación de los sistemas de las familias críticas de la flota vehicular del Gad Santiago de Pillaro

Para determinar cada uno de los sistemas que poseen las familias críticas de la flota vehicular se realizará una ficha técnica de dichas familias que son las siguientes:

- ❖ Retro Excavadoras
- ❖ Mini Cargadoras
- ❖ Cargador Frontal

Ficha Técnica de Retro Excavadora

Tabla 26-3: Ficha Técnica Retro Excavadora

		Ficha Técnica de la Retro Excavadora del Gad Santiago de Pillaro			
Especificaciones Técnicas Generales					
Categoría de Vehículo:	Maquinaria Pesada	Área de Trabajo:	Obras Públicas		
Tipo de Maquinaria:	Retro Excavadora	Marca:	CaterPillar		
Modelo:	416 E	Codificación:	OP-L-RE-C-416E		
Serie de Chasis:	CNF612978	Serie de Motor:	64D53551		
Sistemas de la Retro Excavadora					
Motor			Frenos		
Hidráulico			Transmisión		
Lubricación			Refrigeración		
Alimentación			Eléctrico		
Imagen de la Retro Excavadora					



Elaborado por:	Sandro Arroyo	Fecha de Elab. :	10-enero-2020
-----------------------	---------------	-------------------------	---------------

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Ficha Técnica de Mini Cargadora

Tabla 3-1-3: Ficha Técnica de Mini Cargadora

	Ficha Técnica de la Retro Excavadora del Gad Santiago de Píllaro		
Especificaciones Técnicas Generales			
Categoría de Vehículo:	Maquinaria Pesada	Área de Trabajo:	Obras Públicas
Tipo de Maquinaria:	Mini Cargadora	Marca:	CaterPillar
Modelo:	246 C	Codificación:	OP-L-MC-C-246C
Serie de Chasis:	JAY06152	Serie de Motor:	CYM31378
Sistemas de la Retro Excavadora			
Motor		Frenos	
Hidráulico		Transmisión	
Lubricación		Refrigeración	
Alimentación		Eléctrico	
Imagen de la Retro Excavadora			

			
Elaborado por:	Sandro Arroyo	Fecha de Elab. :	10-enero-2020

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Ficha Técnica de Cargador Frontal

Tabla 27-3: Ficha Técnica de Cargador Frontal

	Ficha Técnica de la Retro Excavadora del Gad Santiago de Píllaro		
Especificaciones Técnicas Generales			
Categoría de Vehículo:	Maquinaria Pesada	Área de Trabajo:	Obras Públicas
Tipo de Maquinaria:	Cargador Frontal	Marca:	Hyundai
Modelo:	HL757	Codificación:	OP-L-CF-HY-HL757
Serie de Chasis:	46597498	Serie de Motor:	LD0611010
Sistemas de la Retro Excavadora			
Motor		Frenos	
Hidráulico		Transmisión	
Lubricación		Refrigeración	
Alimentación		Eléctrico	

Imagen de la Retro Excavadora



Elaborado por:	Sandro Arroyo	Fecha de Elab. :	10-enero-2020
-----------------------	---------------	-------------------------	---------------

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Como se puede observar en las Tablas 26-3, 27-3, 28-3 pertenecientes a las características técnicas de la Retro Excavadora, Mini Cargadora y Cargador Frontal; los sistemas que poseen dichas maquinarias son similares; por lo tanto, se les puede trabajar como un solo tipo de vehículo para el análisis de criticidad de los sistemas críticos, por motivos de codificación para llenar los datos en el Análisis de Modos de Fallos y Efectos (AMFE) se procede a dar la codificación para estas tres familias, la correspondiente a la Tabla 1-3, en la cual estas tres familias se encuentran agrupadas por el Tipo de Herramienta que es el Lampón o Cucharón Delantero siendo la codificación **OP-L**, mientras que en seguida se mostrará en la Tabla 29-3 los sistemas que poseen la familia de vehículos OP-L.

Tabla 28-3: Listado de Sistemas para el análisis de criticidad

Sistemas para el análisis de criticidad	
Código	Descripción del sistema
S-M	Motor
S-H	Hidráulico
S-L	Lubricación
S-A	Alimentación
S-F	Frenos
S-T	Transmisión
S-R	Refrigeración
S-E	Eléctrico

Realizado por: Arroyo, S. 2020

3.11.1 Criterios de evaluación para el análisis de criticidad de los sistemas

Para el caso del análisis de criticidad de los sistemas críticos se basará en la Ecuación 3, en la cual se debe tomar en cuenta la frecuencia de fallas que tengan estos sistemas; dichos valores fueron recolectados por el Departamento de Obras Públicas, Mantenimiento y Fiscalización del año 2018; mientras que los criterios de evaluación para el caso de la consecuencia, en este caso que es el análisis de criticidad de los sistemas se muestran en la Tabla 30-3 y los sistemas a ser analizados se muestran en la Tabla 31-3.

Tabla 29-3: Criterios de evaluación para la consecuencia de la criticidad de los sistemas

Criterios de evaluación de la Consecuencia para determinar los Sistemas más críticos	
Criterio de la Consecuencia	Cuantificación
Frecuencia de Fallos:	
* Mayor a 10 fallos/año	4
* 5 a 10 fallos/año	3
* 2 a 5 fallos/año	2
* Mínimo 1 fallo/año	1
Impacto Operacional:	
Parada inmediata de toda la maquinaria	10
Parada inmediata y recuperable con otra maquinaria	8
Impacto en los niveles de calidad o producción	6
Genera daño a otros sistemas	3
No genera ningún efecto negativo sobre la maquinaria	1
Flexibilidad Operacional:	
No existe otra maquinaria que pueda sustituir en el trabajo	5
Hay opción de trabajo a la capacidad mínima permisible	4
Hay opción de componer el sistema	3
Si existen repuestos disponibles para arreglar el sistema	1
Costo de Mantenimiento:	
Mayor o igual a \$ 2.000,00	1
Menor a \$ 2.000,00	2
Impacto en la Seguridad Humana y Ambiental	
Afecta a la seguridad humana tanto externa como interna	8
Afecta el ambiente produciendo daños irreversibles	6
Afecta las instalaciones o personas causando daños severos	4

Realizado por: Arroyo, S. 2020

3.11.1.1. Análisis de criticidad de los sistemas de la flota vehicular del GAD Santiago de Pillaro

Tabla 30-3: Analisis de criticidad de los sistemas de la flota vehicular sel Gad Santiago de Píllaro

SISTEMAS DE LAS FAMILIAS DE VEHÍCULOS DE ALTO RIESGO		ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LAS FAMILIAS DE VEHÍCULOS DE GAD SANTIAGO DE PÍLLARO																FRECUCIA DE OCURRENCIA				
		FRECUCIA DE FALLAS				IMPACTO OPERACIONAL				FLEXIBILIDAD OPERACIONAL				COSTO DE MANTENIMIENTO		IMPACTO EN LA SEGURIDAD HUMANA Y AMBIENTAL			FRECUCIA DE OCURRENCIA	CONSECUENCIAS	CRITICIDAD TOTAL	
		* Mayor a 10 fallos/año	* 5 a 10 fallos/año	* 2 a 5 fallos/año	* Mínimo 1 fallo/año	Parada inmediata de toda la maquinaria	Parada inmediata y recuperable con otra maquinaria	Impacto en los niveles de calidad o producción	Genera daño a otros sistemas	No genera ningún efecto negativo sobre la maquinaria	No existe otra maquinaria que pueda sustituir en el trabajo	Hay opción de trabajo a la capacidad mínima permisible	Hay opción de componer el sistema	Si existen repuestos disponibles para arreglar el	Mayor o igual a \$ 2.000,00	Menor a \$ 2.000,00	Afecta a la seguridad humana tanto externa como	Afecta el ambiente produciendo daños				Afecta las instalaciones o personas causando daños severos
		4	3	2	1	10	8	6	3	1	5	4	3	1	2	1	8	6	4			
COD.	SISTEMAS																					
S-M	Motor				1			3			5					1		6		1	22	22
S-H	Hidráulico	4					8					4			2		8			4	42	168
S-L	Lubricación			2				3					3			1				2	10	20
S-A	Alimentación			2					1					1		1		6		2	8	16
S-F	Frenos		3										3			1	8			3	27	81
S-T	Transmisión		3								5					1				3	16	48
S-R	Refrigeración	4					8					4			2			6		4	40	160
S-E	Eléctrico	4				10					5				2				4	4	56	224

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Análisis de la criticidad de las familias

En la Tabla 32-3 se manifiesta en síntesis el análisis de criticidad de los sistemas de las familias del parque automotor del Gad Santiago de Píllaro; teniendo tres sistemas con riesgo alto, estas son: Hidráulico, Refrigeración, Eléctrico; un sistema con riesgo medio alto el cual es: Frenos; del mismo modo un sistema con riesgo medio bajo que es: Transmisión; mientras que tres sistemas poseen riesgo bajo, las que son conformadas por: Motor, Lubricación, Alimentación.

Tabla 31-3: Resultados de criticidad de los sistemas

Codificación	Sistemas	Criticidad	
S-M	Motor	Riesgo Bajo	Verde
S-H	Hidráulico	Riesgo Alto	Rojo
S-L	Lubricación	Riesgo Bajo	Verde
S-A	Alimentación	Riesgo Bajo	Verde
S-F	Frenos	Riesgo Medio Alto	Naranja
S-T	Transmisión	Riesgo Medio Bajo	Amarillo
S-R	Refrigeración	Riesgo Alto	Rojo
S-E	Eléctrico	Riesgo Alto	Rojo

Realizado por: Arroyo, S. 2020

3.11.1.2. Cálculo de criticidad del Sistema S-H (Hidráulico)

Frecuencia → Valoración de 4 (* Mayor a 10 fallos/año)

$$\text{Consecuencia} = (8 * 4) + 2 + 8 = 42$$

$$\text{Criticidad Total} = 4 * 42 = 168$$

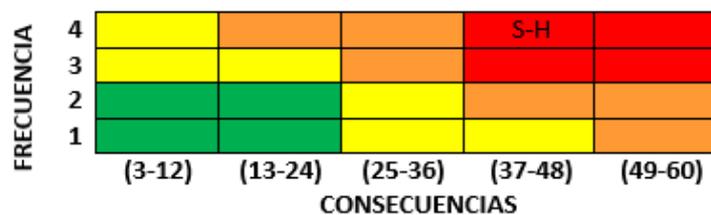


Gráfico 27-3: Criticidad del Sistema S-H

Realizado por: Arroyo, S. 2020

3.11.1.3. *Cálculo de criticidad del Sistema S-R (Refrigeración)*

Frecuencia → Valoración de 4 (* Mayor a 10 fallos/año)

$$\text{Consecuencia} = (8 * 4) + 2 + 6 = 40$$

$$\text{Criticidad Total} = 4 * 40 = 160$$

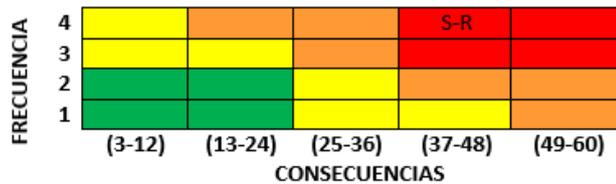


Gráfico 28-3: Criticidad del sistema S-R

Realizado por: Arroyo, S. 2020

3.11.1.4. *Cálculo de criticidad del Sistema S-E (Eléctrico)*

Frecuencia → Valoración de 4 (* Mayor a 10 fallos/año)

$$\text{Consecuencia} = (10 * 5) + 2 + 4 = 56$$

$$\text{Criticidad Total} = 4 * 56 = 224$$

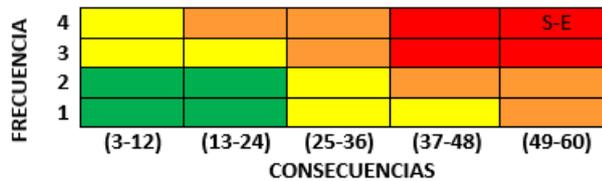


Gráfico 29-3: Criticidad del sistema S-E

Realizado por: Arroyo, S. 2020

3.12. *Análisis de Modos de Fallos y Efectos*

Después de haber realizado los respectivos análisis de criticidad tanto a las familias que conforman la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro, como a su vez los sistemas de dichas familias, se llegó a la conclusión que las familias con un Riesgo Alto de criticidad fueron la Retro Excavadora, Mini Cargadora y Cargador Frontal; y de dichas familias los sistemas que poseían un riesgo alto de criticidad son:

- ❖ Sistema Hidráulico
- ❖ Sistema de Refrigeración
- ❖ Sistema Eléctrico

En las Tabla 33-3, 35-3, 37-3 se puede observar la Función, Falla Funcional, Modo de Falla y Efecto de Falla que produce que cada respectivo sistema posea un riesgo alto de criticidad; mientras que en las tablas Tabla 34-3, 36-3, 38-3 se observa las Hojas de Decisión RCM, en las cuales se tiene la consecuencia de los efectos de falla, su respectivo análisis por medio del Diagrama de Decisión del RCM (ANEXO B), el tipo de Mantenimiento o Tarea para solucionar cada uno de los modos de fallo y efecto que se producen de los sistemas, a su vez la frecuencia para dichas tareas y la persona encargada o quién realizará dicha acción.

3.12.1. Análisis de Modos de Fallo Y Efectos (AMFE) del Sistema Hidráulico

Tabla 32-3: Análisis de modos de fallo y efectos sistema de hidráulico

GADM SANTIAGO DE PÍLLARO		ANÁLISIS DE MODOS DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE)			GADM SANTIAGO DE PÍLLARO	
DE LA FLOTA VEHICULAR DEL GAD SANTIAGO DE PÍLLARO						
Hoja de Información RCM		Familia de Vehículo:		Autor:	Fecha:	Hoja N°
		OP-L		Sandro Arroyo	04/12/2019	1
		Sistema:		Auditor:	Fecha:	De:
		S-H				1
Sistema	Función	Falla Funcional	Modo de Fallo		Efecto de Fallo	
Sistema Hidráulico	1 Encargado de utilizar un fluido a presión, para crear fuerza o movimiento en diferentes actuadores	A Perdida del Fluido Hidráulico	1	Rotura de Cañerías y Mangueras	No existe el adecuado nivel de Fluido Hidráulico	
			2	Rotura de los sellos de la Bomba	La bomba no proporciona la presión y fluido necesario al sistema	
			3	Fuga de hidráulico del Tanque Hidráulico	No acciona de optima manera los accionamientos hidráulicos	
			4	Aplicación de Fluido Hidráulico Incorrecto	Se evapora el Fluido Hidráulico	
			5	Fisura en el Enfriador de Aceite	Fuga y calentamiento de Fluido Hidráulico	
		B Perdida de Potencia en Gato Hidráulico Principal	1	Remordimiento del vástago del Gato Hidráulico	No se desplazada con facilidad el Gato Hidráulico	
			2	Atascamiento de la válvula de presión	Pérdida de potencia al motor actuador del Gato	
			3	Taponamiento del Filtro	No permite un flujo normal	
			4	Desalineamiento del Pistón	Obstrucción del Pistón haciendo que no genere movimiento	

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Tabla 33-3: Hoja de decisión RCM sistema de hidráulico

 HOJA DE DECISIÓN 															
DE LA FLOTA VEHICULAR DEL GAD SANTIAGO DE PÍLLARO															
HOJA DE DECISIÓN RCM							Familia de vehículo:			Autor:			Fecha:	Hoja N°	
							OP-L			Sandro Arroyo			04/12/2019	1	
							Sistema:			Auditor			Fecha:	De:	
							S-H							1	
REFERENCIA DE INFORMACIÓN			EVALUACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS				H1	H2	H3	Acciones a falta de			TAREAS PROPUESTAS	FRECUENCIA	FACILITADOR
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3						
							O1	O2	O3	H4	H5	S4			
							N1	N2	N3						
1	A	1	S	S	N	N	N	S2	N				Cambio de las mangueras del Sistema Hidráulico	5 años	Mecánico Automotriz
1	A	2	S	S	N	N	N	N	S3				Cambio de los sellos de la bomba	Sin Frecuencia	Mecánico Automotriz
1	A	3	S	N	N	S	O1	N	N				Revisión de fugas o goteos y completación de Hidráulico	Semanal	Operario
1	A	4	S	N	N	S	O1	N	N				Verificar el tipo de aceite hidráulico que se utiliza	Mensualmente	Ayudante de Mecánica
1	A	5	S	N	S	N	N	N	S3				Cambio del Enfriador del Aceite	Sin Frecuencia	Mecánico Automotriz
1	B	1	S	N	N	S	O1	N	N				Revisar si existe hidráulico en el Gato Hidráulico	Semanal	Ayudante de Mecánica
1	B	2	S	S	N	N	S1	N	N				Verificar el funcionamiento de las válvulas de presión	Mensualmente	Mecánico Automotriz
1	B	3	S	N	N	S	N	O2	N				Cambiar los filtros	Mensualmente	Mecánico Automotriz
1	B	4	S	N	N	S	N	N	O3				Cambio del Cilindro del Pistón	Sin Frecuencia	Mecánico Automotriz

Realizado por: Arroyo, S. 2020

3.12.2. Análisis de Modos de Fallo Y Efectos (AMFE) del Sistema de Refrigeración

Tabla 34-3: Análisis de modos de fallo y efectos del sistema de refrigeración

 ANÁLISIS DE MODOS DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE) 						
DE LA FLOTA VEHICULAR DEL GAD SANTIAGO DE PÍLLARO						
Hoja de Información RCM		Familia de Vehículo:		Autor:	Fecha:	Hoja N°
		OP-L		Sandro Arroyo	05/12/2019	1
		Sistema:		Auditor:	Fecha:	De:
		S-R				1
Sistema	Función	Falla Funcional		Modo de Falla		Efecto de Falla
Sistema de Refrigeración	1 Mantener la temperatura en rango óptimo de funcionamiento por medio de un fluido	A	Perdida del Líquido Refrigerante	1	Depósito de recuperación en mal estado	No existe una recuperación del Líquido Refrigerante
				2	Rotura de los sellos de la bomba	La bomba no expide la cantidad adecuada de Refrigerante
				3	Fisura de mangueras	Fuga del Refrigerante
		B	Aumento de Temperatura	1	Abertura en el Radiador	Pérdida total del Refrigerante
				2	Atascamiento del muelle interno del Termostato	No permite el paso del Refrigerante para enfriar el Motor
				3	Rotura de la correa de la bomba	No eleva la presión del Refrigerante para circular por el sistema
				4	Taponamiento en la cámara del motor	Sobrecalentamiento en el sistema de Refrigeración
				5	Fisura de la aleta del ventilador	Aumento de la temperatura por falta de ventilación

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Tabla 35-3: Hoja de desición RCM del sistema de refrigeración

 <h2 style="text-align: center;">HOJA DE DECISIÓN</h2> 																		
DE LA FLOTA VEHICULAR DEL GAD SANTIAGO DE PÍLLARO																		
HOJA DE DECISIÓN RCM			Familia de vehículo:			Autor:			Fecha:		Hoja N°							
			OP-L			Sandro Arroyo			05/12/2019		1							
			Sistema:			Auditor			Fecha:		De:							
			S-R								1							
REFERENCIA DE INFORMACIÓN			EVALUACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS				H1	H2	H3	Acciones a falta de			TAREAS PROPUESTAS	FRECUENCIA	FACILITADOR			
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	S4			
							N1	N2	N3									
1	A	1	S	S	N	N	N	S2	N							Verificación de la cantidad de líquido en el reservorio de recuperación	Diariamente	Operario
1	A	2	S	S	N	N	N	N	S3							Cambio de bomba de agua	Sin Frecuencia	Mecánico Automotriz
1	A	3	S	S	N	N	N	S2	N							Chequeo del estado de las Mangueras	Diariamente	Ayudante Mecánica
1	B	1	S	N	S	N	N	N	S3							Cambio del Radiador	Sin Frecuencia	Mecánico Automotriz
1	B	2	S	N	S	N	N	N	S3							Cambio del Termostato	Sin Frecuencia	Mecánico Automotriz
1	B	3	S	N	S	N	N	N	S3							Cambio de la Correa de la Bomba	4 Meses	Mecánico Automotriz
1	B	4	S	S	N	N	S1	N	N							Verificación del funcionamiento del indicador de Temperatura	Diariamente	Ayudante Mecánica
1	B	5	S	N	S	N	N	N	S3							Cambio de Ventilador	Sin Frecuencia	Mecánico Automotriz

Realizado por: Arroyo, S. 2020

3.12.3. Análisis de Modos de Fallo Y Efectos (AMFE) del Sistema Eléctrico

Tabla 36-3: Análisis de modos de fallos y efectos del sistema eléctrico

Sistema		Función		Falla Funcional		Modo de Falla		Efecto de Falla	
Sistema Eléctrico	1	A	Proporcionar Energía para el funcionamiento del Motor e Iluminación	No abastece de energía al Motor	1	Baja cantidad de Voltaje en la Batería	No arranca la maquina por falta de Voltaje		
					2	Escobillas del Alternador en mal estado	No genera corriente el alternador		
					3	No existe accionamiento del Swicht de Encendido	No se existe corriente para comprobar el sistema eléctrico		
					4	Desgaste de los engranes del piñón de Arranque	No arranca la maquinaria		
					5	No existe un voltaje adecuado	Se daña el alternador		
					6	Sobrecargas en la Computadora	La maquinaria no se enciende		
		B	No existe energía en el Sistema de Iluminación	1	Recalentamiento de los Relés	No funcionan ciertos elementos de iluminación			
				2	Cables rotos	Se producen corto circuitos			
				3	Fusibles quemados	No existe corriente en los elementos de iluminación			

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Tabla 37-3: Hoja de desición RCM del sistema eléctrico

HOJA DE DECISIÓN																
DE LA FLOTA VEHICULAR DEL GAD SANTIAGO DE PÍLLARO																
HOJA DE DECISIÓN RCM							Familia de vehículo:			Autor:			Fecha:	Hoja N°		
							OP-L			Sandro Arroyo			06/12/2019	1		
							Sistema:			Auditor			Fecha:	De:		
							S-E							1		
REFERENCIA DE INFORMACIÓN			EVALUACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS				H1	H2	H3	Acciones a falta de				TAREAS PROPUESTAS	FRECUENCIA	FACILITADOR
							S1	S2	S3							
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4				
1	A	1	S	S	N	N	N	S2	N				Verificación del Nivel de Líquido en la Batería	Diariamente	Ayudante de Mecánica	
1	A	2	S	N	S	N	N	N	S3				Cambio de Escobillas al Alternador	Sin Frecuencia	Mecánico Automotriz	
1	A	3	S	N	S	N	N	N	S3				Cambio de Switch de Encendido	Sin Frecuencia	Mecánico Automotriz	
1	A	4	S	N	S	N	N	N	S3				Cambio de Arranque	Sin Frecuencia	Mecánico Automotriz	
1	A	5	S	S	N	N	N	S2	N				Revisión del Funcionamiento de todo el sistema	Diariamente	Ayudante de Mecánica	
1	A	6	S	N	N	S	N	O2	N				Verificación de la Computadora	3 Meses	Mecánico Automotriz	
1	B	1	S	N	S	N	N	N	S3				Cambio de Relés	Sin Frecuencia	Ayudante de Mecánica	
1	B	2	S	S	N	N	N	S2	N				Verificación del Estado de los Cables	Mensualmente	Mecánico Automotriz	
1	B	3	S	N	S	N	N	N	S3				Cambio de Fusibles	Sin Frecuencia	Ayudante de Mecánica	

Realizado por: Arroyo, S. 2020

3.13 Diagrama de proceso de la aplicación RCM para el plan de Mantenimiento

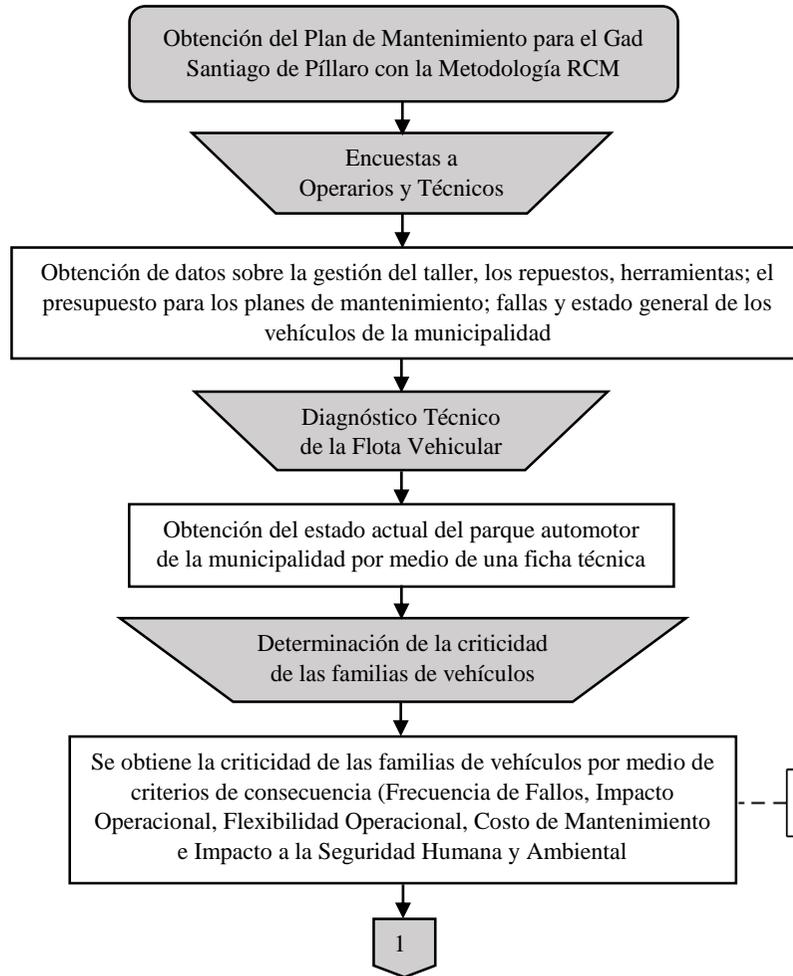


Tabla 25-3: Resultados de Criticidad de la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro

Codificación	Familias	Criticidad	
OP-HV-MN	Motoniveladoras	Riesgo Medio Alto	
OP-L-RE	Retro Excavadoras	Riesgo Alto	
OP-L-MC	Mini Cargadoras	Riesgo Alto	
OP-L-CF	Cargador Frontal	Riesgo Alto	
OP-STD-B	Bulldozer	Riesgo Bajo	
OP-STD-E	Excavadora	Riesgo Medio Bajo	
OP-STD-RC	Rodillo Compactador	Riesgo Bajo	
OP-CT-V	Volquetas	Riesgo Medio Bajo	
T-C-RB	Recolectores de Basura	Riesgo Medio Alto	
T-B-C	Camionetas	Riesgo Bajo	
T-V-O	Otros	Riesgo Bajo	

Realizado por: Autor

Obteniendo las Familias de Vehículos del Gad Santiago de Píllaro que poseen un Riesgo Alto; en este caso tenemos a las siguientes familias de vehículos: Retro Excavadoras, Mini Cargadoras y Cargador Frontal

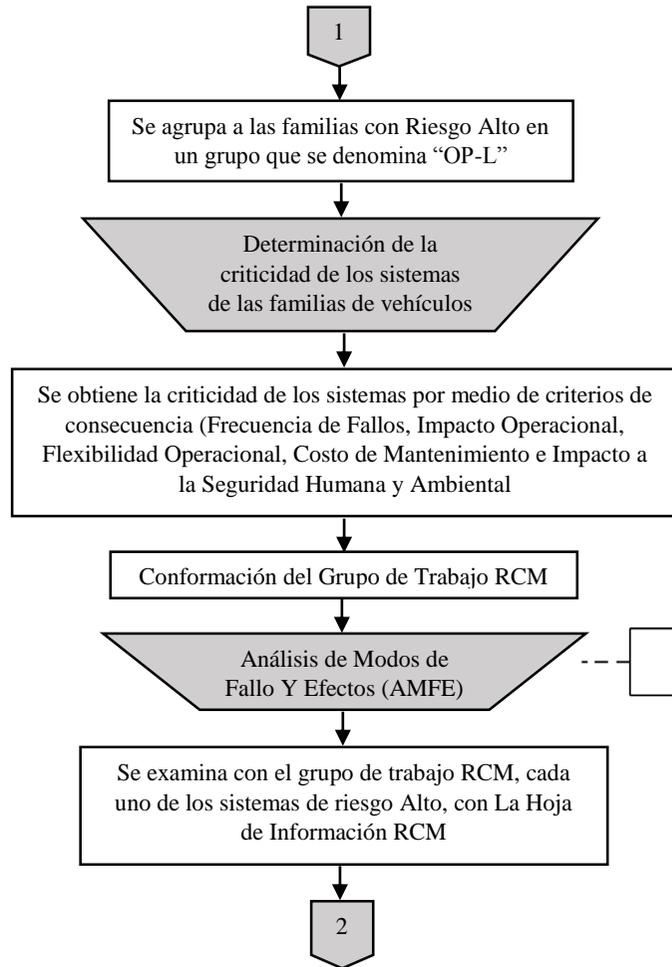


Tabla 31-3: Resultados de criticidad de los sistemas

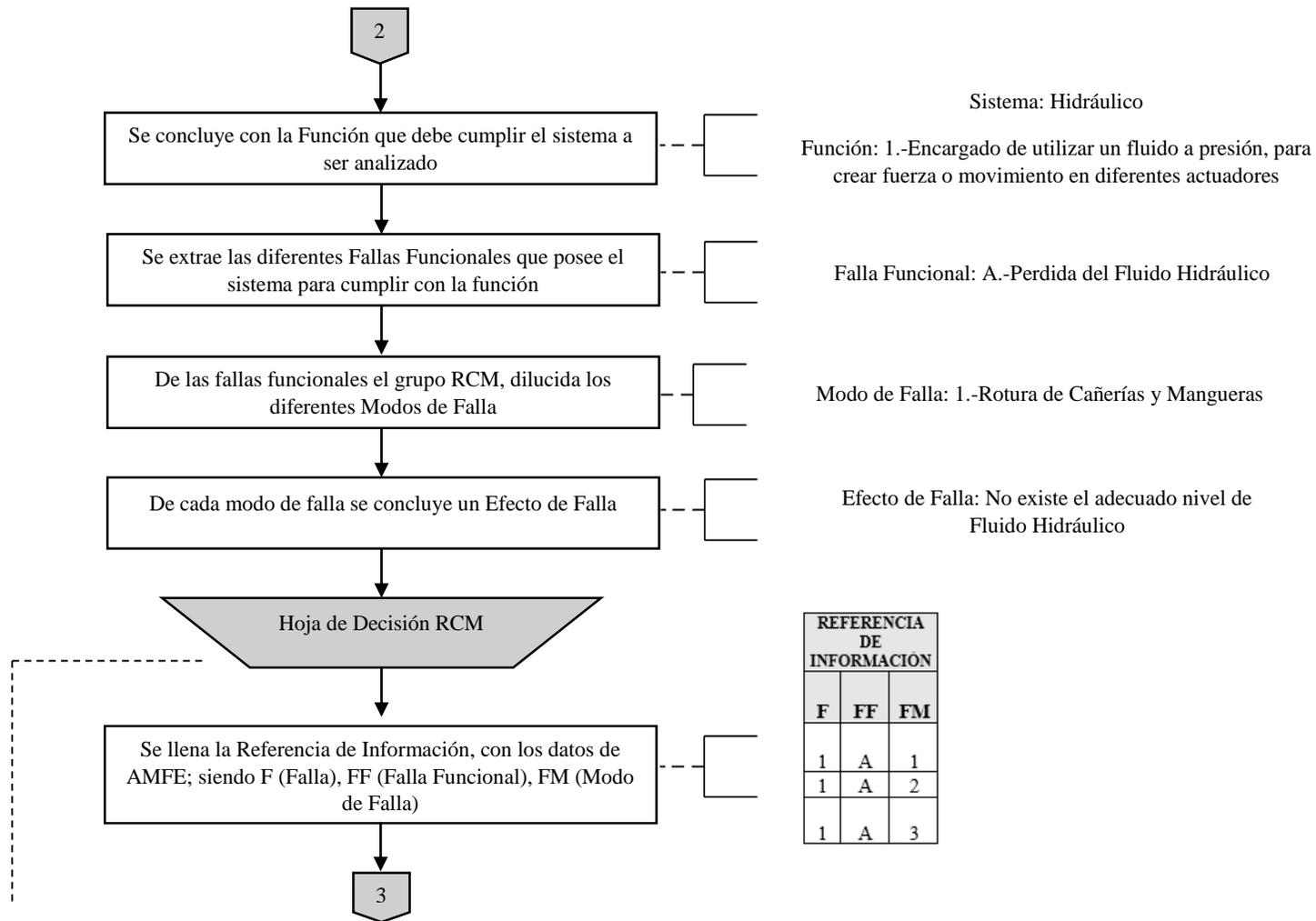
Codificación	Sistemas	Criticidad	
S-M	Motor	Riesgo Bajo	Verde
S-H	Hidráulico	Riesgo Alto	Rojo
S-L	Lubricación	Riesgo Bajo	Verde
S-A	Alimentación	Riesgo Bajo	Verde
S-F	Frenos	Riesgo Medio Alto	Naranja
S-T	Transmisión	Riesgo Medio Bajo	Amarillo
S-R	Refrigeración	Riesgo Alto	Rojo
S-E	Eléctrico	Riesgo Alto	Rojo

Realizado por: Autor

Obteniendo los sistemas de las familias de Vehículos del Gad Santiago de Píllaro que poseen un Riesgo Alto; en este caso tenemos a los siguientes sistemas: Hidráulico, Refrigeración y Eléctrico

Nota: Se enumera, con números la función, con letras las fallas funcionales y con números los modos de falla; que se analicen de los sistemas a ser estudiados

Sistema	Función	Falla Funcional	Modo de Falla
Sistema Hidráulico	Encargado de utilizar un fluido a presión, para crear fuerza o movimiento en diferentes actuadores	A Perda de Fluido Hidráulico	1 Rotura de Cañerías y Mangueras
			2 Rotura de los sellos de la Bomba
			3 Fuga de hidráulico del Tanque Hidráulico
			4 Aplicación de Fluido Hidráulico Incorrecto
			5 Fisura en el Enfriador de Aceite
		B Perda de Potencia en Gato Hidráulico Principal	1 Remordimiento del vástago del Gato Hidráulico
			2 Atascamiento de la válvula de presión
			3 Taponamiento del Filtro
			4 Desalineamiento del Pistón



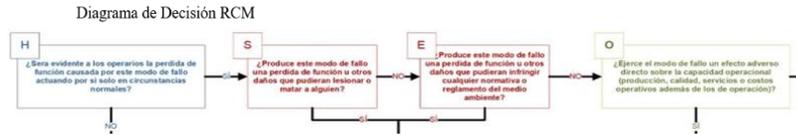
3

Se llena la Evaluación de las Consecuencias, por medio del Diagrama de Decisión RCM; teniendo Consecuencias del Fallo Oculito; Para la Seguridad o Medio Ambiente; Operacionales; y No Operacionales

Se continua con la Evaluación de las Consecuencias; pero en este caso se realiza el análisis para determinar el tipo de Tarea que se puede ejecutar para resolver el modo de falla; teniendo:
Tarea a Condición, Tarea de Reacondicionamiento Cíclico, Tarea de Sustitución Cíclica, Combinación de Tareas, Rediseño o Ningún Tipo de Mantenimiento Preventivo.

4

EVALUACION DE LAS CONSECUENCIAS			
H	S	E	O
S	S	N	N

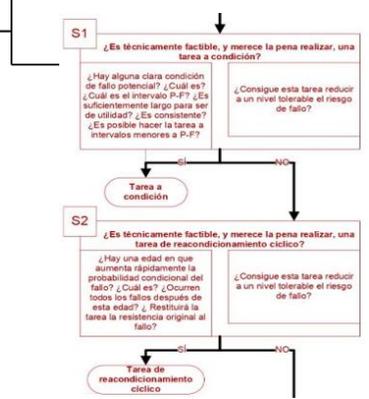


Llenado de la Evaluación de las Consecuencias, tanto H, S, E, O; poseen preguntas que acorde a la enumeración de AMFE se llena si la con S si es Si y N si es No; según la respuesta se sigue las flechas a donde conlleva a una nueva pregunta
Se realizará en llenado con el ejemplo de AMFE 1.A.1.

H.- ¿Será evidente a los operarios la pérdida de función causada por este modo de fallo actuando por si solo en circunstancias normales? Rpta. S.

S.- ¿Produce este modo de fallo una pérdida de función u otros daños que pudieran lesionar o matar a alguien? Rpta. S.

H1	H2	H3	Acciones a falta de			
S1	S2	S3				
O1	O2	O3				
N1	N2	N3	H4	H5	S4	
N	S2	N				



Como en el anterior proceso en la pregunta S la respuesta fue si, se continua con el tipo de Tarea que se debe realizar, teniendo las siguientes preguntas.
S1.- ¿Es técnicamente factible, y merece la pena realizar, una tarea a condición? Rpta. No.
S2.- ¿Es técnicamente factible, y merece la pena realizar, una tarea de reacondicionamiento cíclico? Rpta. Si; por lo tanto, tenemos una Tarea a Reacondicionamiento Cíclico

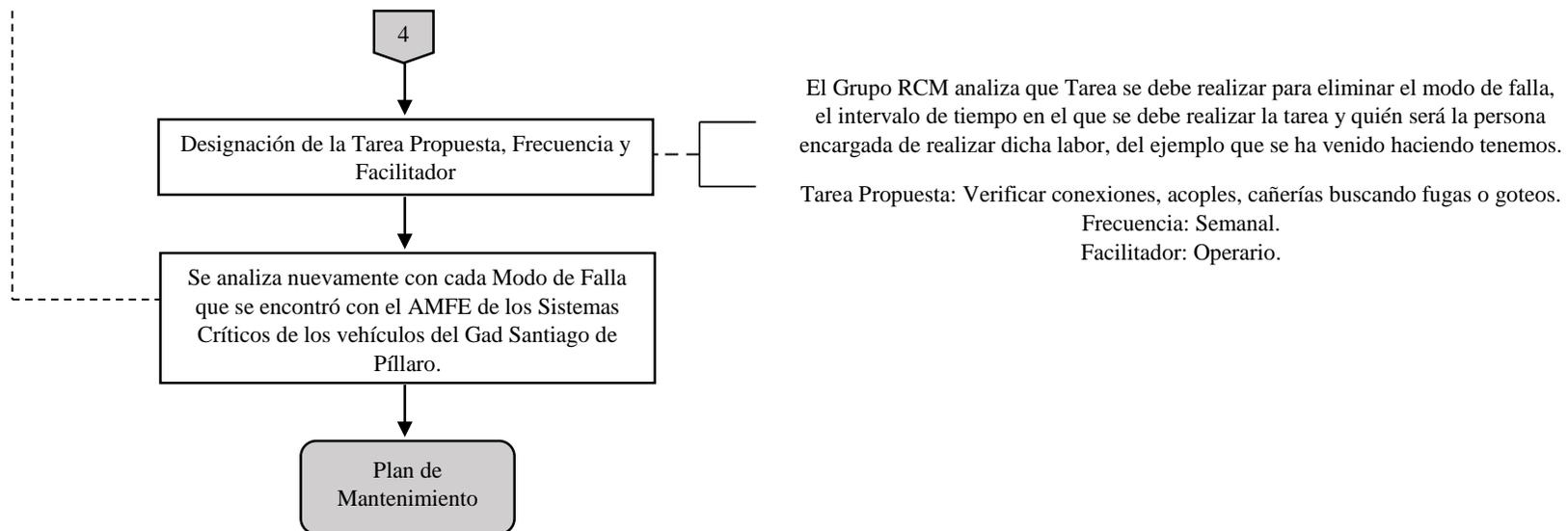


Gráfico 30-3: Diagrama de proceso de la aplicación RCM para el plan de Mantenimiento

Realizado por: Arroyo, S. 2020

3.14 Plan de Mantenimiento

Una vez realizado el análisis de modos de fallos y efectos, y la hoja de decisión de RCM; para cada uno de los sistemas de riesgo alto de la familia de vehículos OP-L de la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro, se presenta a continuación en la Tabla 39-3 el Plan de Mantenimiento en el cual hubo la intervención del grupo de Trabajo de RCM.

Tabla 38-3: Plan de mantenimiento con la metodología RCM para el Gad Santiago de Píllaro

		Plan de Mantenimiento con la Metodología RCM para la Flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro			
Familia de vehículos a ejecutar:	Realizado por:	Fecha:	Hoja N°		
Retro Excavadora (OP-L-RE)	Sandro Arroyo	14/02/2020	1		
Mini Cargador (OP-L-MC)	Revisado por:	Fecha:	De		
Cargador Frontal (OP-L-CF)			1		
Sistema	Actividad	Frecuencia	Facilitador		
Sistema Hidráulico (S-H)	Cambio de las mangueras del Sistema Hidráulico	5 años	Mecánico Automotriz		
	Cambio de los sellos de la bomba	Sin Frecuencia	Mecánico Automotriz		
	Revisión de fugas o goteos y completación de Hidráulico	Semanal	Operario		
	Verificar el tipo de aceite hidráulico que se utiliza	Mensualmente	Ayudante de Mecánica		
	Cambio del Enfriador del Aceite	Sin Frecuencia	Mecánico Automotriz		
	Revisar si existe hidráulico en el Gato Hidráulico	Semanal	Ayudante de Mecánica		

	Verificar el funcionamiento de las válvulas de presión	Mensualmente	Mecánico Automotriz
	Cambiar los filtros	Mensualmente	Mecánico Automotriz
	Cambio del Cilindro del Pistón	Sin Frecuencia	Mecánico Automotriz
Sistema de Refrigeración (S-R)	Verificación de la cantidad de líquido en el reservorio de recuperación	Diariamente	Operario
	Cambio de bomba de agua	Sin Frecuencia	Mecánico Automotriz
	Chequeo del estado de las Mangueras	Diariamente	Ayudante Mecánica
	Cambio del Radiador	Sin Frecuencia	Mecánico Automotriz
	Cambio del Termostato	Sin Frecuencia	Mecánico Automotriz
	Cambio de la Correa de la Bomba	4 meses	Mecánico Automotriz
	Verificación del funcionamiento del indicador de Temperatura	Diariamente	Ayudante Mecánica
	Cambio de Ventilador	Sin Frecuencia	Mecánico Automotriz
Sistema Eléctrico (S-E)	Verificación del Nivel de Líquido en la Batería	Diariamente	Ayudante de Mecánica
	Cambio de Escobillas al Alternador	Sin Frecuencia	Mecánico Automotriz

	Cambio de Switch de Encendido	Sin Frecuencia	Mecánico Automotriz
	Cambio de Arranque	Sin Frecuencia	Mecánico Automotriz
	Revisión del Funcionamiento de todo el sistema	Diariamente	Ayudante de Mecánica
	Verificación de la Computadora	3 meses	Mecánico Automotriz
	Cambio de Reles	Sin Frecuencia	Ayudante de Mecánica
	Verificación del Estado de los Cables	Mensualmente	Mecánico Automotriz
	Cambio de Fusibles	Sin Frecuencia	Ayudante de Mecánica

Realizado por: Arroyo, S. 2020

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.13 Resultados Obtenidos en el diagnóstico técnico de la Flota Vehicular del Gad Santiago de Píllaro.

Para poder realizar el diagnóstico técnico del parque automotor del Gad Santiago de Píllaro, se efectuó como primera parte, las encuestas que fueron dirigidas a los técnicos del taller automotriz y operarios de la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro; y como segunda parte una inspección técnica vehicular a todo los vehículos que posee el Gad.

4.1.1 Resultados de las Encuestas

En las encuestas realizadas a los técnicos y operarios del Gad Santiago de Píllaro se tuvo un 85% de aceptación favorable a realizar la encuestas y el 15% restante lo tomaron de una manera que se les estaba realizando una auditoría, en vez de una encuesta con fines académicos.

Con los resultados obtenidos en las encuestas ya se pudo identificar los siguientes puntos:

- ❖ La calidad de los mantenimientos que se los venia llevando hasta el momento por el Gad Santiago de Píllaro tenían 27,27% de aceptación de parte de los operarios y técnicos de la Municipalidad; mientras 72,72% consideraban que no eran adecuados los planes de mantenimiento que se guiaba la Municipalidad para el estado actual que se encuentra el parque automotor del Gad Santiago de Píllaro.
- ❖ La frecuencia que existe en los planes de mantenimiento que lleva a cabo la municipalidad es del 60%, mientras que el 40% no existe una periodicidad para dichos planes, esto es por el bajo presupuesto anual que se destina, ya que no se considera el estado actual de la maquinaria y los posibles mantenimientos que dicha maquinaria necesitará, debido a que se guían de los planes de mantenimineto del fabricante.
- ❖ La disponibilidad que se tiene de toda la flota vehicular es del 73%, en cuanto al 27% no esta a disposición para utilizar, esto es debido a la falta de mantenimientos acordes a las características del parque automotor y adquisición de repuestos.

- ❖ Los vehículos que más fallas suelen presentar y con mayor frecuencia son: Retro Excavadora 416 E #1 y #2; Mini Cargadoras CaterPillar 246C y Bobcat S-185; Cargador de Ruedas Hyundai HL757-7. Siendo los vehículos antes mencionados un 14,71% del parque automotor del Gad Santiago de Píllaro.

4.1.2 Resultados de la Inspección Técnica Vehicular

La Inspección Técnica Vehicular del parque automotor del Gad Santiago de Píllaro, se realizó a un total de 34 vehículos, de los cuales el 5,88% se encuentran Fuera de Servicio, estos son:

- ❖ Tractor Cargadora CaterPillar 953D.
- ❖ Plataforma Chevrolet Kodiak.

En cambio el 94,12% restante del parque automotor se encuentra en servicio. De este porcentaje de vehículos, se encontró que el 85,29% están en buen estado, esto es gracias a los planes de mantenimiento que se lleva a cabo, logrando que se cumplan con las funciones y cargos específicos que cada uno de estos vehículos efectúan en la municipalidad.

Mientras que el 26,47% del parque automotor total de la flota fue adquirida en el año 2015, dichos vehículos poseen convenios de planes de mantenimiento con las casas comerciales donde fueron adquiridos, los técnicos del taller automotriz del Gad Santiago de Píllaro, manifiestan que ellos están en la capacidad para realizar dichos planes de mantenimiento en el taller de la municipalidad, haciendo que se reduzca a un 40% del valor que el Municipio cancela a las casas comerciales para realizar los planes de mantenimiento a estos vehículos.

En tanto que 14,71% del total perteneciente a la flota vehicular del Gad debe ser analizados para poder efectuar un plan de mantenimiento.

4.2 Resultados de la Criticidad de los vehículos del parque automotor del Gad Santiago de Píllaro

Para poder ratificar que este 14,71% de vehículos de la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro necesitan un plan de mantenimiento, se procedió a la realización el análisis de criticidad con la frecuencia de fallas de todo el parque automotor del Gad Santiago de Píllaro, agrupando por familias de vehículos; los valores de frecuencia de fallas fueron obtenidos de los historiales de mantenimiento del 2018 que posee el Departamento de Obras Públicas, Mantenimiento y Fiscalización.

Reiteradamente se realiza un nuevo análisis de criticidad de los sistemas que conforman las familias de vehículos más críticos del Gad Santiago de Píllaro.

4.2.1 Resultado de la Criticidad de las Familias de vehículos del Gad Santiago de Píllaro

El Gad Santiago de Píllaro posee un total de 34 vehículos, de los cuales se agrupó dichos vehículos por familias teniendo un total de 11 familias; en el análisis de criticidad por familias se puede apreciar que:

- ❖ Las familias de los Bulldozer, Rodillos Compactadores, Camionetas y Otros; poseen un Riesgo Bajo siendo dichas familias el 36,36% del parque automotor de la Municipalidad, teniendo los siguientes valores de criticidad total.

Tabla 1-4: Familias de vehículos del Gad Santiago de Píllaro con Riesgo Bajo

Familia	Criticidad Total	
Bulldozer	10	
Rodillos Compactadores	5	
Camionetas	8	
Otros	6	

Realizado por: Arroyo, S. 2020

- ❖ Las familias de las Excavadoras y Volquetas; poseen un Riesgo Medio Bajo siendo dichas familias el 18,18% del parque automotor de la Municipalidad, teniendo los siguientes valores de criticidad total.

Tabla 2-4: Familias de vehículos del Gad Santiago de Píllaro con Riesgo Medio Bajo

Familia	Criticidad Total	
Excavadoras	50	
Volquetas	25	

Realizado por: Arroyo, S. 2020

- ❖ Las familias de las Motoniveladoras y Recolectores de Basura; poseen un Riesgo Medio Alto siendo dichas familias el 18,18% del parque automotor de la Municipalidad, teniendo los siguientes valores de criticidad total.

Tabla 3-4: Familias de vehículos del Gad Santiago de Píllaro con Riesgo Medio Alto

Familia	Criticidad Total	
Motoniveladoras	50	
Recolectores de Basura	25	

Realizado por: Arroyo, S. 2020

- ❖ Las familias de las Retro Excavadoras, Mini Cargadoras y Cargador; poseen un Riesgo Alto siendo dichas familias el 27,28% del parque automotor de la Municipalidad, teniendo los siguientes valores de criticidad total.

Tabla 4-4: Familias de vehículos del Gad Santiago de Píllaro con Riesgo Alto

Familia	Criticidad Total	
Retro Excavadoras	138	
Mini Cargadoras	168	
Cargador Frontal	192	

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Con los resultados obtenidos en los análisis de criticidad de las diferentes familias que conforman el parque automotor del Gad Santiago de Píllaro, se puede reiterar que los vehículos que conforman las familias de las Retro Excavadoras, Mini Cargadora y Cargador Frontal son las de Riesgo Alto por lo tanto se trabaja en dichas familias para la elaboración del Plan de Mantenimiento.

4.2.2 Resultado de la Criticidad de los Sistemas de las Familias críticas del Gad Santiago de Píllaro

Las familias que poseen una criticidad de Riesgo Alto son Retro Excavadoras, Mini Cargadoras y Cargador Frontal, las mismas que después de verificar las fichas técnicas que poseen cada uno de los vehículos que conforman estas familias se pudo observar que comparten sistemas similares; por lo cual se procedió agrupar a estas 3 familias, en un solo grupo, teniendo en común el Tipo de Herramienta que es el Lampón o Cucharón Delantero considerando como codificación

para estas familias “OP-L”, en el análisis de criticidad de los sistemas de las familias críticas se puede apreciar que:

- ❖ Los sistemas de Motor, Lubricación y Alimentación; poseen un Riesgo Bajo siendo el 37,5% de los sistemas de la Familias OP-L, teniendo los siguientes valores de criticidad total.

Tabla 5-4: Sistemas de las Familias OP-L con Riesgo Bajo

Sistemas	Criticidad Total	
Motor	22	
Lubricación	20	
Alimentación	16	

Realizado por: Arroyo, S. 2020

- ❖ El sistema de Transmisión; poseen un Riesgo Medio Bajo siendo el 12,5% de los sistemas de la Familias OP-L, teniendo el siguiente valor de criticidad total.

Tabla 6-4: Sistemas de las Familias OP-L con Riesgo Medio Bajo

Sistemas	Criticidad Total	
Transmisión	48	

Realizado por: Arroyo, S. 2020

- ❖ El sistema de Frenos; poseen un Riesgo Medio Alto siendo el 12,5% de los sistemas de la Familias OP-L, teniendo el siguiente valor de criticidad total.

Tabla 7-4: Sistemas de las Familias OP-L con Riesgo Medio Alto

Sistemas	Criticidad Total	
Frenos	81	

Realizado por: Arroyo, S. 2020

- ❖ Los sistemas de Hidráulico, Refrigeración y Electrico; poseen un Riesgo Alto siendo el 37,5% de los sistemas de la Familias OP-L, teniendo los siguientes valores de criticidad total.

Tabla 8-4: Sistemas de las Familias OP-L con Riesgo Alto

Sistemas	Criticidad Total	
Hidráulico	168	
Refrigeración	160	
Eléctrico	224	

Realizado por: Arroyo, S. 2020

Con los resultados obtenidos con los análisis de criticidad de los sistemas de las Familias más críticas “OP-L”, se puede apreciar que en los sistemas que se debe a trabajar para efectuar el análisis de modo de fallos y efectos son el sistema Hidráulico, de Refrigeración y Eléctrico.

4.3 Resultados del Análisis de Modos de Fallo y Efectos (AMFE) y del Plan de Mantenimiento

Mediante el Análisis de Modos de Fallos y Efectos, se identificó que función desempeña cada sistema de las familias de vehículos más críticos del Gad Santiago de Píllaro; encontrando fallas funcionales, modos de fallos y el efecto que producen dichos fallos; siendo esta herramienta muy útil, localizando las consecuencias que ocasiona cuando un sistema no cumple con la función que debe desempeñar, existiendo 26 Efectos de Fallos en los 3 Sistemas Críticos de la Familia “OP-L” del Gad Santiago de Píllaro, 34,62% perteneciente al Sistema Hidráulico, de igual manera 34,62% al Sistema Eléctrico y el 30,77% al Sistema de Refrigeración.

La Hoja de Decisión RCM es una herramienta de la Metodología RCM con la cual se obtuvo el Plan de Mantenimiento, teniendo que definir la consecuencia que producen los efectos de los modos de fallos, teniendo de los 26 Efectos las siguientes consecuencias; 0% de Consecuencias del Fallo Oculto, 76,92% de Consecuencias para la Seguridad o El Medio Ambiente, 23,08% de Consecuencias Operacionales y 0% de Consecuencias No Operacionales.

Con la obtención del nuevo Plan de Mantenimiento para el Gad Santiago de Píllaro, se logró que se reduzca a un 20% del valor que el Municipio otorga para el presupuesto anual en lo concerniente a planes de mantenimiento, dicho valor economizado, puede ser invertido para imprevistos que sucedan durante el año, haciendo que no existan paradas de los vehículos por falta de repuestos ocasionadas por escasez de dinero.

4.3.1 Plan de Mantenimiento elaborado por la metodología RCM

En lo referente a los tipos de tareas que se debe realizar para la elaboración del Plan de Mantenimiento, por medio del Diagrama Decisión RCM se obtuvo que tipos de tareas que se debe realizar, teniendo los siguientes; 19,23% de Tareas a Condición, 30,77% Tareas de Reacondicionamiento Cíclico y el 50% Tarea de Sustitución Cíclica.

En el Plan de Mantenimiento obtenido por medio de la Metodología RCM, se consiguió 3 nuevos planes los mismos que sirven para el Sistema Hidráulico, Sistema Eléctrico y de Refrigeración; observando que 11,54% de dichos planes deben ser efectuados por el Operario de la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro, el 57,69% por el Mecánico del Taller Automotriz del Gad Santiago de Píllaro y el 30,77% por el Ayudante de Mecánica.

CONCLUSIONES

Después de la realización de las encuestas a los operarios de los vehículos y técnicos del taller automotriz del Gad Santiago de Píllaro se logró encontrar que existe problemas en lo referente al presupuesto que la Municipalidad destinada para la realización de los planes de Mantenimiento; a su vez existe postergaciones en la parte administrativa para la obtención de repuestos que son necesarios para la realización de los planes de mantenimineto teniendo como consecuencia que los vehículos tenga paradas inesperadas; entretanto a lo que tiene que ver con las inspecciones técnicas que se realizó a todo el parque automotor del Gad se encontró que el 5,88% los de vehículos están fuera de servicio por vida útil y el restante se encuentran en servicio, de este restante se pudo diferenciar que el 85,29% son vehículos que efectuan sus planes de mantenimiento en las casas comerciales donde fueron adquiridos ya que los mismos son nuevos, pero el 14,71% del parque automotor realizan los planes de mantenimineto en los talleres de la municipalidad, teniendo 5 vehículos que poseen problemas y necesitan planes de mantenimiento.

Mediante el análisis de los historiales del año 2018 referente a los planes de mantenimineto y paradas de los vehículos que conforman el parque automotor del Gad Santiago de Píllaro, se logró establecer la criticidad de riesgo alto a 5 vehículos los mismo que corresponde a los antes mencionados a las inspecciones técnicas, estos vehículos son: Retro Excavadora CaterPillar 416E #1 y #2; Mini Cargadora CaterPillar 246C y BobCat S-185; Cargador Frontal Hyundai HL757-7; todo esto se logró gracias al Análisis de la criticidad; a su vez se procedió a realizar nuevamente un análisis de criticidad pero esta vez se realizó a los sistemas que poseen estos 5 vehículos ya que los mismo poseen sistemas similares, siendo el sistema hidráulico, refrigeración e iluminación los que posee un riesgo alto.

Gracias al análisis de criticidad de los sistemas que poseen los vehículos con riesgo alto, se pudo realizar de una mejor manera el análisis de modo de fallas y efectos en el cual se obtuvo; 9 modos de fallos en el Sistema Hidráulico, 8 modos de fallos en el Sistema de Refrigeración y 9 modos de fallos en el Sistema Eléctrico; que afectan a la función que debe cumplir cada sistema y el efecto o consecuencia que produce cada fallo; por medio de la hoja de decisión RCM se obtuvo que tipo de tarea propuesta se debe realizar para eliminar o minimizar el modo de fallo; teniendo 5 tareas a condición, 8 tareas de reacondicionamiento cíclico y 13 tareas de sustición cíclica; la frecuencia de dicha tarea y la persona que se debe encargar de realizar esta tarea; obteniendo así el plan de mantenimiento; y gracias a dicho plan existirá un ahorro del 20% del presupuesto anual destinado a planes de mantenimiento, el mismo que servirá para la adquisición de repuestos a causa de daños fortuitos no contemplados, haciendo que no existan paradas inecesarias, por falta de

dinero para conseguir los repuestos, logrando una mayor disponibilidad de la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro

RECOMENDACIONES

Realizar análisis de criticidad semestralmente a la flota vehicular del Gad Santiago de Píllaro, para poder tener planes de mantenimiento acorde a la situación vigente que se encuentre dicha flota, y tener la noción del presupuesto anual que se debe destinar para los planes de mantenimientos anual y así la flota no se detenga por falta de repuestos y mantenimientos.

Llevar de una manera digital los historiales de mantenimiento, registro de fallas y paradas que tengan los diferentes tipos de vehículos que conforman el parque automotor del Gad Santiago de Píllaro; para de esa manera tener una mayor facilidad dichos datos para en lo posterior estos datos sirvan en futuros análisis que sirvan para el beneficio de la disponibilidad del parque automotor.

Destinar tareas particulares a cada persona que se involucra de una manera indirecta o directa en lo referente a los vehículos del parque automotor del Gad Santiago de Píllaro para de esa manera no sobrecargar de actividades al mecánico del taller automotriz y que el mismo disponga ese tiempo para realizar otras actividades que requieran de una mayor actuación de él.

Al momento de realizar algún tipo de mantenimiento a los vehículos del parque automotor del Gad Santiago de Píllaro, no solo enfocarse en el mantenimiento que se lo está realizando, si no también hacer una inspección visual a todos los demás sistemas que conforman el vehículo para poder tener de esa manera, el conocimiento general del estado completo del vehículo y si lo amerita programar un mantenimiento fuera de los establecidos para no tener una parada inesperada.

Tener un mayor stock de repuestos necesarios para la elaboración de mantenimientos preventivos programados, para que no existan pérdidas de tiempo al momento de la adquisición de dichos repuestos que sean necesarios y estos mantenimientos sean más eficientes.

Dar mayor importancia a la secuencia en los planes de mantenimiento que se lleva a cabo a los vehículos del parque automotor del Gad Santiago de Píllaro, ya que al realizar mantenimientos ocasionales hace que se acorte la vida útil de los vehículos, y mermando el tiempo para realización de un mantenimiento correctivo, el mismo que es de un costo superior al mantenimiento preventivo.

GLOSARIO

Criticidad: Metodología para jerarquizar la criticidad de los equipos, por medio de la ocurrencia de fallas en un periodo de tiempo. (ROJAS, 2010)

Cucharón o Lampón: Es la parte metálica, que se ubica parte inferior de la maquinaria y sirve para recoger el material con el que se encuentra trabajando.

Efecto de Fallo: Es el síntoma que se produce al momento que falla el sistema. (AGUERO, 2007)

Falla Funcional: La incapacidad de lograr la función con la que fue diseñada un sistema.

Fallo Oculto: Es aquel fallo que está involucrado con la seguridad humana y no se puede determinar si fallará o no al momento que se produzca un incidente. (UNE-EN:13306, 2018)

Flexibilidad Operacional: Es la capacidad de ubicar a otro vehículo que realice la operación sin tener paradas innecesarias. (Casanova, y otros, 2011)

Frecuencia de Fallos: Es la cantidad de fallas que posee el vehículo que se está analizando en un determinado lapso de tiempo. (SAE:JA1011, 2004)

Función: Es lo que el usuario desea que el activo haga, conforme a cómo fue diseñado el activo.

Impacto Operacional: Es la consecuencia que da como resultado un fallo, en la parte de la producción. (UNE:20812, 1995)

Metodología RCM: Fue desarrollada en 1978 por Stanley y Howard, con el fin de mejorar la seguridad y confiabilidad de la aviación de los Estados Unidos. (SAE:JA1012, 2002)

Modo de Fallo: Es el identificar el componente que no cumple con la función.

Stock de Repuestos: Agrupación de piezas mecánicas, aditivos, neumáticos, aceites lubricantes, etc. que se encuentran almacenadas para su utilización en un futuro.

Tarea a Condición: Acciones basadas en la monitorización y parámetros de funcionamiento del vehículo. (ROJAS, 2010)

Tarea a Reacondicionamiento Cíclico: Acciones ejecutadas a intervalos de tiempo ya determinados, para disminuir que tienda a fallar el vehículo. (Torres, 2005)

Tarea a Sustitución Cíclica: Acción que tiene como fin, el reemplazar algún componente que haya cumplido con su vida útil o se encuentre dañado. (MOUBRAY, 2004)

BIBLIOGRAFÍA

AGUERO, M. & CALIXTO, I. *Análisis De Criticidad Integral de Activos.* [En línea] <https://predictiva21.com/analisis-criticidad-integral-activos/> 2007.

CASANOVA, RUBÉN Y BARRERA, OSCAR. *Logística y comunicación en un taller de vehículos.* Madrid : Paraninfo, 2011.

BUENAÑO, LUIS. Plan de gestión de mantenimiento basado en el análisis de índices de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de las locomotoras tipo BBB 2400 de Ferrocarriles del Ecuador Empresa Pública. (Trabajo de Grado de Maestría) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba (Ecuador), 2016.

EL COMERCIO. *Parque automotor de Ecuador creció en 1,4 millones de vehículos en una década.* [En línea] 01 de Noviembre de 2019. [Citado el: 02 de Diciembre de 2019.] <https://www.elcomercio.com/actualidad/parque-automotor-ecuador-crecimiento-decada.html>.

MIRANDA, LUIS. *Mantenimiento vial se desarrolla en Pillaro.* La Hora. 16 de Abril de 2019, pág. 3.

MOUBRAY, JOHN. *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (Reliability - centred Maintenance).* USA : Editorial Aladon LLC, North Carolina, 2004.

MUNICIPIO DE PÍLLARO. Organigrama. [En línea] 2019. [Citado el: 16 de Noviembre de 2019.] <https://www.pillaro.gob.ec/>.

N.A. Municipalidad de Pillaro. [En línea] 2019. [Citado el: 14 de 11 de 2019.] www.pillaro.gob.ec.

ROJAS, R. Plan para la implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad para plantas de concreto en proyectos. (Tesis maestría) : s.n., 2010.

SAE:1011. *Criterios de Evaluación para Procesos de Mantenimiento centrado en Confiabilidad.* s.l. : Norma para vehículos aeroespaciales y de superficie. ISO estándar, 2004.

SAE:JA1012. *Una Guía para el Mantenimiento centrado en Confiabilidad - RCM.* 2002.

SOLÍS , EDUARDO; MEJÍA, GABRIELA. *Implementación de un software para proceso de reparación y mantenimiento preventivo en el parque automotor del Ilustre Municipio del cantón Píllaro provincia de Tungurahua.* (Tesis de Licenciatura). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2011

TORRES, LEANDRO. *Mantenimiento y su Implementación y Gestión.* Argentina : Universitas, 2005.

UNE:20812. 1995. Técnicas de análisis de la fiabilidad de sistemas. Procedimiento de análisis de los modos de fallo y de sus efectos (*AMFE*). 1995.

UNE-EN:13306. 2018. *Mantenimiento: Terminología del mantenimiento.* Ecuador: Debate, 2018.

VASCO, M. Implementación de un Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada y vehículos livianos del GADM Santiago de Píllaro aplicando un software libre. (Tesis de posgrado), Universidad Técnica de Ambato, Ambato , 2016.

VILLACRES, SERGIO. Desarrollo de un Plan de Mantenimiento aplicando la metodología de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (rcm) para el vehículo hidrocleaner vactor m654 de la empresa etapa ep. (Trabajo de Grado de Maestría) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Ecuador), 2016.



ANEXOS

ANEXO A: FICHA TÉCNICA PARA EL DIAGNÓSTICO TÉCNICO DE LA FLOTA VEHICULAR DEL GAD SANTIAGO DE PÍLLARO.

		DIAGNÓSTICO TÉCNICO DE LA FLOTA VEHICULAR DEL GAD SANTIAGO DE PÍLLARO			
CODIFICACIÓN:		AÑO:			
N° CHASIS:		N° MOTOR:			
KILOMETRAJE:		CONDUCTOR:			
SISTEMA	VERIFICACIÓN	ESTADO			
		Defectuoso	Adecuado		
Motor	Fugas de fluidos				
	Análisis Visual del Aceite				
	Puesta en Marcha				
Refrigeración	Fluidos				
	Estado de Cañerías				
	Correas o Bandas				
Transmisión	Cambios				
	Embrague				
	Varillaje				
Dirección	Volante				
	Terminales				
	Árbol de la dirección				
Suspensión	Amortiguadores				
	Ballestas				
Frenos	Líquidos				
	Servofreno				
	Tambor/ Discos				
Tren de Rodaje	Estado de ruedas guías				
	Estado de Zapatas				
	Pines, bocines				
Eléctrico	Sistema de Arranque				
	Sistema de Carga				
	Funcionamiento del sistema de alumbrado				
Palancas de Mando	Grupo Hidráulico				
	Hermeticidad y Estado de Cañerías				
	Pasadores, Cilindros y Varillaje				
Herramienta de Trabajo	Cuchillas, Hoja Vertedera, Lampón				
OTROS	Carrocería				
	Chasis				
	Neumáticos				
Observaciones					
Recomendaciones					

ANEXO C: FLOTA VEHICULAR DEL GAD SANTIAGO DE PÍLLARO.



Cargadora de Ruedas Hyundai HL757-7



Plataforma Chevrolet Kodiak



Mazda 2200



Tractor Cargadora CaterPillar 953D



Tanquero Hino 300



Chevrolet Luv´ Dmax 4*4



Chevrolet Luv V6



Retro Excavadora CaterPillar 416E



Volqueta Hino GH



Moto Niveladora CaterPillar 120M



Hyundai HD65



Recolector de Basura Nissan Diesel



Mini Cargadora BobCat S-185



Mini Cargadora CaterPillar 246C



ANEXO D: OFICIO DEL ALCALDE DEL GAD SANTIAGO DE PÍLLARO ABG. MSC. FRANCISCO YANCHATIPAN.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS PARA
EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN
UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 12 / 02 / 2021

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Sandro Patricio Arroyo Bautista
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Mecánica
Carrera: Ingeniería Automotriz
Título a optar: Ingeniero Automotriz
f. Documentalista responsable: