



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“PROYECTO DE MEJORA DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA REDUCIR LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA SETRAMI SAC. – TRUJILLO”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Bach. Eduardo Alexander Bazán Arroyo

**Asesor:**

Ing. Miguel Angel Rodriguez

Trujillo – Perú  
2018

## DEDICATORIA

*A nuestro Padre Celestial por darme la vida y la oportunidad de realizar mis metas.*

*A mis padres por el apoyo y las oportunidades que me han otorgado a lo largo de mi carrera para lograr cumplir mis objetivos.*

*A mis maestros por su apoyo en el desarrollo académico y ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro.*

## **EPIGRAFE**

**“No se puede llegar a la perfección sin haber cometido por lo menos un error”**

**(Anónimo)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradecer sinceramente a mis profesores, por sus conocimientos, orientaciones, manera de trabajar, su persistencia, su paciencia y su motivación, han sido fundamentales para mi formación como investigador.*

## **PRESENTACIÓN**

Señores Miembros del Jurado:

De forma y cumpliendo lo estipulado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Privada del Norte, para Optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, pongo a vuestra consideración la presente Proyecto titulado:

**“PROYECTO DE MEJORA DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA REDUCIR LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA SETRAMI SAC. – TRUJILLO”.**

El presente proyecto ha sido desarrollado durante el año 2017, y espero que el contenido de este estudio sirva de referencia para otros Proyectos o Investigaciones.

---

Bach. Eduardo Alexander Bazán Arroyo

## RESUMEN

En la empresa SETRAMI S.A.C. se identificó como oportunidad de mejora la implementación de herramientas de control para la gestión del mantenimiento, basado en la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM) por las siguientes razones: actualmente carecen de un procedimiento de trabajo para la ejecución de los mantenimientos preventivo y correctivos, falta de materiales y herramientas de trabajo, falta de capacitación al personal, falta de indicadores de control e inadecuada forma de almacenamiento de equipos, herramientas y materiales, generando un costo aproximado de S/. 1,137,366.90 soles. Motivo por el cual en un tiempo de mediano o largo plazo los equipos podrían presentar fallas, trayendo como consecuencia paradas - tiempos muertos, y el incremento de trabajos correctivos, ocasionando elevados costos de reparación, y por tanto su repercusión en la producción.

En el presente proyecto se implementó los pilares de Mantenimiento Programado, Mantenimiento Autónomo, Entrenamiento y 5 "S", lo que nos permitió lograr un impacto en el área de mantenimiento cuyos resultados se reflejaron en la optimización de uso de recursos, en el aspecto económico, tecnológico, laboral y de seguridad obteniendo un beneficio de reducción de costos en un 44% siendo un aproximado de S/. 345,336.07 soles.

La puesta en marcha del proyecto descrito dentro de las ventajas mencionadas podemos resaltar la óptima operación de equipos y máquinas evitando paradas inesperadas, tiempos muertos, consiguiendo un aumento de su disponibilidad en un 95%.

En la parte económica se reducirá los costos de trabajos correctivos y de tiempos muertos todo ello traducido en pérdidas de producción; así mismo, con un plan de mantenimiento preventivo que contenga las actividades necesarias de trabajo se prolongará la vida útil de los equipos y máquinas, logrando reducir los costos de mantenimiento preventivo en un 15% y costos de sobretiempo de trabajo en un 40%, obteniendo un beneficio de S/. 95,865.05 soles.

En el aspecto laboral, se verá fortalecido por la mejora de los procesos de seguridad a las personas que operan directamente con el equipo; el trabajador realizará sus labores confiado en que no será víctima de alguna falla.

## ABSTRACT

In the company SETRAMI S.A.C. It was identified as an opportunity for improvement the implementation of control tools for maintenance management based on the Total Productive Maintenance (TPM) methodology for the following reasons: they currently lack a working procedure for the execution of preventive and corrective maintenance, Lack of materials and work tools, lack of training of personnel, lack of control indicators and inadequate storage of equipment, tools and materials, generating a cost of approximately S /. 1,137,366.90 soles. Reason why in a medium or long time the equipment could present failures, resulting in shutdowns - dead times, and the increase of corrective work, causing high costs of repair, and therefore its impact on production.

In the present project we implemented the Pillars of Scheduled Maintenance, Autonomous Maintenance, Training and 5 "S", which allowed us to achieve an impact in the maintenance area whose results were reflected in the optimization of resource use, in the economic aspect, Technological, labor and security, obtaining a cost reduction benefit of 44%, being an approximate of S /. 345,336.07 soles.

The implementation of the project described within the mentioned advantages we can highlight the optimal operation of equipment and machines avoiding unexpected stops, dead times, achieving an increase in availability by 95%. In the economic part will reduce the costs of corrective work and of dead time all this translated in losses of production; Likewise, a preventive maintenance plan containing the necessary work activities will extend the life of equipment and machines, reducing preventive maintenance costs by 15% and overtime costs by 40%, a profit of S /. 95.865.05 soles.

In the labor aspect, it will be strengthened by the improvement of the security processes to the people who operate directly with the equipment; the worker will perform his tasks confident that he will not be the victim of any failure.

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b>	<b>ii</b>
<b>EPIGRAFE</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>iii</b>
<b>LISTA DE ABREVIACIONES</b>	<b>iv</b>
<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>v</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vii</b>
<b>INDICE GENERAL</b>	<b>viii</b>
<b>INDICE DE CUADROS</b>	<b>x</b>
<b>INDICE DE DIAGRAMAS</b>	<b>xii</b>
<b>INDICE DE IMÁGENES</b>	<b>xiii</b>
<b>INDICE DE GRAFICOS</b>	<b>xiv</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>xv</b>
<b>CAPITULO 1</b>	<b>1</b>
<b>GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 Realidad Problemática	2
1.2 Formulación del Problema	11
1.3 Hipótesis	11
1.4 Objetivos	11
1.4.1 Objetivo General	11
1.4.2 Objetivos específicos	11
1.5 Justificación	12
1.6 Tipo de Investigación	13
1.7 Diseño de la Investigación	13
1.8 Variables	13



<b>CAPITULO 2</b>	<b>15</b>
<b>MARCO REFERENCIAL</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Antecedentes de la Investigación</b>	<b>16</b>
<b>2.2 Bases Teóricas</b>	<b>17</b>
<b>2.3 Definición de Términos</b>	<b>54</b>
<b>CAPITULO 3</b>	<b>57</b>
<b>DIAGNOSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL</b>	<b>56</b>
<b>CAPITULO 4</b>	<b>82</b>
<b>SOLUCIÓN DE LA PROPUESTA</b>	<b>82</b>
<b>CAPITULO 5</b>	<b>125</b>
<b>EVALUACIÓN ECONOMICA FINANCIERA</b>	<b>126</b>
<b>CAPITULO 6</b>	<b>127</b>
<b>RESULTADOS DE DISCUSIÓN</b>	<b>128</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>130</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>131</b>
<b>Recomendaciones</b>	<b>131</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>132</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>135</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01: Ranking de desempeño logístico en América y Caribe	4
Cuadro N° 02: Costos totales del área de mantenimiento	10
Cuadro N° 03: Cuadro de variables operacionales	13
Cuadro N° 04: Contrastación de indicadores	59
Cuadro N° 05: Diferencia de costos en mantenimiento preventivo	63
Cuadro N° 06: Costos de equipos	64
Cuadro N° 07: Costos de equipos obsoletos	65
Cuadro N° 08: Costos de mano de obra ociosa	69
Cuadro N° 09: Costos de materiales mantenimiento	71
Cuadro N° 10: Costos de materiales deteriorados	72
Cuadro N° 11: Costos totales de mantenimiento	74
Cuadro N° 12: Costos de impacto en operación y mantenimiento	76
Cuadro N° 13: Costos de sobretiempos	78
Cuadro N° 14: Costos de materiales deteriorados	80
Cuadro N° 15: Costos de sobretiempos	80
Cuadro N° 16: Costos totales del área de mantenimiento	81
Cuadro N° 17: Perfil del puesto supervisor	84
Cuadro N° 18: Perfil del puesto técnico de mantenimiento	85
Cuadro N° 19: Análisis de desempeño supervisor de mantenimiento	86
Cuadro N° 20: Análisis de desempeño técnico de mantenimiento 1	87
Cuadro N° 21: Análisis de desempeño técnico de mantenimiento 2	88
Cuadro N° 22: Plan de capacitación	89
Cuadro N° 23: Programa de capacitación	90
Cuadro N° 24: Costo de capacitaciones	88

Cuadro N° 25: Programa de mantenimiento preventivo y autónomo	93
Cuadro N° 26: Plan de entrenamiento	95
Cuadro N° 27: Costo de entrenamiento	96
Cuadro N° 28: Plan de entrenamiento	98
Cuadro N° 29: Costo de entrenamiento	99
Cuadro N° 30: Indicadores de mantenimiento	101
Cuadro N° 31: Lead time de materiales	103
Cuadro N° 32: Matriz RAM	104
Cuadro N° 33: Cotización de materiales	105
Cuadro N° 34: ABC de materiales y equipos	107
Cuadro N° 35: Régimen de limpieza en almacén	109
Cuadro N° 36: Reglas del área de mantenimiento	111
Cuadro N° 37: Plantilla para mantenimiento preventivo	113
Cuadro N° 38: Hoja de inspección de mantenimiento preventivo	114
Cuadro N° 39: Hoja de inspección de mantenimiento autónomo	115
Cuadro N° 40: Procedimiento de mantenimiento preventivo	117
Cuadro N° 41: Evaluación actual del mantenimiento	118
Cuadro N° 42: Diagnóstico de equipo T1H-913	119
Cuadro N° 43: Procedimiento mantenimiento preventivo 1	120
Cuadro N° 44: Procedimiento mantenimiento preventivo 1	122
Cuadro N° 45: Procedimiento mantenimiento preventivo 2	123
Cuadro N° 46: Procedimiento mantenimiento preventivo 3	124
Cuadro N° 47: Procedimiento mantenimiento preventivo 4	125
Cuadro N° 48: Contrastación de indicadores	127
Cuadro N° 49: Flujo de caja	129

Cuadro N° 50: Costos de mantenimiento correctivo	141
Cuadro N° 51: Costos de mantenimiento preventivo	142
Cuadro N° 52: Mano de obra mantenimiento preventivo	143
Cuadro N° 53: Indicadores de mantenimiento	144
Cuadro N° 54: Planificación de capacitaciones	146
Cuadro N° 55: Planificación de mantenimiento	148
Cuadro N° 56: Control de mantenimiento preventivo	149
Cuadro N° 57: Tareas de mantenimiento autónomo	151
Cuadro N° 58: Lista de verificación de mantenimiento autónomo	152
Cuadro N° 59: Matriz de impacto ambiental	154
Cuadro N° 60: Metodologías e indicadores	156

## ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama N° 01: Funciones básicas del Mantenimiento	23
Diagrama N° 02: Ciclo del Mantenimiento	26
Diagrama N° 03: Estrategias del Mantenimiento	30
Diagrama N° 04: Pilares del TPM	35
Diagrama N° 05: Pronostico de carga de mantenimiento	37
Diagrama N° 06: Recursos de mantenimiento	38
Diagrama N° 07: Actividades de organización	40
Diagrama N° 08: Actividades de control	41
Diagrama N° 09: Bosquejo de programa de capacitación	48
Diagrama N° 10: Diseño eficaz del mantenimiento	49
Diagrama N° 11: Técnicas de diagnóstico	53
Diagrama N° 12: Auditoria del mantenimiento	55
Diagrama N° 13: Diagrama de Ishikawa del área de Mantenimiento	58
Diagrama N° 14: Diagrama de almacenamiento de materiales y equipos	110

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 01: Funciones y objetivos de mantenimiento	27
Imagen N° 02: Tablero de control de capacitación	60
Imagen N° 03: Demoras en el mantenimiento preventivo	62
Imagen N° 04: Equipos usados inadecuadamente	64
Imagen N° 05: Lista de equipos obsoletos	65
Imagen N° 06: Tablero de control de mantenimiento	66
Imagen N° 07: Vale de salida de materiales	68
Imagen N° 08: Factura de materiales	70
Imagen N° 09: Almacenamiento de aceites y filtros	72
Imagen N° 10: Registro de kilometraje	73
Imagen N° 11: Presencia de fuga de aceite	75
Imagen N° 12: Correo consulta	77
Imagen N° 13: Cilindros de basura	79
Imagen N° 14: Layout de almacén mantenimiento	108

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01: Participación de regiones aplicando 3PL	3
Gráfico N° 02: Participación de transporte	5
Gráfico N° 03: Tipo de razón Social	7
Gráfico N° 04: Capacidad de vehículos de transportistas	8
Gráfico N° 05: El Impacto del Mantenimiento y los Beneficios	20
Gráfico N° 06: Costos del Mantenimiento	21
Gráfico N° 07: Costos totales mantenimiento	61
Gráfico N° 08: Costos totales mantenimiento	67
Gráfico N° 09: Costos totales de mantenimiento correctivo	78

## INTRODUCCIÓN

El siguiente proyecto de estudios se realizó en la empresa SETRAMI S.A.C. en el área de mantenimiento la cual se dedica con mucho éxito a la actividad de transporte de materiales como operador logístico.

En el capítulo uno se ejecutó una investigación general de la empresa, definiendo su realidad problemática donde se identificó los principales problemas del área y posteriormente se realizó la formulación del problema, hipótesis y objetivos tanto general como específicos.

En el capítulo dos se desarrolló el marco referencial teórico, teniendo en cuenta los principales temas a abordar enfocado en TPM – Mantenimiento Productivo Total y sus pilares, a la vez de otros conceptos relacionados con la gestión de mantenimiento.

En el capítulo tres se realizó el diagnóstico de la realidad actual, con la ayuda de Diagrama Ishikawa se definieron las causas y el problema principal, luego realizamos el costeo respectivo haciendo uso de diferentes indicadores, obteniendo como resultado el costo total actual de S/. 1,137,366.90 soles.

En el capítulo cuatro, se determinó e implementó la propuesta de TPM- Mantenimiento Productivo Total, desarrollando cada uno de sus pilares con el objetivo de dar solución al problema encontrado, logrando disminuir los costos totales de mantenimiento en un 44% del costo actual, siendo un beneficio de S/. 345,336.07 soles.

En el capítulo cinco, se ejecutó la evaluación financiera de la propuesta de mejora, con la finalidad de corroborar su viabilidad obteniendo un TIR de 27% y un VAN de S/. 6,115.19, demostrando su rentabilidad.

Finalmente, en el capítulo seis se presentan los resultados finales, conclusiones y recomendaciones del proyecto.



# **CAPITULO 1: GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN**

## 1.1. Realidad Problemática

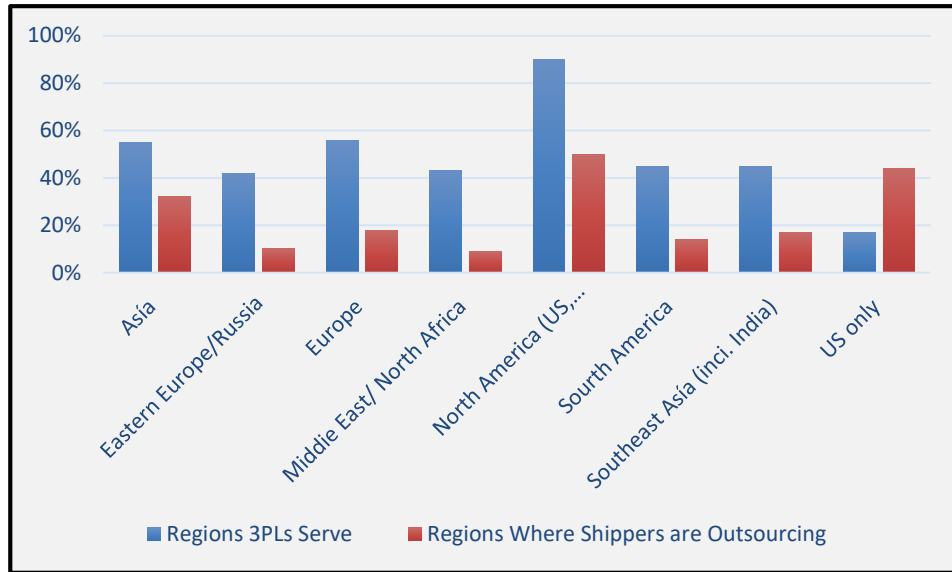
La competitividad de las organizaciones hoy en día está vinculada (de manera cada vez más enfática) a la administración de sus cadenas de suministro, este escenario hace que éstas se dediquen totalmente a la esencia de su corebusiness, con ello, ha crecido la necesidad de tercerizar los procesos que no compatibilizan con el giro del negocio a diversas empresas dedicadas al outsourcing. Sin embargo, no implica el hecho que estos procesos tercerizados sean vistos como procesos no estratégicos, al contrario, las organizaciones emplean una estrategia muy relevante como es el caso de la diferenciación en el servicio, con la colaboración de empresas expertas que dan mayor valor agregado a los procesos que les son delegados, convirtiéndose finalmente en sus socios estratégicos. (Rodrigues.J, 2014)

Salas. R (2014), en la revista énfasis logística, mencionó que de acuerdo con el informe internacional denominado Tendencias en 3PL/Customer Relaciones-2013, de Armstrong & Associates, el 86% de las compañías del Domestic Fortune 500 utilizan a los 3PL "Third Party Logistics" (logística tercerizada) para funciones de logística y cadena de suministro.

A nivel México, la consultora AT Kearney identificó que a finales de 2011 la industria del 3PL registró la madurez suficiente para mostrar un crecimiento importante; la inquietud entre las empresas no sólo era a tercerizar más, sino a que se generara el valor que se promete a la hora de subcontratar un servicio o proceso.

En un artículo informativo realizado en junio de 2014, DHL SupplyChain analiza la parte del valor agregado que actualmente está brindando el operador logístico a la industria y considera que un buen 3PL debe ser capaz de adaptar las soluciones que ofrece a las necesidades específicas de cada cliente, canal, país y aportar experiencia en las cadenas de suministro para cubrir posibles vacíos que existan en las empresas que los contratan.

### GRÁFICO N°1: Participación de Regiones Aplicando 3PLS.









**FUENTE: Revista Énfasis Logística, 2013.**

En ese sentido, la mayoría de las organizaciones considera que asociarse con un proveedor externo aporta el conocimiento y experiencia necesarios para encarar el reto que representa la adecuación de sus cadenas de suministro, las cuales son cada vez más complejas e interdependientes. Es por ello, revela la compañía, que se espera que el gasto por contratación de 3PLs llegue al 14% del costo total en logística hacia 2015.

Bajo esa premisa, el proveedor logístico de hoy tiene ante sí retos claves, pero también cada vez mayor número de nichos y áreas de oportunidad específicos que demandan soluciones y respuestas a la medida del cliente.

CUADRO N°01: Ranking del Índice de Desempeño Logístico en América Latina y Caribe.

Puesto	Países	LPI (Promedio total)	 Aduanas	 Infraestructura	 Envíos internacionales	 Competencia logística	 Búsqueda & rastreo	 Puntualidad
39	Chile	3.17	35	37	44	46	41	54
45	Brasil	3.13	78	46	41	41	33	49
47	Mexico	3.06	66	47	43	44	49	55
49	Argentina	3.05	83	52	32	51	38	72
56	Uruguay	2.98	40	55	60	48	61	81
<b>60</b>	<b>PERU</b>	<b>2.94</b>	<b>58</b>	<b>67</b>	<b>66</b>	<b>56</b>	<b>60</b>	<b>62</b>
61	Panamá	2.93	74	51	79	63	57	56
64	Colombia	2.87	64	68	78	52	85	57
74	Guatemala	2.8	68	81	75	71	73	77
79	Ecuador	2.76	98	76	67	90	96	59
82	Costa Rica	2.75	80	80	69	101	72	78
90	Bolivia	2.61	89	109	104	97	82	103
93	El Salvador	2.6	114	95	108	95	92	89
105	Honduras	2.53	91	111	86	109	126	108
111	Venezuela	2.49	134	129	109	123	100	79

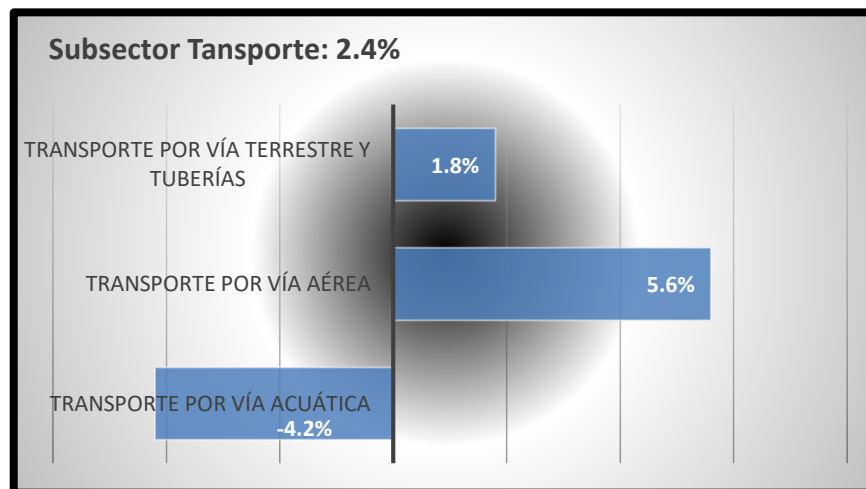
FUENTE: RANSA S.A, 2014

En el Perú, es cada vez más frecuente que las organizaciones tiendan a recurrir al servicio de tercerización al momento de ejecutar labores que no pertenecen al corebusiness de la empresa, por lo que su participación en el mercado logístico ha crecido vertiginosamente. Según el 13º Estudio Anual de Tercerización en Logística 2008, el 40% de las empresas peruanas recurren al servicio de tercerización para manejar el tema logístico de su empresa. Sperber. L (2009).

Según el INEI (2014), en los meses de Enero – Diciembre del 2014, el sector transporte, almacenamiento y mensajería creció en 2.67%, explicado por la variación positiva del subsector transporte en 2.44%, almacenamiento y mensajería en 3.30%.

El avance del subsector transporte, fue determinado por el mayor aporte del transporte de pasajero y carga por carretera en 1.78%; así como el aumento del transporte por tubería en 4.65%; sustentado principalmente por el mayor transporte de gas natural. Coadyuvó al resultado positivo el aumento del transporte aéreo de carga y pasajero en 5.64%.

**GRAFICO N°2: Participación Transporte**



**FUENTE: INEI, 2014**

El Sector de transporte pesado creció 20% durante la segunda mitad del 2011. En diciembre del año pasado se registraron 132,667 vehículos,

mientras que las empresas del rubro llegaron a ser más de 46 mil, lo que complica la competencia.

(La flota de vehículos de carga pesada incrementó un 20% entre julio y diciembre del 2011, manteniendo así un crecimiento constante. Esto, paralelo al aumento de empresas en el rubro (de 40,669 a 46,208) determinaron un paisaje complicado con un mercado atomizado y complejo.

Además, el mercado registra una tendencia a la consolidación de las empresas grandes. Entre enero y junio de este año, la compra de camiones y remolcadores incrementó un 20% con respecto al 2011, según la Asociación de Representantes Automotrices del Perú (Araper).

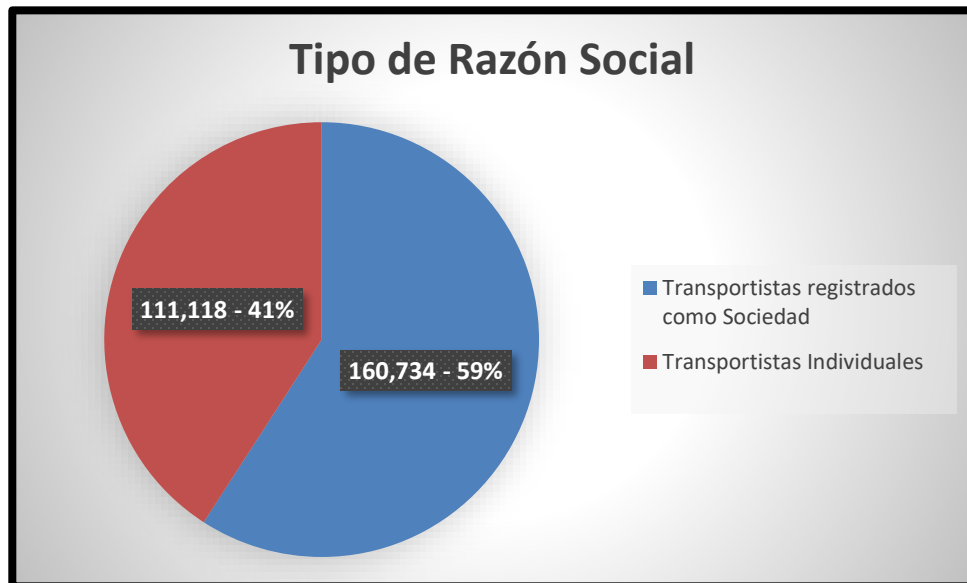
A diciembre del 2014, el número de empresas de más de 50 vehículos crecieron en 11.9%. La tendencia demuestra que las grandes empresas se han consolidado más, sus flotas empiezan a crecer y las más pequeñas comienzan a reducir paulatinamente su ritmo de crecimiento”, anota el informe del Cidatt. Lima y Callao, presentan una particularidad muy especial respecto a otras ciudades; en este caso, por las vías urbanas circula no sólo la carga propia de la ciudad, sino que también se traslada la mayor cantidad de importaciones y exportaciones del país. De este modo, el crecimiento de la economía en general, representado por el aumento del PBI, así como el incremento en exportaciones e importaciones necesariamente implica el crecimiento también del Transporte de Carga Terrestre, lo cual finalmente es positivo para el país y la ciudad en particular.

Los 59,109 transportistas registrados poseen 160,734 unidades tractoras circulando por el país (diciembre 2010), de los cuales el 92% en promedio no poseen más de cuatro vehículos, el 2% de las Empresas operan flotas de más de 10 unidades y solamente el 0.3% conducen flotas de más de 50 vehículos, esta situación es más aguda en las zonas de

sierra y selva en donde los que prestan servicio, son propietarios de una o a lo máximo dos unidades.

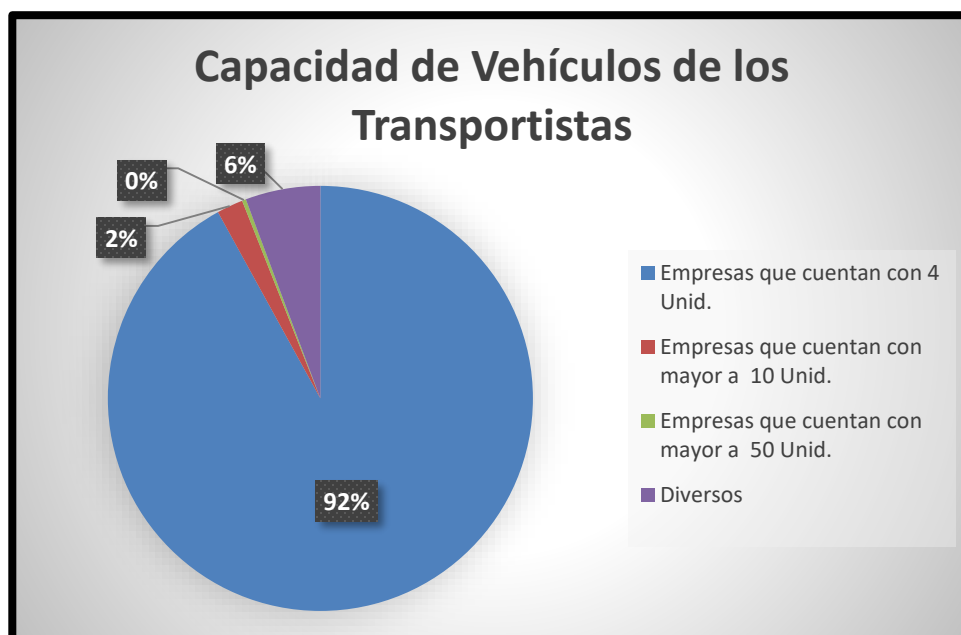
Adicionalmente se estima que existen aproximadamente 111,118 camiones que operan sin estar registrados, mayormente transportistas individuales que operan con un solo vehículo.

**GRÁFICA N°3: Tipo de Razón Social**



**FUENTE: INEI, 2014**

**GRÁFICA N°4: Capacidad de Vehículos de Transportistas.**



**FUENTE: INEI, 2014**

La Empresa “Servicios de Transporte Mina SAC”, realiza el transporte terrestre de carga a nivel nacional, inicia sus operaciones comerciales en el mes de enero de 2000. Al pasar el tiempo, apelando a los crecimientos de las necesidades del mercado, a la solidez y prestigio ya alcanzados, tuvo que ampliar sus servicios de transporte y almacenamientos de mercaderías. Sus servicios se ocupan desde recepción de su carga, la manipulación de estos, el traslado y entrega final.

En el área de Mantenimiento detectamos que el principal problema son los elevados costos representando el 30% de los ingresos, debido a las constantes fallas presentadas en los vehículos con una disponibilidad actual de 85% y el alto costo de trabajos correctivos siendo un 75% de los costos totales de mantenimiento. También observamos que no cuentan con ninguna herramienta de control para el mantenimiento preventivo generando incumplimiento de trabajos en un 65% y falta de aplicación de mantenimiento predictivo – preventivo, a la vez falta de capacitación para



el personal, originando un inadecuado uso de equipos y herramientas. Presencia de equipos y herramientas obsoletas, también carecen de materiales para la ejecución de los trabajos generando retrasos de 2 a 4 horas, a la vez carecen de estantes para guardar sus materiales, herramientas y equipos. No cuentan con zonas específicas para ejecutar los trabajos de mantenimiento y sobre todo para arrojar los residuos peligrosos.

A continuación, mostramos el diagrama Ishikawa del área de mantenimiento y cuadro con sus respectivos costos para una mayor ilustración sobre las causas y el problema:

**Cuadro N° 2: Costos Totales del Área de Mantenimiento.**

			<b>COSTOS DIAGNOSTICO</b>
<b>ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>	<b>MANO DE OBRA</b>	Falta de capacitación	S/. 204,745.70
		Falta de cumplimiento en el trabajo.	S/. 46,990.62
	<b>EQUIPOS</b>	Inadecuado uso de los equipos.	S/. 5,264.32
		Existencia de equipos obsoletos.	S/. 6,991.95
	<b>MATERIALES</b>	Falta de materiales	S/. 2,906.25
		Elevados costos de los materiales	S/. 211,086.97
		Materiales mal almacenados	S/. 11,766.13
	<b>METODOS</b>	Falta de herramientas de control para el mantenimiento.	S/. 251,736.32
		Trabajos de mantenimiento mal ejecutados.	S/. 125,844.94
		Falta de procedimientos de trabajo en mantenimiento preventivo y predictivo.	S/. 1,812.50
	<b>MEDIO AMBIENTE</b>	Inadecuadas zonas para residuos peligrosos.	S/. 13,578.63
<b>MEDICION</b>	Falta de indicadores.	S/. 254,642.57	
			<b>S/. 1,137,366.90</b>

**FUENTE: Elaboración Propia, 2017**

## **1.2. Formulación del Problema**

¿Cuál es el efecto del proyecto de mejora del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en los costos de mantenimiento de la empresa SETRAMI S.A.C.?

## **1.3. Hipótesis**

Aplicando Mantenimiento Productivo Total (TPM) se reducen los elevados costos de mantenimiento en la empresa SETRAMI S.A.C

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Reducir los elevados costos de mantenimiento aplicando Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la empresa SETRAMI S.A.C.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Analizar información respecto a los costos del área de mantenimiento, para identificar los elevados costos actuales y su impacto sobre los ingresos.
- Analizar las herramientas que conforman la metodología TPM, a aplicar en el área de mantenimiento para la reducción de los costos.
- Plantear alternativas de mejora para lograr la reducción de costos en el área de mantenimiento.
- Implementar programa de mantenimiento Productivo total para reducir elevados costos en trabajos correctivos.
- Implementar herramientas de control para mejorar procedimientos de trabajo.

- Supervisar y controlar cumplimiento de mejoras para asegurar la disponibilidad de las máquinas.
- Ejecutar evaluación financiera con los valores de VAN, TIR y costo - beneficio para verificar la viabilidad del proyecto.

## **1.5. Justificación**

### **a. Criterio Teórico**

Esta investigación aportará con información pertinente para la solución de los problemas identificados en las distintas áreas: operaciones, mantenimiento, logística y seguridad y salud ocupacional, permitiendo conocer métodos y teorías que serán usadas durante el proceso de investigación.

### **b. Criterio Práctico o Aplicativo**

Mediante el uso de herramientas y técnicas de estudio en nuestra carrera de Ingeniería Industrial se podrá resolver la problemática de la empresa, ejecutando diferentes planes tales como: capacitación de operarios, evaluación de costos, medición de tiempos muertos, manejo de materiales. De este modo lograremos mejorar el área de Operaciones, área de Mantenimientos, área de Logística y área de Seguridad e incrementar la rentabilidad de la empresa.

### **c. Criterio Valorativo**

Valorativo porque la investigación aportará en las futuras decisiones del gerente y por consiguiente mejorara la relación con los clientes, quienes podrán calificar el nuevo desempeño de la empresa. A la vez permitirá brindar solución a los distintos problemas que se presentan actualmente generando un impacto positivo en el desarrollo de sus operaciones.

### **d. Criterio Académico**

De carácter académico porque la investigación a realizar nos ayudará a mejorar como futuros profesionales brindando experiencia práctica además de servir de apoyo para otras futuras investigaciones.

## 1.6. Tipo de Investigación

### 1.6.1. Por la orientación

- Esta investigación por la orientación será del tipo aplicada.

### 1.6.2. Por diseño

- Por el diseño la investigación será del tipo pre-experimental

## 1.7. Diseño de la Investigación

- Por el diseño la investigación será del tipo pre-experimental

## 1.8. Variables

- Variable dependiente: Costos de mantenimiento.
- Variable independiente: Mantenimiento Productivo Total (TPM).

## Cuadro de Variables Operacionales

**Cuadro N° 03: Cuadro de variables Operacionales**

	INDICADOR	FORMULA
VARIABLE INDEPENDIENTE TPM	MTBF	$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de operación}}{N^{\circ} \text{ de paradas correctivas}}$
	MTTR	$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones correctivas}}{N^{\circ} \text{ de reparaciones correctivas}}$
	OEE	$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Operativo}}{\text{Tiempo planificado}}$ $\text{Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo Funcionamiento}}{\text{Tiempo Operativo}}$

<b>VARIABLE INDEPENDIENTE COSTOS DE MANTENIMIENTO</b>	Costos de trabajos correctivos	$MC = MO + MD$ $MO = \text{mano de obra.}$ $MD = \text{Materiales directos.}$
	Costos de trabajos preventivos	$MP = MO + MD$ $MO = \text{mano de obra.}$ $MD = \text{Materiales directos.}$
	Costo de equipos obsoletos	$CAEO = CTE - EOP$ $CAEO = \text{Cantidad de equipos obsoletos.}$ $CTE = \text{Cantidad de equipos totales}$ $EOP = \text{Equipos operativos}$
	Costo de mano de obra	$MO = \text{Sueldo de personal}$
	Costo de materiales	$CM = \text{Costo de materiales}$
	Costos de impacto en la operación	$CI = CMO + CIO$ $CMO = \text{costo de mano de obra}$ $CIO = \text{costo de oportunidad}$
	Costo de materiales deteriorados	$CMD = \text{Costo de materiales deteriorados}$

**FUENTE: Elaboración propia, 2017.**

### **Diseño de contrastación: Pre Experimental**

$X_1$  → Costos antes de O

O → Método TPM

$X_2$  → Costos después de O

$X_1$  → O →  $X_2$

Dónde:  $X_1 > X_2$

# **CAPITULO 2:**

# **MARCO REFERENCIAL**

## **2.1. Antecedentes de la Investigación**

### **A. Antecedentes internacionales**

- En la tesis titulada “Optimización del mantenimiento preventivo en función del costo en la empresa Bioalimantar CIA. LTDA.”, elaborada por Garcés, M en el año 2011. Se logró optimizar el mantenimiento preventivo reduciendo el costo total en 7.3% del año 2009 al 2010.
- En la tesis titulada “Implementación de un sistema de inspección para la unidad de chancado – División el teniente”, elaborada por Opazo, C en el año 2010, logró disminuir las acciones correctivas en un 30% de la planta implementando un sistema de inspección técnica a los equipos de planta.

### **B. Antecedentes Nacionales**

- En la tesis titulada “Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad a motores a gas de dos tiempos en pozos de alta producción”, elaborada por Costa, M en el año 2010, implementando un sistema de mantenimiento centrado en la confiabilidad logró reducir en 34.7% las fallas presentadas en los motores.
- En la tesis titulada “Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento en una empresa productora de alimentos de consumo masivo”, elaborada por García, A, demostró que implementando un mantenimiento preventivo trae como consecuencia la disminución de los gastos en 30 % de los trabajos correctivos.



### **C. Antecedentes locales**

- En la tesis titulada “Propuesta de mejora de la gestión de trabajo del área de mantenimiento de la empresa Minera Barrick Misquichilca S.A., Lagunas Norte” elaborada por Rodríguez, J en el año 2012, logró aumentar la disponibilidad de los equipos a 95%, evitando la falla de los mismos, impacto económico que se refleja en el ahorro de US\$ 1 755,455 al año.
- En la tesis titulada “Propuesta de Implementación de Mantenimiento Autónomo en el área de envasado de cervezas en la U.C.P. Backus & Johnston – Planta Motupe” elaborada por Meza, M y Barba, P en el año 2012, lograron reducir la frecuencia de trabajos correctivos en la línea de transmisión LT1136 reduciendo los costos de mantenimiento en un 20%.

## **2.2. Base Teórica**

### **A. Definición, Objetivo y Funciones del Mantenimiento**

Podemos definir el mantenimiento como el conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que estos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados. (Boero,C, 2008)

Según Jasper, L (2008) el objetivo del Mantenimiento es conservar todos los bienes que componen los activos de la empresa en las mejores condiciones de funcionamiento, con un muy buen nivel de confiabilidad, calidad y al menor costo posible. Estos altos niveles se trasladan directamente a la capacidad de producción, productividad y así a los beneficios de la empresa.

Deben existir mecanismos (procesos) dentro de la organización del mantenimiento para asistir a la gestión dentro de la función de mantenimiento. Estos incluyen procesos adecuados de gestión de planificación, procesos para la medición del rendimiento del

departamento de mantenimiento y procesos para realizar auditorías regulares (anuales). (Dounce, E, 2009)

Mora, L (2009), menciona que los resultados de la organización de Mantenimiento dependen de una adecuada ejecución de un plan de mantenimiento y del rendimiento general (calidad, programación y eficiencia) de la fuerza de trabajo. Esto necesita la implementación de un adecuado sistema operacional de Mantenimiento (Ver diagrama 1).

A la vez debe mantenerse el nivel correcto de tecnología de Mantenimiento para soportar el plan de mantenimiento. Esto incluye recursos (talleres, almacén, equipo de manipuleo, equipo de limpieza, recursos para las maquinas, etc.), herramientas y recursos para el monitoreo de condición (equipos para la medición y análisis de la vibración, recursos para el análisis de aceites, equipo de termografía, etc.). Un adecuado diseño del ambiente de mantenimiento, los recursos y la organización deberían diseñarse alrededor de un adecuado pensamiento de la logística de Mantenimiento.

También debemos tener en cuenta el nivel de desarrollo del personal de mantenimiento, lo cual incluye un entrenamiento formal (como ingeniero, técnico, etc.), una gestión y supervisión del entrenamiento, entrenamiento en tecnología específica y entrenamiento en tecnologías de mantenimiento.

Cuando se habla de reducir los costos de producción se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Optimizar la disponibilidad de equipos e instalaciones para la producción.
- Se busca reducir los costos de las paradas de producción ocasionadas por deficiencia en el mantenimiento de los equipos, mediante la aplicación de una determinada cantidad de mantenimiento en los momentos más apropiados

- Incrementar la vida útil de los equipos. Uno de los objetivos evidentes del mantenimiento es el de procurar la utilización de los equipos durante toda su vida útil. La reducción de los factores de desgastes, deterioros y roturas garantiza que los equipos alcancen una mayor vida útil.

Según Duffa,S (2010), el mantenimiento tradicionalmente es visto como un centro de costo. Es esencialmente verdadero que el mantenimiento es una función de apoyo, que opera a cierto costo, no tan fácilmente controlado. Algo que frecuentemente no es apreciado es que el mantenimiento tiene un impacto significativo en los beneficios de la empresa a través de la disponibilidad, la confiabilidad y la operatividad del equipo.

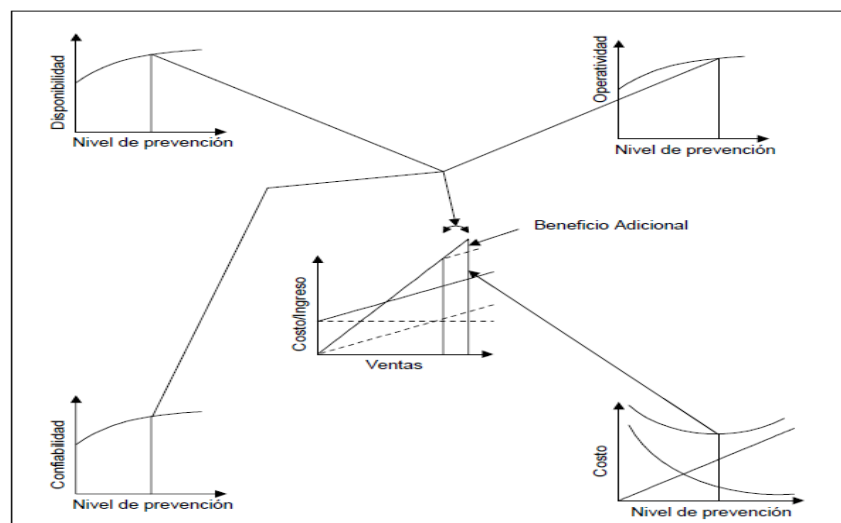
Esto inevitablemente conduce a completar un cambio en el enfoque de gestión del mantenimiento si lo entendemos adecuadamente. Para ilustrar esto, discutiremos los siguientes gráficos:

En el siguiente gráfico podemos observar:

- **Gráfico de disponibilidad:** Este gráfico describe el aumento de la disponibilidad con el aumento del nivel de prevención. Las paradas de maquina disminuyen considerablemente después de la implementación de niveles de prevención básica trayendo como consecuencia el poder contar en el tiempo y espacio el requerimiento de los equipos y maquinas necesarias para la operación.
- **Gráfico de Operatividad:** La misma tendencia que la mostrada con el gráfico de disponibilidad, aunque la ganancia esta menos marcada. Con un nivel alto de prevención los equipos mantendrán sus sistemas en óptimas condiciones manteniendo su operatividad es decir el poder determinar la eficiencia del sistema productivo.

- **Gráfico de Confiabilidad:** es la probabilidad de que los equipos y máquinas se desempeñen correctamente dentro del proceso productivo durante un tiempo establecido y bajo determinadas condiciones de operación. El nivel de prevención aumenta el nivel de confiabilidad, ya que un correcto mantenimiento evitará fallas futuras conllevando al aumento de productividad.

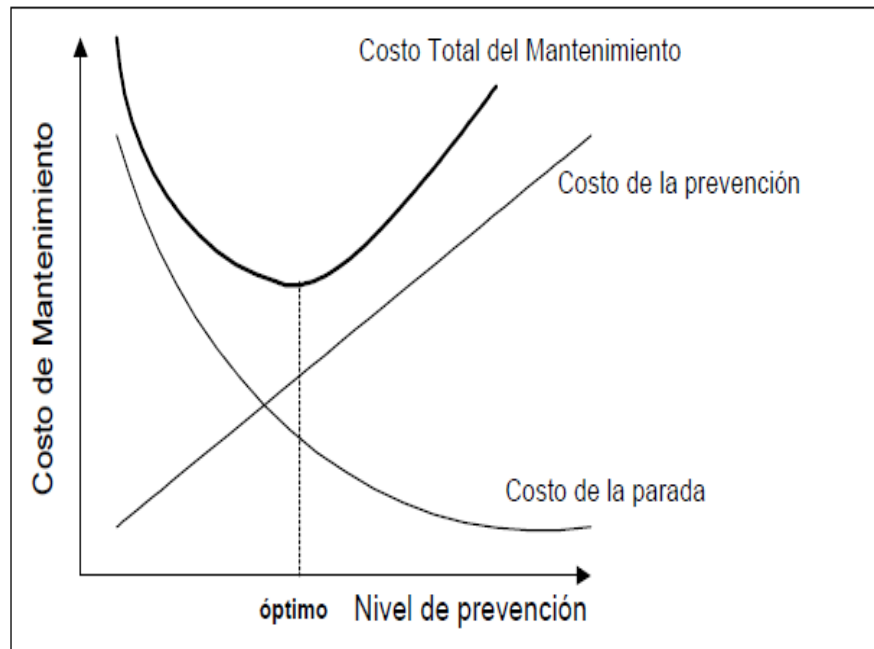
**GRAFICO N° 05: El Impacto del Mantenimiento en los Beneficios**



**FUENTE: Duffa, S, 2009.**

- **Gráfico de Costo de Mantenimiento:** este gráfico, mostrado abajo, describe el costo del mantenimiento con el aumento del nivel de prevención. Como el nivel de prevención aumenta, el costo de las paradas disminuye en forma hiperbólica. Al mismo tiempo el costo de la prevención aumenta con el aumento del nivel de prevención. El diagrama de costo total, el cual es la suma del costo de la parada y el costo de la prevención, muestra un mínimo muy marcado. Este es el nivel de prevención que debería alcanzarse si el mantenimiento es gestionada como un centro de costo.

### GRAFICO N° 06: Costo del Mantenimiento



**FUENTE: Duffa, S, 2010.**

Debemos maximizar el aprovechamiento de los recursos disponibles para la función del mantenimiento. Es aquí donde se debe analizar la conveniencia o no de continuar prestando el servicio de mantenimiento a una máquina que presenta problemas de funcionamiento o buscar su reemplazo. Reducir los costos de operación y reparación de los equipos. La planificación del mantenimiento reduce los costos de operación y reparación de los equipos industriales. Los programas para la lubricación, limpieza y ajustes de los equipos permiten una reducción notable en el consumo de energía y un aumento en la calidad de los productos terminados. A mayor descuido en la conservación de los equipos, mayor será la producción de baja calidad. (Rey, F, 2008)

Referente al tema de la seguridad industrial, podemos decir que el objetivo más importante desde el punto humano es garantizar con el mantenimiento la seguridad de operación de los equipos. (Boero, C, 2008)

Según Mora, L (2009), para poder cumplir estos objetivos es necesario realizar algunas funciones específicas a través del departamento de mantenimiento, tales como:

- Administrar el personal de mantenimiento
- Programar los trabajos de mantenimiento
- Establecer los mecanismos para retirar de la producción aquellos equipos que presentan altos costos de mantenimiento
- Proveer al personal de mantenimiento de la herramienta adecuada para sus funciones.
- Mantener actualizadas las listas de repuestos y lubricantes.
- Adiestrar al personal de mantenimiento sobre los principios y normas de seguridad industrial.
- Disponer adecuadamente de los desperdicios y del material recuperable.

## DIAGRAMA N° 01: Funciones Básicas del Mantenimiento



**FUENTE: Elaboración Propia (Mora, L, 2009).**

### B. El Ciclo del Mantenimiento

Boero, C (2009) menciona que el ciclo de Mantenimiento, consiste de 2 ciclos superpuestos. El ciclo exterior representa el proceso de gestión en la organización del mantenimiento, mientras que el ciclo interno representa el proceso operacional y técnico.

El sub-ciclo de gestión tiene 5 procesos integrados:

- Política de Mantenimiento

Cada departamento de mantenimiento debería tener como fuerza de mando un documento que establece lo que el departamento desea lograr. La política de Mantenimiento describe, en términos amplios, la dirección en la cual el grupo de gestión del mantenimiento desea conducir la organización del mantenimiento. Y, como el funcionamiento de la

organización del mantenimiento es descrito por el ciclo de Mantenimiento, luego el documento de política debería “diseñar” su propio ciclo de Mantenimiento. Este debe establecer la posición de la compañía en cada uno de sus ediciones. El documento de política típicamente es descrito y posteriormente revisado anualmente por el grupo de gestión del Mantenimiento, empleando el Ciclo de Mantenimiento como guía. En este punto, los resultados de la auditoría anual de Mantenimiento deberían estar disponibles para guiar al grupo a través del proceso.

- **Objetivos**

El grupo de gestión del mantenimiento debería, al menos en una base anual, mantener y actualizar los objetivos del departamento. Esto debería basarse y alinearse con la estructura definida en la política de mantenimiento.

- **Planificación de la gestión**

Basado en el documento de políticas y objetivos del mantenimiento, el grupo de gestión del mantenimiento planea el funcionamiento de la organización del Mantenimiento. Este proceso de planificación comienza típicamente luego de finalizar el ejercicio de establecimiento de objetivos.

- **Auditoría de Mantenimiento**

Debería realizarse una auditoría formal del departamento al menos una vez al año. Esto incluye una auditoría estricta y una suave. La auditoría estricta consiste en una inspección adecuada de toda la planta, empleando una lista de verificación bien definida y un mecanismo de evaluación. La auditoría suave, por otro lado, audita la gestión del mantenimiento y las



habilidades del sistema técnico para asegurar los logros a largo plazo de los resultados requeridos por la política y objetivos.

- **Medición del rendimiento del Mantenimiento**

Una combinación de varias medidas de rendimiento dentro de una medida simple da una indicación del éxito con la cual las políticas de mantenimiento son seguidas. La gestión del Mantenimiento tiene que encontrar un equilibrio sutil de si se practica un nivel óptimo de mantenimiento. Para ser capaz de hacerlo, los gerentes de mantenimiento necesitan información que les permita encontrar los puntos relevantes del equilibrio.

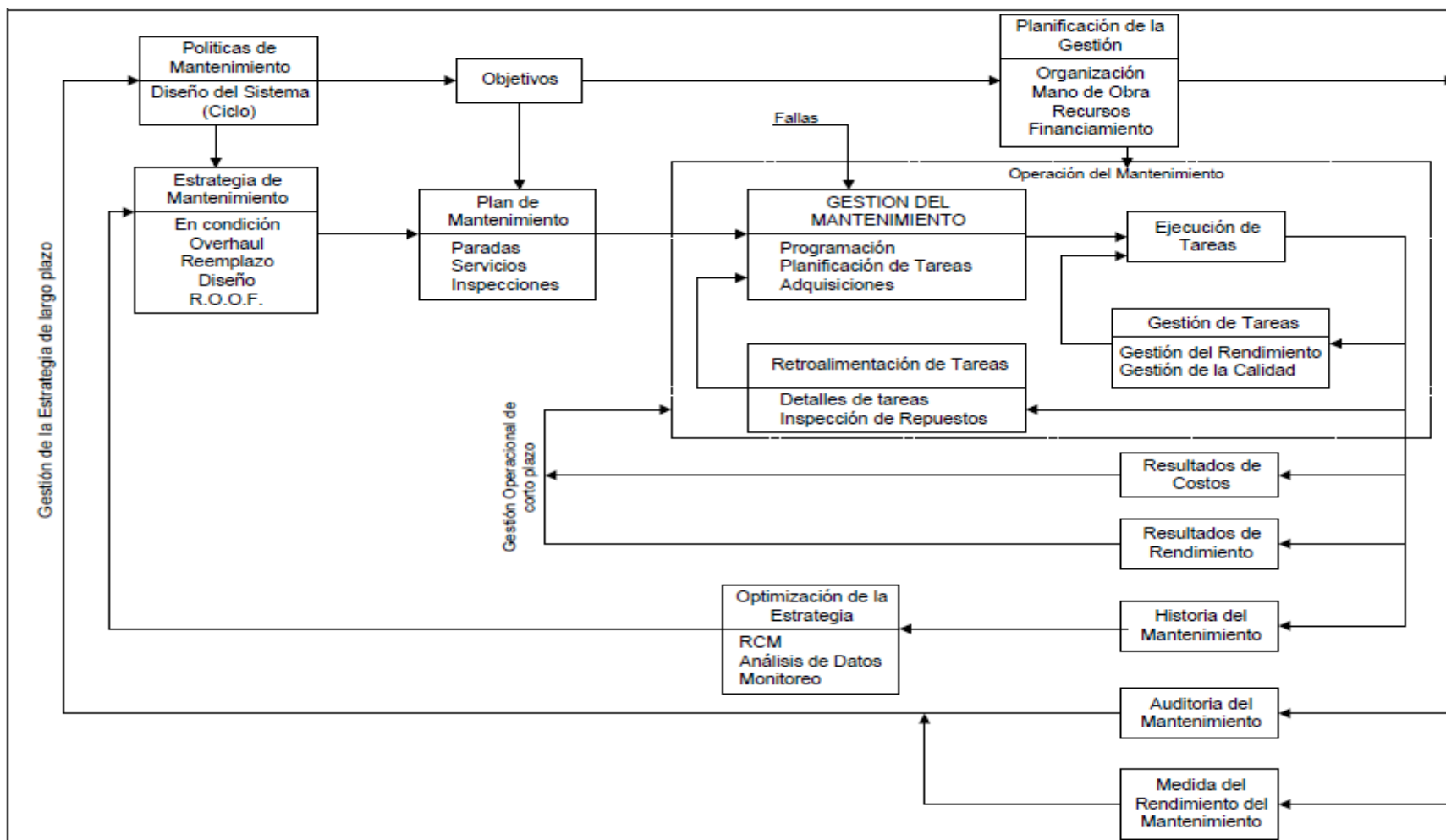
- **La planificación del Mantenimiento**

Esto incluye los tres bloques, la estrategia de Mantenimiento, el plan de Mantenimiento y la optimización de la estrategia.

- **Operación del Mantenimiento**

Este proceso, contenido dentro del rectángulo punteado, consiste de los bloque de gestión del mantenimiento, ejecución de las tareas y la gestión de tareas.

**DIAGRAMA N° 03: Ciclo del Mantenimiento**



FUENTE: TECSUP, 2012.

## **C. Estrategias de Mantenimiento**

Según Jasper, L menciona las siguientes estrategias de mantenimiento:

### **A. Mantenimiento Preventivo**

El mantenimiento preventivo puede estar basado en el uso o basado en la condición. Todas las estrategias de Mantenimiento que apuntan a la prevención de la falla desde que ocurre son de la clase de Mantenimiento Preventivo.

#### **a) Mantenimiento basado en el uso**

La forma tradicional de prevención de la falla desde que ocurre es reemplazando o reacondicionando el ítem (sub-sistema o componente) antes que ocurra la falla. El argumento intuitivo es que el mantenimiento planeado periódicamente debería conducir a la prevención de demoras innecesarias de la producción.

El mantenimiento basado en el uso puede a su vez dividirse en:

- Mantenimiento basado en la edad

Las acciones de mantenimiento son emprendidas regularmente basadas en la edad del equipo. Ejemplos son los trabajos de mantenimiento programados basados en las horas de funcionamiento del equipo, tonelaje manejado, productos producidos, kilómetros recorridos.

- Mantenimiento basado en la fecha

Las acciones de mantenimiento son emprendidas regularmente basadas en el tiempo calendario vencido, sin considerar la intensidad de la producción. Ejemplos

son las paradas anuales, bi-anuales para realizar un trabajo reglamentado.

Las tareas de mantenimiento basadas en el uso pueden clasificarse en las siguientes clases:

- Overhaul programado – la maquina o componente es completamente desmantelada y reacondicionada hasta casi tan buena como una nueva.
- Reemplazo programado – el ítem (sub-ensamble o componente) es desechado y reemplazado por una nueva unidad.
- Servicios de rutina – la planta / máquina recibe un servicio durante el cual se hacen rutinas de chequeo, cambios de aceite y filtros, engrase y alineamiento.

#### **b) Mantenimiento predictivo (basado en la condición)**

Este tipo de estrategia es aplicable a cualquier modo de falla donde se encuentre que es técnicamente posible y rentable – tiene un lugar especial en los casos donde el riesgo de falla (tasa de riesgo) no aumenta con la edad y el mantenimiento basado en el uso no puede ser usado en esos casos.

La condición del equipo / componente es medido a intervalos predeterminados, para detectar cuando el componente fallará. Solo luego será programado un reemplazo / overhaul. Se pueden identificar dos tipos principales de mantenimiento basado en la condición:

- Inspección: emplea los cinco sentidos de una persona (ingeniero, técnico, operador) para determinar la condición del equipo o componente. Esto puede incluir el uso de instrumentos que mejoran el uso de los sentidos a través de la amplificación o comparación.

- Monitoreo de Condición: algunos parámetros son monitoreados para detectar signos de inminente falla.

Ejemplo de estos son:

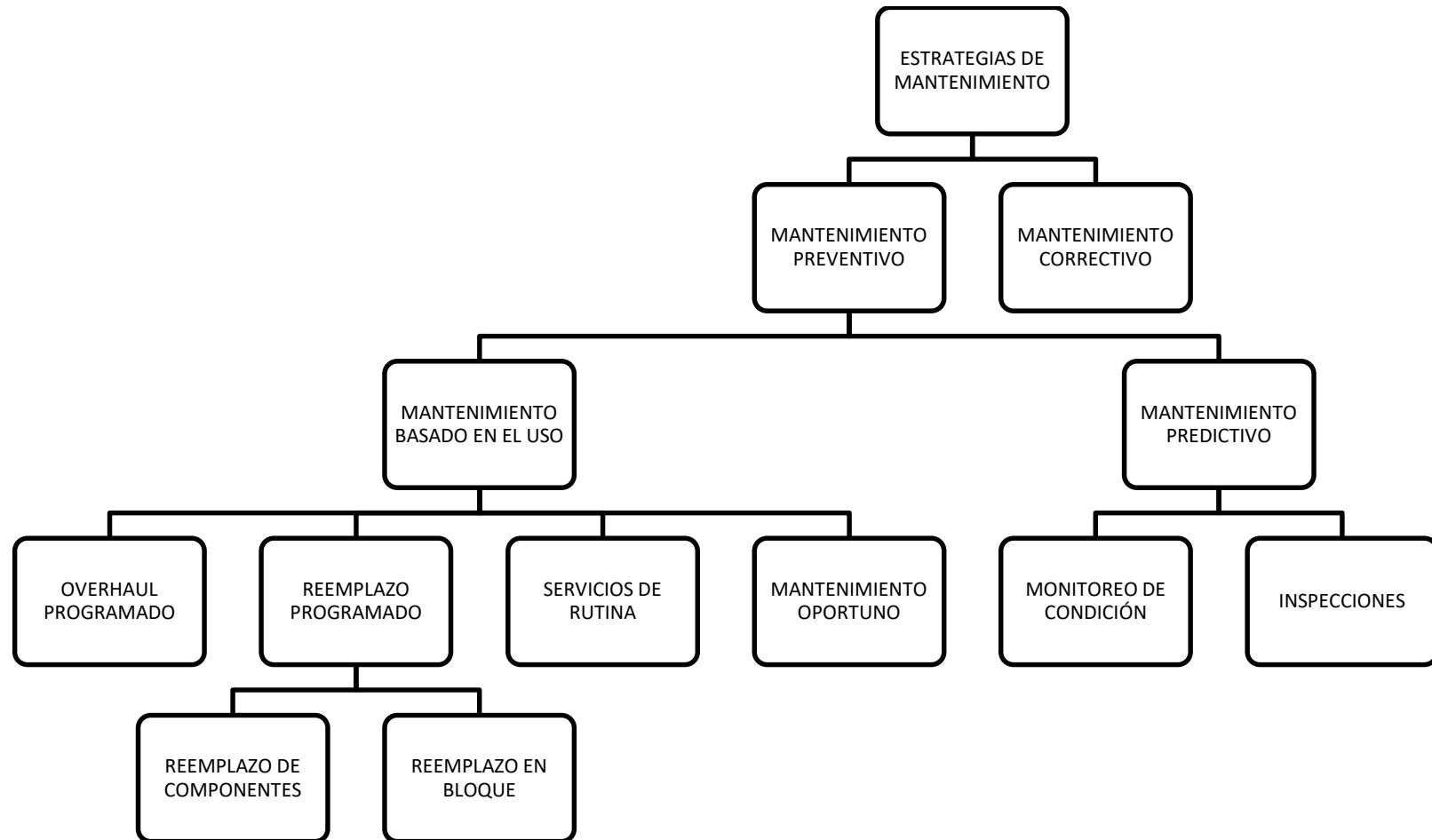
- Vibración
- Impulso de choque
- Condición del aceite
- Emisiones acústicas
- Rendimiento del equipo
- Termografía

## **B. Mantenimiento Correctivo**

Esta es una estrategia de “no hacer nada” o “esperar la falla”. Esta estrategia no trata de determinar completamente cuando fallará el componente (monitoreo de condición o inspección) o hacer algo para prevenir la falla antes que ocurra (basado en el uso). Este es empleado cuando no puede aplicarse otra estrategia con mejores resultados finales. El mantenimiento Correctivo puede ser clasificado en las siguientes tres clases:

- Reemplazo: esta será la estrategia si la decisión fue reemplazar totalmente el componente o la unidad fallada.
- Reparación: esta será la estrategia si la decisión fue reparar el componente o unidad fallada.
- Decisión retardada: esta será la estrategia si la decisión fue un reemplazo total del componente o unidad fallada o una reparación, basada en una inspección apurada luego de la falla.

**DIAGRAMA N° 03: Estrategias del Mantenimiento**



**FUENTE: Elaboración Propia (Wireman, T, 2008)**

## **D. Principales Indicadores de Mantenimiento**

Según Dounce, E (2009), existe una diversidad de indicadores para evaluar todas las actividades de mantenimiento. Pero consideramos que los que vamos a mencionar a continuación son los indispensables en toda efectiva gestión del mantenimiento. Podemos agrupar los indicadores en los siguientes grupos, según la orientación de los mismos:

### **A. Indicadores de gestión**

#### **A.1 Tiempo promedio entre fallas (MTBF)**

(Mean Time Between Failure)

$$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de operación}}{N^{\circ} \text{ de paradas correctivas}}$$

Empleado en sistemas en los que el tiempo de reparación es significativo con respecto al tiempo de operación (sistemas reparables).

#### **A.2 Tiempo promedio para la falla (MTTF)**

(Mean Time To Fail)

$$MTTF = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de operación}}{N^{\circ} \text{ de fallas}}$$

Empleado en sistemas no reparables (por ejemplo satélites, fluorescentes) o en aquellos equipos donde el tiempo de reparación o sustitución no es significativo con relación a las horas de operación. El concepto es el mismo que el MTBF.

### **A.3 Tiempo promedio para reparación (MTTR)**

(Mean Time To Repair)

$$MTTR = \frac{\textit{Tiempo total de reparaciones correctivas}}{\textit{N}^\circ \textit{ de reparaciones correctivas}}$$

### **A.4 Disponibilidad (A)**

(Availability)

$$A = \frac{HL - PP - PR}{HL}$$

HL = Horas laborables de la empresa, donde se excluye domingos y feriados.

PP = Paradas programadas para mantenimiento proactivo, también se incluyen las reparaciones programadas u overhauls.

PR = Paradas por mantenimiento reactivo (no programadas).

La disponibilidad es un indicador muy popular, siendo sus principales interpretaciones:

Es el porcentaje de tiempo de buen funcionamiento del sistema, calculado sobre la base de un periodo largo.

Es la probabilidad para que en un instante cualquiera, el sistema (reparable) esté en funcionamiento.

Se considera que la disponibilidad debe ser mayor que 90%.

### **A.5. Costos de mantenimiento por facturación (CMFAC)**

$$CMFAC = \frac{CTMN}{FAC}$$



CTMN = Es el costo total de mantenimiento en un periodo dado. También se incluye los costos de Overhaul.

FAC = Es el valor de la facturación total de la empresa en el mismo periodo.

Es un índice que nos permite ver la relación de los gastos en mantenimiento frente a la facturación total de la empresa en un período (normalmente, un año).

#### **E. Mantenimiento Productivo Total (TPM)**

Mantenimiento Productivo Total es la traducción de TPM (Total Productive Maintenance). El TPM es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de "mantenimiento preventivo" creado en la industria de los Estados Unidos.

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es un sistema de gestión que evita todo tipo de pérdidas durante la vida entera del sistema de producción, maximizando su eficacia e involucrando a todos los departamentos y a todo el personal desde operadores hasta la alta dirección, y orientando sus acciones apoyándose en las actividades en pequeños grupos.

En la fábrica ideal, la maquinaria debe operar al 100% de su capacidad el 100% del tiempo. El TPM es un poderoso concepto que nos conduce cerca del ideal sin averías, defectos ni problemas de seguridad. El TPM amplía la base de conocimientos de los operarios y del personal de mantenimiento y los une como un equipo cooperativo para optimizar las actividades de operación y mantenimiento. La innovación principal del TPM radica en que los operadores se hacen cargo del mantenimiento básico de su propio equipo. Mantienen sus

máquinas en buen estado de funcionamiento y desarrollan la capacidad de detectar problemas potenciales antes de que ocasionen averías.

El TPM es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos.

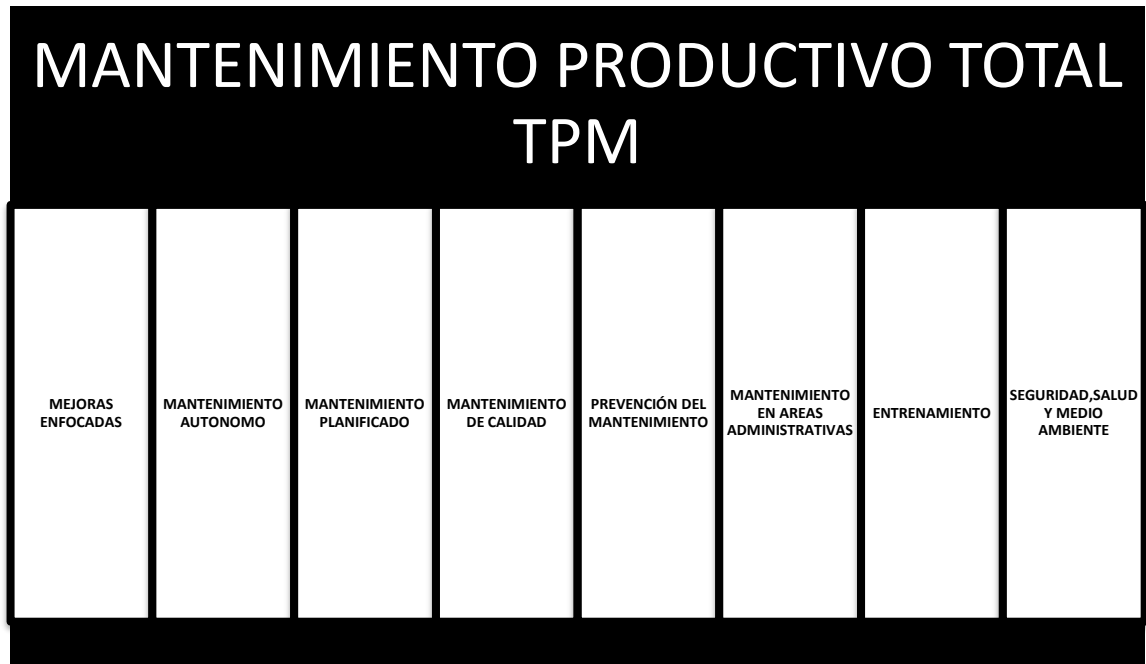
El TPM es una nueva dirección para la producción. El TPM, que organiza a todos los empleados desde la alta dirección hasta los trabajadores de la línea de producción, es un sistema de mantenimiento del equipo a nivel de compañía que puede apoyar las instalaciones de producción más sofisticadas.

#### **a) Objetivos del TPM**

- Crear una organización corporativa que maximice la eficiencia de los sistemas de producción.
- Gestionar la planta con el objetivo de evitar todo tipo de pérdidas durante la vida entera del sistema de producción.
- Involucrar a todos los departamentos de la empresa en la implantación y desarrollo.
- Involucrar a todas las personas, desde la alta dirección a los operarios de planta, en un mismo proyecto.
- Orientar decididamente las acciones hacia las cero pérdidas, cero accidentes y cero defectos, apoyándose en las actividades de pequeños grupos de mejora.

## b) Pilares de TPM

DIAGRAMA N°4: Pilares de TPM



**FUENTE: Duffa, S, 2010.**

**MEJORAS ENFOCADAS.** Grupos de trabajo interdisciplinarios formados en técnicas para la mejora continua y la resolución de problemas. Estos grupos enfocarán su trabajo a la eliminación de las pérdidas y la mejora de la eficiencia.

**MANTENIMIENTO PLANIFICADO,** actividades de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo orientadas a la prevención y eliminación de averías.

**MANTENIMIENTO AUTÓNOMO,** basado en operaciones de inspección y pequeñas actuaciones sencillas, realizadas por los operarios de las máquinas.

MANTENIMIENTO DE CALIDAD, basado en actuaciones preventivas sobre las piezas de las máquinas que tienen una alta influencia en la calidad del producto.

PREVENCIÓN DEL MANTENIMIENTO, basado en la gestión temprana de las condiciones que deben reunir los equipos o las instalaciones, para facilitar su mantenibilidad en su etapa de uso.

MANTENIMIENTO ÁREAS SOPORTE, buscando el apoyo necesario para que las actividades de TPM, aseguren la eficiencia y la implicación global

MEJORA DE LA POLIVALENCIA Y HABILIDADES DE OPERACIÓN. Formación continua del personal de producción y mantenimiento para mejorar sus habilidades y aumentar su polivalencia y especialización.

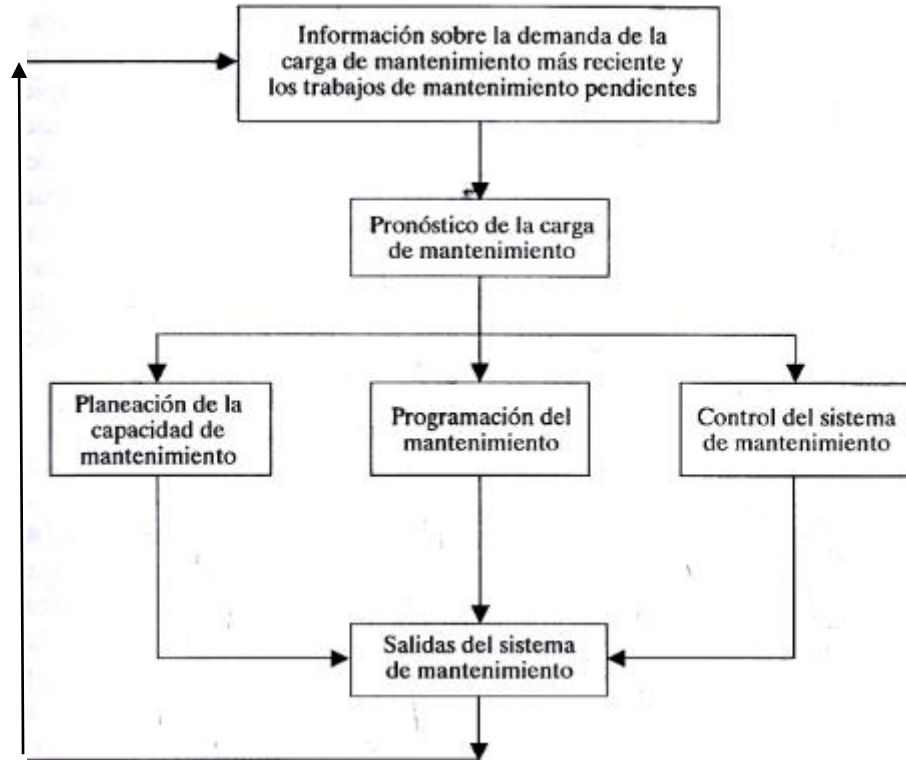
SEGURIDAD Y ENTORNO, la seguridad y prevención de efectos adversos sobre el entorno son temas importantes en las industrias responsables. La seguridad se promueve sistemáticamente en las actividades de TPM.

## **F. Actividades de planeación**

### **a) Pronóstico de carga de mantenimiento**

Este pronóstico es el proceso mediante el cual se predice la carga de mantenimiento. La carga de mantenimiento en una planta dada varía aleatoriamente y, entre otros factores, se puede ser una función de la edad del equipo, el nivel de su uso, la calidad del mantenimiento, factores climáticos y las destrezas de los trabajadores de mantenimiento. El pronóstico de la carga de mantenimiento es esencial para alcanzar un nivel deseado de eficacia y utilización de recursos, y sin éste, muchas de las funciones de mantenimiento no pueden realizarse bien (Mora, L, 2009).

### DIAGRAMA N°5: Pronóstico de carga de mantenimiento.



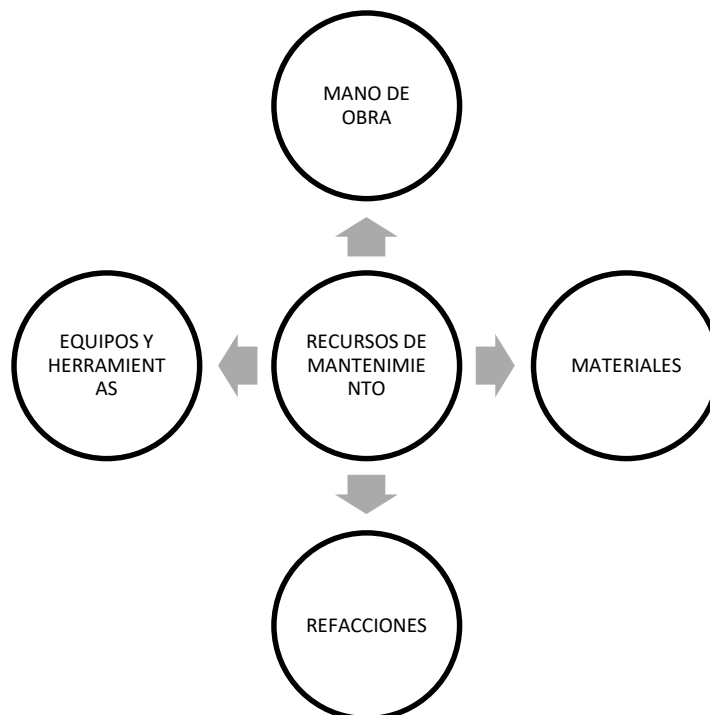
FUENTE: Duffa, S, 2010.

#### b) Planeación de la capacidad de mantenimiento

La planeación de la capacidad de mantenimiento determina los recursos necesarios para satisfacer la demanda de trabajos de mantenimiento. Estos recursos incluyen: la mano de obra, materiales, refacciones, equipo y herramientas. Entre los aspectos fundamentales de la capacidad de mantenimiento se incluyen la cantidad de trabajadores de mantenimiento y sus habilidades, las herramientas requeridas para el mantenimiento, etc. Debido a que la carga de mantenimiento es una variable aleatoria, no se puede determinar el número exacto de los diversos tipos de técnicos. Por lo tanto, sin pronósticos razonablemente

exactos de la demanda futura de trabajos de mantenimiento, no sería posible realizar una planeación adecuada de la capacidad a largo plazo. Para utilizar mejor sus recursos de mano de obra, las organizaciones tienden a emplear una menor cantidad de técnicos de la que han anticipado, lo cual probablemente dará por resultado una acumulación de trabajos de mantenimiento pendientes. Estos pueden completarse haciendo que los trabajadores existentes laboren tiempo extra o buscando ayuda exterior de contratistas. Los trabajos pendientes también pueden desahogarse cuando la carga de mantenimiento es menor que la capacidad. Esta es realmente la principal razón de mantener una reserva de trabajos pendientes. La estimación a largo plazo es una de las áreas críticas de la planeación de la capacidad de mantenimiento, pero que aún no ha sido bien desarrollada (Mora, L, 2009).

**DIAGRAMA N°6: Recursos de mantenimiento.**



**FUENTE: Elaboración propia (Mora, L, 2009).**

### **c) Organización del mantenimiento**

Dependiendo de la carga de mantenimiento, el tamaño de la planta, las destrezas de los trabajadores, etc., el mantenimiento se puede organizar por departamentos, por área o en forma centralizada. Cada tipo de organización tiene sus pros y sus contras. En las organizaciones grandes, la descentralización de la función del mantenimiento puede producir un tiempo de respuesta más rápido y lograr que los trabajadores se familiaricen más con los problemas de una sección particular de la planta. Sin embargo, la creación de un número de pequeñas unidades tiende a reducir la flexibilidad del sistema de mantenimiento como un todo. La gama de habilidades disponibles se reduce y la utilización de la mano de obra es generalmente menor que en una unidad de mantenimiento centralizada (Mora, L, 2009).

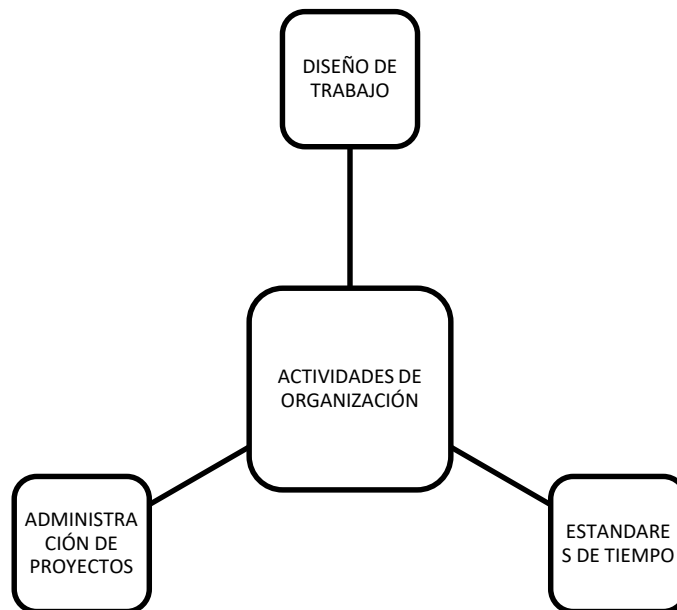
### **d) Programación de mantenimiento**

La programación del mantenimiento es el proceso de asignación de recursos y personal para los trabajos que tienen que realizarse en ciertos momentos. Es necesario asegurar que los trabajadores, las piezas y los materiales requeridos estén disponibles antes de poder programar una tarea de mantenimiento. El equipo crítico de una planta se refiere al equipo cuya falla detendrá el proceso de producción o pondrá en riesgo vidas humanas y la seguridad. El trabajo de mantenimiento para estos equipos se maneja bajo prioridades y es atendido antes de emprender cualquier otro trabajo. La ocurrencia de tales trabajos no puede predecirse con certeza, de modo que los programas para el mantenimiento planeado en estos casos tienen que ser revisados. En la eficacia de un sistema de mantenimiento influye mucho el programa de mantenimiento

que se haya desarrollado y su capacidad para adaptarse a los cambios. Un alto nivel de eficacia en el programa de mantenimiento es señal de un alto nivel de eficacia propio de mantenimiento (Mora, L, 2009).

#### D. Actividades de Organización

##### DIAGRAMA N°7: Actividades de organización



FUENTE: Elaboración propia (Duffa, S, 2010).

##### a) Diseño del trabajo

El diseño de trabajo, en lo que se refiere al mantenimiento, comprende el contenido de trabajo de cada tarea y determina el método que se va a utilizar, las herramientas especiales necesarias y los trabajadores calificados requeridos (Duffa, S, 2010).

##### b) Estándares de tiempo

Una vez que la tarea de mantenimiento haya pasado por la etapa de diseño, es básico estimar el tiempo necesario para completar el trabajo. Los estándares de tiempo realistas representan un elemento muy valioso para vigilar e incrementar la eficacia de los trabajadores y, de esa forma,



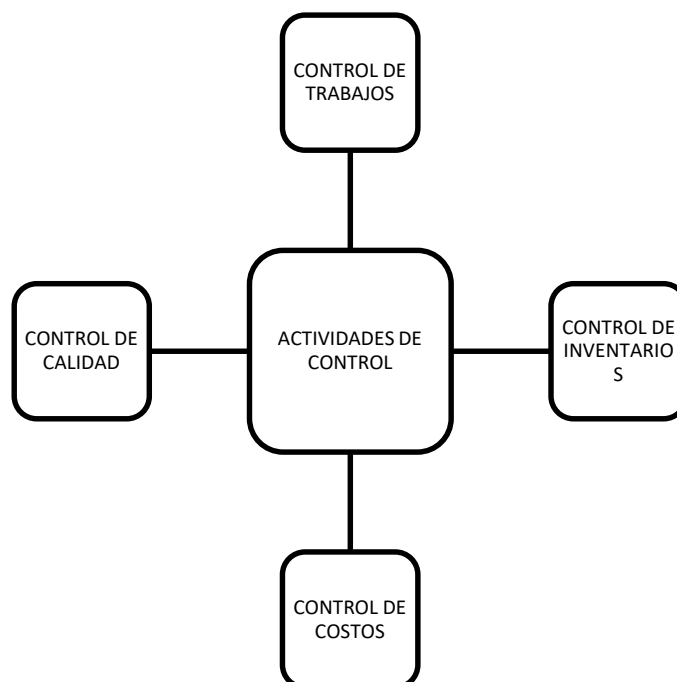
reducir al mínimo el tiempo muerto de la planta (Duffa, S, 2010).

### c) Administración de proyectos

En el caso de las plantas grandes, las reparaciones generales de gran envergadura o el mantenimiento preventivo que se han planeado se llevan a cabo en forma periódica. Durante estos trabajos, toda la planta o parte de ésta se para. Teniendo en mente la minimización del tiempo muerto, conviene planear y graficar el trabajo para hacer el mejor uso de los recursos (Duffa, S, 2010).

## E. Actividades de control

**DIAGRAMA N°8: Actividades de control**



**FUENTE: Elaboración propia (Duffa, S, 2010).**

### a) Control de trabajos

El sistema de mantenimiento se pone en movimiento por la demanda de trabajos de mantenimiento. En la carga de

trabajo de este tipo, influye sobre todo la filosofía del mantenimiento. La administración y el control del trabajo de mantenimiento son esenciales para lograr los planes establecidos. El sistema de órdenes de trabajo es la herramienta que se utiliza para controlar el trabajo de mantenimiento. Una orden de trabajo bien diseñada con un adecuado sistema de informes es el corazón del sistema de mantenimiento (Duffa, S, 2010).

#### **b) Control de inventarios**

Con anterioridad se afirmó que para la programación del trabajo de mantenimiento es esencial asegurar que se cuente con las refacciones y los materiales requeridos. Es físicamente imposible y económicamente impráctico que cada refacción llegue de manera exacta cuando se necesita y donde se necesita. Por estas razones se mantienen inventarios. El control de inventarios es la técnica de mantener refacciones y materiales en los niveles deseados. Es esencial mantener un nivel óptimo de refacciones que disminuya el costo de tener el artículo en existencia y el costo en que se incurre si las refacciones no están disponibles. También proporciona la información necesaria para cerciorarse de la disponibilidad de las refacciones requeridas para el trabajo del mantenimiento. Si no están disponibles las refacciones, se deben tomar medidas para lograr su abastecimiento e informar al departamento de programación acerca de cuándo estarán disponibles las refacciones (Duffa, S, 2010).

### **c) Control de costos**

El costo de mantenimiento tiene muchos componentes, incluyendo el mantenimiento directo, la producción perdida, la degradación del equipo, los respaldos y los costos de mantenimiento excesivos. El control de los costos de mantenimiento es una función de la filosofía del mantenimiento, el patrón de operación, el tipo de sistema y los procedimientos y las normas adoptadas por la organización. Es un componente importante en el ciclo de vida de los equipos.

El control del costo de mantenimiento optimiza todos los costos, logrando al mismo tiempo los objetivos que se ha fijado la organización, como disponibilidad, porcentaje de calidad y otras medidas de eficiencia y eficacia. La reducción y el control de costos se utilizan como una ventaja competitiva en el suministro de productos y servicios (Duffa, S, 2010).

### **d) Control de calidad**

En un proceso de producción, la calidad de las salidas puede ser considerada como aptitud para su uso y hacerlo bien desde la primera vez. El control de calidad se ejerce midiendo los atributos del producto o servicio. El mantenimiento también puede verse como un proceso y la calidad de sus salidas debe ser controlada.

En el caso del trabajo de mantenimiento, es esencial hacerlo bien la primera vez. La calidad puede evaluarse como el porcentaje de trabajos de mantenimiento aceptados de acuerdo a la norma adoptada por la organización. Una alta calidad se asegura verificando los trabajos de mantenimientos críticos o mediante la supervisión del mantenimiento (Duffa, S, 2010).

## **F. Administración orientada a la capacitación**

### **a) Comportamiento humano**

En el desarrollo de las funciones de planeación, organización y control, los gerentes del mantenimiento deben considerar la forma en que sus acciones afectan el comportamiento humano. Deberán entender de qué manera el comportamiento de los subordinados puede afectar las acciones planeación, organización y control de la gerencia. En la toma de decisiones sobre el mantenimiento, el comportamiento de los subordinados debe ser de interés a la gerencia. Deberá asegurarse que se logre y mantenga el nivel deseado de satisfacción del personal (Boero, C, 2008).

## **G. Diseño eficaz de un programa de mantenimiento**

Según Rey, F (2009), menciona que un diseño eficaz de un programa de mantenimiento debe contar con las siguientes partes:

### **a) Mantenimiento planeado**

El mantenimiento planeado es un esfuerzo integrado para convertir la mayor parte del trabajo de mantenimiento en mantenimiento programado. El mantenimiento planeado es el trabajo que se identifica mediante el mantenimiento preventivo y predictivo. Incluye la inspección y el servicio de trabajos que se realizan a intervalos recurrentes específicos. También incluye el mantenimiento con base en las condiciones.

En el mantenimiento planeado, todas las actividades se planean previamente, esto incluye la planeación y abastecimiento de materiales. La planeación de los materiales permite una programación más confiable, además de los ahorros de costos de entrega y pedidos de

materiales. Asimismo, los trabajos se programan en momentos que no alteren los programas de entregas y producción. Los ahorros con la introducción del mantenimiento planeado son significativos en términos de reducción de tiempos muertos y costos de materiales. El mantenimiento planeado ofrece un enfoque acertado para mejorar el mantenimiento y cumplir con los objetivos establecidos.

#### **b) Mantenimiento de emergencia**

El mantenimiento de emergencia se refiere a cualquier trabajo no planeado que deberá empezarse el mismo día. El mantenimiento de emergencia, por su naturaleza, permite muy poco tiempo para su planeación. Se debe reducir al mínimo la cantidad de mantenimiento de emergencia y no debería exceder del 10% del trabajo total de mantenimiento. El departamento de mantenimiento debe tener una política clara para el manejo del mantenimiento de emergencia. A continuación se presentan dos posibilidades para el manejo del mantenimiento de emergencia:

1. Introducir el mantenimiento de emergencia en el programa regular y luego escoger los trabajos pendientes con tiempo extra, trabajadores temporales o mantenimiento por contrato. En una práctica aceptable en la industria conceder del 10% al 15% de capacidad de carga para el trabajo de mantenimiento de emergencia.
2. Estimar la cantidad de mantenimiento de emergencia y asignar trabajadores hábiles y dedicados para el orden de trabajo de este tipo.

En la mayoría de las plantas se adopta el primer método debido a que se espera que dé por resultado una mayor

utilización de la fuerza laboral, sin embargo el segundo ofrece la capacidad de responder con rapidez.

**c) Mejora de la confiabilidad**

Un programa de mejora de confiabilidad ofrece una alternativa inteligente para mejorar la función del mantenimiento. Se deben mantener archivos históricos de los equipos críticos e importantes, y hacer estimaciones del tiempo medio entre fallas (TMEF).

Otro método que mejora la confiabilidad del equipo y optimiza las operaciones de mantenimiento es un programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC). El mantenimiento MCC se desarrolla bajo el concepto de restablecer la función del equipo más que de llevar al equipo a una condición ideal.

**d) Programa de administración del equipo**

El mantenimiento productivo total (MPT) es una filosofía japonesa que se centra en la administración del equipo a fin de mejorar la calidad del producto. Su objetivo es reducir pérdidas de equipo para mejorar la eficacia global del equipo (EGE). Según Nakajima, las seis principales causas de pérdidas de equipo son las siguientes:

1. Falla
2. Preparación y ajustes
3. Equipo sin trabajo y paros menores
4. Velocidad reducida
5. Defectos del proceso
6. Rendimiento reducido

Asimismo, el programa de administración del equipo se centra en establecer un programa acertado de MPT para

cada equipo y proporcionar un método satisfactorio para mejorar el estado del mantenimiento.

**e) Reducción de costos**

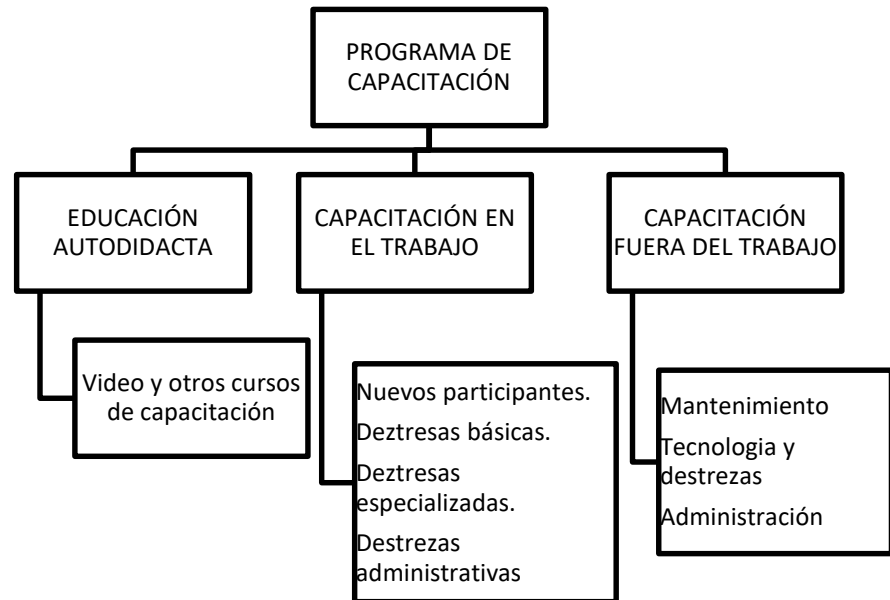
El mantenimiento puede contribuir a reducir el costo del producto mediante un esfuerzo continuo de reducción de costos en las operaciones de mantenimiento. La reducción de costos en el mantenimiento puede obtenerse aplicando técnicas de ingeniería de métodos. Estas técnicas estudian la forma en la que el trabajo se está llevando a cabo con el fin de desarrollar una mejor forma de realizar el mantenimiento. La ingeniería de métodos tiene pasos bien definidos para examinar el trabajo de mantenimiento a fin de simplificar o eliminar pasos innecesarios. Esta reducción y simplificación del trabajo da como resultado ahorros en costos. En los esfuerzos dirigidos a la reducción de los costos, se debe considerar lo siguiente:

1. Materiales y refacciones alternos
2. Método alternativo para inspección y reparación general
3. Procedimientos alternos para la planeación y la programación
4. Estándares de tiempo alternos para los trabajos

La técnica de la ingeniería de métodos ofrece medios valiosos para mejorar el mantenimiento y controlar los costos.

f) **Capacitación y motivación de los empleados**

**DIAGRAMA N°09: Bosquejo de programa de capacitación**



**FUENTE: Duffa, S, 2010.**

El mantenimiento de producción (la acción de realizar el mantenimiento) depende, en gran medida, de las habilidades de técnicos específicos. Gran parte de la ineficacia en el mantenimiento puede encontrarse en la falta de trabajadores técnicos calificados. Por lo tanto, es necesario contar con un programa permanente de capacitación en el trabajo (CET) para asegurar que los empleados estén equipados con las habilidades necesarias para un mantenimiento eficaz. Las habilidades incluyen juicio, habilidades de comunicación y lectura de información técnica y, en algunos casos, habilidades en campos múltiples.

El programa de capacitación deberá incluir capacitación fuera del y en el trabajo. El departamento de mantenimiento debe contar con un programa anual de capacitación para mejorar y actualizar el conocimiento de su personal. La



capacitación deberá incluir un programa de técnicas modernas que lleve de una manera periódica las últimas técnicas de mantenimiento a todos los interesados.

El programa de capacitación deberá ir acompañado de un programa de motivación. La motivación de los empleados puede lograrse mediante un programa de incentivos que recompense a los trabajadores productivos y fomente la mejora continua.

**DIAGRAMA N°10: Diseño eficaz de un programa de mantenimiento.**



**FUENTE: Elaboración propia (Rey, F, 2009).**

## **H. Tecnologías de diagnóstico**

Según Duffa,S (2009), menciona las siguientes tecnologías de diagnóstico:

### **a) Análisis de vibraciones**

La vibración puede definirse como el movimiento de una masa desde su punto de reposo a lo largo de todas sus

posiciones y de regreso al punto de reposo, en donde está lista para repetir el ciclo. El tiempo que requiere para esto es su periodo, y el número de repeticiones de este ciclo es un tiempo dado es su frecuencia.

La técnica para el análisis de vibraciones puede utilizarse para vigilar el rendimiento del equipo mecánico que gira, realiza movimiento recíprocante o tiene otras acciones dinámicas. Entre los ejemplos se incluyen las cajas de engranaje, los rodamientos, motores, bombas, ventiladores, turbinas, etc.

Los siguientes son tres tipos comunes de análisis de vibraciones:

- Análisis vibracional de banda amplia: monitorea el tren total de la máquina y es útil para revisar información básica y tendencias, pero tiene un uso limitado en señalar áreas con problemas.
- Análisis vibracional de banda octava: útil, con el espectro dividido en una serie de rangos que pueden compararse con valores predeterminados para descubrir desviaciones en la frecuencia de vibraciones.
- Análisis de banda estrecha: Tiene la capacidad para determinar el área específica del problema y su causa.

#### **b) Análisis de lubricantes**

Cuando se analiza el aceite de una máquina, existen varias técnicas diferentes que pueden aplicarse para determinar la composición química del aceite y buscar materiales extraños en él.

La ferrografía y la detección de virutas magnéticas examinan partículas de desgaste con base de hierro en los aceites lubricantes para determinar el tipo y grado del desgaste, y

pueden ayudar a señalar el componente específico que se está desgastando.

El análisis espectrométrico del aceite mide la presencia y cantidad de contaminantes en el aceite mediante el espectrómetro de emisión atómica u absorción. Es útil para determinar la presencia no sólo de hierro, sino también de otros elementos metálicos y no metálicos, que pueden estar relacionados con la composición de diversas partes de la máquina. Es útil cuando las partículas de desgaste están siendo generadas inicialmente en las primeras etapas de la falla, ya que dichas partículas son pequeñas.

La cromatografía mide los cambios en las propiedades de los lubricantes, incluyendo la viscosidad, punto de inflamación, pH, contenido de agua y fracción insoluble, mediante la absorción y análisis selectivos.

#### **c) Termografía**

Los usos más comunes de la termografía, que mide la temperatura superficial mediante la medición de radiación infrarroja, son los de determinar conexiones eléctricas deficientes y puntos peligrosos, desgaste del refractario en hornos, y sobrecalentamientos críticos en componentes de calderas y turbinas. Una cámara de rayos infrarrojos muestra variaciones en la temperatura superficial, calibrada para proporcionar la temperatura absoluta o los gradientes de temperatura mediante variaciones en blanco y negro o a color.

#### **d) Ultrasonido**

Existen varias técnicas para las pruebas de ultrasonido, pero todas ellas se emplean para determinar fallas o anomalías en soldaduras, recubrimientos, tuberías, tubos, estructuras. Las grietas, huecos, acumulaciones, erosión, corrosión e

inclusiones se descubren transmitiendo pulsos u ondas de ultrasonido a través del material y evaluando la marca resultante para determinar la ubicación y severidad de la discontinuidad. Esta técnica también se utiliza para medir la cantidad de flujo.

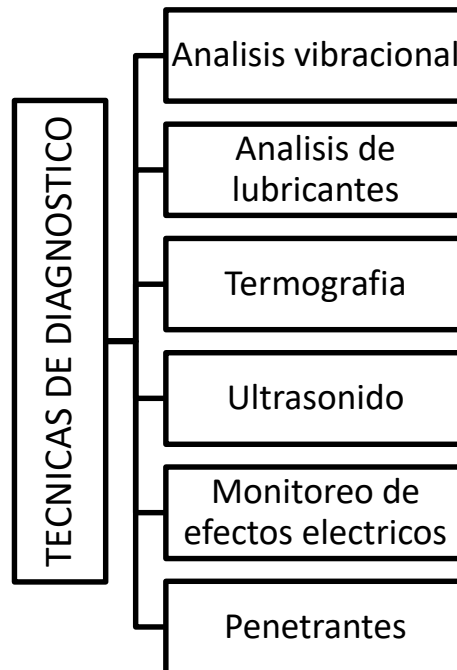
**e) Monitoreo de efectos eléctricos**

Existen varias pruebas para determinar la corrosión empleando un circuito eléctrico sencillo, el cual se monitorea mediante instrumentación de diferentes grados de complejidad. Los dispositivos más comunes utilizados para monitorear o probar los motores o los generadores son los generadores de voltaje, incluyendo fusionadores. Estos miden la resistencia del aislamiento y aplican un voltaje de prueba que va de 250 a 10 000 voltios.

**f) Penetrantes**

Los penetrantes electrostáticos y de tintes líquidos se utilizan para detectar grietas y discontinuidades en superficies provocadas en la manufactura por desgaste, fatiga, procedimientos de mantenimiento y reparación general, corrosión o desgaste general por agentes atmosféricos. Se aplica el penetrante y se permite que penetre en las anomalías. La superficie se limpia y así el penetrante se revela mediante técnicas visuales, fluorescentes o electrostáticas.

### DIAGRAMA N°11: Técnicas de diagnóstico



FUENTE: Elaboración propia (Duffa, S, 2010).

#### I. Auditoría de mantenimiento

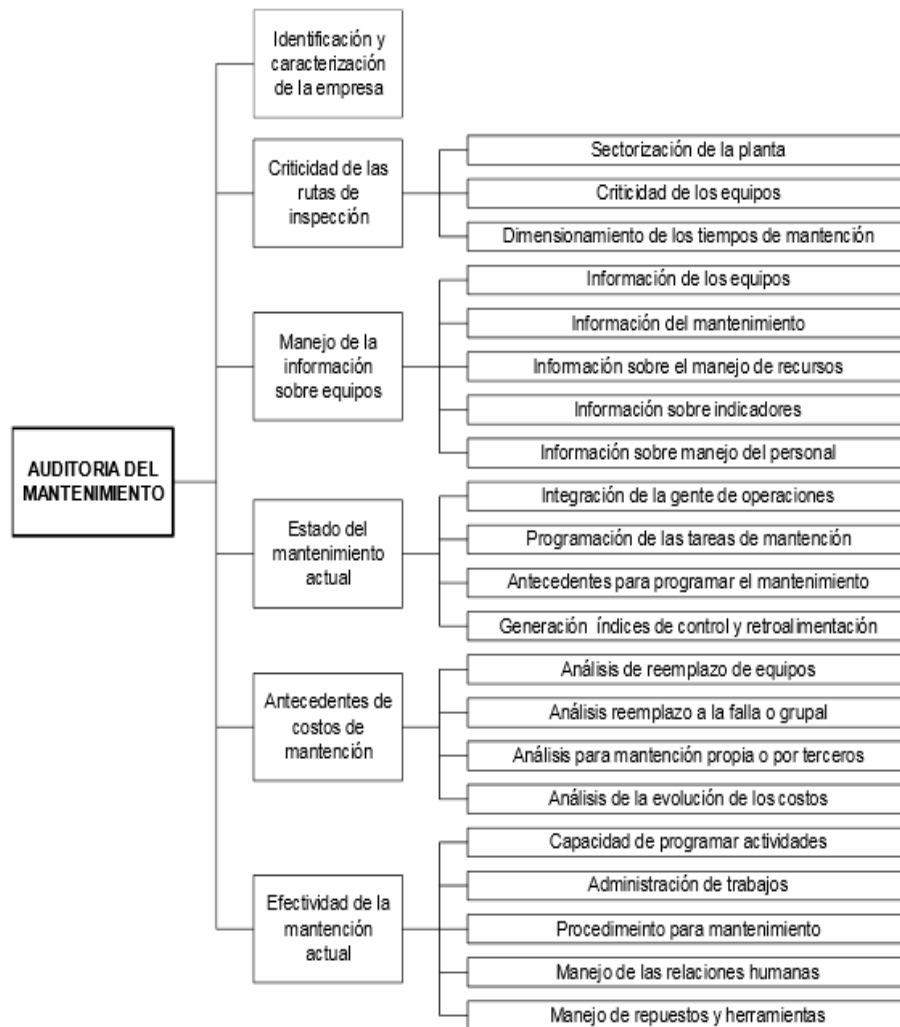
Según Jasper, L (2008) hay muchos instrumentos para auditar el mantenimiento cuya selección o diseño depende de la estrategia definida para la organización en primer lugar, y para el departamento de mantenimiento en segundo; sin embargo, el foco central de la herramienta, que se aplica por primera vez, debe apuntar a una auditoría global.

El contenido de la auditoría debe cubrir las áreas que van desde la identificación y descripción del departamento de mantenimiento hasta el uso de herramientas de gestión. La importancia de este recorrido por todos los aspectos involucrados en la gestión del mantenimiento es tener las bases para más adelante, cuando llegue el momento de plantear alternativas de soluciones a los problemas detectados durante la auditoría. Hay que destacar que, una vez que se deciden implementar acciones para el mejoramiento de aquellos aspectos del mantenimiento que no estaban de acuerdo con los

estándares esperados, la herramienta de auditoría debe incluir en su estructura las preguntas necesarias para medir, al momento de aplicar nuevamente la encuesta, el estado del área en proceso de mejoramiento. Esto indica que el instrumento no es algo estático en el tiempo, sino que debe seguir la dinámica de la evolución que le da el administrador para lograr los objetivos impuestos.

La auditoría se puede dividir en seis aspectos (ver diagrama 10) y de esta manera cubrir todos los campos que una buena gestión del mantenimiento debería tener en cuenta. Se comienza con la caracterización del tipo de mantenimiento que se practica en la empresa, información clave para el auditor, en especial si es externo, a fin de que las acciones de mejoramiento que recomiende sean acorde con la estructura, forma y prácticas de mantenimiento de la organización auditada.

## DIAGRAMA N°12: Auditorias de mantenimiento



FUENTE: Jasper, L, 2008.

### 2.3. Definición de Términos

- **Mantenimiento:** Combinación de todas las acciones técnicas y acciones asociadas mediante las cuales un equipo o sistema se conserva o repara para que pueda realizar sus funciones específicas (Dounce, E, 2009).
- **Falla:** Terminación de la capacidad del equipo para realizar la función requerida (TECSUP, 2012).
- **Descompostura:** Falla que da por resultado la falta de disponibilidad el equipo (TECSUP, 2012).

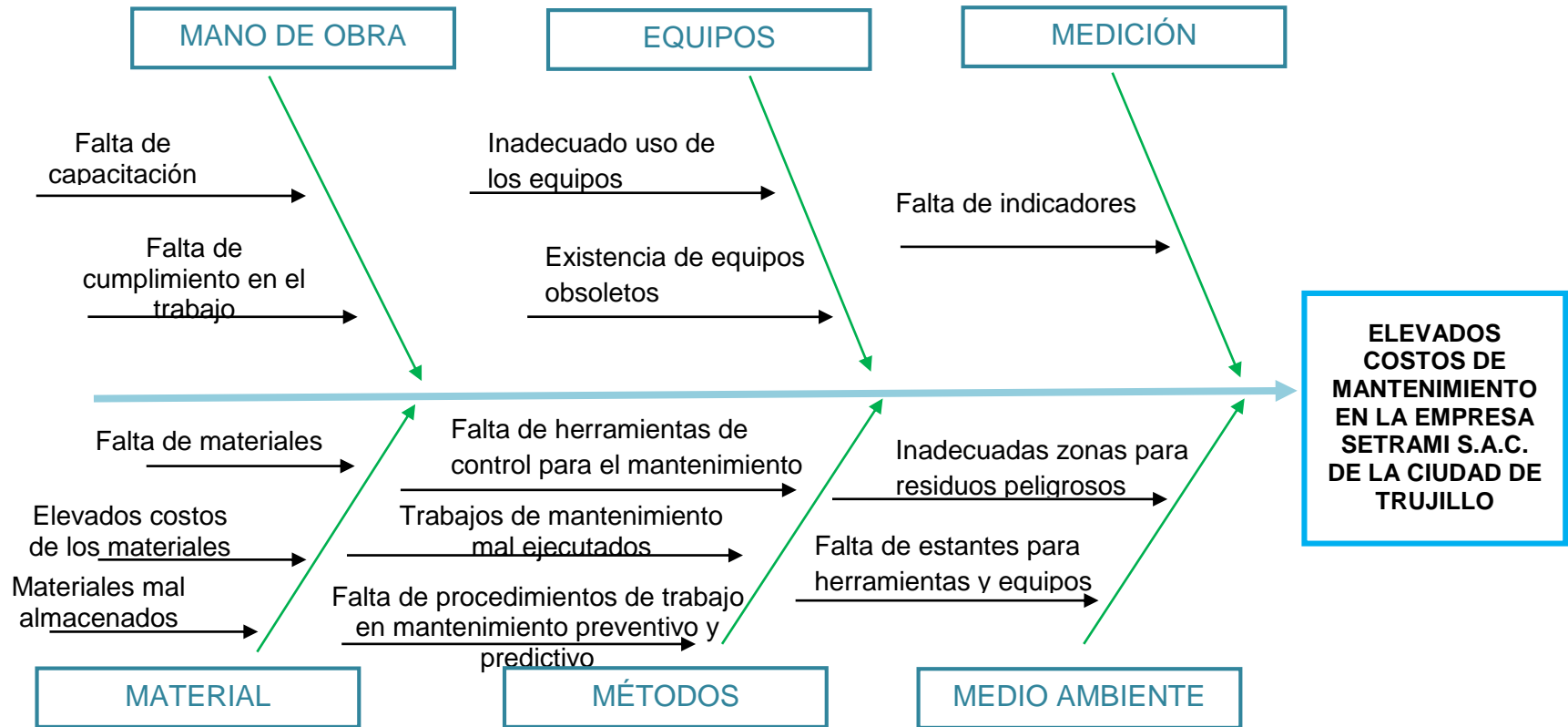
- **RCM:** RCM o Reliability Centred Maintenance, (Mantenimiento Centrado en Fiabilidad/Confiabilidad) es una técnica más dentro de las posibles para elaborar un plan de mantenimiento en una planta industrial y que presenta algunas ventajas importantes sobre otras técnicas (TECSUP, 2012).
- **MPT:** El TPM es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos (TECSUP, 2012).



**CAPITULO 3:**  
**DIAGNOSTICO DE**  
**REALIDAD ACTUAL**

### 3.1 Diagnóstico de Mantenimiento

**DIAGRAMA N°1: Diagrama de Ishikawa del Área de Mantenimiento**



**FUENTE: Elaboración Propia, 2017.**

**CUADRO N° 4: Contratación de indicadores**

CAUSAS		METODOLOGIAS	HERRAMIENTAS	INDICADORES	PERDIDAS DIAGNOSTICO	META
MANO DE OBRA	Falta de capacitación	Gestión del personal TPM ( ENTRENAMIENTO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación de perfil de puesto.</li> <li>Análisis de desempeño.</li> <li>Elaboración de programa.</li> </ul>	Costo de trabajos correctivos $NC_1 = \frac{ MC_1 - MC_0 }{MC_1} \cdot 100\%$	S/. 204,745.70	Reducir en un 30% los elevados costos de mantenimiento.
	Falta de cumplimiento en el trabajo.	Lean manufacturing	<ul style="list-style-type: none"> <li>TPM: Mantenimiento planificado.</li> <li>Programa de mantenimiento preventivo.</li> </ul>	MP= MO + MD MO = mano de obra. MD = Materiales directos. $MP_1 = \frac{ MP_1 - MP_0 }{MP_1} \cdot 100\%$	S/. 46,990.62	Reducir en un 15% los elevados costos de mantenimiento preventivo.
EQUIPOS	Inadecuado uso de los equipos.	Gestión del personal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitación especializada.</li> </ul>	Costo de equipos $CE_1 = \frac{ CE_1 - CE_0 }{CE_1} \cdot 100\%$	S/. 5,264.32	Reducir en un 80% los costos de recompra de equipos.
	Existencia de equipos obsoletos.	Gestión del personal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitación especializada.</li> </ul>	CAEO = CTE - EOP CAEO = Cantidad de equipos obsoletos. CTE = Cantidad de equipos totales EOP = Equipos operativos $CAFO_1 = \frac{ CAFO_1 - CAFO_0 }{CAFO_1} \cdot 100\%$ Costo de equipos obsoletos $CEO_1 = \frac{ CEO_1 - CEO_0 }{CEO_1} \cdot 100\%$	S/. 6,991.95	Reducir en un 80% los costos de equipos obsoletos.
MATERIALES	Falta de materiales	Gestión logística	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lead time en almacén de materiales.</li> <li>Matriz RAM</li> </ul>	Costo de mano de obra ociosa $MO_1 = \frac{ MO_1 - MO_0 }{MO_1} \cdot 100\%$	S/. 2,906.25	Reducir en un 70% los costos por mano de obra ociosa.
	Elevados costos de los materiales	Gestión logística	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestión de proveedores</li> </ul>	Costos totales de materiales $CTM = \frac{ CTM_1 - CTM_0 }{CTM_1} \cdot 100\%$	S/. 211,086.97	Reducir en un 15% los elevados costos de materiales.
	Materiales mal almacenados	Lean manufacturing	<ul style="list-style-type: none"> <li>TPM : 5 s.</li> </ul>	Costo de materiales deteriorados $CMD = \frac{ CMD_1 - CMD_0 }{CMD_1} \cdot 100\%$	S/. 11,766.13	Reducir en un 80% los costos por materiales deteriorados.
METODOS	Falta de herramientas de control para el mantenimiento.	Lean manufacturing	<ul style="list-style-type: none"> <li>TPM: Mantenimiento planificado</li> <li>Hoja de inspección de mantenimiento preventivo</li> <li>Mantenimiento autónomo</li> <li>Hoja de inspección de equipos</li> </ul>	CT= MP + MC MP= mantenimiento preventivo. MC= mantenimiento correctivo. $CT_1 = \frac{ CT_1 - CT_0 }{CT_1} \cdot 100\%$	S/. 251,736.32	Reducir en un 30% los elevados costos de mantenimiento
	Trabajos de mantenimiento mal ejecutados.	Lean manufacturing	<ul style="list-style-type: none"> <li>TPM: Mantenimiento planificado</li> <li>Procedimientos de trabajo para mantenimiento preventivo.</li> </ul>	CI= CMO + CIO CMO= costo de mano de obra CIO= costo de oportunidad $CI_1 = \frac{ CI_1 - CI_0 }{CI_1} \cdot 100\%$	S/. 125,844.94	Reducir en un 70% los costos de mano de obra y de oportunidad.
	Falta de procedimientos de trabajo en mantenimiento preventivo y predictivo.	Lean manufacturing	<ul style="list-style-type: none"> <li>TPM: Mantenimiento planificado</li> <li>Procedimientos de trabajo para mantenimiento preventivo.</li> <li>Procedimientos de trabajo para mantenimiento predictivo.</li> </ul>	Costo de sobretiempos en el mantenimiento preventivo: $MP_1 = \frac{ MP_1 - MP_0 }{MP_1} \cdot 100\%$	S/. 1,812.50	Reducir en un 40% los costos de sobretiempos en trabajos preventivos.
MEDIO AMBIENTE	Inadecuadas zonas para residuos peligrosos.	Gestión ambiental Lean manufacturing	<ul style="list-style-type: none"> <li>Matriz de impacto ambiental</li> </ul>	Costo de materiales deteriorados $CMD = \frac{ CMD_1 - CMD_0 }{CMD_1} \cdot 100\%$	S/. 13,578.63	Reducir en un 75% los costos por materiales deteriorados.
MEDICION	Falta de indicadores.	Lean manufacturing	<ul style="list-style-type: none"> <li>TPM: Disponibilidad</li> <li>MTBF</li> <li>MTTF</li> </ul>	CT= MP + MC MP= mantenimiento preventivo. MC= mantenimiento correctivo. $CT_1 = \frac{ CT_1 - CT_0 }{CT_1} \cdot 100\%$ NMC= MT - NMP NMC = Número de mantenimientos correctivos. MT = Mantenimientos totales. NMP = Número de mantenimientos preventivos. $NMC_1 = \frac{ NMC_1 - NMC_0 }{NMC_1} \cdot 100\%$	S/. 254,642.57	Reducir en un 30% los costos de trabajos correctivos.

**FUENTE: Elaboración Propia, 2017.**

**A. Mano de obra**

**a. Causa : Falta de capacitación**

En la siguiente imagen se encuentra la programación de capacitaciones al personal, podemos notar que no se cuenta con ningún tema sobre mantenimiento.


**IMAGEN N° 02: Tablero de Control de Capacitación**

CAPACITACIONES 2015												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	1er Trimestre			2do Trimestre			3er Trimestre			4to Trimestre		
Número total de capacitaciones programadas	0			0			0			0		
Número de capacitaciones realizadas	0			0			0			0		
Porcentaje de cumplimiento	100%	100%	100%									
	100%											

CAPACITACIONES	MES	2015											
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
ORIENTACIÓN AL CLIENTE													
INICIATIVA E INNOVACIÓN													
LIDERAZGO													
TRABAJO EN EQUIPO													
EMPOWERMENT													
ORIENTACIÓN AL CLIENTE													
INICIATIVA E INNOVACIÓN													
LIDERAZGO													
TRABAJO EN EQUIPO													
EMPOWERMENT													
Número capacitaciones realizadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Número capacitaciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

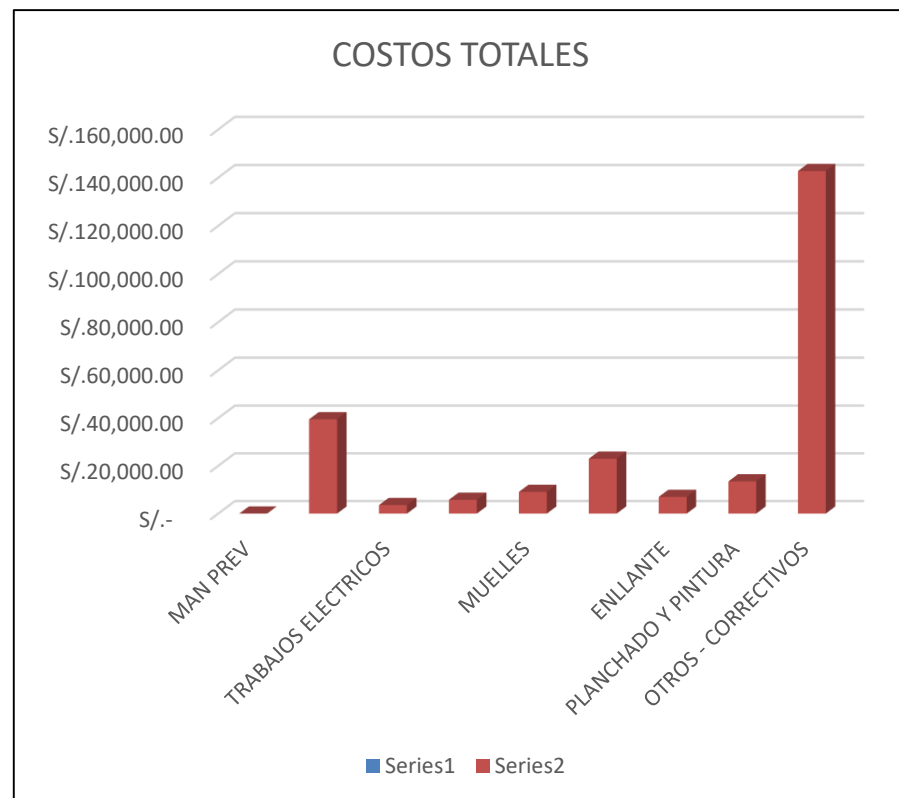


J. Jorge Guillermo Ramos Ramos  
 GERENTE DE OPERACIONES  
 SERVICIOS DE TRANSPORTES  
 SETRAMI S.A.C.

**FUENTE: SETRAMI S.A.C, 2015.**

La falta de capacitación a los encargados de mantenimiento a generado una mala ejecución y seguimiento del mantenimiento preventivo, efecto que se ve reflejado en los elevados costos de trabajos correctivos.

**GRAFICO N°07: Costos Totales Mantenimiento**



**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

**b. Causa: Falta de cumplimiento en el trabajo**

Comprobamos la falta de cumplimiento del personal en el trabajo ya que la programación del mantenimiento preventivo no se ejecuta a tiempo.

### IMAGEN N°03: Demoras en el Mantenimiento Preventivo

**Tablero de Control**

Objetivo N°12  
Cumplir con el 100% del cronograma de mantenimiento preventivo, sin sobrepasar los márgenes estipulados de 1000 km.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PONERADO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
MANT. REALIZADOS	5	11	11	11	9	14	10	12	9	12	10	12
DEMORAS	0	1	1	4	0	1	2	3	0	3	2	1
	100%	91%	91%	64%	100%	93%	80%	75%	100%	75%	80%	92%

**FUENTE: SETRAMI S.A.C, 2015.**

El incumplimiento del mantenimiento preventivo en su respectivo tiempo (5000 Km de acuerdo a especificaciones técnicas del fabricante), ha generado una distorsión en los costos del mantenimiento.

**CUADRO N° 05: Diferencia de Costos en Mantenimiento Preventivo**

EQUIPOS	PLACA	N° MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS REALIZADOS DE ENERO - SEPTIEMBRE 2014	COSTO REGISTRADO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	COSTO REAL TOTAL DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS	DIFERENCIA
CAMIONES	T1H-913	7	S/. 3,254.07	S/. 2,852.85	S/. 401.22
CAMIONES	T2G-815	8	S/. 3,198.68	S/. 3,260.40	S/. -61.72
CAMIONES	T2V-814	7	S/. 3,383.95	S/. 2,852.85	S/. 531.10
CAMIONES	T4V-844	4	S/. 2,444.83	S/. 1,630.20	S/. 814.63
CAMIONES	T2H-935	6	S/. 2,697.19	S/. 2,445.30	S/. 251.89
CAMIONES	H1W-841	4	S/. 1,059.33	S/. 1,630.20	S/. -570.87
CISTERNA	T4T-834	5	S/. 2,669.63	S/. 2,037.75	S/. 631.88
CISTERNA	T2Y-872	7	S/. 3,893.01	S/. 2,852.85	S/. 1,040.16
CISTERNA	T1A-923	7	S/. 3,405.93	S/. 2,852.85	S/. 553.08
CISTERNA	T4D-865	6	S/. 3,650.53	S/. 2,445.30	S/. 1,205.23
CAMIONETA	T4U-059	8	S/. 2,068.86	S/. 3,260.40	S/. -1,191.54
CAMIONETA	T4U-871	8	S/. 3,329.40	S/. 3,260.40	S/. 69.00
CAMIONETA	T4E-907	5	S/. 1,194.94	S/. 2,037.75	S/. -842.81
CAMIONETA	T6G-901	7	S/. 1,767.20	S/. 2,852.85	S/. -1,085.65
CAMIONETA	T1V-059	2	S/. 417.84	S/. 815.10	S/. -397.26
SEMITRAILER	T3D-800	1	S/. 358.48	S/. 407.55	S/. -49.07
VOLQUETE	T1F-829	1	S/. 760.17	S/. 407.55	S/. 352.62

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

**B. Equipos**

**a. Causa: Inadecuado uso de los equipos**

El inadecuado uso de equipos puede ocasionar el deterioro de los mismos, retrasando el trabajo y generando nuevos gastos en nuevas adquisiciones.

#### IMAGEN N°04: Equipos usados inadecuadamente

EQUIPOS DETERIORADOS POR MAL USO
MOLEDORA
MULTIMETRO
LLAVEZ MIXTAS
TALADRO
MEGHOMETRO
MARCADOR DE LLANTAS
MEDIDOR DE AIRE



**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

El costo de una reinversión en los equipos podemos observarlo a continuación:

#### CUADRO N° 06: Costos de equipos

EQUIPOS	COSTO
MOLEDORA	S/. 94.50
MULTIMETRO	S/. 145.65
LLAVEZ MIXTAS	S/. 230.00
TALADRO	S/. 125.00
MEGHOMETRO	S/. 4,500.00
MARCADOR DE LLANTAS	S/. 134.50
MEDIDOR DE AIRE	S/. 34.67
	<b>S/. 5,264.32</b>

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

#### b. Causa: Existencia de equipos obsoletos

Presencia de equipos obsoletos por mal uso, almacenados en un contenedor los cuales representan un costo de pérdida para la empresa.



### IMAGEN N° 05: Lista de equipos obsoletos

DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS OBSOLETOS	CANTIDAD
MAQUINA DE SOLDAR	01
BATERIA 24VDC	06
MULTIMETRO	03
MEGHOMETRO	01
MARCADOR DE LLANTAS	01
MEDIDOR DE AIRE	12



**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

Se elaboró una lista con los equipos obsoletos de mayor importancia, detallando sus costos a continuación:

### CUADRO N° 07: Costos de equipos obsoletos

DESCRIPCIÓN	COSTO
MAQUINA DE SOLDAR	S/. 472.46
BATERIA 24VDC	S/. 1,032.00
MULTIMETRO	S/. 436.95
MEGHOMETRO	S/. 4,500.00
MARCADOR DE LLANTA	S/. 134.50
MEDIDOR DE AIRE	S/. 416.04
	<b>S/. 6,991.95</b>

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**


## C. Medición

### a. Causa: Falta de indicadores

El área de mantenimiento cuenta con un tablero de control en donde solo registran el kilometraje del servicio de mantenimiento posterior a su ejecución, no cuentan con ningún indicador de mantenimiento.

#### IMAGEN N°06: Tablero de control de mantenimiento

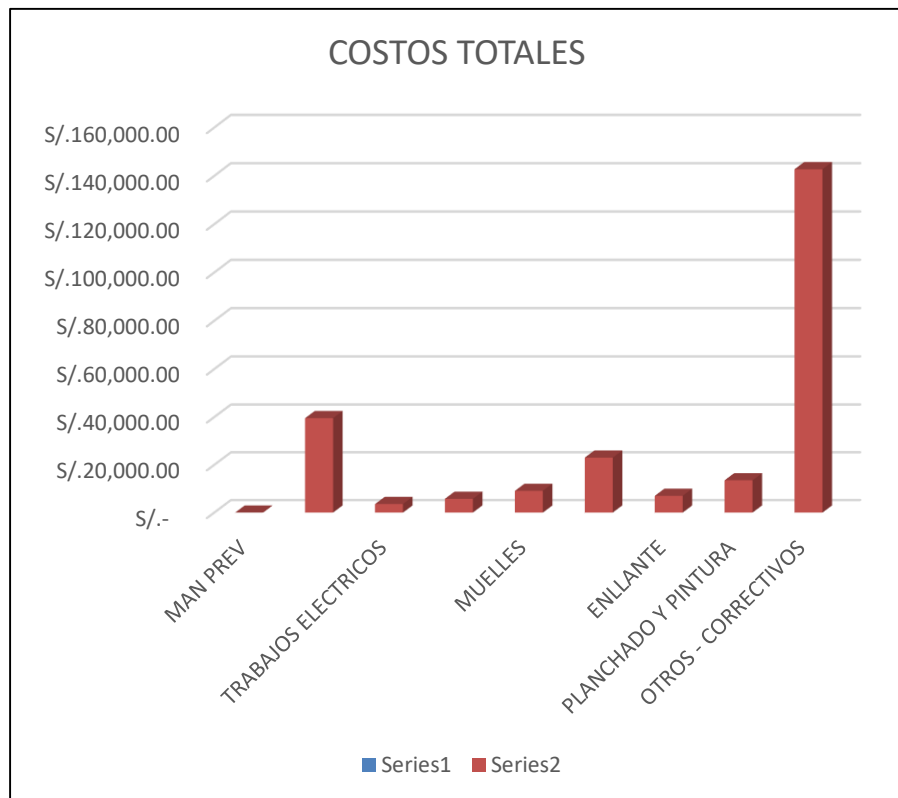
REALIZADOS		WD-9442 (T4T-835)				
		Fecha Real	Km Programado	Km Real	Demora	Medicion
ENERO	5					0
FEBRERO	11	18/02/2014	198507	198007	-500	0
MARZO	11		203007			0
ABRIL	11	22/04/2014	203007	204808	1801	1
MAYO	9		209808			0
JUNIO	14	24/06/2014	209808	209869	61	0
JULIO	10		214869			0
AGOSTO	1					0
SEPTIEMBRE	0					0
OCTUBRE	0					0
NOVIEMBRE	0					0
DICIEMBRE	0					0

  
Jorge Guillermo Ramos Ramos  
GERENTE DE OPERACIONES  
SERVICIOS DE TRANSPORTES  
RINA S.A.C.

FUENTE: SETRAMI S.A.C, 2015

La falta de indicadores genera incertidumbre en el área de mantenimiento ya que no se toman controles en los trabajos, ocasionando elevados trabajos correctivos y preventivos.

**GRAFICO N°08: Costos Totales Mantenimiento**



**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

#### **D. Material**

##### **a. Causa: Falta de materiales**

La falta de materiales durante el trabajo de mantenimiento preventivo genera demoras de aproximadamente 2 horas desde el requerimiento del material, hasta la aprobación y compra del mismo, como consecuencia la acumulación de equipos.



**CUADRO N° 08: Costo de Mano de Obra Ociosa**


EQUIPOS	PLACA	N° MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS REALIZADOS DE ENERO - SEPTIEMBRE 2014	TIEMPO PROMEDIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (hr)	TIEMPO DE DEMORA PROMEDIO (hr)	MOTIVO DE DEMORA	COSTO DE MANO DE OBRA INOPERATIVA
CAMIONES	T1H-913	7	5	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 218.75
CAMIONES	T2G-815	8	5	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 250.00
CAMIONES	T2V-814	7	5	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 218.75
CAMIONES	T4V-844	4	5	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 125.00
CAMIONES	T2H-935	6	5	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 187.50
CAMIONES	H1W-841	4	5	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 125.00
CISTERNA	T4T-834	5	6	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 156.25
CISTERNA	T2Y-872	7	6	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 218.75
CISTERNA	T1A-923	7	6	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 218.75
CISTERNA	T4D-865	6	6	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 187.50
CAMIONETA	T4U-059	8	5	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 250.00
CAMIONETA	T4U-871	8	5	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 250.00
CAMIONETA	T4E-907	5	5	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 156.25
CAMIONETA	T6G-901	7	5	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 218.75
CAMIONETA	T1V-059	2	5	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 62.50
SEMITRAILER	T3D-800	1	4	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 31.25
VOLQUETE	T1F-829	1	4	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 31.25
						<b>S/. 2,906.25</b>

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

**a. Causa: Elevados costos de los materiales**

Existen elevados costos de materiales usados tanto en el mantenimiento correctivo y preventivo como podemos observar en la siguiente factura.

## MAGEN N° 08: Factura de Materiales

		<b>SCANIA DEL PERU S.A. - REPUESTOS</b>		Fecha Emisión: 05/01/2015	Pág.: 1		
Carretera Panam. Norte, Km. 558 - Trujillo - Perú		Teléfono : (5144) 60-0404 Fax : (5144) 60-0404		Tipo de Cambio : 2.989			
COTIZACION No.			1051753				
Señores			Fecha: 05/01/2015				
SERVICIOS DE TRANSPORTES MINA S. A. C			Vendedor: 10FA				
CALLE CORONEL GOMEZ 415 URB. EL MOLINO			O/C:				
130101							
No. Cliente: 41077							
RUC: 20440405143							
Item	Descripción	Und.	Cant.	PrecioUnit(US\$ (inclIGV)	% Dcto.	Total US\$ (inclIGV)	Total S/ (inclIGV)
2	ACEITE MOTOR 15W-40 X BALDE	PZA	2.00	94.82	19.10	153.41	458.54
3	KIT MANTENIMIENTO FKN/PGR/	PZA	1.00	94.67	19.10	76.59	228.93
5	FILTRO ACEITE DIRECCION S4	PZA	1.00	9.42	0.00	9.42	28.16
6	HIDROLINA ATF X LITRO (CILIN	PZA	4.00	6.94	0.00	27.76	82.97
7	FILTRO RETARDE R S3/S4/PGR/	PZA	1.00	17.79	0.00	17.79	53.17
8	JUNTA TORICA	PZA	1.00	16.05	0.00	16.05	47.97
9	REPSOL MATIC III X LITRO (BOT	PZA	6.00	7.91	0.00	47.46	141.86
13	FILTRO AIRE PRIMARIO S4	PZA	1.00	110.50	19.46	89.00	266.02
14	FILTRO AIRE SECUNDARIO S4	PZA	1.00	52.24	31.09	36.00	107.60
16	FILTRO CABINA PGR	PZA	1.00	37.61	0.00	37.61	112.42
<b>Total</b>						<b>US\$ (inclIGV)</b>	<b>S/. (inclIGV)</b>
						<b>511.09</b>	<b>1527.65</b>

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

Adjuntamos el resumen de costos de materiales desde Enero a Septiembre del 2014:

**CUADRO N° 09: Costos de Materiales Mantenimiento**

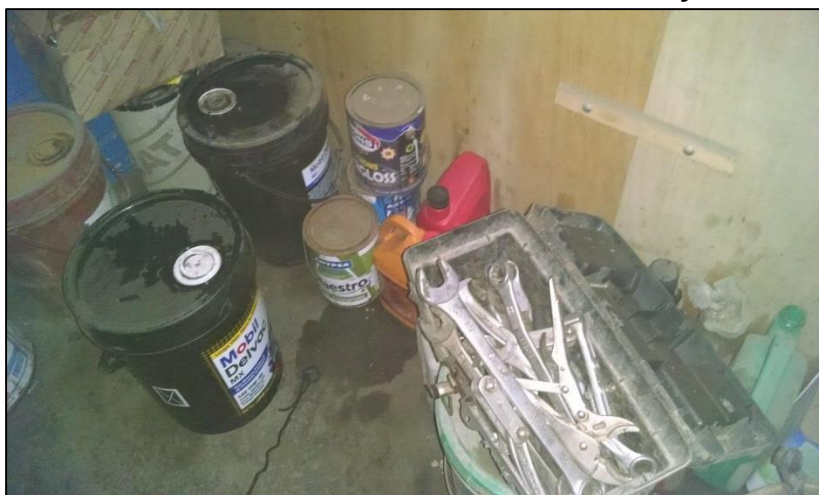
	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	TRABAJOS ELECTRICOS	MUELLES	OTROS - CORRECTIVOS
PLACAS	MD	MD	MD	
T1H-913	S/. 3,254.07	S/. 167.72	S/. 2,726.54	S/. 12,953.90
T2G-815	S/. 3,198.68	S/. 722.48	S/. 1,228.80	S/. 18,021.01
T2V-814	S/. 3,383.95	S/. 319.07	S/. 2,747.47	S/. 8,914.17
T4V-844	S/. 2,444.83	S/. 293.65	S/. 94.93	S/. 12,589.84
T2H-935	S/. 2,697.19	S/. 580.35	S/. 2,096.61	S/. 7,344.99
H1W-841	S/. 1,059.33	S/. 420.33	S/. -	S/. 1,268.09
T4T-834	S/. 2,669.63	S/. 182.88	S/. 2,572.02	S/. 3,182.08
T2Y-872	S/. 3,893.01	S/. 848.79	S/. 3,869.07	S/. 12,680.04
T1A-923	S/. 3,405.93	S/. 293.51	S/. 2,033.04	S/. 14,010.08
T4D-865	S/. 3,650.53	S/. 563.83	S/. 3,608.48	S/. 17,311.44
T4U-059	S/. 2,068.86	S/. 149.85	S/. 509.75	S/. 6,304.99
T4U-871	S/. 3,329.40	S/. 69.33	S/. -	S/. 5,190.85
T4E-907	S/. 1,194.94	S/. 137.71	S/. 213.56	S/. 3,581.73
T6G-901	S/. 1,767.20	S/. 1,027.88	S/. -	S/. 4,808.08
T1V-059	S/. 417.84	S/. -	S/. -	S/. 1,399.48
T3D-800	S/. 358.48	S/. -	S/. 608.47	S/. 9,871.17
T1F-829	S/. 760.17	S/. -	S/. 698.31	S/. 3,316.56
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 39,554.04</b>	<b>S/. 5,777.38</b>	<b>S/. 23,007.05</b>	<b>S/. 142,748.50</b>

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

**b. Causa: Materiales mal almacenados**

Los materiales no se encuentran almacenados de manera correcta, podemos observar en caso de aceites y filtros que podrían contaminarse en el medio, ya que necesitan de un cuidado especial.

### IMAGEN N° 09: Almacenamiento de Aceites y Filtros



**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

A través del costo por material almacenado siendo los más críticos aceites y filtros. Calculamos el costo del restante de aceites que se almacena posterior de cada servicio, este restante se pierde ya que no es usado por las malas condiciones en que se encuentra. En caso de los filtros asumimos que por las malas condiciones el 15% se deteriore y podemos notarlo por los elevados trabajos correctivos.

### CUADRO N° 10: Costos de Materiales Deteriorados

MATERIAL	UND	COSTO	COSTO POR GALON	USADOS	ALMACENADOS	COSTO
ACEITE 15W40 DELVAC MX MOBIL x 5 GLN	GLN	S/. 236.16	S/. 47.23	S/. 212.54	S/. 23.62	S/. 2,196.29
FILTRO AIRE PRIMARIO HINO GH1J FM1J MODEL 1726 2626	PZA	S/. 156.26			S/. 156.26	S/. 2,179.83
FILTRO AIRE SECUNDARIO INTERIOR HINO GH1JMJ MODEL 1726	PZA	S/. 90.00			S/. 90.00	S/. 1,255.50
FILTRO COMBUSTIBLE HINO FM26	PZA	S/. 33.53			S/. 33.53	S/. 467.74
FILTRO DE ACEITE HINO	PZA	S/. 57.35			S/. 57.35	S/. 800.03
FILTRO DE PETROLEO S/AGUA HINO	UND	S/. 80.51			S/. 80.51	S/. 1,123.11
ACEITE TELLUS 46 BALDE X 05 GLN SHELL	BAL	S/. 216.10	S/. 43.22	S/. 194.49	S/. 21.61	S/. 2,009.73
HYDROFLUID AW ISO 150 BALDE X 05 GLNS CAM2	BAL	S/. 186.44	S/. 37.29	S/. 167.80	S/. 18.64	S/. 1,733.89
GRASA GADUS S2 V220 X 20 Kg	KGR	S/. 12.07				
GRASA ENV. X 01 KILO SKF	KGR	S/. 33.05				
HIDROLINA PREMIUN ATF MERCON DEXRON LITRO	LTS	S/. 16.95				
						S/. 11,766.13

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**



## E. Métodos

### a. Causa: Falta de herramientas de control para el mantenimiento

No cuentan con un formato para el correcto control y planificación del mantenimiento Preventivo. De manera que la programación no se ejecuta de adecuadamente ya que el registro de kilometrajes no es el adecuado.

#### IMAGEN N° 10: Registro de Kilometraje

A handwritten record on a grid background showing names, units, and kilometers. Some kilometers are highlighted in yellow.

Juan marcos	1/ a unidad	
Carle Valverde	1/ a unidad	
Fátima Valverde	1/ a unidad	
José José	1/ a unidad	
Gustavo Abuelo	1/ a unidad	
T2H.935	Saldo al inicio de semana =	298234
T24.972	Saldo a continuación de semana =	251400
T26.815	Saldo a continuación de semana =	
Marcos Valverde	1/ a unidad	
T3V.059	1/ a unidad de trabajo	
T4D.965	Si el taller de selección de banco de agua	
T4H.940	1/ a carga material de sistema eléctrico	
Santiago Alayo	1/ a su casa	
Alex Alayo	1/ a su casa	
Lorenzo Chony	1/ a su casa	

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

Debido a una mala programación del mantenimiento preventivo se produce un incremento de trabajos correctivos en los equipos generando elevados costos.

**CUADRO N° 08: Costos Totales de Mantenimiento**

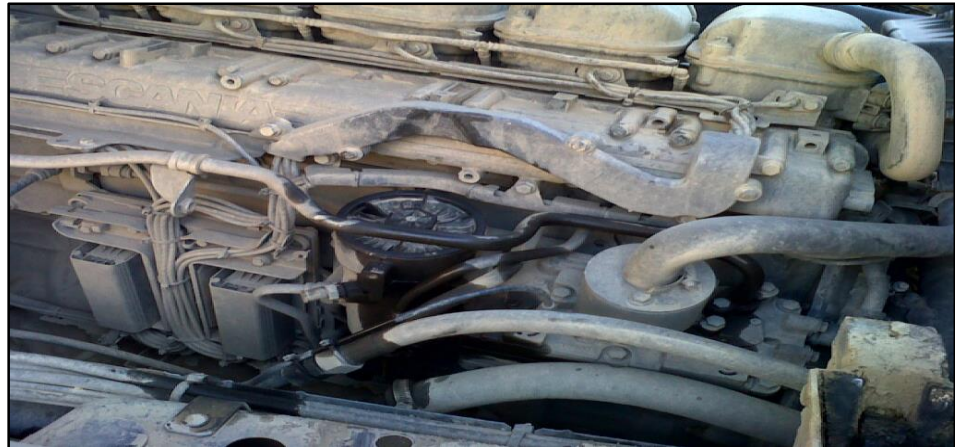
PLACAS	MAN PREV		TRABAJOS ELECTRICOS		MUELLES		ENLLANTE	PLANCHADO Y PINTURA	OTROS - CORRECTIVOS
	MO	MD	MO	MD	MO	MD	MO	MO	
T1H-913	S/. -	S/. 3,254.07	S/. 377.11	S/. 167.72	S/. 1,069.31	S/. 2,726.54	S/. 681.36	S/. 813.56	S/. 12,953.90
T2G-815	S/. -	S/. 3,198.68	S/. 343.21	S/. 722.48	S/. 593.20	S/. 1,228.80	S/. 728.22	S/. 618.66	S/. 18,021.01
T2V-814	S/. -	S/. 3,383.95	S/. 258.47	S/. 319.07	S/. 1,523.04	S/. 2,747.47	S/. 1,096.09	S/. 1,093.23	S/. 8,914.17
T4V-844	S/. -	S/. 2,444.83	S/. 330.50	S/. 293.65	S/. 169.48	S/. 94.93	S/. 595.00	S/. 474.58	S/. 12,589.84
T2H-935	S/. -	S/. 2,697.19	S/. 351.69	S/. 580.35	S/. 934.47	S/. 2,096.61	S/. 311.00	S/. 457.62	S/. 7,344.99
H1W-841	S/. -	S/. 1,059.33	S/. 381.34	S/. 420.33	S/. -	S/. -	S/. 15.00	S/. 233.05	S/. 1,268.09
T4T-834	S/. -	S/. 2,669.63	S/. 97.46	S/. 182.88	S/. 1,165.25	S/. 2,572.02	S/. 440.00	S/. 3,241.52	S/. 3,182.08
T2Y-872	S/. -	S/. 3,893.01	S/. 350.68	S/. 848.79	S/. 1,169.44	S/. 3,869.07	S/. 1,040.00	S/. 949.15	S/. 12,680.04
T1A-923	S/. -	S/. 3,405.93	S/. 233.05	S/. 293.51	S/. 754.22	S/. 2,033.04	S/. 620.00	S/. 2,944.91	S/. 14,010.08
T4D-865	S/. -	S/. 3,650.53	S/. 271.17	S/. 563.83	S/. 805.08	S/. 3,608.48	S/. 785.42	S/. 1,042.36	S/. 17,311.44
T4U-059	S/. -	S/. 2,068.86	S/. 152.54	S/. 149.85	S/. 422.02	S/. 509.75	S/. 76.95	S/. 55.08	S/. 6,304.99
T4U-871	S/. -	S/. 3,329.40	S/. 76.26	S/. 69.33	S/. -	S/. -	S/. 84.24	S/. -	S/. 5,190.85
T4E-907	S/. -	S/. 1,194.94	S/. 182.19	S/. 137.71	S/. 127.12	S/. 213.56	S/. 30.50	S/. 508.48	S/. 3,581.73
T6G-901	S/. -	S/. 1,767.20	S/. 173.73	S/. 1,027.88	S/. -	S/. -	S/. 31.35	S/. 220.34	S/. 4,808.08
T1V-059	S/. -	S/. 417.84	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 40.00	S/. 16.95	S/. 1,399.48
T3D-800	S/. -	S/. 358.48	S/. -	S/. -	S/. 228.82	S/. 608.47	S/. 110.00	S/. 529.66	S/. 9,871.17
T1F-829	S/. -	S/. 760.17	S/. -	S/. -	S/. 142.13	S/. 698.31	S/. 315.00	S/. 330.51	S/. 3,316.56
<b>TOTAL</b>	S/. -	S/. 39,554.04	S/. 3,579.40	S/. 5,777.38	S/. 9,103.58	S/. 23,007.05	S/. 7,000.13	S/. 13,529.66	S/. 142,748.50
<b>TOTAL</b>	S/. 244,299.74								

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

**b. Causa: Trabajos de mantenimiento mal ejecutados**

Observamos fugas de aceite, ocasionando retrasos en la operación ya que el equipo no puede partir en estas condiciones. Esto se debe a una mala inspección ejecutada por los colaboradores de mantenimiento, los cuales por falta de un procedimiento de trabajo no ejecutan las labores de manera adecuada.

### IMAGEN N° 11: Presencia de fuga de aceite



**FUENTE:** Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).

Las presentes fugas, por falta de un adecuado trabajo de mantenimiento ocasionan impactos negativos en la operación, ya que los equipos no pueden partir por no encontrarse en condiciones óptimas, ocasionando retrasos los probables costos:

## CUADRO N° 12: Costos de impacto en operación y mantenimiento

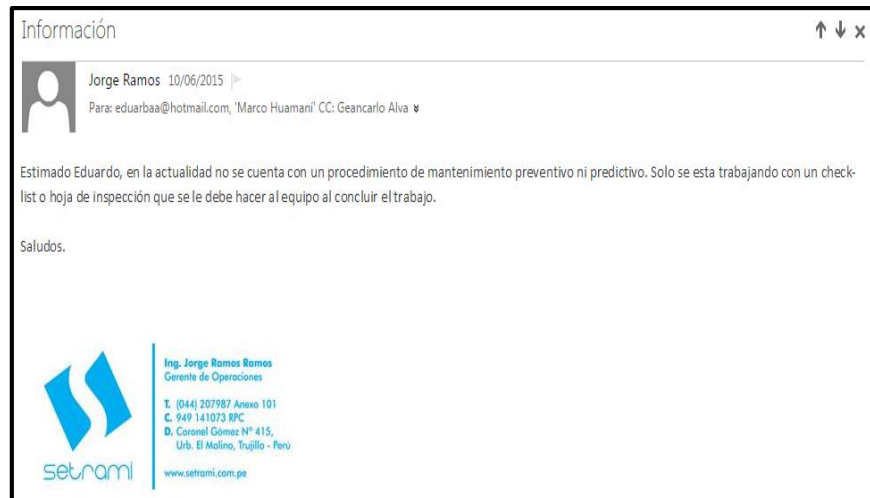
IMPACTO EN LA OPERACIÓN						
	COSTOS POR TN O SERVICIO	COSTO TOTAL DEL SERVICIO	COSTO PERDIDA DE FLETE POR DEMORA	COSTO DE OPORTUNIDAD DE FLETE EN ESPERA	PENALIDAD	COSTO TOTAL DE LA PERDIDA
MATERIALES	S/. 280.95	S/. 5,057.10	S/. 5,057.10	S/. 5,057.10	S/. 1,517.13	S/. 11,631.33
EXPLOSIVOS	S/. 7,122.20	S/. 7,122.20	S/. 7,122.20	S/. 7,122.20	S/. 2,136.66	S/. 16,381.06
MERCANTIL	S/. 280.95	S/. 5,057.10	S/. 5,057.10	S/. 5,057.10	S/. 1,517.13	S/. 11,631.33
HIDROCARBUROS	S/. 1,202.00	S/. 1,202.00	S/. 1,202.00	S/. 1,202.00	S/. 360.60	S/. 2,764.60
GLP	S/. 8,400.00	S/. 8,400.00	S/. 8,400.00	S/. 8,400.00	S/. 2,520.00	S/. 19,320.00
QUIMICOS	S/. 10,982.00	S/. 10,982.00	S/. 10,982.00	S/. 10,982.00	S/. 3,294.60	S/. 25,258.60
CIANURO	S/. 10,982.00	S/. 10,982.00	S/. 10,982.00	S/. 10,982.00	S/. 3,294.60	S/. 25,258.60
CAL	S/. 5,843.26	S/. 5,843.26	S/. 5,843.26	S/. 5,843.26	S/. 1,752.98	S/. 13,439.50
						S/. 125,685.02
IMPACTO EN MANTENIMIENTO						
SERVICIO	TIEMPO PROMEDIO	COSTO POR SERVICIO MANO DE OBRA	COSTO DE OPORTUNIDAD	COSTO TOTAL MANO DE OBRA		
MANTENIMIENTO	5	S/. 79.96	S/. 79.96	S/. 159.93		

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

### c. Causa: Falta de procedimientos de trabajo en mantenimiento preventivo y predictivo

Notamos el resultado de la falta de procedimientos de trabajo, al no existir una secuencia de actividades para la ejecución del mantenimiento, los técnicos no toman en cuenta algunas inspecciones que deberían ejecutarse para prevenir y/o predecir alguna posible falla en los sistemas de los equipos, a la vez que no se toman el tiempo adecuado según manual para la ejecución de la tarea existiendo tiempos perdidos.

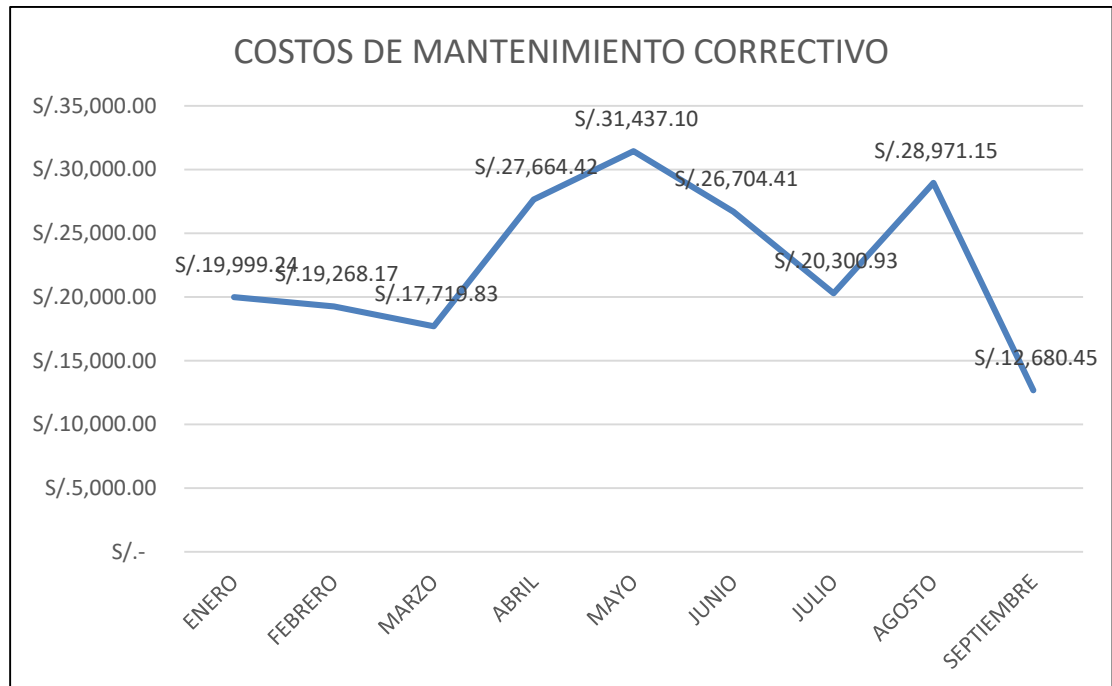
## IMAGEN N° 12: Correo consulta



### **FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

Como consecuencia de una falta de procedimientos de trabajo preventivo y predictivo no se sigue un orden ni estándar para la ejecución del trabajo y muy pocas veces se previene las fallas, ocasionando un incremento en la cantidad de trabajos correctivos, observándose el impacto en los costos. A la vez los tiempos de trabajo varían generándose sobretiempos.

**GRAFICO N°09: Costos Totales de Mantenimiento Correctivo**



**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015)**

**CUADRO N° 13: Costos de sobretiempos**

EQUIPOS	PLACA	N° MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS REALIZADOS DE ENERO - SEPTIEMBRE 2014	TIEMPO PROMEDIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (hr)	COSTO POR SERVICIO MANO DE OBRA	TIEMPO IDEAL DE MANTENIMIENTO	COSTO IDEAL POR SERVICIO MANO DE OBRA
CAMIONES	T1H-913	7	5	S/. 546.88	4	S/. 437.50
CAMIONES	T2G-815	8	5	S/. 625.00	4	S/. 500.00
CAMIONES	T2V-814	7	5	S/. 546.88	4	S/. 437.50
CAMIONES	T4V-844	4	5	S/. 312.50	4	S/. 250.00
CAMIONES	T2H-935	6	5	S/. 468.75	4	S/. 375.00
CAMIONES	H1W-841	4	5	S/. 312.50	4	S/. 250.00
CISTERNA	T4T-834	5	6	S/. 468.75	4	S/. 312.50
CISTERNA	T2Y-872	7	6	S/. 656.25	4	S/. 437.50
CISTERNA	T1A-923	7	6	S/. 656.25	4	S/. 437.50
CISTERNA	T4D-865	6	6	S/. 562.50	4	S/. 375.00
CAMIONETA	T4U-059	8	5	S/. 625.00	4	S/. 500.00
CAMIONETA	T4U-871	8	5	S/. 625.00	4	S/. 500.00
CAMIONETA	T4E-907	5	5	S/. 390.63	4	S/. 312.50
CAMIONETA	T6G-901	7	5	S/. 546.88	4	S/. 437.50
CAMIONETA	T1V-059	2	5	S/. 156.25	4	S/. 125.00
SEMITRAILER	T3D-800	1	4	S/. 62.50	4	S/. 62.50
VOLQUETE	T1F-829	1	4	S/. 62.50	4	S/. 62.50
				S/. 7,625.00		S/. 5,812.50

SOBRE-COSTO S/. 1,812.50

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015)**

## **F. Medio Ambiente**

### **a) Causa: Inadecuadas zonas para residuos peligrosos**

El área de mantenimiento no cuenta con una zona adecuada para los residuos peligrosos, generando desorden y suciedad en el área de trabajo.

**IMAGEN N° 13: Cilindros de basura**



**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015)**

El impacto del desorden y la suciedad en el área lo podemos observar en la cantidad de materiales deteriorados y las demoras en la ejecución de los trabajos.



### CUADRO N° 14: Costos de Materiales Deteriorados

MATERIAL	UND	COSTO	COSTO POR GALON	USADOS	ALMACENADOS	COSTO
ACEITE 15W40 DELVAC MX MOBIL x 5 GLN	GLN	S/. 236.16	S/. 47.23	S/. 212.54	S/. 23.62	S/. 2,196.29
FILTRO AIRE PRIMARIO HINO GH1J FM1J MODEL 1726 2626	PZA	S/. 156.26			S/. 156.26	S/. 2,179.83
FILTRO AIRE SECUNDARIO INTERIOR HINO GH1JMU MODEL 1726	PZA	S/. 90.00			S/. 90.00	S/. 1,255.50
FILTRO COMBUSTIBLE HINO FM26	PZA	S/. 33.53			S/. 33.53	S/. 467.74
FILTRO DE ACEITE HINO	PZA	S/. 57.35			S/. 57.35	S/. 800.03
FILTRO DE PETROLEO S/AGUA HINO	UND	S/. 80.51			S/. 80.51	S/. 1,123.11
ACEITE TELLUS 46 BALDE X 05 GLN SHELL	BAL	S/. 216.10	S/. 43.22	S/. 194.49	S/. 21.61	S/. 2,009.73
HYDROFLUID AW ISO 150 BALDE X 05 GLNS CAM2	BAL	S/. 186.44	S/. 37.29	S/. 167.80	S/. 18.64	S/. 1,733.89
GRASA GADUS S2 V220 X 20 Kg	KGR	S/. 12.07				
GRASA ENV. X 01 KILO SKF	KGR	S/. 33.05				
HIDROLINA PREMIUM ATF MERCON DEXRON LTRO	LTS	S/. 16.95				
						S/. 11,766.13

FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015)

### CUADRO N° 15: Costos de sobretiempos

EQUIPOS	PLACA	N° MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS REALIZADOS DE ENERO - SEPTIEMBRE 2014	TIEMPO PROMEDIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (hr)	COSTO POR SERVICIO MANO DE OBRA	TIEMPO IDEAL DE MANTENIMIENTO	COSTO IDEAL POR SERVICIO MANO DE OBRA
CAMIONES	T1H-913	7	5	S/. 546.88	4	S/. 437.50
CAMIONES	T2G-815	8	5	S/. 625.00	4	S/. 500.00
CAMIONES	T2V-814	7	5	S/. 546.88	4	S/. 437.50
CAMIONES	T4V-844	4	5	S/. 312.50	4	S/. 250.00
CAMIONES	T2H-935	6	5	S/. 468.75	4	S/. 375.00
CAMIONES	H1W-841	4	5	S/. 312.50	4	S/. 250.00
CISTERNA	T4T-834	5	6	S/. 468.75	4	S/. 312.50
CISTERNA	T2Y-872	7	6	S/. 656.25	4	S/. 437.50
CISTERNA	T1A-923	7	6	S/. 656.25	4	S/. 437.50
CISTERNA	T4D-865	6	6	S/. 562.50	4	S/. 375.00
CAMIONETA	T4U-059	8	5	S/. 625.00	4	S/. 500.00
CAMIONETA	T4U-871	8	5	S/. 625.00	4	S/. 500.00
CAMIONETA	T4E-907	5	5	S/. 390.63	4	S/. 312.50
CAMIONETA	T6G-901	7	5	S/. 546.88	4	S/. 437.50
CAMIONETA	T1V-059	2	5	S/. 156.25	4	S/. 125.00
SEMITRAILER	T3D-800	1	4	S/. 62.50	4	S/. 62.50
VOLQUETE	T1F-829	1	4	S/. 62.50	4	S/. 62.50
				S/. 7,625.00		S/. 5,812.50
				SOBRE-COSTO	S/.	1,812.50

FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015)



**Cuadro N° 16: Costos Totales del Área de Mantenimiento.**

			<b>COSTOS DIAGNOSTICO</b>
<b>ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>	<b>MANO DE OBRA</b>	Falta de capacitación	S/. 204,745.70
		Falta de cumplimiento en el trabajo.	S/. 46,990.62
	<b>EQUIPOS</b>	Inadecuado uso de los equipos.	S/. 5,264.32
		Existencia de equipos obsoletos.	S/. 6,991.95
	<b>MATERIALES</b>	Falta de materiales	S/. 2,906.25
		Elevados costos de los materiales	S/. 211,086.97
		Materiales mal almacenados	S/. 11,766.13
	<b>METODOS</b>	Falta de herramientas de control para el mantenimiento.	S/. 251,736.32
		Trabajos de mantenimiento mal ejecutados.	S/. 125,844.94
		Falta de procedimientos de trabajo en mantenimiento preventivo y predictivo.	S/. 1,812.50
	<b>MEDIO AMBIENTE</b>	Inadecuadas zonas para residuos peligrosos.	S/. 13,578.63
	<b>MEDICION</b>	Falta de indicadores.	S/. 254,642.57
			<b>S/. 1,137,366.90</b>

**FUENTE: Elaboración Propia, 2015.**

# **CAPITULO 4: SOLUCIÓN DE LA PROPUESTA**


## **4.1. Solución del Problema**

### **A) Mano de Obra**

#### **a) Falta de capacitación**

Para la solución de la siguiente causa hicimos uso de técnicas del pilar de entrenamiento de TPM, ejecutando el perfil de puesto de los colaboradores de mantenimiento, posteriormente se evaluó su desempeño para finalmente planificar un plan de capacitación basado en las competencias que deben desarrollar para cumplir con los objetivos del área y sus funciones de manera óptima, aportando a mejorar sus habilidades y conocimientos.

## CUADRO N° 17: Perfil del puesto Supervisor



FORMATO DE PERFIL DEL PUESTO

---

**IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO**

**Unidad Orgánica:** GERENCIA DE OPERACIONES  
**Denominación:** \_\_\_\_\_  
**Nombre del puesto:** SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO  
**Dependencia Jerárquica Lineal:** JEFE DE OPERACIONES  
**Dependencia Jerárquica funcional:** OPERACIONES  
**Puestos que supervisa:** TECNICO DE MANTENIMIENTO

---

**MISIÓN DEL PUESTO**

Gestionar tareas de mantenimiento con el objetivo de mantener la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.

---

**FUNCIONES DEL PUESTO**

- 1 Responsable de las supervisión de mantenimiento mecánico a los vehículos
- 2 Controlar revisiones técnicas a todas las unidades de acuerdo al programa
- 3 Controlar mediante indicadores de mantenimiento la disponibilidad de los equipos
- 4 Ejecutar programa de mantenimiento preventivo
- 5 Ejecutar y controlar el cumplimiento de los procedimientos y registros de mantenimiento
- 6 Promover las 5 "s" en el área de mantenimiento
- 7 Planificar pedidos de repuestos y materiales
- 8 Revisar y cumplir plan de capacitación anual
- 9 Dirigir y motivar al equipo al cumplimiento de objetivos
- 10 Promover la ejecución de trabajos respetando normas de seguridad y calidad
- 11 Presentar informes mensuales a Gerencia y Operaciones.

---

**FORMACIÓN ACADÉMICA**

A.) Formación Académica	B.) Grado(s)/situación académica y estudios requeridos para el puesto	C.) ¿Se requiere Colegiatura?																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Incompleta</th> <th style="text-align: center;">Completa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/> Secundaria</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Técnica Básica (1 ó 2 años)</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Técnica Superior (3 ó 4 años)</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Universitario</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		Incompleta	Completa	<input type="checkbox"/> Secundaria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Técnica Básica (1 ó 2 años)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Técnica Superior (3 ó 4 años)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Universitario	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/> Egresado(a)</td> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Ingeniería Industrial o carreras a fines.</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Bachiller</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Título/ Licenciatura</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Maestría</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Egresado <input type="checkbox"/> Titulado</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Doctorado</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Egresado <input type="checkbox"/> Titulado</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	<input type="checkbox"/> Egresado(a)	Ingeniería Industrial o carreras a fines.	<input type="checkbox"/> Bachiller	<input checked="" type="checkbox"/> Título/ Licenciatura		<input type="checkbox"/> Maestría		<input type="checkbox"/> Egresado <input type="checkbox"/> Titulado		<input type="checkbox"/> Doctorado		<input type="checkbox"/> Egresado <input type="checkbox"/> Titulado		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"> <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No                 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">                     ¿Requiere habilitación profesional?  <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No                 </td> </tr> </tbody> </table>	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	¿Requiere habilitación profesional? <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No
	Incompleta	Completa																														
<input type="checkbox"/> Secundaria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
<input type="checkbox"/> Técnica Básica (1 ó 2 años)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
<input type="checkbox"/> Técnica Superior (3 ó 4 años)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
<input checked="" type="checkbox"/> Universitario	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																														
<input type="checkbox"/> Egresado(a)	Ingeniería Industrial o carreras a fines.																															
<input type="checkbox"/> Bachiller																																
<input checked="" type="checkbox"/> Título/ Licenciatura																																
<input type="checkbox"/> Maestría																																
<input type="checkbox"/> Egresado <input type="checkbox"/> Titulado																																
<input type="checkbox"/> Doctorado																																
<input type="checkbox"/> Egresado <input type="checkbox"/> Titulado																																
<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No																																
¿Requiere habilitación profesional? <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No																																

---

**CONOCIMIENTOS**

**A.) Conocimientos Técnicos principales requeridos para el puesto (No requieren documentación sustentaria):**

Gestión de mantenimiento  
 Indicadores de mantenimiento  
 Ms Project 2010

**B.) Programas de especialización requeridos y sustentados con documentos.**  
*Nota: Cada curso de especialización deben tener no menos de 24 horas de capacitación y los diplomados no menos de 90 horas.*

**Indique los cursos y/o programas de especialización requeridos:**  
 Implementación de herramientas de control en Manteniminto

**C.) Conocimientos de Ofimática e Idiomas.**

OFIMÁTICA	Nivel de dominio			
	No aplica	Básico	Intermedio	Avanzado
Word				X
Excel				X
Powerpoint				X

IDIOMAS	Nivel de dominio			
	No aplica	Básico	Intermedia	Avanzado
Inglés			X	
.....				
.....				

---

**EXPERIENCIA**

**Experiencia general**

Indique la cantidad total de años de experiencia laboral, ya sea en el sector público o privado.  
 Experiencia Laboral no menos de un (01) año.


---

**HABILIDADES O COMPETENCIAS**

Trabajo en equipo, Iniciativa e innovación, Liderazgo, Compromiso Organizacional, y Toma de Decisiones.

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

## CUADRO N° 18: Perfil del puesto Técnico de Mantenimiento



**FORMATO DE PERFIL DEL PUESTO**

---

**IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO**

**Unidad Orgánica:** GERENCIA DE OPERACIONES  
**Denominación:** -  
**Nombre del puesto:** TÉCNICO DE MANTENIMIENTO  
**Dependencia Jerárquica Lineal:** SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO  
**Dependencia Jerárquica funcional:** JEFE DE OPERACIONES  
**Puestos que supervisa:** N/A

---

**MISIÓN DEL PUESTO**

Ejecutar tareas de mantenimiento predictivas, preventivas y correctivas a los equipos, mejorando su confiabilidad y disponibilidad.

---

**FUNCIONES DEL PUESTO**

- 1 Responsable de ejecutar mantenimiento mecánico a los vehículos
- 2 Realizar revisiones técnicas a todas las unidades de acuerdo al programa
- 3 Mantener la disponibilidad de los equipos
- 4 Ejecutar programa de mantenimiento preventivo
- 5 Cumplir los procedimientos y registros de mantenimiento
- 6 Ejecutar las 5 "s" en el área de mantenimiento
- 7 Realizar pedidos de repuestos y materiales a tiempo
- 8 Asistir al plan de capacitación anual

---

**FORMACIÓN ACADÉMICA**

**A.) Formación Académica**

	Incompleta	Completa
<input type="checkbox"/> Secundaria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Técnica Básica (1 ó 2 años)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Técnica Superior (3 ó 4 años)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Universitario	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**B.) Grado(s)/situación académica y estudios requeridos para el puesto**

<input type="checkbox"/> Egresado(a)	
<input type="checkbox"/> Bachiller	
<input checked="" type="checkbox"/> Título/ Licenciatura	
<input type="checkbox"/> Maestría	
<input type="checkbox"/> Egresado <input type="checkbox"/> Titulado	
<input type="checkbox"/> Doctorado	
<input type="checkbox"/> Egresado <input type="checkbox"/> Titulado	

**C.) ¿Se requiere Colegiatura?**

Sí  No

---

**¿Requiere habilitación profesional?**

Sí  No

---

**CONOCIMIENTOS**

**A.) Conocimientos Técnicos principales requeridos para el puesto (No requieren documentación sustentaria) :**  
 Conocer procedimiento de mantenimiento, diagnóstico y solución de problemas (predictivo, preventivo y correctivo)

**B.) Programas de especialización requeridos y sustentados con documentos.**  
*Nota: Cada curso de especialización deben tener no menos de 24 horas de capacitación y los diplomados no menos de 90 horas.*

**Indique los cursos y/o programas de especialización requeridos:**  
 Curso de Mantenimiento Preventivo a vehiculos HINO FM 500

**C.) Conocimientos de Ofimática e Idiomas.**

OFIMÁTICA	Nivel de dominio				IDIOMAS	Nivel de dominio			
	No aplica	Básico	Intermedio	Avanzado		No aplica	Básico	Intermedio	Avanzado
Word		X			Inglés		X		
Excel		X			.....				
Powerpoint		X			.....				

---

**EXPERIENCIA**

**Experiencia general**  
 Indique la cantidad total de años de experiencia laboral; ya sea en el sector público o privado.  
**Experiencia Laboral no menos de dos (01) años.**

---

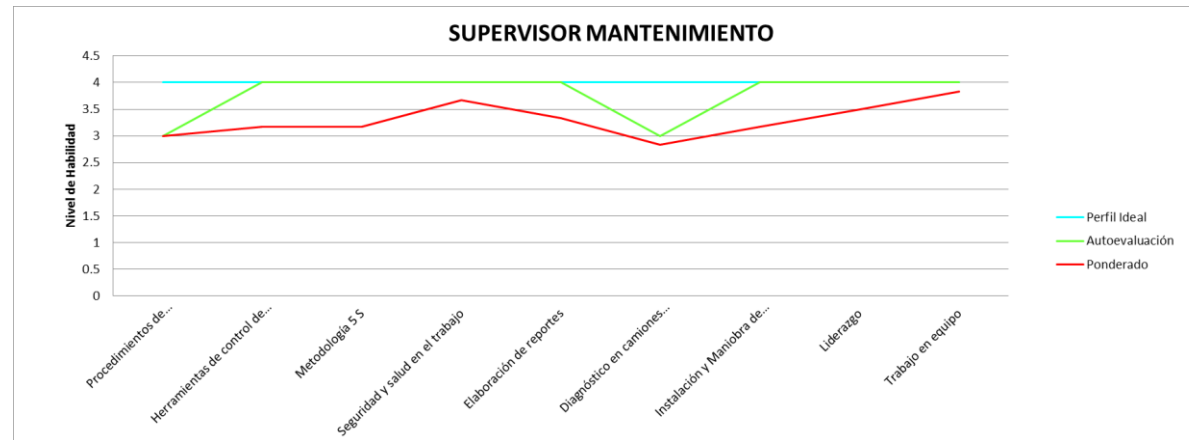
**HABILIDADES O COMPETENCIAS**

Trabajo en equipo, Iniciativa, Sentido de Seguridad y Trabajo bajo presión.

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

**CUADRO N° 19: Análisis de desempeño Supervisor de Mantenimiento**

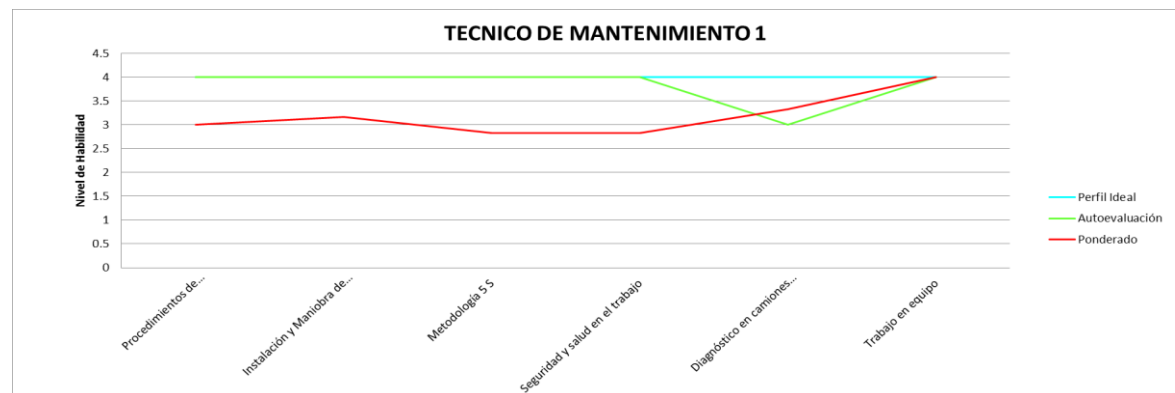
Evaluado	SUPERVISOR MANTENIMIENTO								
Evaluadores	Evaluación de desempeño								
	Procedimientos de Mantenimiento Preventivo y Predictivo HINO FM 500	Herramientas de control de Mantenimiento	Metodología 5 S	Seguridad y salud en el trabajo	Elaboración de reportes	Diagnóstico en camiones HINO FM 500	Instalación y Maniobra de Filtros y Lubricantes	Liderazgo	Trabajo en equipo
Perfil Ideal	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Autoevaluación	3	4	4	4	4	3	4	4	4
G.General	3	3	3	3	2	3	3	4	4
J.Operaciones	3	3	3	4	3	3	3	3	4
Chofer lider	3	3	3	3	3	3	3	4	4
S. Operaciones	3	4	2	4	4	4	2	3	3
Técnico de Mantto 1	3	3	4	4	4	2	4	3	4
Técnico de Mantto 2	3	3	4	4	4	2	4	4	4
<b>Ponderado</b>	<b>3.00</b>	<b>3.17</b>	<b>3.17</b>	<b>3.67</b>	<b>3.33</b>	<b>2.83</b>	<b>3.17</b>	<b>3.50</b>	<b>3.83</b>



**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

**CUADRO N° 20: Análisis de desempeño Técnico de Mantenimiento 1**

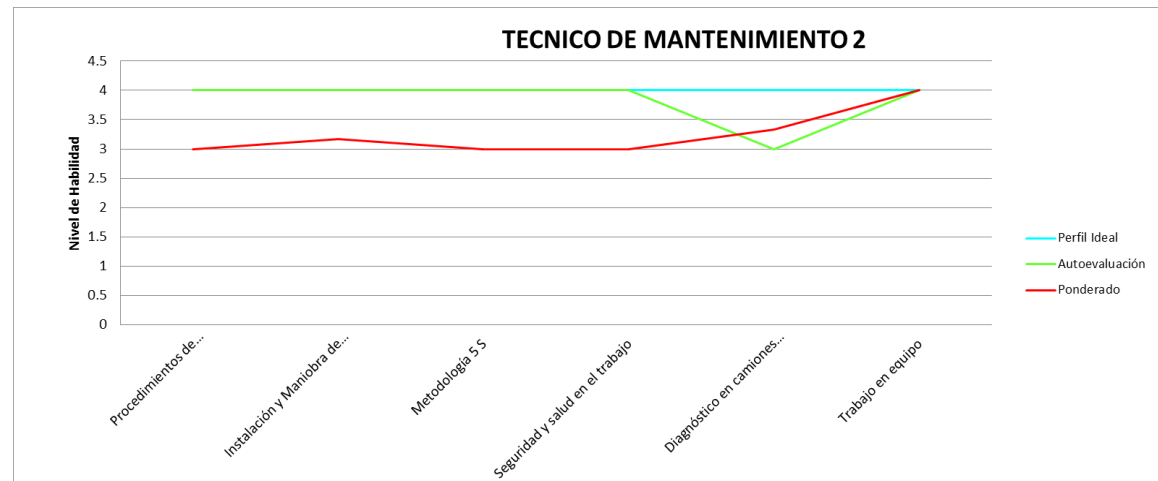
Evaluado	TECNICO DE MANTENIMIENTO 1					
Evaluadores	Evaluación de desempeño					
	Procedimientos de Mantenimiento Preventivo y Predictivo HINO FM 500	Instalación y Maniobra de Filtros y Lubricantes	Metodología 5 S	Seguridad y salud en el trabajo	Diagnóstico en camiones HINO FM 500	Trabajo en equipo
<b>Perfil Ideal</b>	4	4	4	4	4	4
<b>Autoevaluación</b>	4	4	4	4	3	4
G.General	3	3	2	2	3	4
J.Operaciones	3	3	3	3	3	4
S. Operaciones	3	3	3	2	4	4
S. Mantenimiento	3	4	3	3	4	4
Chofer lider	3	3	3	3	2	4
Técnico de Mantto 2	3	3	3	4	4	4
<b>Ponderado</b>	<b>3.00</b>	<b>3.17</b>	<b>2.83</b>	<b>2.83</b>	<b>3.33</b>	<b>4.00</b>



**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

**CUADRO N° 21 : Análisis de desempeño Técnico de Mantenimiento 2**

Evaluated	TECNICO DE MANTENIMIENTO 2					
Evaluadores	Evaluación de desempeño					
	Procedimientos de Mantenimiento Preventivo y Predictivo HINO FM 500	Instalación y Maniobra de Filtros y Lubricantes	Metodología 5 S	Seguridad y salud en el trabajo	Diagnóstico en camiones HINO FM 500	Trabajo en equipo
<b>Perfil Ideal</b>	4	4	4	4	4	4
<b>Autoevaluación</b>	4	4	4	4	3	4
G.General	3	3	2	2	3	4
J.Operaciones	3	3	3	3	3	4
S. Operaciones	3	3	3	2	4	4
S. Mantenimiento	3	4	4	3	4	4
Chofer líder	3	3	3	4	2	4
Técnico de Mantto 1	3	3	3	4	4	4
<b>Ponderado</b>	<b>3.00</b>	<b>3.17</b>	<b>3.00</b>	<b>3.00</b>	<b>3.33</b>	<b>4.00</b>



**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**



## CUADRO N° 22: Plan de capacitación

 setrami	PLAN DE CAPACITACIÓN													
SUSTENTO DE LA NECESIDAD DE LA CAPACITACIÓN		EFICACIA DE LA CAPACITACIÓN												
<b>A.</b>	ELEVAR EL NIVEL DE COMPETENCIA / EL PERFIL LO REQUIERE	<b>3</b>												
<b>B.</b>	MEJORA DE LOS SERVICIOS Y/O PROCESOS / IMPLEMENTACIÓN DE NUEVOS PROCESOS	<b>2</b>												
<b>C.</b>	INGRESO DE NUEVO PERSONAL	<b>1</b>												
		CAPACITACIÓN EFICAZ, TODOS APLICAN EFICAZMENTE EL CONOCIMIENTO ADQUIRIDO. CAPACITACIÓN MEDIANAMENTE EFICAZ, SOLO ALGUNOS APLICAN LO APRENDIDO EN FORMA EFECTIVA. CAPACITACIÓN INEFICAZ, NO APLICAN EFICAZMENTE LO APRENDIDO												
(*) Si la eficacia de la capacitación tuvo como resultado una puntuación de 1 o 2 se requerirá tomar acciones														
N°	REQUERIMIENTO				PARTICIPANTES		DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD				EVALUACIÓN			
	CAPACITACIÓN REQUERIDA	SUSTENTO DE LA NECESIDAD	FECHA PROGRAMADA	NÚMERO	ÁREA	PUESTO	FACILITADOR	DURACIÓN (HORAS)	FECHA DE CAPACITACIÓN	LUGAR	EFICACIA	OBSERVACIONES / ACCIONES A TOMAR (*)	FECHA DE EVALUACIÓN	EVALUADO POR
1	Procedimientos de Mantenimiento Preventivo y Predictivo HINO FM 500	A	03 de Noviembre 2015	3	MANTTO	Supervisor Manto - Técnico Manto 1 - Técnico Manto 2	Bazán Eduardo	6	10/11/2015	Oficinas Setrami	2	Retroalimentación oral mensual y volver a evaluar 23/11/2015	25/11/2015	Jorge Ramos
2	Herramientas de control de Mantenimiento	A	15 de Noviembre 2015	1	MANTTO	Supervisor Manto	Bazán Eduardo	4	16/11/2015	Oficinas Setrami	2	Retroalimentación oral mensual y volver a evaluar 23/11/2015	25/11/2015	Jorge Ramos
3	Metodología 5S	A	30 de Noviembre 2015	3	MANTTO	Supervisor Manto - Técnico Manto 1 - Técnico Manto 4	Bazán Eduardo	4	01/12/2015	Oficinas Setrami	2	Retroalimentación oral mensual y volver a evaluar 23/11/2015	30/12/2015	Jorge Ramos
4	Seguridad y salud en el trabajo	A	05 de Diciembre 2015	2	MANTTO	Técnico Manto 1 - Técnico Manto 5	Bazán Eduardo	4	07/12/2015	Oficinas Setrami	2	Retroalimentación oral mensual y volver a evaluar 23/11/2015	30/12/2015	Jorge Ramos
5	Elaboración de reportes	A	15 de Diciembre 2015	1	MANTTO	Supervisor Manto	Bazán Eduardo	4	18/12/2015	Oficinas Setrami	2	Retroalimentación oral mensual y volver a evaluar 23/11/2015	30/12/2015	Jorge Ramos
6	Diagnóstico en camiones HINO FM 500	A	06 de Enero 2016	3	MANTTO	Supervisor Manto - Técnico Manto 1 - Técnico Manto 7	Bazán Eduardo	6	09/01/2016	Oficinas Setrami	2	Retroalimentación oral mensual y volver a evaluar 23/11/2015	25/01/2016	Jorge Ramos
7	Instalación y Maniobra de Filtros y Lubricantes	A	15 de Enero 2016	3	MANTTO	Supervisor Manto - Técnico Manto 1 - Técnico Manto 8	Bazán Eduardo	4	20/01/2016	Oficinas Setrami	2	Retroalimentación oral mensual y volver a evaluar 23/11/2016	26/01/2016	Jorge Ramos

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**



**CUADRO N° 24: Costo de Capacitaciones**

<b>CAPACITACIONES</b>		<b>COSTO</b>
<b>Procedimientos de Mantenimiento Preventivo y Predictivo HINO FM 500</b>	Curso	S/. 1,800.00
<b>Herramientas de control de Mantenimiento</b>	Curso	S/. 1,200.00
<b>Metodología 5 S</b>	Curso - dinámicas	S/. 1,200.00
<b>Seguridad y salud en el trabajo</b>	Curso	S/. 1,200.00
<b>Elaboración de reportes</b>	Curso	S/. 1,200.00
<b>Diagnóstico en camiones HINO FM 500</b>	Curso	S/. 1,800.00
<b>Instalación y Maniobra de Filtros y Lubricantes</b>	Curso	S/. 1,200.00
<b>TOTAL</b>		<b>S/. 9,600.00</b>

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

De esta manera los costos de mantenimiento total se reducirán, ya que entrenando al personal lograremos cumplir con los objetivos del área de mantenimiento minimizando los trabajos correctivos en un 30%.

$$MC0 = S/. \quad 204,745.70$$

$$MC1 = S/. \quad 204,745.70 - (S/. \quad 204,745.70 * 30\%)$$

$$\Delta MC = 30\%$$

#### **b) Falta de cumplimiento en el trabajo**

Aplicando el segundo pilar del TPM – Mantenimiento Programado, logramos solucionar la causa, implementando un programa de mantenimiento preventivo para controlar la correcta ejecución de trabajos y mejorar la disponibilidad de los equipos, cumpliéndolos a tiempo.



Con la implementación del programa de mantenimiento preventivo, logramos reducir los costos en un 15%, mejorando a la vez el cumplimiento del equipo con los trabajos programados.

MP0 = S/. 46,990.62

MP1 = S/. 39,942.03


$\Delta$ MP = 15%

## **B) Equipos**

### **a) Inadecuado uso de equipos**

Planificando charlas de capacitación, reforzaremos al personal en el uso adecuado de equipos, previniendo de esta manera posibles averías o deterioros.

## CUADRO N° 26: Plan de entrenamiento

 setrami	<h3 style="margin: 0;">PLAN DE CAPACITACIÓN ESPECIALIZADA</h3>													
SISTENTO DE LA NECESIDAD DE LA CAPACITACIÓN				EFICACIA DE LA CAPACITACIÓN										
A.	ELEVAR EL NIVEL DE COMPETENCIA / EL PERFIL LO REQUIERE			3	CAPACITACIÓN EFICAZ, TODOS APLICAN EFICAZMENTE EL CONOCIMIENTO ADQUIRIDO.									
B.	MEJORA DE LOS SERVICIOS Y/O PROCESOS / IMPLEMENTACIÓN DE NUEVOS PROCESOS			2	CAPACITACIÓN MEDIANAMENTE EFICAZ, SOLO ALGUNOS APLICAN LO APRENDIDO EN FORMA EFECTIVA									
C.	INGRESO DE NUEVO PERSONAL			1	CAPACITACIÓN INEFICAZ, NO APLICAN EFICAZMENTE LO APRENDIDO									
(*) Si la eficacia de la capacitación tuvo como resultado una puntuación de 1 o 2 se requerirá tomar acciones														
N°	REQUERIMIENTO			PARTICIPANTES			DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD			EVALUACIÓN				
	CAPACITACIÓN REQUERIDA	SISTENTO DE LA NECESIDAD	FECHA PROGRAMADA	NÚMERO	ÁREA	PUESTO	FACILITADOR	DURACIÓN (HORAS)	FECHA DE CAPACITACIÓN	LUGAR	EFICACIA	OBSERVACIONES / ACCIONES A TOMAR (*)	FECHA DE EVALUACIÓN	EVALUADO POR
1	Uso adecuado de Moladora	B	01 de Noviembre 2015	3	MANITTO	Supervisor Mantto - Técnico Mantto 1 - Técnico Mantto 2.	Bazán Eduardo	1	06/11/2015	Oficinas Setrami	2	Retroalimentación oral mensual y volver a evaluar 23/11/2015	25/11/2015	Jorge Ramos
2	Uso adecuado de Multímetro	B	12 de Noviembre 2015	3	MANITTO	Supervisor Mantto - Técnico Mantto 1 - Técnico Mantto 2.	Bazán Eduardo	1	12/11/2015	Oficinas Setrami	2	Retroalimentación oral mensual y volver a evaluar 23/11/2015	25/11/2015	Jorge Ramos
3	Uso adecuado de Llavez Mintas	B	25 de Noviembre 2015	3	MANITTO	Supervisor Mantto - Técnico Mantto 1 - Técnico Mantto 2.	Bazán Eduardo	1	27/11/2015	Oficinas Setrami	2	Retroalimentación oral mensual y volver a evaluar 23/11/2015	30/12/2015	Jorge Ramos
4	Uso adecuado de Taladro	B	01 de Diciembre 2015	3	MANITTO	Supervisor Mantto - Técnico Mantto 1 - Técnico Mantto 2.	Bazán Eduardo	1	04/12/2015	Oficinas Setrami	2	Retroalimentación oral mensual y volver a evaluar 23/11/2015	30/12/2015	Jorge Ramos
5	Uso adecuado de Meghometro	B	2 de Diciembre 2015	3	MANITTO	Supervisor Mantto - Técnico Mantto 1 - Técnico Mantto 2.	Bazán Eduardo	1	05/12/2015	Oficinas Setrami	2	Retroalimentación oral mensual y volver a evaluar 23/11/2016	30/12/2015	Jorge Ramos
6	Uso adecuado de Marcador de Llantas	B	10 de Diciembre 2015	3	MANITTO	Supervisor Mantto - Técnico Mantto 1 - Técnico Mantto 2.	Bazán Eduardo	1	11/12/2015	Oficinas Setrami	2	Retroalimentación oral mensual y volver a evaluar 23/11/2015	30/12/2015	Jorge Ramos
7	Uso adecuado de Medidor de aire	B	20 de Diciembre 2015	3	MANITTO	Supervisor Mantto - Técnico Mantto 1 - Técnico Mantto 2.	Bazán Eduardo	1	22/12/2015	Oficinas Setrami	2	Retroalimentación oral mensual y volver a evaluar 23/11/2015	30/12/2015	Jorge Ramos
8	Uso adecuado de Máquina de Soldar	B	21 de Diciembre 2015	3	MANITTO	Supervisor Mantto - Técnico Mantto 1 - Técnico Mantto 2.	Bazán Eduardo	1	23/12/2015	Oficinas Setrami	2	Retroalimentación oral mensual y volver a evaluar 23/11/2016	30/12/2015	Jorge Ramos
9	Mantenimiento y almacenamiento de baterías 24Vdc	B	22 de Diciembre 2015	3	MANITTO	Supervisor Mantto - Técnico Mantto 1 - Técnico Mantto 2.	Bazán Eduardo	1	23/12/2015	Oficinas Setrami	2	Retroalimentación oral mensual y volver a evaluar 23/11/2017	30/12/2015	Jorge Ramos

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

**CUADRO N° 27: Costo de entrenamiento**

CAPACITACIONES		COSTO
Uso adecuado de Moladora	Charla	S/. 300.00
Uso adecuado de Multimetro	Charla	S/. 300.00
Uso adecuado de Llavez Mixtas	Charla	S/. 300.00
Uso adecuado de Taladro	Charla	S/. 300.00
Uso adecuado de Meghometro	Charla	S/. 300.00
Uso adecuado de Marcador de Llantas	Charla	S/. 300.00
Uso adecuado de Medidor de aire	Charla	S/. 300.00
Uso adecuado de Maquina de Soldar	Charla	S/. 300.00
Mantenimiento y almacenamiento de baterias 24Vdc	Charla	S/. 300.00
TOTAL		S/. 2,700.00

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**



CEi = Costo de equipos inicial

CEi = S/. 5,264.32

CEf = Costo de equipos final

CEf = S/. 5,264.32 – (S/. 5,264.32 \* 90%)

CEf = S/. 526.43

CEΔ = 90%

**b) Existencia de equipos obsoletos**

Planificando charlas de capacitación, reforzaremos al personal en el uso adecuado de equipos, previniendo de esta manera una alta cantidad de equipos obsoletos por deterioro.



**CUADRO N° 29: Costo de entrenamiento**

<b>CAPACITACIONES</b>		<b>COSTO</b>
Uso adecuado de Moladora	Charla	S/. 300.00
Uso adecuado de Multímetro	Charla	S/. 300.00
Uso adecuado de Llaves Mixtas	Charla	S/. 300.00
Uso adecuado de Taladro	Charla	S/. 300.00
Uso adecuado de Meghometro	Charla	S/. 300.00
Uso adecuado de Marcador de Llantas	Charla	S/. 300.00
Uso adecuado de Medidor de aire	Charla	S/. 300.00
Uso adecuado de Máquina de Soldar	Charla	S/. 300.00
Mantenimiento y almacenamiento de baterías 24Vdc	Charla	S/. 300.00
<b>TOTAL</b>		<b>S/. 2,700.00</b>

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015)**

CAEO = Cantidad de equipos obsoletos

CTE = Cantidad de total de equipos

EOP = Equipos operativos

CTE = 29

EOPi = 5

CAEOi = 24

CTE = 29

EOPf = 27

CAEOf = 2

CAEO $\Delta$  = 92%

CEOi = Costo de equipos obsoletos inicial

CEOi = S/. 6,991.95

CEOf = Costo de equipos final

CEOf = S/. 6,991.95 – (S/. 6,991.95 \* 90%)

CEOf = S/. 699.20

CEO $\Delta$  = 90%

### **C) Medición**

#### **a) Falta de indicadores**

Aplicando el segundo pilar del TPM – Mantenimiento Programado, logramos solucionar la causa, implementando indicadores al mantenimiento para controlar y cumplir los trabajos, además de conocer el estado actual de los equipos. Se reducirá la cantidad de mantenimientos correctivos por sus elevados costos y mejorará la disponibilidad de los equipos.

**CUADRO N° 30: Indicadores de Mantenimiento**

EQUIPOS	PLACA	TIEMPO DE OPERACIÓN EN MIN	N° PARADAS PROGRAMADAS	TIEMPO DE PARADAS PROGRAMADAS MIN	N° PARADAS CORRECTIVAS	TIEMPO TOTAL DE REPARACIONES CORRECTIVAS MIN	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (MTBF)	TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (MTTR)	DISPONIBILIDAD
CAMIONES	T1H-913	194400	6	1440	64	23040	3037.50	360.00	87%
CAMIONES	T2G-815	194400	6	1440	53	19080	3667.92	360.00	89%
CAMIONES	T2V-814	194400	6	1440	33	11880	5890.91	360.00	93%
CAMIONES	T4V-844	194400	2	480	49	17640	3967.35	360.00	91%
CAMIONES	T2H-935	194400	6	1440	52	18720	3738.46	360.00	90%
CAMIONES	H1W-841	194400	3	720	55	19800	3534.55	360.00	89%
CISTERNA	T4T-834	194400	4	960	42	15120	4628.57	360.00	92%
CISTERNA	T2Y-872	194400	5	1200	58	20880	3351.72	360.00	89%
CISTERNA	T1A-923	194400	5	1200	56	20160	3471.43	360.00	89%
CISTERNA	T4D-865	194400	5	1200	54	19440	3600.00	360.00	89%
CAMIONETA	T4U-859	194400	6	1440	36	12960	5400.00	360.00	93%
CAMIONETA	T4U-871	194400	6	1440	39	14040	4984.62	360.00	92%
CAMIONETA	T4E-907	194400	4	960	37	13320	5254.05	360.00	93%
CAMIONETA	T6G-901	194400	5	1200	34	12240	5717.65	360.00	93%
CAMIONETA	T1V-059	194400	1	240	15	5400	12960.00	360.00	97%
SEMITRAILE	T3D-800	194400	1	240	19	6840	10231.58	360.00	96%
VOLQUETE	T1F-829	194400	0	0	3	1080	64800.00	360.00	99%

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

Con la implementación de indicadores logramos ejecutar un correcto control de los trabajos, con la finalidad de disminuir el número de trabajos correctivos en un 15% y por ende la reducción en costos.

$$MP0 = S/. \quad 46,990.62$$

$$MC0 = S/. \quad 204,745.70$$

$$MOI = S/. \quad 2,906.25$$

$$CT0 = S/. \quad 254,642.57$$

$$MP1 = S/. \quad 46,990.62 - (S/. \quad 46,990.62 * 15\%)$$

$$MOI = S/. \quad 290.63$$

$$MC1 = S/. \quad 204,745.70 - (S/. \quad 204,745.70 * 30\%)$$

$$CT1 = S/. \quad 183,554.64$$

$$\Delta CT = 28\%$$

MC = Costo de mantenimiento correctivo

NMC = Número de mantenimientos correctivos

NMP = Número de mantenimientos preventivos

MT = Mantenimientos totales

$$NMC0 = 699$$

$$NMP0 = 71$$

$$MT0 = 770$$

$$NMC1 = 699 - (699 * 15\%)$$

$$NMP1 = 71$$

$$MT1 = 665$$

$$\Delta MT = 14\%$$

## D) Materiales

### a) Falta de materiales

Realizando una matriz RAM (Matriz de Asignación de Responsabilidades) daremos responsabilidades al personal de mantenimiento con la finalidad de evitar la falta de materiales y ejecutar de manera adecuada las tareas de mantenimiento. Los pedidos de materiales se deben ejecutar teniendo en cuenta el Lead Time que se toma por pedido.

**CUADRO N° 31: Lead Time de Materiales**

COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
MATERIAL	UND	COSTO	LEAD TIME EN HORAS	STOCK DE SEGURIDAD
ACEITE 15W40 DELVAC MX MOBIL x 5 GLN	GLN	S/. 236.16	2	2
FILTRO COMBUSTIBLE HINO FM26	PZA	S/. 33.53	2	2
FILTRO DE ACEITE HINO	PZA	S/. 57.35	2	2
FILTRO DE PETROLEO S/AGUA HINO	UND	S/. 80.51	2	2
	<b>TOTAL</b>	<b>S/. 407.55</b>		
FILTRO AIRE PRIMARIO HINO GH1J FM1J MODEL 1726 2626	PZA	S/. 156.26	2	1
FILTRO AIRE SECUNDARIO INTERIOR HINO GH1JMU MODEL 1726	PZA	S/. 90.00	2	1
	<b>TOTAL</b>	<b>S/. 653.81</b>		
ACEITE TELLUS 46 BALDE X 05 GLN SHELL	BAL	S/. 216.10	2	1
HYDROFLUID AW ISO 150 BALDE X 05 GLNS CAM2	BAL	S/. 186.44	2	1
GRASA GADUS S2 V220 X 20 Kg	KGR	S/. 12.07	2	2
GRASA ENV. X 01 KILO SKF	KGR	S/. 33.05	2	2
HIDROLINA PREMIUN ATF MERCON DEXRON LITRO	LTS	S/. 16.95	2	2
	<b>TOTAL</b>	<b>S/. 1,118.42</b>		
CAMIONETA				
FILTRO AIRE PRIMARIO HINO GH1J FM1J MODEL 1726 2626		S/. 156.26	2	1
FILTRO AIRE SECUNDARIO INTERIOR HINO GH1JMU MODEL 1726		S/. 69.17	2	1
	<b>TOTAL</b>	<b>S/. 632.98</b>		

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI,2015).**

**CUADRO N° 32: MATRIZ RAM**

MATRIZ RAM	PERSONAL		
	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	TECNICO DE MANTENIMIENTO	TECNICO DE MANTENIMIENTO
		1	2
Realizar inspecciones	I	R	R
Programar tareas de mantenimiento	R	C	C
Ejecutar pedido de materiales	R	C	C
Realizar tareas de mantenimiento	I	R	R

R: Responsable  
A: Responsable último  
C: Persona a consultar  
I: Persona a informar

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI,2015).**

MO = Costo de mano de obra ociosa

MO<sub>i</sub> = S/. 2,906.25

MO<sub>f</sub> = S/. 2,906.25 – (S/. 2,906.25 \*90%)

MO<sub>f</sub> = S/. 290.63

MO<sub>Δ</sub> = 90%

**b) Elevados costos de materiales**

Como solución aplicamos la metodología de gestión de proveedores, llegando a cotizar los materiales en distintos proveedores con la finalidad de hallar el mejor precio en materiales para el trabajo preventivo.



### CUADRO N° 33: Cotización de Materiales

MATERIAL	UND	ALTERNATIVO					
		AUTONORT	SEGOVIA	AMISTAD	SEGOVIA	AMISTAD	IDEAL
		COSTO	COSTO	COSTO	COSTO	COSTO	COSTO
ACEITE 15W40 DELVAC MX MOBIL x 5 GLN	GLN	S/. 236.16	S/. 236.16	S/. 237.29			
FILTRO COMBUSTIBLE HINO FM26	PZA	S/. 33.53	S/. 42.37	S/. 42.37	S/. 56.70	S/. 42.37	
FILTRO DE ACEITE HINO	PZA	S/. 57.35	S/. 64.77	S/. 57.35	S/. 46.61	S/. 46.61	
FILTRO DE PETROLEO S/AGUA HINO	UND	S/. 80.51	S/. 93.22	S/. 80.51	S/. 50.85	S/. 81.19	
	<b>TOTAL</b>	<b>S/. 407.55</b>	<b>S/. 436.52</b>	<b>S/. 417.52</b>	<b>S/. 154.16</b>	<b>S/. 170.17</b>	<b>S/. 367.15</b>
FILTRO AIRE PRIMARIO HINO GH1J FM1J MODEL 1726 2626	PZA	S/. 156.26	S/. 290.00	S/. 275.00	S/. 185.00	S/. 170.00	
FILTRO AIRE SECUNDARIO INTERIOR HINO GH1JMU MODEL 1726	PZA	S/. 90.00	S/. 140.00	S/. 90.00	S/. 85.00	S/. 95.00	
	<b>TOTAL</b>	<b>S/. 653.81</b>	<b>S/. 866.52</b>	<b>S/. 782.52</b>	<b>S/. 424.16</b>	<b>S/. 435.17</b>	<b>S/. 608.41</b>
ACEITE TELLUS 46 BALDE X 05 GLN SHELL	BAL	S/. 216.10					
HYDROFLUID AW ISO 150 BALDE X 05 GLNS CAM2	BAL	S/. 186.44					
GRASA GADUS S2 V220 X 20 Kg	KGR	S/. 12.07					
GRASA ENV. X 01 KILO SKF	KGR	S/. 33.05					
HIDROLINA PREMIUN ATF MERCON DEXRON LITRO	LTS	S/. 16.95					

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI,2015).**

CTM = Costo total de materiales de PM1, PM2

CTMi = S/. 407.55

CTMf = S/. 367.15

CTM $\Delta$  = 9.9%

CTM = Costo total de materiales PM3, PM4

CTMi = S/. 653.81

CTMf = S/. 608.41

CTM $\Delta$  = 6.9%

#### c) Materiales mal almacenados

Dentro del desarrollo del TPM también aplicamos la metodología de las 5s con la finalidad de mejorar las condiciones de almacenamiento y de trabajo en el área de mantenimiento.

a) **SEIRI (CLASIFICAR):**

La finalidad de esta primera S es la de eliminar lo innecesario. Hemos usado la técnica ABC para la clasificación de los equipos y materiales que se almacenan.

Para realizar la clasificación física de los elementos a evaluar se elaboró una tarjeta roja, donde se identifica el elemento, sus características, la fecha, el número de identificación, la cantidad y la acción a ejecutar; en caso de poder reciclar se puede transformar para su posterior utilización, de no ser así, pero tener un valor económico, se puede vender. Si ninguna de estas dos opciones fuera viables se procederá a deshacerse del mismo.

### CUADRO N° 34: ABC de materiales y equipos

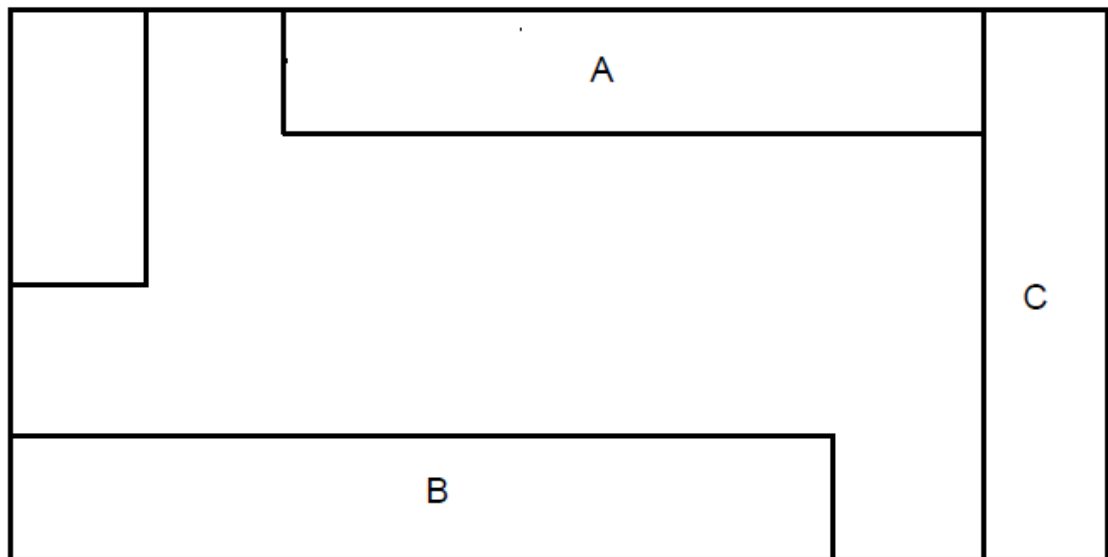
ITEM	PRODUCTO	UM	TIEMPO DE ESPERA EN HORAS	CONSUMO MENSUAL	PRECIO	CONCLUSIÓN
1	ACEITE 15W40 DELVAC MX MOBIL x 5 GLN	GLN	B	B	A	B
2	FILTRO COMBUSTIBLE HINO FM26	PZA	B	B	B	B
3	FILTRO DE ACEITE HINO	PZA	B	B	A	B
4	FILTRO DE PETROLEO S/AGUA HINO	UND	B	B	A	B
5	FILTRO AIRE PRIMARIO HINO GH1J FM1J MODEL 1726 2626	PZA	B	B	A	B
6	FILTRO AIRE SECUNDARIO INTERIOR HINO GH1JMU MODEL 1726	PZA	B	B	A	B
7	ACEITE TELLUS 46 BALDE X 05 GLN SHELL	BAL	B	C	A	C
8	HYDROFLUID AW ISO 150 BALDE X 05 GLNS CAM2	BAL	B	C	A	B
9	GRASA GADUS S2 V220 X 20 Kg	KGR	B	C	C	B
10	GRASA ENV. X 01 KILO SKF	KGR	C	C	C	C
11	HIDROLINA PREMIUN ATF MERCON DEXRON LITRO	LTS	C	C	C	C
12	JUEGO DE DADOS MILIMETRICOS	JGO	A	A	B	A
13	JUEGO DE DADOS EN PULGADAS	JGO	A	A	A	A
14	JUEGO DE LLAVEZ MIXTAS MILIMETRICAS	JGO	A	A	B	A
15	JUEGO DE LLAVEZ MIXTAS EN PULGADAS	JGO	A	A	B	A
16	MAQUINA DE SOLDAR	PZA	A	A	A	A
17	BATERIA 24VDC	PZA	A	C	B	C
18	MULTIMETRO	PZA	A	A	B	B
19	MEGHOMETRO	PZA	A	A	A	A
20	MARCADOR DE LLANTAS	PZA	C	A	C	A
21	MEDIDOR DE AIRE	PZA	C	A	C	A
22	MOLADORA	PZA	A	A	C	B
23	TALADRO	PZA	B	A	C	B
24	JUEGO DE LIMAS	JGO	C	B	C	B
25	JUEGO DE LIJAS	JGO	C	B	C	B
26	PINTURA EN AEROSOL	LTS	C	B	B	B
27	PINTURAS EN BALDES	LTS	C	C	B	C
28	GATA HIDRAULICA	PZA	A	A	A	A
29	JUEGO DE DESTRONILLADORES	PZA	B	A	C	A
30	JUEGO DE ALICATES	PZA	B	A	C	B
31	JUGO DE LLAVEZ HEXAGONALES	PZA	B	A	B	A
32	LIMPIA GRASA WD-40	PZA	C	A	C	B
33	TRAPO INDUSTRIAL	KGR	C	A	C	B

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI,2015).**

#### **b. SEITON (ORDENAR)**

Consiste en clasificar los ítems por uso y disponerlos como corresponde para minimizar el tiempo de búsqueda, esfuerzo y ubicación en el mismo lugar después de usado; se identifican los elementos y materiales del área usando rótulos, basados en la clasificación con la metodología ABC, se brindara un código a cada herramienta identificando su letra de andamio.

**IMAGEN N° 14: LAYOUT de almacen mantenimiento**



**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI,2015).**

**c. SEISO (LIMPIAR)**

Consiste en eliminar el polvo y todas las fuentes de suciedad asegurándose a su vez que todos los medios se encuentren siempre en el mejor estado. Para asegurar el cumplimiento elaboramos un régimen de limpieza.

### CUADRO N° 35: Regimen de limpieza en almacen

ITEM	ACTIVIDAD	FRECUENCIA / PERIODO				RESPONSABLE
		Diaria	Semanal	Quincenal	Mensual	
1	Recolectar la basura de los cestos y colocarlos en el área asignada.	X				PERSONAL DEL ÁREA
2	Limpiar , recoger y desechar los residuos de producto, polvo o cualquier otra suciedad adherida a las superficies de trabajo.	X				PERSONAL DEL ÁREA
3	Realizar el barrido en seco de los pisos.	X				PERSONAL DE LIMPIEZA
4	Realizar el barrido humedo de los pisos.		X			PERSONAL DE LIMPIEZA
5	Limpiar, recoger y desechar el polvo o cualquier otra suciedad de todos los estantes, cajones y anaqueles.		X			PERSONAL DEL ÁREA
6	Transferir, elimiar o desechar cualquier elemento que no pertenezca a su respectiva área.			X		PERSONAL DEL ÁREA
7	Realizar la limpieza y desinfección de vestuarios, estantes, anaqueles, cajones y servicios de toda el área y cada uno de los elementos de trabajo.				X	PERSONAL DE LIMPIEZA
8	Limpiar zonas de acceso y fachada.				X	PERSONAL DE LIMPIEZA

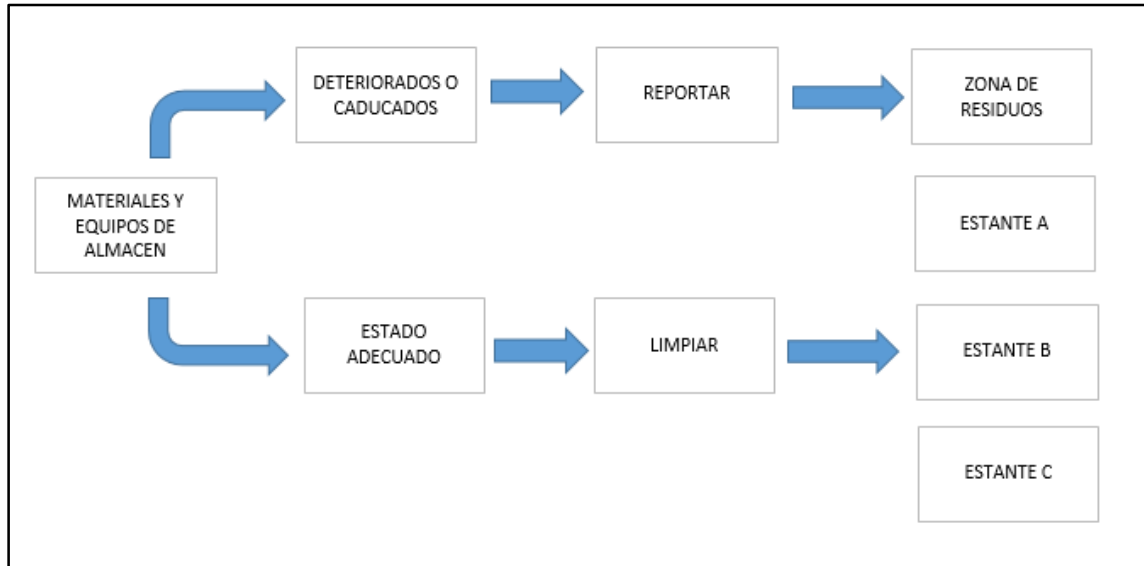
**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI,2015).**

#### **d. SEIKETSU (ESTANDARIZAR)**

La cuarta “S” se orienta a mantener todo lo logrado en las anteriores etapas y a dar una viabilidad del proceso con una filosofía de mejora continua.

Por lo tanto es esta fase, se elaborará un diagrama de flujo que servirá para auditar los pilares realizados previamente, con el objetivo de mantener y establecer una conducta adecuada.

**DIAGRAMA N° 14: Diagrama de almacenamiento de materiales y equipos**




**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI,2015).**

**e. SHITZUKE (DISCIPLINA)**

La disciplina está relacionada directamente con el cambio cultural de las personas, es por eso que solo la conducta demuestra su presencia, sin embargo se pueden crear condiciones, normas o reglas que estimulen la práctica de la disciplina.

### CUADRO N° 36: Reglas del área de Mantenimiento

 setrami	REGLAMENTO DE ÁREA DE MANTENIMIENTO	Código	SG-SST-2
		Versión	1
		Revisión	1
		Fecha	ene-16
1	El personal debe presentarse puntualmente a la hora indicada y acordada por el área, portando el uniforme adecuado y autorizado.		
2	El personal de mantenimiento debera tener buena actitud al momento de brindar el servicio, ejecutandolo optimamente.		
3	El personal de mantenimiento debera entregar un reporte al finalizar la semana sobre los trabajos realizados.		
4	Cada empleado es responsable de mantener limpia y ordenada su área de trabajo y los equipos que esta usando.		
5	Todos deben usar EPP para la ejecución de los trabajos en todo momento.		
6	Los empleados deberan limpiar, ordenar y trasladar a almacen de manera adecuada los equipos y materiales usados al finalizar la ejecución de sus tareas.		
7	Los derrames de liquidos, grasas u otros materiales o sustancias deberan ser limpiados inmediatamente.		
8	Los empleados deberan cumplir con el regimen de limpieza.		
9	Los empleados deben mantener limpio y ordenado el almacen manteniendo a los equipos y materiales en su lugar designado.		

\_\_\_\_\_  
Jefe de Operaciones

\_\_\_\_\_  
Supervisor de Mantenimiento

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI,2015).**

CMD = Costo de materiales deteriorados

CMDi = S/. 11,766.13

CMDf = S/. 2,353.23

CMD $\Delta$  = 80%

## **E) Métodos**

### **a) Falta de herramientas en el control de mantenimiento**

Aplicando el tercer pilar del TPM – Mantenimiento Programado y el segundo pilar Mantenimiento Autónomo, logramos solucionar la causa, implementando una plantilla para la correcta programación del mantenimiento preventivo, a la vez de herramientas como la hoja de inspección para el mantenimiento autónomo y preventivo. De esta manera se cumplirán con los trabajos preventivos a tiempo, más una adecuada inspección reduciendo la cantidad de correctivos.



**CUADRO N° 37: Plantilla para la programación del Mantenimiento Preventivo**

PLACA	FECHA KM SERV	KM SERV.	KM Prox. Mtto	LOCALZ	FECHA KM AC	KM ACTUAL	KM REST	ESTADO	OBSERVACIONES						
T1H-913	25/09/2015	340065.00	345065.00	HERE			345065.00								
T2G-815	23/09/2015	285342.00	290342.00	HERE			290342.00								
T2V-814	06/10/2015	242853.00	247853.00	HERE			247853.00								
T4V-844	22/10/2014	54030.00	59030.00	HERE			59030.00		AVERIADO						
T2H-935	28/09/2015	294189.00	299189.00	HERE			299189.00								
H1W-841	03/10/2015	57895.00	62895.00	HERE			62895.00								
T4T-835	02/10/2015	234192.00	239192.00	HERE			239192.00								
T2Y-872	29/09/2015	242490.00	247490.00	HERE			247490.00								
T1A-923	24/09/2015	246127.00	251127.00	HERE			251127.00								
T4D-865	24/09/2015	270813.00	275813.00	HERE			275813.00								
T4U-059	24/09/2015	139755.00	144755.00	HERE			144755.00								
T4U-871	24/09/2015	153034.00	158034.00	HERE			158034.00								
T4E-907	06/10/2015	177450.00	182450.00	HERE			182450.00								
T6G-901	05/10/2015	76321.00	81321.00	HERE			81321.00								
T1F-829	23/09/2015	185397.00	195397.00	HERE			195397.00								
							<table border="1"> <tr> <td>MINA</td> <td>VIJUS</td> <td>720 KM</td> </tr> <tr> <td>LIMA</td> <td></td> <td>1200 KM</td> </tr> </table>			MINA	VIJUS	720 KM	LIMA		1200 KM
MINA	VIJUS	720 KM													
LIMA		1200 KM													

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

## CUADRO N° 38: Hoja de inspección de Mantenimiento Preventivo

T1H-913	OPTIMO	BUENO	REGULAR	MALO	REQUIERE AJUSTES	REQUIERE LIMPIEZA	GRIETAS Y AGUJEROS	OXIDADO	DESGASTADO	REQUIERE LUBRICACION	SOBRE CALENTAMIENTO	REQUIERE PINTURA	SUELTO	REQUIERE REVISION	REQUIERE MANTENIMIENTO	REQUIERE REEMPLAZO	OBSERVACIONES
<b>MOTOR</b>																	
Carter del motor		X															
Aceite de motor		X															
Filtros de aire primario y secundario			X														
Abrazaderas			X														
Fajas transmisoras			X						X								
Alternador		X															
Arrancador		X															
Filtro de aceite de motor		X															
<b>SISTEMA DE COMBUSTIBLE</b>																	
Presión de la tobera de inyección			X														
Filtros de combustible		X															
Resorte de retorno de la palanca de la bomba de inyección			X						X								
<b>SISTEMA DE REFRIGERACIÓN</b>																	
Refrigerante de motor original HINO (Rosado)			X												X		
Mangueras, tapas, radiador y mangueras			X												X		
<b>TRASMISIÓN serie EATON FS 6109 Y 8209</b>																	
Filtro de aceite			X														
Nivel de aceite de la transmisión			X														
<b>EMBRAGUE</b>																	
Líquido de embrague			X														
Regulación de embrague			X												X		
<b>EJE PROPULSOR</b>																	
Juego del eje propulsor y junta universal					X												
Soporte del rodamiento central del eje propulsor					X												
Ajuste de los pernos del yugo del eje propulsor					X												
<b>EJE POSTERIOR</b>																	
Nivel de aceite de los engranajes del diferencial		X															
Filtro de aceite		X															
Ajuste de los pernos de montaje del eje y semi eje					X												
Respiradero de la funda del eje					X												
Deformación y daño de la funda del eje																	
<b>EJE DELANTERO</b>																	
Revisión del guardapolvo de la articulación de la rótula													X	X			
Alineación de ruedas					X	X											
<b>DIRECCIÓN</b>																	
Ajuste de los pernos de la caja de dirección					X												
Revisión del eje sector y brazo pitman					X												
Ajuste de las partes de la dirección hidráulica					X	X											
Colador del tanque de reserva de la dirección hidráulica							X										
Probar dirección		X															
<b>FRENOS DE SERVICIO ( Hidráulico sobre aire)</b>																	
Holgura entre el tambor y el revestimiento					X												
Líquido de freno		X															
Funcionamiento de la válvula de freno		X															
Posibles fugas, conexiones de mangueras y cañerías					X												
Funcionamiento del secador de aire		X															
<b>FRENOS DE PARQUEO CENTRAL ( neumático )</b>																	
Funcionamiento de las válvulas de freno de parqueo		X															
<b>RUEDA Y NEUMÁTICOS</b>																	
Torque de giro del rodamiento de las ruedas		X															
Ajuste de la tuerca de seguridad del rodamiento			X		X												
Ajuste del cubo de rueda y de la pista exterior (f y p)					X												
Posición de los neumáticos (rotar)														X			
Presión de neumáticos														X			
<b>SUSPENSIÓN</b>																	
Juego excesivo de los muelles														X			
Brida del paquete de la suspensión y banda de muelle					X												
Grieta de la bocina de caucho de la barra transversal														X			
<b>CABINA</b>																	
Condición del montaje de la cabina			X														
Filtro de aire (limpiar) - Interno			X														
Filtro de aire (limpiar) - Exterior			X														
Cinturón de seguridad			X														
Alarmas en tablero de control			X														
Luces de cabina			X														
Pedales			X														
Panel de instrumentos			X														
Limpiaparabrisas			X														
<b>SEGURIDAD</b>																	
Extintores, botiquín (01), kit anti derrame (01), conos (02), tacos (02).		X															

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

### CUADRO N° 39: Hoja de inspección de Mantenimiento Autónomo

<b>CHECK LIST DE INSPECCIÓN (M. AUTONOMO)</b>		
	<b>CHECK</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>MOTOR</b>		
Nivel de aceite de motos	X	
Filtros de aire primario y secundario	X	
Filtro de aceite de motor	X	
<b>SISTEMA DE COMBUSTIBLE</b>		
Nivel de combustible	X	
Filtros de combustible	X	
<b>SISTEMA DE REFRIGERACIÓN</b>		
Nivel de refrigerante	X	
Estado de refrigerante	X	
<b>TRASMISIÓN serie EATON FS 6109 Y 8209</b>		
Nivel de aceite de la transmisión	X	
<b>EMBRAGUE</b>		
Líquido de embrague	X	
<b>EJE PROPULSOR</b>		
Revisar eje propulsor	X	
<b>EJE POSTERIOR</b>		
Nivel de aceite de los engranajes del diferencial	X	
Filtro de aceite	X	
<b>EJE DELANTERO</b>		
Revisión del guardapolvo de la articulación de la rótula	X	
Alineación de ruedas	X	
<b>DIRECCIÓN</b>		
Probar dirección	X	
<b>FRENOS DE SERVICIO ( Hidráulico sobre aire)</b>		
Holgura entre el tambor y el revestimiento	X	
Líquido de freno	X	
Funcionamiento del secador de aire	X	
<b>FRENOS DE PARQUEO CENTRAL ( neumático )</b>		
Funcionamiento de las válvulas de freno de parqueo	X	
<b>RUEDA Y NEUMÁTICOS</b>		
Posición de los neumáticos (rotar)	X	
Presión de neumáticos	X	
<b>SUSPENSIÓN</b>		
Juego excesivo de los muelles	X	
Brida del paquete de la suspensión y banda de muelle	X	
Grieta de la bocina de caucho de la barra transversal	X	
<b>CABINA</b>		
Condición del montaje de la cabina	X	
Filtro de aire (limpiar) - Interno	X	
Filtro de aire (limpiar) - Exterior	X	
Cinturón de seguridad	X	
Alarmas en tablero de control	X	
Luces de cabina	X	
Pedales	X	
Panel de instrumentos	X	
Limpiaparabrisas	X	
<b>SEGURIDAD</b>		
Extintores, botiquín (01), kit anti derrame (01), conos (02), tacos (02).	X	

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

De esta manera los costos de mantenimiento total se reducirán, ya que con la correcta programación del mantenimiento preventivo se reducirán los trabajos correctivos en un 30%.

$$MP0 = S/. \quad 46,990.62$$

$$MC0 = S/. \quad 204,745.70$$

$$CT0 = S/. \quad 251,736.32$$

$$MP1 = S/. \quad 46,990.62 - (S/. \quad 46,990.62 * 15\%)$$

$$MC1 = S/. \quad 204,745.70 - (S/. \quad 204,745.70 * 30\%)$$

$$CT1 = S/. \quad 183,264.02$$

$$\Delta CT = 27\%$$

#### **b) Trabajos de mantenimiento mal ejecutados**

Aplicando el segundo pilar del TPM – Mantenimiento Programado, logramos solucionar la causa, implementando una evaluación del mantenimiento actual para posteriormente determinar procedimientos de trabajo para cada tipo de mantenimiento, de esta manera mejorar la ejecución de trabajos y asegurar la disponibilidad de los equipos, para cumplir con los servicios programados.

## CUADRO N° 40: Procedimiento de Mantenimiento Preventivo



PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO / SERVICIO DE 5000 KM

CAMION HINO FM 500

TIEMPO : 4 Hrs



ITEM	SISTEMA	PERSONAL	ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	ESTADO	OBSERVACIONES
1	SEGURIDAD	M1	Realizar el ATS e IPERC en conjunto con todos los miembros del equipo que estarán involucrados en el mantenimiento	7		
2	SEGURIDAD	M1	Señalze el área de trabajo con conos e instrumentos de señalización	5		
3	SEGURIDAD	M1	Colocar los elementos de bloqueo ( Lock Out - Candado de Bloqueo ) por parte de todo el personal que va a intervenir en el mantenimiento	5		
4		M1	LAVADO DE MAQUINA	20		
5	MATERIAL RODANTE	M1	Tomar medida de cascada de neumático ( registrar datos tomados en formato anexo)	3		
6	MATERIAL RODANTE	M1	Verificar presiones en frío y caliente ( registrar datos en formato anexo)	10		
7	MUESTRA DE TRANSMISIÓN	M1	Tomar muestra de aceite de tanque transmisión con bomba de vacío	3		
8	TRANSMISIÓN	M1	Revisar nivel de aceite de la transmisión. Llenar tanque de aceite en caso su nivel este bajo.	3		
9	MOTOR	M1	Drenar agua del tanque de combustible	3		
10	MUESTRA DE MOTOR	M1	Tomar muestra de aceite de motor con bomba de vacío a temperatura de trabajo.	4		
11	MOTOR	M1	Drenar aceite de motor	10		
12	MOTOR	M1	Cambiar filtro de aceite y registrar el Horímetro con plúmón en el filtro.	3		
13	MOTOR	M1	Cambiar filtro de combustible secundario y anotarle Horímetro en el filtro	3		
14	MOTOR	M1	Revisar y limpiar filtros de aire primario y secundario	5		
15	MOTOR	M1	Cambiar filtro de combustible primario y anotarle Horímetro en el filtro	3		
16	LUBRICACIÓN	M1	Revisar la correcta lubricación y limpiar puntos de engrase automático	10		
17	EMBRAGUE	M1	Revisar líquido de embrague	3		
18	EMBRAGUE	M1	Regular embrague	7		
19	EJE PROPULSOR	M1	Revisar Juego del eje propulsor y junta universal	5		
20	EJE PROPULSOR	M1	Revisar Soporte del rodamiento central del eje propulsor	3		
21	EJE PROPULSOR	M1	Revisar Ajuste de los pernos del yugo del eje propulsor	5		
22	EJE POSTERIOR	M1	Nivel de aceite de los engranajes del diferencial	3		
23	EJE POSTERIOR	M1	Revisar Filtro de aceite	3		
24	EJE POSTERIOR	M1	Ajustar de los pernos de montaje del eje y semi eje	3		
25	EJE POSTERIOR	M1	Revisar Respiradero de la funda del eje	5		
26	EJE POSTERIOR	M1	Verificar Deformación y daño de la funda del eje	3		
27	EJE DELANTERO	M1	Revisión del guardapolvo de la articulación de la rótula	3		
28	EJE DELANTERO	M1	Alineación de ruedas	5		
29	DIRECCIÓN	M1	Ajuste de los pernos de la caja de dirección	5		
30	DIRECCIÓN	M1	Revisión del eje sector y brazo pítman	3		
31	DIRECCIÓN	M1	Ajuste de las partes de la dirección hidráulica	5		
32	DIRECCIÓN	M1	Colador del tanque de reserva de la dirección hidráulica	3		
33	DIRECCIÓN	M1	Probar dirección	5		
34	FRENOS DE SERVICIO	M1	Holgura entre el tambor y el revestimiento	3		
35	FRENOS DE SERVICIO	M1	Líquido de freno	3		
36	FRENOS DE SERVICIO	M1	Funcionamiento de la válvula de freno	3		
37	FRENOS DE SERVICIO	M1	Posibles fugas, conexiones de mangueras y cañerías	3		
38	FRENOS DE SERVICIO	M1	Funcionamiento del secador de aire	3		
39	FRENO DE PARQUEO	M1	Funcionamiento de las válvulas de freno de parqueo	3		
40	SUSPENSIÓN	M1	Juego excesivo de los muelles	5		
41	SUSPENSIÓN	M1	Banda del paquete de la suspensión y banda de muelle	5		
42	SUSPENSIÓN	M1	Grieta de la bodega de caucho de la barra transversal	5		
43	CABINA	M1	Limpieza cabina	10		
44	CABINA	M1	Limpieza filtro de aire de cabina	5		
45	CABINA	M1	Limpieza filtro de aire acondicionado	5		
46	SEGURIDAD	M1	Revisar / Comprobar estado de los extintores, botiquín(01), kit anti derrame (01), conos (02), tacos (02)	2		
47	ELECTRICO	M1	Inspeccionar y limpiar harness y conectores del motor	5		
48	ELECTRICO	M1	Revisar y limpiar bornes de batería	5		
49	ELECTRICO	M1	Reajustar conexiones de batería	5		
50	ELECTRICO	M1	Probar baterías con instrumento analizador de batería	5		
51	ELECTRICO	M1	Revisar y limpiar alternador y arrancador	5		
52	ELECTRICO	M1	Verificar funcionamiento de alarma de retroceso	5		
53	MOTOR	M1	Cebarr el sistema de combustible	5		
54	MOTOR	M1	Llenar carter de aceite de motor	5		
55	MOTOR	M1	Revisar nivel de aceite de motor	3		
56	EVALUACIÓN	M1	Realizar check-list	20		
MATERIALES						
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	WP			
1.00	Pza.	muestra aceite motor	Frasco			
1.00	Pza.	muestra aceite transmisión	Frasco			
5.00	Gir.	ACEITE 15W40 DELVAC MX MOBIL x 5 GLN				
1.00	Pza.	FILTRO COMBUSTIBLE HINO FM26				
1.00	Pza.	FILTRO DE ACEITE HINO				
3.00	Kg	Trapo industrial				
1.00	Pza.	Limpia contacto				
1.00	Pza.	Kit anti derrame				
HERRAMIENTAS						
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN				
1	unid	Saca filtro				
1	unid	Dado de 1 1/2" x 3/4"				
1	unid	Palanca 3/4, 1/2, 3/4"				
1	unid	Dado de 24mm				
1	unid	Bomba de vacío para muestreo				
1	unid	Martillo de goma				
1	unid	Jugo hexagonales				
1	unid	Lap-top + com - adapter				
1	unid	Desarmador plano				
1	unid	Multímetro				
1	unid	Bandas para aceite usado				
4	unid	Cilindros vacíos para reciclar aceite usado				
1	unid	Equipo de carga de suspensión				
6	unid	Llaves mixtas ( 11/16", 3/4", 9/16", 5/8", 7/8", 1/2")				
PERSONAL NECESARIO						
CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	TIEMPO			
M1	1	Mecánico	221			
E1	1	Electricista	63			
			4 Hrs			

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

**CUADRO N° 41: Evaluación Actual del Mantenimiento**

EVALUACION ACTUAL DEL MANTENIMIENTO							
<b>CODIGO:</b> T1H-913				<b>FECHA:</b> 29/09/2015			
<b>NOMBRE:</b> CAMION				<b>EVAL. POR:</b> Eduardo Bazán			
	Tareas	¿Tiene hoja de planificación?	¿Se encuentra dentro de un programa?	% Cumplim.	Realizado por	Informe disponible	Observaciones
1	Limpieza	no	no	30	Operario	no	Falta de procedimiento
2	Lubricación	no	no	30	Op/Mant.	no	Falta de procedimiento
3	Revisión y limpieza de filtros de aire	si	no	85	Mant.	no	Falta de procedimiento
4	Cambio de filtros de aceite	si	si	85	Mant.	no	Falta de procedimiento
5	Cambio de filtro de combustible	si	si	85	Mant.	no	Falta de procedimiento
6	Limpieza a radiador	si	no	70	Op/Mant.	no	Falta de procedimiento
7	Revisar niveles de aceite (transmisión y motor)	si	no	85	Mant.	no	Falta de procedimiento
8	Revisar liquido de freno	no	no	80	Mant.	no	Falta de procedimiento
9	Revisar liquido refrigerante	no	no	50	Mant.	no	Falta de procedimiento
10	Revisar luces de chasis	no	no	20	Op/Mant.	no	Falta de procedimiento
11	Revisar panel de instrumentos en cabina	no	no	30	Op/Mant.	no	Falta de procedimiento
12	Revisar implementos de seguridad (conos, extintor, kit emergencia)	no	no	20	Op/Mant.	no	Falta de procedimiento
13	Revisar presión de neumaticos	si	no	35	Op/Mant.	no	Falta de procedimiento
14	Mantenimiento predictivo	no	no	0	Mant.	no	Falta de procedimiento
a	% Estimado de tiempo en mantenimiento por fallas imprevistas.					80%	Reducir
b	% Estimado de tiempo en trabajo de MP					20%	Muy Poco
c	% Estimado de tiempo en Mantenimiento Predictivo					0%	Necesita implemtarse
<b>TOTAL</b>						<b>100%</b>	

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

**CUADRO N° 42: Diagnóstico de equipo T1H - 913**

T1H-913	OPTIMO	BUENO	REGULAR	MALO	REQUIERE AJUSTES	REQUIERE LIMPIEZA	GRIETAS Y AGUJEROS	OXIDADO	DESGASTADO	REQUIERE LUBRICACION	SOBRE CALENTAMIENTO	REQUIERE PINTURA	SUELTO	REQUIERE REVISION	REQUIERE MANTENIMIENTO	REQUIERE REEMPLAZO	OBSERVACIONES
<b>MOTOR</b>																	
Carter del motor		X															
Aceite de motor		X															
Filtros de aire primario y secundario			X														
Abrazaderas			X														
Fajas transmisoras			X						X								
Alternador		X															
Arrancador		X															
Filtro de aceite de motor		X															
<b>SISTEMA DE COMBUSTIBLE</b>																	
Presión de la tobera de inyección			X														
Filtros de combustible		X															
Resorte de retorno de la palanca de la bomba de inyección			X						X								
<b>SISTEMA DE REFRIGERACIÓN</b>																	
Refrigerante de motor original HINO (Rosado)			X												X		
Mangueras, tapas, radiador y mangueras			X												X		
<b>TRANSMISIÓN serie EATON FS 6109 Y 8209</b>																	
Filtro de aceite			X														
Nivel de aceite de la transmisión			X														
<b>EMBRAGUE</b>																	
Líquido de embrague			X														
Regulación de embrague			X												X		
<b>EJE PROPULSOR</b>																	
Juego del eje propulsor y junta universal					X												
Soporte del rodamiento central del eje propulsor					X												
Ajuste de los pernos del yugo del eje propulsor					X												
<b>EJE POSTERIOR</b>																	
Nivel de aceite de los engranajes del diferencial		X															
Filtro de aceite		X															
Ajuste de los pernos de montaje del eje y semi eje					X												
Respiradero de la funda del eje					X												
Deformación y daño de la funda del eje																	
<b>EJE DELANTERO</b>																	
Revisión del guardapolvo de la articulación de la rótula													X	X			
Alineación de ruedas					X	X											
<b>DIRECCIÓN</b>																	
Ajuste de los pernos de la caja de dirección					X												
Revisión del eje sector y brazo pitman					X												
Ajuste de las partes de la dirección hidráulica					X	X											
Colador del tanque de reserva de la dirección hidráulica							X										
Probar dirección		X															
<b>FRENOS DE SERVICIO ( Hidráulico sobre aire)</b>																	
Holgura entre el tambor y el revestimiento					X												
Líquido de freno		X															
Funcionamiento de la válvula de freno		X															
Posibles fugas, conexiones de mangueras y cañerías					X												
Funcionamiento del secador de aire		X															
<b>FRENOS DE PARQUEO CENTRAL ( neumático )</b>																	
Funcionamiento de las válvulas de freno de parqueo		X															
<b>RUEDA Y NEUMÁTICOS</b>																	
Torque de giro del rodamiento de las ruedas		X															
Ajuste de la tuerca de seguridad del rodamiento			X		X												
Ajuste del cubo de rueda y de la pista exterior (f y p)					X												
Posición de los neumáticos (rotar)														X			
Presión de neumáticos														X			
<b>SUSPENSIÓN</b>																	
Juego excesivo de los muelles														X			
Brida del paquete de la suspensión y banda de muelle					X												
Grieta de la bocina de caucho de la barra transversal														X			
<b>CABINA</b>																	
Condición del montaje de la cabina			X														
Filtro de aire (limpiar) - Interno			X														
Filtro de aire (limpiar) - Exterior			X														
Cinturón de seguridad			X														
Alarmas en tablero de control			X														
Luces de cabina			X														
Pedales			X														
Panel de instrumentos			X														
Limpiaparabrisas			X														
<b>SEGURIDAD</b>																	
Extintores, botiquín (01), kit anti derrame (01), conos (02), tacos (02).		X															

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

## CUADRO N° 43: Procedimiento de Mantenimiento Preventivo 1



PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO / SERVICIO DE 5000 KM

CAMION HINO FM 500

TIEMPO : 4 Hrs



ITEM	SISTEMA	PERSONAL	ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	ESTADO	OBSERVACIONES
1	SEGURIDAD	M1	Realizar el ATS e IPERC en conjunto con todos los miembros del equipo que estarán involucrados en el mantenimiento	7		
2	SEGURIDAD	M1	Señalze el área de trabajo con conos e instrumentos de señalización	5		
3	SEGURIDAD	M1	Colocar los elementos de bloqueo ( Lock Out - Candado de Bloqueo ) por parte de todo el personal que va a intervenir en el mantenimiento	5		
4		M1	LAVADO DE MAQUINA	20		
5	MATERIAL RODANTE	M1	Tomar medida de cascada de neumático ( registrar datos tomados en formato anexo)	3		
6	MATERIAL RODANTE	M1	Verificar presiones en frío y caliente ( registrar datos en formato anexo)	10		
7	MUESTRA DE TRANSMISIÓN	M1	Tomar muestra de aceite de tanque transmisión con bomba de vacío	3		
8	TRANSMISIÓN	M1	Revisar nivel de aceite de la transmisión. Llenar tanque de aceite en caso su nivel este bajo.	3		
9	MOTOR	M1	Drenar agua del tanque de combustible	3		
10	MUESTRA DE MOTOR	M1	Tomar muestra de aceite de motor con bomba de vacío a temperatura de trabajo.	4		
11	MOTOR	M1	Drenar aceite de motor	10		
12	MOTOR	M1	Cambiar filtro de aceite y registrar el Horómetro con plúmion en el filtro.	3		
13	MOTOR	M1	Cambiar filtro de combustible secundario y anotarle Horómetro en el filtro	3		
14	MOTOR	M1	Revisar y limpiar filtros de aire primario y secundario	5		
15	MOTOR	M1	Cambiar filtro de combustible primario y anotarle Horómetro en el filtro	3		
16	LUBRICACIÓN	M1	Revisar la correcta lubricación y limpiar puntos de engrase automático	10		
17	EMBRAGUE	M1	Revisar líquido de embrague	3		
18	EMBRAGUE	M1	Regular embrague	7		
19	EJE PROPULSOR	M1	Revisar Juego del eje propulsor y junta universal	5		
20	EJE PROPULSOR	M1	Revisar Soporte del rodamiento central del eje propulsor	3		
21	EJE PROPULSOR	M1	Revisar Ajuste de los pernos del yugo del eje propulsor	5		
22	EJE POSTERIOR	M1	Nivel de aceite de los engranajes del diferencial	3		
23	EJE POSTERIOR	M1	Revisar Filtro de aceite	3		
24	EJE POSTERIOR	M1	Ajustar de los pernos de montaje del eje y semi eje	3		
25	EJE POSTERIOR	M1	Revisar Respiradero de la funda del eje	5		
26	EJE POSTERIOR	M1	Verificar Deformación y daño de la funda del eje	3		
27	EJE DELANTERO	M1	Revisión del guardapolvo de la articulación de la rótula	3		
28	EJE DELANTERO	M1	Alineación de ruedas	5		
29	DIRECCIÓN	M1	Ajuste de los pernos de la caja de dirección	5		
30	DIRECCIÓN	M1	Revisión del eje sector y brazo pitman	3		
31	DIRECCIÓN	M1	Ajuste de las partes de la dirección hidráulica	5		
32	DIRECCIÓN	M1	Colador del tanque de reserva de la dirección hidráulica	3		
33	DIRECCIÓN	M1	Probar dirección	5		
34	FRENOS DE SERVICIO	M1	Holgura entre el tambor y el revestimiento	3		
35	FRENOS DE SERVICIO	M1	Líquido de freno	3		
36	FRENOS DE SERVICIO	M1	Funcionamiento de la válvula de freno	3		
37	FRENOS DE SERVICIO	M1	Posibles fugas, conexiones de mangueras y cañerías	3		
38	FRENOS DE SERVICIO	M1	Funcionamiento del secador de aire	3		
39	FRENO DE PARQUEO	M1	Funcionamiento de las válvulas de freno de parqueo	3		
40	SUSPENSIÓN	M1	Juego excesivo de los muelles	5		
41	SUSPENSIÓN	M1	Banda del paquete de la suspensión y banda de muelle	5		
42	SUSPENSIÓN	M1	Grieta de la bodega de caucho de la barra transversal	5		
43	CABINA	M1	Limpieza cabina	10		
44	CABINA	M1	Limpieza filtro de aire de cabina	5		
45	CABINA	M1	Limpieza filtro de aire acondicionado	5		
46	SEGURIDAD	M1	Revisar / Comprobar estado de los extintores, botiquín(01), kit anti derrame (01), conos (02), tacos (02)	2		
47	ELECTRICO	M1	Inspeccionar y limpiar harness y conectores del motor	5		
48	ELECTRICO	M1	Revisar y limpiar bornes de batería	5		
49	ELECTRICO	M1	Reajustar conexiones de batería	5		
50	ELECTRICO	M1	Probar baterías con instrumento analizador de batería	5		
51	ELECTRICO	M1	Revisar y limpiar alternador y arrancador	5		
52	ELECTRICO	M1	Verificar funcionamiento de alarma de retroceso	5		
53	MOTOR	M1	Cebarr el sistema de combustible	5		
54	MOTOR	M1	Llenar caner de aceite de motor	5		
55	MOTOR	M1	Revisar nivel de aceite de motor	3		
56	EVALUACIÓN	M1	Realizar check-list	20		
<b>MATERIALES</b>						
	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>NP</b>		
	1.00	Pza.	muestra aceite motor	Frasco		
	1.00	Pza.	muestra aceite transmisión	Frasco		
	5.00	Gir.	ACEITE 15W40 DELVAC MX MOBIL x 5 GLN			
	1.00	Pza.	FILTRO COMBUSTIBLE HINO FM26			
	1.00	Pza.	FILTRO DE ACEITE HINO			
	1.00	Pza.	FILTRO DE PETROLEO S/AGUA HINO			
	3.00	Kg	Trapo industrial			
	1.00	Pza.	Limpia contacto			
	1.00	Pza.	Kit anti derrame			
<b>HERRAMIENTAS</b>						
	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>			
	1	unid	Saca filtro			
	1	unid	Dado de 1 1/2" x 3/4"			
	1	unid	Palanca 3/4, 1/2, 3/4"			
	1	unid	Dado de 24mm			
	1	unid	Bomba de vacío para muestreo			
	1	unid	Martillo de goma			
	1	unid	Jugo hexagonales			
	1	unid	Lap-top + com - adapter			
	1	unid	Desarmador plano			
	1	unid	Multímetro			
	3	unid	Bandas para aceite usado			
	4	unid	Cilindros vacíos para reciclar aceite usado			
	1	unid	Equipo de carga de suspensión			
	6	unid	Llaves mixtas ( 11/16", 3/4", 9/16", 5/8", 7/8", 1/2")			
<b>PERSONAL NECESARIO</b>						
	<b>CODIGO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>		
	M1	1	Mecánico	221		
	E1	1	Electricista	63		
				4 Hrs		

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**



Con la implementación de procedimientos para el trabajo de mantenimiento, se reducirá el costo de impacto en mano de obra perdida y el costo de impacto en operaciones por la baja disponibilidad de los equipos.

$$\text{CMOi} = \text{S/. } 95.59$$

$$\text{CIOi} = \text{S/. } 125,685.02$$

$$\text{Cli} = \text{S/. } 125,780.61$$

$$\text{CMOf} = \text{S/. } 95.59 - (\text{S/. } 95.59 * 70\%)$$

$$\text{CIOf} = \text{S/. } 125,685.02 - (\text{S/. } 125,685.02 * 70\%)$$

$$\text{Clf} = \text{S/. } 37,734.18$$

$$\Delta\text{CI} = 70\%$$

**c) Falta de procedimientos de trabajo preventivo y predictivo**

Aplicando el segundo pilar del TPM – Mantenimiento Programado, logramos solucionar la causa, implementando procedimientos de trabajo para cada tipo de mantenimiento, de esta manera estandarizar los tiempos de ejecución y controlar el trabajo, reduciendo los tiempos de Mantenimiento Preventivo y por ende el impacto en los costos por mano de obra.

## CUADRO N° 44: Procedimiento de Mantenimiento Preventivo 1



PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO / SERVICIO DE 5000 KM

CAMION HINO FM 500

TIEMPO : 4 Hrs





ITEM	SISTEMA	PERSONAL	ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	ESTADO	OBSERVACIONES
1	SEGURIDAD	M1	Realizar el ATS e IPERC en conjunto con todos los miembros del equipo que estarán involucrados en el mantenimiento	7		
2	SEGURIDAD	M1	Señalzar el área de trabajo con conos e instrumentos de señalización	5		
3	SEGURIDAD	M1	Colocar los elementos de bloqueo ( Lock Out - Candado de Bloqueo ) por parte de todo el personal que va a intervenir en el mantenimiento	5		
4		M1	LAVADO DE MAQUINA	20		
5	MATERIAL RODANTE	M1	Tomar medida de cocada de neumático ( registrar datos tomados en formato anexo)	3		
6	MATERIAL RODANTE	M1	Verificar presiones en frío y caliente ( registrar datos en formato anexo)	10		
7	MUESTRA DE TRANSMISIÓN	M1	Tomar muestra de aceite de tanque transmisión con bomba de vacío	3		
8	TRANSMISIÓN	M1	Revisar nivel de aceite de la transmisión. Llenar tanque de aceite en caso su nivel este bajo.	3		
9	MOTOR	M1	Drenar agua del tanque de combustible	3		
10	MUESTRA DE MOTOR	M1	Tomar muestra de aceite de motor con bomba de vacío a temperatura de trabajo.	4		
11	MOTOR	M1	Drenar aceite de motor	10		
12	MOTOR	M1	Cambiar filtro de aceite y registrar el Horómetro con plúmion en el filtro.	3		
13	MOTOR	M1	Cambiar filtro de combustible secundario y anotarle Horómetro en el filtro	3		
14	MOTOR	M1	Revisar y limpiar filtros de aire primario y secundario	5		
15	MOTOR	M1	Cambiar filtro de combustible primario y anotarle Horómetro en el filtro	3		
16	LUBRICACIÓN	M1	Revisar la correcta lubricación y limpiar puntos de engrase automático	10		
17	EMBRAGUE	M1	Revisar líquido de embrague	3		
18	EMBRAGUE	M1	Regular embrague	7		
19	EJE PROPULSOR	M1	Revisar Juego del eje propulsor y junta universal	5		
20	EJE PROPULSOR	M1	Revisar Soporte del rodamiento central del eje propulsor	3		
21	EJE PROPULSOR	M1	Revisar Ajuste de los pernos del yugo del eje propulsor	5		
22	EJE POSTERIOR	M1	Nivel de aceite de los engranajes del diferencial	3		
23	EJE POSTERIOR	M1	Revisar Filtro de aceite	3		
24	EJE POSTERIOR	M1	Ajustar de los pernos de montaje del eje y semi eje	3		
25	EJE POSTERIOR	M1	Revisar Respiradero de la funda del eje	5		
26	EJE POSTERIOR	M1	Verificar Deformación y daño de la funda del eje	3		
27	EJE DELANTERO	M1	Revisión del guardapolvo de la articulación de la rótula	3		
28	EJE DELANTERO	M1	Alineación de ruedas	5		
29	DIRECCIÓN	M1	Ajuste de los pernos de la caja de dirección	5		
30	DIRECCIÓN	M1	Revisión del eje sector y brazo pitman	3		
31	DIRECCIÓN	M1	Ajuste de las partes de la dirección hidráulica	5		
32	DIRECCIÓN	M1	Colador del tanque de reserva de la dirección hidráulica	3		
33	DIRECCIÓN	M1	Probar dirección	5		
34	FRENOS DE SERVICIO	M1	Holgura entre el tambor y el revestimiento	3		
35	FRENOS DE SERVICIO	M1	Líquido de freno	3		
36	FRENOS DE SERVICIO	M1	Funcionamiento de la válvula de freno	3		
37	FRENOS DE SERVICIO	M1	Posibles fugas, conexiones de mangueras y cañerías	3		
38	FRENOS DE SERVICIO	M1	Funcionamiento del secador de aire	3		
39	FRENO DE PARQUEO	M1	Funcionamiento de las válvulas de freno de parqueo	3		
40	SUSPENSIÓN	M1	Juego excesivo de los muelles	5		
41	SUSPENSIÓN	M1	Banda del paquete de la suspensión y banda de muelle	5		
42	SUSPENSIÓN	M1	Grieta de la bodega de caucho de la barra transversal	5		
43	CABINA	M1	Limpieza cabina	10		
44	CABINA	M1	Limpieza filtro de aire de cabina	5		
45	CABINA	M1	Limpieza filtro de aire acondicionado	5		
46	SEGURIDAD	M1	Revisar / Comprobar estado de los extintores, botiquín(01), kit anti derrame (01), conos (02), tacos (02)	2		
47	ELECTRICO	M1	Inspeccionar y limpiar harness y conectores del motor	5		
48	ELECTRICO	M1	Revisar y limpiar bornes de batería	5		
49	ELECTRICO	M1	Reajustar conexiones de batería	5		
50	ELECTRICO	M1	Probar baterías con instrumento analizador de batería	5		
51	ELECTRICO	M1	Revisar y limpiar alternador y arrancador	5		
52	ELECTRICO	M1	Verificar funcionamiento de alarma de retroceso	5		
53	MOTOR	M1	Cebarr el sistema de combustible	5		
54	MOTOR	M1	Llenar caner de aceite de motor	5		
55	MOTOR	M1	Revisar nivel de aceite de motor	3		
56	EVALUACIÓN	M1	Realizar check-list	20		
MATERIALES						
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	WP			
1.00	Pza.	muestra aceite motor	Frasco			
1.00	Pza.	muestra aceite transmisión	Frasco			
5.00	Gir.	ACEITE 15W40 DELVAC MX MOBIL x 5 GLN				
1.00	Pza.	FILTRO COMBUSTIBLE HINO FM26				
1.00	Pza.	FILTRO DE ACEITE HINO				
1.00	Pza.	FILTRO DE PETROLEO S/AGUA HINO				
3.00	Kg	Trapo industrial				
1.00	Pza.	Limpia contacto				
1.00	Pza.	Kit anti derrame				
HERRAMIENTAS						
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN				
1	unid	Saca filtro				
1	unid	Dado de 1 1/2" x 3/4"				
1	unid	Palanca 3/4, 1/2, 3/4"				
1	unid	Dado de 24mm				
1	unid	Bomba de vacío para muestreo				
1	unid	Martillo de goma				
1	unid	Jugo hexagonales				
1	unid	Lap-top + com - adapter				
1	unid	Desarmador plano				
1	unid	Multímetro				
1	unid	Bandas para aceite usado				
4	unid	Cilindros vacíos para reciclar aceite usado				
1	unid	Equipo de carga de suspensión				
6	unid	Llaves mixtas ( 11/16", 3/4", 9/16", 5/8", 7/8", 1/2")				
PERSONAL NECESARIO						
CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	TIEMPO			
M1	1	Mecánico	221			
E1	1	Electricista	63			
			4 Hrs			

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

## CUADRO N° 45: Procedimiento de Mantenimiento Preventivo

2

		PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO / SERVICIO DE 10000 KM CAMION HINO FM 500 TIEMPO : 4 Hrs					
ITEM	SISTEMA	PERSONAL	ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	ESTADO	OBSERVACIONES	
1	SEGURIDAD	M1	Realizar el ATS e IPERC en conjunto con todos los miembros del equipo que estarán involucrados en el mantenimiento	7			
2	SEGURIDAD	M1	Señalar el área de trabajo con conos e instrumentos de señalización	5			
3	SEGURIDAD	M1	Colocar los elementos de bloqueo ( Lock Out - Candeado de Bloqueo ) por parte de todo el personal que va a intervenir en el mantenimiento	5			
4		M1	LAVADO DE MAQUINA	20			
5	MATERIAL RODANTE	M1	Tomar medida de tocada de neumático ( registrar datos tomados en formato anexo)	3			
6	MATERIAL RODANTE	M1	Verificar presiones en frío y caliente ( registrar datos en formato anexo)	10			
7	MUESTRA DE TRANSMISIÓN	M1	Tomar muestra de aceite de tanque transmisión con bomba de vacío	3			
8	TRANSMISIÓN	M1	Revisar nivel de aceite de la transmisión. Llenar tanque de aceite en caso su nivel este bajo.	3			
9	MOTOR	M1	Drenar agua del tanque de combustible	3			
10	MUESTRA DE MOTOR	M1	Tomar muestra de aceite de motor con bomba de vacío a temperatura de trabajo.	4			
11	MOTOR	M1	Drenar aceite de motor	10			
12	MOTOR	M1	Cambiar filtro de aceite y registrar el Horómetro con plúmón en el filtro.	3			
13	MOTOR	M1	Cambiar filtro de combustible secundario y anotarle Horómetro en el filtro	3			
14	MOTOR	M1	Cambiar filtros de aire primario y secundario	5			
15	MOTOR	M1	Cambiar filtro de combustible primario y anotarle Horómetro en el filtro	3			
16	LUBRICACIÓN	M1	Revisar la correcta lubricación y limpiar puntos de engrase automático	10			
17	EMBRAGUE	M1	Revisar liquido de embrague	3			
18	EMBRAGUE	M1	Regular embrague	7			
19	EJE PROPULSOR	M1	Revisar Juego del eje propulsor y junta universal	5			
20	EJE PROPULSOR	M1	Revisar Soporte del rodamiento central del eje propulsor	3			
21	EJE PROPULSOR	M1	Revisar Ajuste de los pernos del yugo del eje propulsor	5			
22	EJE POSTERIOR	M1	Nivel de aceite de los engranajes del diferencial	3			
23	EJE POSTERIOR	M1	Revisar Filtro de aceite	3			
24	EJE POSTERIOR	M1	Ajustar de los pernos de montaje del eje y semi eje	3			
25	EJE POSTERIOR	M1	Revisar Respradero de la funda del eje	5			
26	EJE POSTERIOR	M1	Verificar Deformación y daño de la funda del eje	3			
27	EJE DELANTERO	M1	Revisión del guardapolvo de la articulación de la rótula	3			
28	EJE DELANTERO	M1	Alineación de ruedas	5			
29	DIRECCIÓN	M1	Ajuste de los pernos de la caja de dirección	5			
30	DIRECCIÓN	M1	Revisión del eje sector y brazo piman	3			
31	DIRECCIÓN	M1	Ajuste de las partes de la dirección hidráulica	5			
32	DIRECCIÓN	M1	Colador del tanque de reserva de la dirección hidráulica	3			
33	DIRECCIÓN	M1	Probar dirección	5			
34	FRENOS DE SERVICIO	M1	Holgura entre el tambor y el revestimiento	3			
35	FRENOS DE SERVICIO	M1	Líquido de freno	3			
36	FRENOS DE SERVICIO	M1	Funcionamiento de la válvula de freno	3			
37	FRENOS DE SERVICIO	M1	Posibles fugas, conexiones de mangueras y cañerías	3			
38	FRENOS DE SERVICIO	M1	Funcionamiento del secador de aire	3			
39	FRENO DE PARQUEO	M1	Funcionamiento de las válvulas de freno de parqueo	3			
40	SUSPENSIÓN	M1	Juego excesivo de los muelles	5			
41	SUSPENSIÓN	M1	Brida del paquete de la suspensión y banda de muelle	5			
42	SUSPENSIÓN	M1	Grieta de la bodega de caucho de la barra transversal	5			
43	CABINA	M1	Limpiar cabina	10			
44	CABINA	M1	Limpiar filtro de aire de cabina	5			
45	CABINA	M1	Limpiar filtro del aire acondicionado	5			
46	SEGURIDAD	M1	Revisar / Comprobar estado de los extintores, botiquín(01), kit anti derrame (01), conos (02), tacos (02)	2			
47	ELECTRICO	M1	Inspeccionar y limpiar harness y conectores del motor	5			
48	ELECTRICO	M1	Revisar y limpiar bornes de batería	5			
49	ELECTRICO	M1	Reajustar conexiones de batería	5			
50	ELECTRICO	M1	Probar baterías con instrumento analizador de batería	5			
51	ELECTRICO	M1	Revisar y limpiar alternador y arrancador	5			
52	ELECTRICO	M1	Verificar funcionamiento de alarma de retroceso	5			
53	MOTOR	M1	Calibrar el sistema de combustible	5			
54	MOTOR	M1	Llenar aceite de aceite de motor	5			
55	MOTOR	M1	Revisar nivel de aceite de motor	3			
56	EVALUACION	M1	Realizar check-list	20			
MATERIALES							
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	NP				
1.00	Pza.	muestra aceite motor	Frasco				
1.00	Pza.	muestra aceite transmision	Frasco				
5.00	Gh.	ACEITE 15W40 DELVAC MX MOBIL x5 GLN					
1.00	Pza.	FILTRO COMBUSTIBLE HINO FM26					
1.00	Pza.	FILTRO DE ACEITE HINO					
1.00	Pza.	FILTRO DE PETROLEO S/AGUA HINO					
1.00	Pza.	FILTRO AIRE PRIMARIO HINO GH1J FM1 J MODEL 1726 2626					
1.00	Pza.	FILTRO AIRE SECUNDARIO INTERIOR HINO GH1JMU MODEL 1726					
3.00	Kg	Trapo industrial					
1.00	Pza.	Limpia contacto					
1.00	Pza.	Kit anti derrame					
HERRAMIENTAS							
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN					
1	unidad	Saca filtro					
1	unidad	Dado de 1 1/2" x 3/4"					
1	unidad	Palanca 3/4, 1/2					
1	unidad	Dado de 24mm					
1	unidad	Bomba de vacío para muestreo					
1	unidad	Martillo de goma					
1	Jugo	Llaves hexagonales					
1	unidad	Lap-top + com - adapter					
1	unidad	Desarmador plano					
1	unidad	Multímetro					
3	unidad	Bandejas para aceite usado					
4	unidad	Cilindros vacíos para recibir aceite usado					
1	unidad	Equipo de carga de suspensión					
6	unidad	Llaves mixtas ( 11/16", 3/4", 9/16", 5/8", 7/8", 1/2")					
PERSONAL NECESARIO							
CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	TIEMPO				
M1	1	Mecánico	221				
E1	1	Electricista	63				
			4 Hrs				

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).**

# CUADRO N° 46: Procedimiento de Mantenimiento Preventivo

3

ITEM		SISTEMA	PERSONAL	ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	ESTADO	OBSERVACIONES
1	SEGURIDAD		M1	Realizar el ATS e IPERC en conjunto con todos los miembros del equipo que estarán involucrados en el mantenimiento	7		
2	SEGURIDAD		M1	Señalizar el área de trabajo con conos e instrumentos de señalización	5		
3	SEGURIDAD		M1	Colocar los elementos de bloqueo ( Lock Out - Candado de Bloqueo ) por parte de todo el personal que va a intervenir en el mantenimiento	5		
4			M1	LAVADO DE MAQUINA	20		
5	MATERIAL RODANTE		M1	Tomar medida de coccada de neumático ( registrar datos tomados en formato anexo)	3		
6	MATERIAL RODANTE		M1	Verificar presiones en frío y caliente ( registrar datos en formato anexo)	10		
7	MUESTRA DE TRANSMISIÓN		M1	Tomar muestra de aceite de tanque transmisión con bomba de vacío	3		
8	TRANSMISIÓN		M1	Cambiar aceite de transmisión	6		
9	MOTOR		M1	Drenar agua del tanque de combustible	3		
10	MUESTRA DE MOTOR		M1	Tomar muestra de aceite de motor con bomba de vacío a temperatura de trabajo.	4		
11	MOTOR		M1	Drenar aceite de motor	10		
12	MOTOR		M1	Cambiar filtro de aceite y registrar el Horómetro con plúmion en el filtro.	3		
13	MOTOR		M1	Cambiar filtro de combustible secundario y anotarle Horómetro en el filtro	3		
14	MOTOR		M1	Cambiar filtros de aire primario y secundario	5		
15	MOTOR		M1	Cambiar filtro de combustible primario y anotarle Horómetro en el filtro	3		
16	LUBRIFICACIÓN		M1	Revisar la correcta lubricación y limpiar puntos de engrase automático	10		
17	EMBRAGUE		M1	Revisar líquido de embrague	3		
18	EMBRAGUE		M1	Regular embrague	7		
19	EJE PROPULSOR		M1	Revisar Juego del eje propulsor y junta universal	5		
20	EJE PROPULSOR		M1	Revisar Soporte del rodamiento central del eje propulsor	3		
21	EJE PROPULSOR		M1	Revisar Ajuste de los pernos del yugo del eje propulsor	5		
22	EJE POSTERIOR		M1	Nivel de aceite de los engranajes del diferencial	3		
23	EJE POSTERIOR		M1	Revisar Filtro de aceite	3		
24	EJE POSTERIOR		M1	Ajustar de los pernos de montaje del eje y semi eje	3		
25	EJE POSTERIOR		M1	Revisar Respiradero de la funda del eje	5		
26	EJE POSTERIOR		M1	Verificar Deformación y daño de la funda del eje	3		
27	EJE DELANTERO		M1	Revisión del guardapolvo de la articulación de la rotula	3		
28	EJE DELANTERO		M1	Alineación de ruedas	5		
29	DIRECCION		M1	Ajuste de los pernos de la caja de dirección	5		
30	DIRECCION		M1	Revisión del eje sector y brazo pitman	3		
31	DIRECCION		M1	Ajuste de las partes de la dirección hidráulica	5		
32	DIRECCION		M1	Revisar Colador del tanque de reserva de la dirección hidráulica	3		
33	DIRECCION		M1	Cambiar aceite de dirección	4		
34	DIRECCION		M1	Probar dirección	5		
35	FRENOS DE SERVICIO		M1	Holgura entre el tambor y el revestimiento	3		
36	FRENOS DE SERVICIO		M1	Líquido de freno	3		
37	FRENOS DE SERVICIO		M1	Funcionamiento de la válvula de freno	3		
38	FRENOS DE SERVICIO		M1	Posibles fugas, conexiones de mangueras y cañerías	3		
39	FRENOS DE SERVICIO		M1	Funcionamiento del secador de aire	3		
40	FRENO DE PARQUEO		M1	Funcionamiento de las válvulas de freno de parqueo	3		
41	SUSPENCIÓN		M1	Juego excesivo de los muelles	5		
42	SUSPENCIÓN		M1	Brida del paquete de la suspensión y banda de muelle	5		
43	SUSPENCIÓN		M1	Gruta de la bocina de caucho de la barra transversal	5		
44	CABINA		M1	Limpiar cabina	10		
45	CABINA		M1	Limpiar filtro de aire de cabina	5		
46	CABINA		M1	Limpiar filtro del aire acondicionado	5		
47	SEGURIDAD		M1	Revisar / Comprobar estado de los extintores, botiquín(01), kit anti derrame (01), conos (02) , tacos (02)	2		
48	ELECTRICO		M1	Inspeccionar y limpiar harness y conectores del motor	5		
49	ELECTRICO		M1	Revisar y limpiar bornes de batería	5		
50	ELECTRICO		M1	Reaustar conexiones de batería	5		
51	ELECTRICO		M1	Probar baterías con instrumento analizador de batería	5		
52	ELECTRICO		M1	Revisar / Limpiar alternador y arrancador	5		
53	ELECTRICO		M1	Verificar funcionamiento de alarma de retroceso	5		
54	MOTOR		M1	Cebiar el sistema de combustible	5		
55	MOTOR		M1	Llenar carter de aceite de motor	5		
56	MOTOR		M1	Revisar nivel de aceite de motor	3		
57	EVALUACION		M1	Realizar check-list	20		

MATERIALES				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	NIP	
1.00	Pza.	Muestra aceite motor		
1.00	Pza.	Muestra aceite transmisión	Frasco	
5.00	Gln.	ACEITE 15W40 DELVAC MIX MOBIL X 5 GLN	Frasco	
1.00	Pza.	FILTRO COMBUSTIBLE HINO FM26		
1.00	Pza.	FILTRO DE ACEITE HINO		
1.00	Pza.	FILTRO DE PETROLEO SIAGUA HINO		
1.00	Pza.	FILTRO AIRE PRIMARIO HINO GH1 J FM1 J MODEL 1726 2626		
1.00	Pza.	FILTRO AIRE SECUNDARIO INTERIOR HINO GH1JMU MODEL 1726		
1.00	Ltr.	HIDROLINA PREMIUM ATF MERCON DEXRON LITRO		
5.00	Gln.	ACEITE TELLUS 46 BALDE X 05 GLN SHELL		
5.00	Gln.	HYDROFLUID AW ISO 150 BALDE X 05 GLS CAM2		
3.00	Kg.	Trapo industrial		
1.00	Pza.	Limpa contacto		
1.00	Pza.	Kit anti derrame		

HERRAMIENTAS				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN		
1	und	Saca filtro		
1	und	Dado de 1 1/2" x 3/4"		
1	und	Palanca 3/4 1/2		
1	und	Dado de 24mm		
1	und	Bomba de vacío para muestreo		
1	und	Martillo de goma		
1	Jugo	Llaves hexagonales		
1	und	Lap-top + com - adapter		
1	und	Desarmador plano		
1	und	Multímetro		
3	und	Bandejas para aceite usado		
4	und	Cilindros vacíos para recibir aceite usado		
1	und	Equipo de carga de suspensión		
6	und	Llaves mixtas ( 11/16", 3/4", 9/16", 5/8", 7/8", 1/2")		

PERSONAL NECESARIO				
CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	TIEMPO	
M1	1	Mecánico	228	
E1	1	Electricista	63	
			4 Hrs	

FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).

# CUADRO N° 47: Procedimiento de Mantenimiento Preventivo

4

ITEM		SISTEMA	PERSONAL	ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	ESTADO	OBSERVACIONES
1	SEGURIDAD		M1	Realizar el ATS e iPERC en conjunto con todos los miembros del equipo que estarán involucrados en el mantenimiento	7		
2	SEGURIDAD		M1	Señalar el área de trabajo con conos e instrumentos de señalización	5		
3	SEGURIDAD		M1	Colocar los elementos de bloqueo ( Lock Out - Candado de Bloqueo ) por parte de todo el personal que va a intervenir en el mantenimiento	5		
4			M1	LAVADO DE MACHUINA	20		
5	MATERIAL RODANTE		M1	Tomar medida de cascada de neumático ( registrar datos tomados en formato anexo)	3		
6	MATERIAL RODANTE		M1	Verificar presiones en frío y caliente ( registrar datos en formato anexo)	10		
7	MUESTRA DE TRANSMISIÓN		M1	Tomar muestra de aceite de tanque transmisión con bomba de vacío	3		
8	TRANSMISIÓN		M1	Cambiar aceite de transmisión	6		
9	MOTOR		M1	Drenar agua del tanque de combustible	3		
10	MUESTRA DE MOTOR		M1	Tomar muestra de aceite de motor con bomba de vacío a temperatura de trabajo.	4		
11	MOTOR		M1	Drenar aceite de motor	10		
12	MOTOR		M1	Cambiar filtro de aceite y registrar el Horómetro con plumn en el filtro.	3		
13	MOTOR		M1	Cambiar filtro de combustible secundario y anotarle Horómetro en el filtro	3		
14	MOTOR		M1	Cambiar filtros de aire primario y secundario	5		
15	MOTOR		M1	Cambiar filtro de combustible primario y anotarle Horómetro en el filtro	3		
16	LUBRICACIÓN		M1	Revisar la correcta lubricación y limpiar puntos de engrase automático	10		
17	EMBRAGUE		M1	Revisar líquido de embrague	3		
18	EMBRAGUE		M1	Regular embrague	7		
19	EJE PROPULSOR		M1	Revisar Juego del eje propulsor y junta universal	5		
20	EJE PROPULSOR		M1	Revisar Soporte del rodamiento central del eje propulsor	3		
21	EJE PROPULSOR		M1	Revisar Ajuste de los pernos del yugo del eje propulsor	5		
22	EJE POSTERIOR		M1	Nivel de aceite de los engranajes del diferencial	3		
23	EJE POSTERIOR		M1	Revisar Filtro de aceite	3		
24	EJE POSTERIOR		M1	Ajustar de los pernos de montaje del eje y semi eje	3		
25	EJE POSTERIOR		M1	Revisar Respiradero de la funda del eje	5		
26	EJE POSTERIOR		M1	Verificar Deformación y daño de la funda del eje	3		
27	EJE DELANTERO		M1	Revisar del guardapolvere de la articulación de la rótula	5		
28	EJE DELANTERO		M1	Alineación de nudos	5		
29	DIRECCIÓN		M1	Ajuste de los pernos de la caja de dirección	5		
30	DIRECCIÓN		M1	Revisión del eje sector y brazo pitman	3		
31	DIRECCIÓN		M1	Ajuste de las partes de la dirección hidráulica	5		
32	DIRECCIÓN		M1	Revisar Colador del tanque de reserva de la dirección hidráulica	3		
33	DIRECCIÓN		M1	Cambiar aceite de dirección	4		
34	DIRECCIÓN		M1	Probar dirección	5		
35	FRENOS DE SERVICIO		M1	Hojear entre el tambor y el revestimiento	3		
36	FRENOS DE SERVICIO		M1	Líquido de freno	3		
37	FRENOS DE SERVICIO		M1	Funcionamiento de la válvula de freno	3		
38	FRENOS DE SERVICIO		M1	Posibles fugas, conexiones de mangueras y cañerías	3		
39	FRENOS DE SERVICIO		M1	Funcionamiento del secador de aire	3		
40	FRENO DE PARQUEO		M1	Funcionamiento de las válvulas de freno de parqueo	3		
41	SUSPENSIÓN		M1	Juego excesivo de los muelles	5		
42	SUSPENSIÓN		M1	Brido del paquete de la suspensión y banda de muelle	5		
43	SUSPENSIÓN		M1	Grieta de la bota de caucho de la barra transversal	5		
44	CABINA		M1	Limpia cabina	10		
45	CABINA		M1	Limpia filtro de aire de cabina	5		
46	CABINA		M1	Limpia filtro del aire acondicionado	5		
47	SEGURIDAD		M1	Revisar / Comprobar estado de los extintores, botiquin(01), kit anti derrame (01), conos (02) , tacos (02)	2		
48	ELECTRICO		M1	Inspeccionar y limpiar harness y conectores del motor	5		
49	ELECTRICO		M1	Revisar y limpiar bornes de batería	5		
50	ELECTRICO		M1	Revisar conexiones de batería	5		
51	ELECTRICO		M1	Probar baterías con instrumento analizador de batería	5		
52	ELECTRICO		M1	Revisar y limpiar alternador y arrancador	5		
53	ELECTRICO		M1	Verificar funcionamiento de alarma de retroceso	5		
54	MOTOR		M1	Calibrar Motor	60		
55	MOTOR		M1	Cabar el sistema de combustible	5		
56	MOTOR		M1	Lavar carter de aceite de motor	5		
57	MOTOR		M1	Revisar nivel de aceite de motor	3		
58	MOTOR		M1	Revisar con software de computadora, historial de parámetros	20		
	EVALUACIÓN		M1	Realizar check-list	20		

MATERIALES			
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	IMP
1.00	Pza.	muestra aceite motor	Frasco
1.00	Pza.	muestra aceite transmision	Frasco
5.00	Gal.	ACEITE 15W-40 DELVAC MX MOBIL x 5 GLN	
1.00	Pza.	FILTRO COMBUSTIBLE HINO FM26	
1.00	Pza.	FILTRO DE ACEITE HINO	
1.00	Pza.	FILTRO DE PETROLEO S/AGUA HINO	
1.00	Pza.	FILTRO AIRE PRIMARIO HINO GH1 FMI J MODELO 1726 2626	
1.00	Pza.	FILTRO AIRE SECUNDARIO INTERIOR HINO GH1 JMI MODELO 1726	
1.00	Ltr.	HIDROLINA PREMIUN ATF MERCON DEXRON LITRO	
5.00	Gal.	ACEITE TELLUS 46 BALDE X 05 GLN SHELL	
5.00	Gal.	HYDROFLUID AW ISO 150 BALDE X 05 GLNS CAM2	
3.00	Kg	Trapo industrial	
1.00	Pza.	Limpia contacto	
1.00	Pza.	Kit anti derrame	

HERRAMIENTAS			
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	
1	unid	Saca filtro	
1	unid	Dado de 1 1/2" x 3/4"	
1	unid	Palanca 3/4, 1/2	
1	unid	Dado de 24mm	
1	unid	Bomba de vacío para muestreo	
1	unid	Martillo de goma	
1	unid	Jugo	
1	unid	Llaves hexagonales	
1	unid	Lap-top + con - adapter	
1	unid	Desarmador plano	
1	unid	Multímetro	
3	unid	Bandejas para aceite usado	
4	unid	Cilindros vacíos para reciclar aceite usado	
1	unid	Equipo de carga de suspensión	
6	unid	Llaves mixtas ( 11/16", 3/4", 9/16", 5/8", 7/8", 1/2")	

PERSONAL NECESARIO			
CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	TIEMPO
M1	1	Mecánico	288
E1	1	Electricista	231
			5

FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).

La reducción de los costos por sobretiempo de mantenimiento preventivo será de 40%, ya que al estandarizar los procedimientos de trabajo lograremos ahorrar tiempos.

$$\text{MPi} = \text{S/. } 1,812.50$$

$$\text{MPf} = \text{S/. } 1,812.50 - (\text{S/. } 1,812.50 * 40\%)$$

$$\Delta\text{MP} = 40\%$$

## **E) Medio ambiente**

### **a) Inadecuada zonas para residuos peligrosos**

Aplicando la matriz de impacto ambiental logramos identificar por actividad realizada en el área de mantenimiento los aspectos y posibles impactos, con la finalidad de determinar los controles necesarios y evitar causar alguna pérdida (ver matriz en anexo 1).

## 4.2. Contratación de indicadores

### CUADRO N° 48: Contratación de indicadores

			INDICADORES	PERDIDAS DIAGNOSTICO	PERDIDAS DESARROLLO	VARIACIÓN	BENEFICIO
ÁREA DE MANTENIMIENTO	MANO DE OBRA	Falta de capacitación	Costo de trabajos correctivos $MC_1 = \frac{ MC_1 - MC_2 }{MC_1} + 100\%$	S/. 204,745.70	S/. 143,321.99	30%	S/. 61,423.71
		Falta de cumplimiento en el trabajo.	MP= MO + MD MO = mano de obra. MD = Materiales directos. $MP_1 = \frac{ MP_1 - MP_2 }{MP_1} + 100\%$	S/. 46,990.62	S/. 39,942.03	15%	S/. 7,048.59
	EQUIPOS	Inadecuado uso de los equipos.	Costo de equipos $CE_1 = \frac{ CE_1 - CE_2 }{CE_1} + 100\%$	S/. 5,264.32	S/. 526.43	90%	S/. 4,737.89
		Existencia de equipos obsoletos.	CAEO = CTE - EOP CAEO = Cantidad de equipos obsoletos. CTE = Cantidad de equipos totales EOP = Equipos operativos $CAEO_1 = \frac{CAEO_1 - CAEO_2}{CAEO_1} + 100\%$ Costo de equipos obsoletos $CEO_1 = \frac{ CEO_1 - CEO_2 }{CEO_1} + 100\%$	S/. 6,991.95	S/. 699.20	90%	S/. 6,292.76
	MATERIALES	Falta de materiales	Costo de mano de obra ociosa $MO_1 = \frac{ MO_1 - MO_2 }{MO_1} + 100\%$	S/. 2,906.25	S/. 290.63	90%	S/. 2,615.63
		Elevados costos de los materiales	Costos totales de materiales $CTM = \frac{ CTM_1 - CTM_2 }{CTM_1} + 100\%$	S/. 211,086.97	S/. 196,521.97	7%	S/. 14,565.00
		Materiales mal almacenados	Costo de materiales deteriorados $CMD = \frac{ CMD_1 - CMD_2 }{CMD_1} + 100\%$	S/. 11,766.13	S/. 2,353.23	80%	S/. 9,412.90
	METODOS	Falta de herramientas de control para el mantenimiento.	CT= MP + MC MP= mantenimiento preventivo. MC= mantenimiento correctivo. $CT_1 = \frac{ CT_1 - CT_2 }{CT_1} + 100\%$	S/. 251,736.32	S/. 183,264.02	27%	S/. 68,472.30
		Trabajos de mantenimiento mal ejecutados.	CI= CMO + CIO CMO= costo de mano de obra CIO= costo de oportunidad $CI_1 = \frac{ CI_1 - CI_2 }{CI_1} + 100\%$	S/. 125,844.94	S/. 37,753.48	70%	S/. 88,091.46
		Falta de procedimientos de trabajo en mantenimiento preventivo y predictivo.	Costo de sobretiempos en el mantenimiento preventivo. $MP_1 = \frac{ MP_1 - MP_2 }{MP_1} + 100\%$	S/. 1,812.50	S/. 1,087.50	40%	S/. 725.00
	MEDIO AMBIENTE	Inadecuadas zonas para residuos peligrosos.	Costo de materiales deteriorados $CMD = \frac{ CMD_1 - CMD_2 }{CMD_1} + 100\%$	S/. 13,578.63	S/. 2,715.73	80%	S/. 10,862.90
	MEDICION	Falta de indicadores.	CT= MP + MC MP= mantenimiento preventivo. MC= mantenimiento correctivo. $CT_1 = \frac{ CT_1 - CT_2 }{CT_1} + 100\%$ NMC= MT - NMP NMC = Número de mantenimientos correctivos. MT = Mantenimientos totales. NMP = Número de mantenimientos preventivos. $NMC_1 = \frac{ NMC_1 - NMC_2 }{NMC_1} + 100\%$	S/. 254,642.57	S/. 183,554.64	28%	S/. 71,087.93
				S/. 1,137,366.90	S/. 792,030.83	44%	S/. 345,336.07

FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).

**CAPITULO 5:**  
**EVALUACIÓN ECONÓMICA**  
**FINANCIERA**



## 5.1 Evaluación Financiera

### CUADRO N° 49: Flujo de Caja

	MESES												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>INGRESOS</b>													
Aportaciones													
Beneficios													
Ahorro M. preventivo		S/. 1,303.66	S/. 1,303.66	S/. 1,303.66	S/. 1,303.66	S/. 1,303.66	S/. 1,303.66	S/. 1,303.66	S/. 1,303.66	S/. 1,303.66	S/. 1,303.66	S/. 1,303.66	S/. 1,303.66
Ahorro M. correctivo		S/. 6,824.86	S/. 6,824.86	S/. 6,824.86	S/. 6,824.86	S/. 6,824.86	S/. 6,824.86	S/. 6,824.86	S/. 6,824.86	S/. 6,824.86	S/. 6,824.86	S/. 6,824.86	S/. 6,824.86
Ahorro Mano de obra ociosa		S/. 468.75	S/. 468.75	S/. 468.75	S/. 468.75	S/. 468.75	S/. 468.75	S/. 468.75	S/. 468.75	S/. 468.75	S/. 468.75	S/. 468.75	S/. 468.75
Ahorro Materiales obsoletos					S/. 6,292.76								
Ahorro Materiales deteriorados					S/. 4,737.89								
Ahorro en sobretiempos de mantenimiento		S/. 234.38	S/. 234.38	S/. 234.38	S/. 234.38	S/. 234.38	S/. 234.38	S/. 234.38	S/. 234.38	S/. 234.38	S/. 234.38	S/. 234.38	S/. 234.38
Ahorro por impacto en operaciones		S/. 15,835.63	S/. 15,835.63	S/. 15,835.63	S/. 15,835.63	S/. 15,835.63	S/. 15,835.63	S/. 15,835.63	S/. 15,835.63	S/. 15,835.63	S/. 15,835.63	S/. 15,835.63	S/. 15,835.63
Mejora en disponibilidad de equipos		S/. 2,528.55	S/. 2,528.55	S/. 2,528.55	S/. 2,528.55	S/. 2,528.55	S/. 2,528.55	S/. 2,528.55	S/. 2,528.55	S/. 2,528.55	S/. 2,528.55	S/. 2,528.55	S/. 2,528.55
<b>TOTAL INGRESOS</b>		S/. 27,195.82	S/. 27,195.82	S/. 27,195.82	S/. 38,226.46	S/. 27,195.82	S/. 27,195.82	S/. 27,195.82	S/. 27,195.82	S/. 27,195.82	S/. 27,195.82	S/. 27,195.82	S/. 27,195.82
<b>EGRESOS</b>													
Costos de capacitación		S/. 5,100.00	S/. 4,200.00	S/. 3,000.00									
Costos de mantenimiento preventivo		S/. 8,691.04	S/. 8,691.04	S/. 8,691.04	S/. 8,691.04	S/. 8,691.04	S/. 8,691.04	S/. 8,691.04	S/. 8,691.04	S/. 8,691.04	S/. 8,691.04	S/. 8,691.04	S/. 8,691.04
Costos de mantenimiento correctivo		S/. 15,924.67	S/. 15,845.04	S/. 15,765.82	S/. 15,686.99	S/. 15,608.55	S/. 15,530.51	S/. 15,452.86	S/. 15,375.59	S/. 15,298.72	S/. 15,222.22	S/. 15,146.11	S/. 15,070.38
Costo de practicante		S/. 750.00	S/. 750.00	S/. 750.00	S/. 750.00	S/. 750.00	S/. 750.00	S/. 750.00	S/. 750.00	S/. 750.00	S/. 750.00	S/. 750.00	S/. 750.00
Inversiones	S/. 3,500.00												
<b>TOTAL EGRESOS</b>	S/. 3,500.00	S/. 30,465.71	S/. 29,486.08	S/. 28,206.86	S/. 25,128.03	S/. 25,049.59	S/. 24,971.55	S/. 24,893.90	S/. 24,816.63	S/. 24,739.76	S/. 24,663.26	S/. 24,587.15	S/. 24,511.42
<b>FLUJO DE CAJA</b>	S/. -3,500.00	S/. -3,269.89	S/. -2,290.26	S/. -1,011.04	S/. 13,098.43	S/. 2,146.23	S/. 2,224.27	S/. 2,301.92	S/. 2,379.19	S/. 2,456.06	S/. 2,532.56	S/. 2,608.67	S/. 2,684.40
<b>TIR</b>	27%												
<b>VAN</b>	S/. 6,115.19												
<b>B/C</b>	1.75												
<b>TASA DE PROYECTO</b>	13%												

FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2015).

**CAPITULO 6:  
RESULTADOS DE  
DISCUCIÓN**

## 6.1 Resultados y discusión

- Con la implementación de capacitaciones para el personal de mantenimiento basado en la evaluación de desempeño y análisis de perfil de puesto se ha reducido en 30% el costo de mantenimientos correctivos obteniendo un beneficio de S/. 61,423.71.
- Implementando el pilar siete de TPM – Entrenamiento, logramos la reducción de costos originados por el inadecuado uso de equipos en 90% y la existencia de equipos obsoletos en 90%, obteniendo un beneficio de S/.11,030.64 en total.
- Aplicando el pilar tres de TPM – Mantenimiento Programado, se diseñó un programa de mantenimiento preventivo, procedimientos de trabajo para los mantenimientos preventivos y la hoja de inspección para cada equipo. De esta manera se logró reducir los costos de mantenimiento preventivo en un 15%, costos de impacto negativo en la operación en 70% y costos de sobretiempo de trabajo en 40%. Ocasionalmente por la falta de cumplimiento en el trabajo, trabajos de mantenimiento mal ejecutados y falta de procedimientos de trabajo, obteniendo un beneficio de S/.95,865.05.
- Para el mejor control de los equipos se implementaron indicadores como: la disponibilidad, MTBF (Tiempo promedio entre falla), MTTF (Tiempo promedio de fallo). De esta manera lograremos conocer el estado en que se encuentran los equipos reduciendo los costos de mantenimiento total por falta de indicadores en 28% generando un beneficio de S/. 71,087.93.
- El costo de mano de obra ociosa originada por la falta de materiales se redujo en 90%, debido a la implementación de Lead time de materiales y matriz RAM (Matriz de Asignación de Responsabilidades) asignando al personal las tareas que deben ejecutar y asegurar la disponibilidad de los materiales necesarios antes de cada trabajo programado obteniendo un beneficio de S/. 2,615.63.

- Los elevados costos de materiales se redujeron en 7%, optando por materiales alternativos en distintos proveedores obteniendo un beneficio de S/.14,565.00.
- Aplicando las 5´S se redujo el costo de materiales deteriorados en 80% originado por el mal almacenamiento, logrando un beneficio de S/. 9,412.90.
- Implementado el pilar dos TPM – Mantenimiento Autónomo y pilar tres TPM – Mantenimiento Programado, se redujo el costo de mantenimiento total en 27% ocasionado por la falta de herramientas de control en el mantenimiento, obteniendo un beneficio de S/. 68,472.30.
- Se diseñó una matriz de EIA con la finalidad de contrarrestar los costos de material deteriorados en 80%, obteniendo un beneficio de S/.10,862.90.

# **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **A. Conclusiones**

- Se implementó los pilares de entrenamiento, mantenimiento autónomo y mantenimiento programado del TPM en el área de mantenimiento de la empresa SETRAMI S.A.C logramos reducir los costos de mantenimiento en 44%, obteniendo un beneficio de S/. 345,336.07 (Ver pág. n° 90 - 98).
- Logramos reducir y supervisar los costos de mantenimiento total a través de la implementación de indicadores en 28% obteniendo un beneficio de S/. 71,087.93 (Ver pág. n°98).
- Logramos implementar las 5"S en el área de mantenimiento mejorando al ambiente de trabajo y clima laboral reduciendo los costos de materiales mal almacenados en 80%, obteniendo un beneficio de S/.9,412.90 (Ver pág. n°102 - 108).
- Con la implementación de la matriz RAM, logramos reducir en 90% la falta de materiales, debido a la correcta asignación de responsabilidades al personal en el área de mantenimiento, obteniendo un beneficio de S/. 2,615.63 (Ver pág. n° 101).
- Con la implementación del proyecto obtuvimos un VAN de S/.6,115.19 y un TIR de 27%, sosteniendo la viabilidad económica (Ver pág. n° 126).

## **B. Recomendaciones**

- Supervisar que los técnicos cumplan con los procedimientos de trabajo para cada mantenimiento preventivo.
- Respetar los tiempos estandarizados de los procedimientos de trabajo para evitar tiempos muertos.
- Brindar al técnico las herramientas y materiales requeridas para cada trabajo.
- Mejorar la comunicación entre el área de operaciones y mantenimiento, estableciendo fechas de reunión para tomar acuerdos y discutir programación de trabajo.

- La universidad debe adquirir mayor bibliografía especializada en el tema de TPM.
- Se debe trabajar continua y proactivamente en el desarrollo del proyecto para obtener óptimos resultados.

# **BIBLIOGRAFIA**



## **1. Bibliografía**

### **1.1 Tesis**

- Costa, M (2010). Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad a motores a gas de dos tiempos en pozos de alta producción (Tesis de grado). PUCP, Lima, Perú.
- Garcés, M (2011). Optimización del mantenimiento preventivo en función del costo en la empresa Bioalimentar CIA. LTDA. (Tesis de grado). Riobamba, Ecuador.
- García, A (2010). Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento en una empresa productora de alimentos de consumo masivo (Tesis de grado). UNMSM, Lima, Perú.
- Meza, M y Barba, P (2012). Propuesta de Implementación de Mantenimiento Autónomo en el área de envasado de cervezas en la U.C.P. Backus & Jhonston – Planta Motupe (Tesis de grado). Trujillo, Perú.
- Opazo, C (2010). Implementación de un sistema de inspección para la unidad de chancado – División el teniente (Tesis de licenciatura). Curicó, Chile.
- Rodríguez, J (2012). Propuesta de mejora de la gestión de trabajo del área de mantenimiento de la empresa Minera Barrick Misquichilca S.A., Lagunas Norte (Tesis de grado). Trujillo, Perú.

### **1.2 Libros**

- Boero, C (2008). Mantenimiento Industrial (2da edición).
- Dounce, E (2009). La productividad en el mantenimiento industrial (3ra edición). Cia. Editorial Continental, S.A. DE C.V. MEXICO.
- Duffa, S (2010). Sistemas de Mantenimiento: Planeación y Control (1ra edición). Editorial LIMUSA WILEY.

- Jasper, L (2008). Maintenance Publishers Ltd. Republic of South Africa.
- Mora, L (2009). Planeación, ejecución y control (1ra edición). Editorial Alfaomega.
- Rey, F (2008). Técnicas de solución de problemas: criterios a seguir en la producción y el mantenimiento (2da edición). Editorial FC.
- Rey, F (2009). Manual de Mantenimiento Integral en la Empresa (2da edición).
- TECSUP, (2012). Ciclo de Gestión. Trujillo: TECSUP, programa de formación regular.
- TECSUP, (2012). Fundamentos de medición y Control de variables industriales. Trujillo: TECSUP, programa de formación regular.
- Wireman, T. EL ARTE DE MANTENER (2da edición). Universidad de Chile.

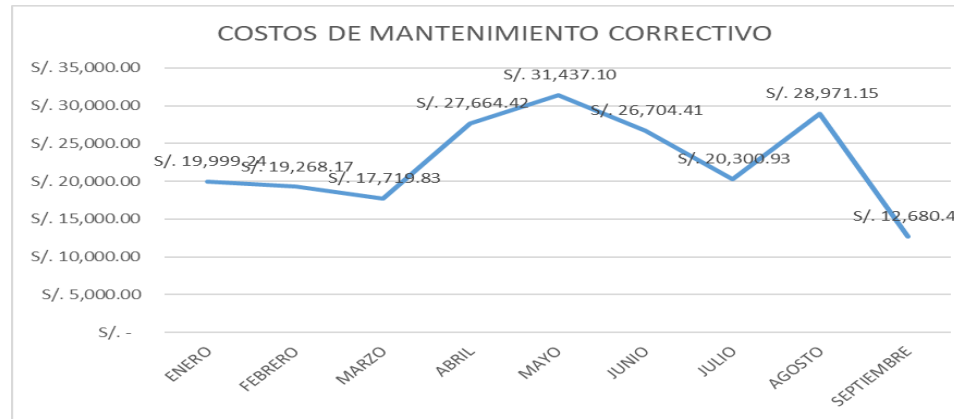
# **ANEXOS**

# **ANEXO 1**

## **DIAGNÓSTICO DE MANTENIMIENTO**

**CUADRO N° 50: Costos de Mantenimiento Correctivo**

	TRABAJOS ELECTRICOS		MUELLES		ENLLANTE	PLANCHADO Y PINTURA	OTROS - CORRECTIVOS	TOTAL
	MO	MD	MO	MD	MO	MO		
<b>ENERO</b>	S/. 644.05	S/. 1,046.81	S/. 1,402.53	S/. 3,233.47	S/. 844.24	S/. 1,957.64	S/. 10,870.50	<b>S/. 19,999.24</b>
<b>FEBRERO</b>	S/. 368.63	S/. 1,085.35	S/. 1,470.33	S/. 2,698.72	S/. 202.39	S/. 792.38	S/. 12,650.37	<b>S/. 19,268.17</b>
<b>MARZO</b>	S/. 754.23	S/. 1,412.93	S/. 1,207.63	S/. 1,570.32	S/. 1,005.68	S/. 639.84	S/. 11,129.20	<b>S/. 17,719.83</b>
<b>ABRIL</b>	S/. 854.90	S/. 1,134.76	S/. 1,347.43	S/. 3,346.19	S/. 1,225.75	S/. 1,449.14	S/. 18,306.25	<b>S/. 27,664.42</b>
<b>MAYO</b>	S/. 322.02	S/. 367.80	S/. 1,021.16	S/. 2,410.03	S/. 924.99	S/. 3,173.71	S/. 23,217.39	<b>S/. 31,437.10</b>
<b>JUNIO</b>	S/. 199.14	S/. 382.87	S/. 1,304.87	S/. 3,582.66	S/. 999.13	S/. 1,516.96	S/. 18,718.78	<b>S/. 26,704.41</b>
<b>JULIO</b>	S/. 122.88	S/. 99.85	S/. -	S/. 2,797.85	S/. -	S/. 661.01	S/. 16,619.34	<b>S/. 20,300.93</b>
<b>AGOSTO</b>	S/. -	S/. 37.97	S/. 627.44	S/. 1,420.35	S/. 850.00	S/. 838.98	S/. 25,196.41	<b>S/. 28,971.15</b>
<b>SEPTIEMBRE</b>	S/. 313.55	S/. 209.04	S/. 722.19	S/. 1,947.46	S/. 947.95	S/. 2,500.00	S/. 6,040.26	<b>S/. 12,680.45</b>



**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2016).**

**CUADRO N° 51: Costos de Mantenimiento Preventivo**

EQUIPOS	PLACA	N° MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS REALIZADOS DE ENERO - SEPTIEMBRE 2014	COSTO REGISTRADO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	COSTO REAL TOTAL DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS	DIFERENCIA
CAMIONES	T1H-913	7	S/. 3,813.81	S/. 3,412.59	S/. 401.22
CAMIONES	T2G-815	8	S/. 3,838.39	S/. 3,900.11	S/. -61.72
CAMIONES	T2V-814	7	S/. 3,943.69	S/. 3,412.59	S/. 531.10
CAMIONES	T4V-844	4	S/. 2,764.68	S/. 1,950.05	S/. 814.63
CAMIONES	T2H-935	6	S/. 3,176.97	S/. 2,925.08	S/. 251.89
CAMIONES	H1W-841	4	S/. 1,379.18	S/. 1,950.05	S/. -570.87
CISTERNA	T4T-834	5	S/. 3,069.45	S/. 2,437.57	S/. 631.88
CISTERNA	T2Y-872	7	S/. 4,452.75	S/. 3,412.59	S/. 1,040.16
CISTERNA	T1A-923	7	S/. 3,965.67	S/. 3,412.59	S/. 553.08
CISTERNA	T4D-865	6	S/. 4,130.31	S/. 2,925.08	S/. 1,205.23
CAMIONETA	T4U-059	8	S/. 2,708.57	S/. 3,900.11	S/. -1,191.54
CAMIONETA	T4U-871	8	S/. 3,969.11	S/. 3,900.11	S/. 69.00
CAMIONETA	T4E-907	5	S/. 1,594.76	S/. 2,437.57	S/. -842.81
CAMIONETA	T6G-901	7	S/. 2,326.94	S/. 3,412.59	S/. -1,085.65
CAMIONETA	T1V-059	2	S/. 577.77	S/. 975.03	S/. -397.26
SEMITRAILER	T3D-800	1	S/. 438.44	S/. 487.51	S/. -49.07
VOLQUETE	T1F-829	1	S/. 840.13	S/. 487.51	S/. 352.62
			<b>S/. 46,990.62</b>	<b>S/. 45,338.73</b>	<b>S/. 1,651.89</b>

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2016).**

**CUADRO N° 52: Mano de obra mantenimiento preventivo**

EQUIPOS	PLACA	N° MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS REALIZADOS DE ENERO - SEPTIEMBRE 2014	TIEMPO PROMEDIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (hr)	TIEMPO DE DEMORA PROMEDIO (hr)	MOTIVO DE DEMORA	COSTO DE MANO DE OBRA INOPERATIVA
CAMIONES	T1H-913	7	5	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 218.75
CAMIONES	T2G-815	8	5	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 250.00
CAMIONES	T2V-814	7	5	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 218.75
CAMIONES	T4V-844	4	5	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 125.00
CAMIONES	T2H-935	6	5	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 187.50
CAMIONES	H1W-841	4	5	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 125.00
CISTERNA	T4T-834	5	6	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 156.25
CISTERNA	T2Y-872	7	6	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 218.75
CISTERNA	T1A-923	7	6	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 218.75
CISTERNA	T4D-865	6	6	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 187.50
CAMIONETA	T4U-059	8	5	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 250.00
CAMIONETA	T4U-871	8	5	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 250.00
CAMIONETA	T4E-907	5	5	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 156.25
CAMIONETA	T6G-901	7	5	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 218.75
CAMIONETA	T1V-059	2	5	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 62.50
SEMITRAILER	T3D-800	1	4	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 31.25
VOLQUETE	T1F-829	1	4	2	FALTA DE MATERIAL	S/. 31.25
						<b>S/. 2,906.25</b>

SUELDO			
TECNICO DE MTTTO	S/.	3,000.00	MES
	S/.	15.63	HORA

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2016).**

**CUADRO N° 53: Indicadores de Mantenimiento**

EQUIPOS	PLACA	TIEMPO DE OPERACIÓN EN MIN	N° PARADAS PROGRAMADAS	TIEMPO DE PARADAS PROGRAMADAS MIN	N° PARADAS CORRECTIVAS	TIEMPO TOTAL DE REPARACIONES CORRECTIVAS MIN	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (MTBF)	TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (MTTR)	DISPONIBILIDAD
CAMIONES	T1H-913	194400	6	1440	64	23040	3037.50	360.00	87%
CAMIONES	T2G-815	194400	6	1440	53	19080	3667.92	360.00	89%
CAMIONES	T2V-814	194400	6	1440	33	11880	5890.91	360.00	93%
CAMIONES	T4V-844	194400	2	480	49	17640	3967.35	360.00	91%
CAMIONES	T2H-935	194400	6	1440	52	18720	3738.46	360.00	90%
CAMIONES	H1W-841	194400	3	720	55	19800	3534.55	360.00	89%
CISTERNA	T4T-834	194400	4	960	42	15120	4628.57	360.00	92%
CISTERNA	T2Y-872	194400	5	1200	58	20880	3351.72	360.00	89%
CISTERNA	T1A-923	194400	5	1200	56	20160	3471.43	360.00	89%
CISTERNA	T4D-865	194400	5	1200	54	19440	3600.00	360.00	89%
CAMIONETA	T4U-059	194400	6	1440	36	12960	5400.00	360.00	93%
CAMIONETA	T4U-871	194400	6	1440	39	14040	4984.62	360.00	92%
CAMIONETA	T4E-907	194400	4	960	37	13320	5254.05	360.00	93%
CAMIONETA	T6G-901	194400	5	1200	34	12240	5717.65	360.00	93%
CAMIONETA	T1V-059	194400	1	240	15	5400	12960.00	360.00	97%
SEMITRAILER	T3D-800	194400	1	240	19	6840	10231.58	360.00	96%
VOLQUETE	T1F-829	194400	0	0	3	1080	64800.00	360.00	99%

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2016).**



# **ANEXO 2**

## **TPM: ENTRENAMIENTO**

## CUADRO N° 54: Planificación de Capacitaciones



SUSTENTO DE LA NECESIDAD DE LA CAPACITACIÓN	
A.	ELEVAR EL NIVEL DE COMPETENCIA / EL PERFIL LO REQUIERE
B.	MEJORA DE LOS SERVICIOS Y/O PROCESOS / IMPLEMENTACIÓN DE NUEVOS PROCESOS
C.	INGRESO DE NUEVO PERSONAL

EFICACIA DE LA CAPACITACIÓN	
3	CAPACITACIÓN EFICAZ, TODOS APLICAN EFICAZMENTE EL CONOCIMIENTO ADQUIRIDO.
2	CAPACITACIÓN MEDIANAMENTE EFICAZ, SOLO ALGUNOS APLICAN LO APRENDIDO EN FORMA EFECTIVA
1	CAPACITACIÓN INEFICAZ, NO APLICAN EFICAZMENTE LO APRENDIDO

(\*) Si la eficacia de la capacitación tuvo como resultado una puntuación de 1 o 2 se requerirá tomar acciones

N°	REQUERIMIENTO			PARTICIPANTES			DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD				EVALUACIÓN			
	CAPACITACIÓN REQUERIDA	SUSTENTO DE LA NECESIDAD	FECHA PROGRAMADA	NÚMERO	ÁREA	PUUESTO	FACILITADOR	DURACIÓN (HORAS)	FECHA DE CAPACITACIÓN	LUGAR	EFICACIA	OBSERVACIONES / ACCIONES A TOMAR (*)	FECHA DE EVALUACIÓN	EVALUADO POR
1	Uso adecuado de Moladora	B	01 de Noviembre 2015	3	MANITTO	Supervisor Manto - Técnico Manto 1 - Técnico Manto 2.	Baán Eduardo	1	6/11/2015	Oficinas Setrami	2	Retroalimentación oral mensual y volver a evaluar 23/11/2015	25/11/2015	Jorge Ramos
2	Uso adecuado de Multímetro	B	12 de Noviembre 2015	3	MANITTO	Supervisor Manto - Técnico Manto 1 - Técnico Manto 2.	Baán Eduardo	1	12/11/2015	Oficinas Setrami	2	Retroalimentación oral mensual y volver a evaluar 23/11/2015	25/11/2015	Jorge Ramos
3	Uso adecuado de Llave Mixtas	B	25 de Noviembre 2015	3	MANITTO	Supervisor Manto - Técnico Manto 1 - Técnico Manto 2.	Baán Eduardo	1	27/11/2015	Oficinas Setrami	2	Retroalimentación oral mensual y volver a evaluar 23/11/2015	30/12/2015	Jorge Ramos
4	Uso adecuado de Taladro	B	01 de Diciembre 2015	3	MANITTO	Supervisor Manto - Técnico Manto 1 - Técnico Manto 2.	Baán Eduardo	1	4/12/2015	Oficinas Setrami	2	Retroalimentación oral mensual y volver a evaluar 23/11/2015	30/12/2015	Jorge Ramos
5	Uso adecuado de Meghometro	B	2 de Diciembre 2015	3	MANITTO	Supervisor Manto - Técnico Manto 1 - Técnico Manto 2.	Baán Eduardo	1	5/12/2015	Oficinas Setrami	2	Retroalimentación oral mensual y volver a evaluar 23/11/2016	30/12/2015	Jorge Ramos
6	Uso adecuado de Marcador de Llantas	B	10 de Diciembre 2015	3	MANITTO	Supervisor Manto - Técnico Manto 1 - Técnico Manto 2.	Baán Eduardo	1	11/12/2015	Oficinas Setrami	2	Retroalimentación oral mensual y volver a evaluar 23/11/2015	30/12/2015	Jorge Ramos
7	Uso adecuado de Medidor de aire	B	20 de Diciembre 2015	3	MANITTO	Supervisor Manto - Técnico Manto 1 - Técnico Manto 2.	Baán Eduardo	1	22/12/2015	Oficinas Setrami	2	Retroalimentación oral mensual y volver a evaluar 23/11/2015	30/12/2015	Jorge Ramos
8	Uso adecuado de Maquina de Soldar	B	21 de Diciembre 2015	3	MANITTO	Supervisor Manto - Técnico Manto 1 - Técnico Manto 2.	Baán Eduardo	1	23/12/2015	Oficinas Setrami	2	Retroalimentación oral mensual y volver a evaluar 23/11/2016	30/12/2015	Jorge Ramos
9	Mantenimiento y almacenamiento de baterías 24Vdc	B	22 de Diciembre 2015	3	MANITTO	Supervisor Manto - Técnico Manto 1 - Técnico Manto 2.	Baán Eduardo	1	23/12/2015	Oficinas Setrami	2	Retroalimentación oral mensual y volver a evaluar 23/11/2017	30/12/2015	Jorge Ramos

CAPACITACIONES	COSTO
Uso adecuado de Moladora	Charla \$/. 300.00
Uso adecuado de Multímetro	Charla \$/. 300.00
Uso adecuado de Llave Mixtas	Charla \$/. 300.00
Uso adecuado de Taladro	Charla \$/. 300.00
Uso adecuado de Meghometro	Charla \$/. 300.00
Uso adecuado de Marcador de Llantas	Charla \$/. 300.00
Uso adecuado de Medidor de aire	Charla \$/. 300.00
Uso adecuado de Maquina de Soldar	Charla \$/. 300.00
Mantenimiento y almacenamiento de baterías 24Vdc	Charla \$/. 300.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$/. 2,700.00</b>

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2016).**

**ANEXO 3**

**TPM: MANTENIMIENTO**

**PROGRAMADO**



**CUADRO N° 56: Control de Mantenimiento Preventivo**

PLACA	FECHA KM SERV	KM SERV.	KM Prox. Mtto	LOCALZ	FECHA KM AC	KM ACTUAL	KM REST	ESTADO	OBSERVACIONES
T1H-913	25/09/2015	340065.00	345065.00	HERE			345065.00		
T2G-815	23/09/2015	285342.00	290342.00	HERE			290342.00		
T2V-814	6/10/2015	242853.00	247853.00	HERE			247853.00		
T4V-844	22/10/2014	54030.00	59030.00	HERE			59030.00		AVERIADO
T2H-935	28/09/2015	294189.00	299189.00	HERE			299189.00		
H1W-841	3/10/2015	57895.00	62895.00	HERE			62895.00		
T4T-835	2/10/2015	234192.00	239192.00	HERE			239192.00		
T2Y-872	29/09/2015	242490.00	247490.00	HERE			247490.00		
T1A-923	24/09/2015	246127.00	251127.00	HERE			251127.00		
T4D-865	24/09/2015	270813.00	275813.00	HERE			275813.00		
T4U-059	24/09/2015	139755.00	144755.00	HERE			144755.00		
T4U-871	24/09/2015	153034.00	158034.00	HERE			158034.00		
T4E-907	6/10/2015	177450.00	182450.00	HERE			182450.00		
T6G-901	5/10/2015	76321.00	81321.00	HERE			81321.00		
T1F-829	23/09/2015	185397.00	195397.00	HERE			195397.00		

MINA	VIJUS	720 KM
LIMA		1200 KM

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2016).**

# **ANEXO 4**

## **TPM: MANTENIMIENTO AUTONOMO**

**CUADRO N° 57: Tareas de Mantenimiento Autónomo**

ITEM	CODIGO	TAREA	FRECUENCIA	TIEMPO	RESPONSABLE	OBSERVACIONES
1	T1H-913	TI	Diaria	15 min	Operador	Usar check list adjunto
		TC	Cada viaje	20 min	Operador	
2	T2G-815	TI	Diaria	15 min	Operador	Usar check list adjunto
		TC	Cada viaje	20 min	Operador	
3	T1A-923	TI	Diaria	15 min	Operador	Usar check list adjunto
		TC	Cada viaje	20 min	Operador	
4	T4D-865	TI	Diaria	15 min	Operador	Usar check list adjunto
		TC	Cada viaje	20 min	Operador	
5	T4U-859	TI	Diaria	15 min	Operador	Usar check list adjunto
		TC	Cada viaje	20 min	Operador	
6	T4U-871	TI	Diaria	15 min	Operador	Usar check list adjunto
		TC	Cada viaje	20 min	Operador	

TAREAS	
TC	Limpieza
TI	Inspección

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2016).**

## CUADRO N° 58: Lista de Verificación de Mantenimiento Autónomo

CHECK LIST DE INSPECCIÓN (M. AUTONOMO)		
	CHECK	OBSERVACIONES
<b>MOTOR</b>		
Nivel de aceite de motos	X	
Filtros de aire primario y secundario	X	
Filtro de aceite de motor	X	
<b>SISTEMA DE COMBUSTIBLE</b>		
Nivel de combustible	X	
Filtros de combustible	X	
<b>SISTEMA DE REFRIGERACIÓN</b>		
Nivel de refrigerante	X	
Estado de refrigerante	X	
<b>TRASMISIÓN serie EATON FS 6109 Y 8209</b>		
Nivel de aceite de la transmisión	X	
<b>EMBRAGUE</b>		
Líquido de embrague	X	
<b>EJE PROPULSOR</b>		
Revisar eje propulsor	X	
<b>EJE POSTERIOR</b>		
Nivel de aceite de los engranajes del diferencial	X	
Filtro de aceite	X	
<b>EJE DELANTERO</b>		
Revisión del guardapolvo de la articulación de la rótula	X	
<b>DIRECCIÓN</b>		
Probar dirección	X	
<b>FRENOS DE SERVICIO ( Hidráulico sobre aire)</b>		
Líquido de freno	X	
Funcionamiento del secador de aire	X	
<b>FRENOS DE PARQUEO CENTRAL ( neumático )</b>		
Funcionamiento de las válvulas de freno de parqueo	X	
<b>RUEDA Y NEUMÁTICOS</b>		
Posición de los neumáticos (rotar)	X	
Presión de neumáticos	X	
<b>SUSPENSIÓN</b>		
Juego excesivo de los muelles	X	
<b>CABINA</b>		
Condición del montaje de la cabina	X	
Filtro de aire (limpiar) - Interno	X	
Filtro de aire (limpiar) - Exterior	X	
Cinturón de seguridad	X	
Alarmas en tablero de control	X	
Luces de cabina	X	
Pedales	X	
Panel de instrumentos	X	
Limpiaparabrisas	X	
<b>SEGURIDAD</b>		
Extintores, botiquín (01), kit anti derrame (01), conos (02), tacos (02).	X	

**FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2016).**



# **ANEXO 5**

## **MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL**

## CUADRO N° 59: Matriz de Impacto Ambiental



### MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES, EVALUACION DE IMPACTOS Y DETERMINACIÓN DE CONTROLES

PROCESO:		MANTENIMIENTO										APROBADO POR:		FECHA DE APROBACIÓN:				
REVISADO POR:																		
ACTIVIDAD	TAREA	ENTRADAS, SALIDAS Y DESCHOS	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS DE CONTROL EXISTENTES	Nivel de Significancia Inicial			MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR	Nivel de Significancia Residual			RESPONSABLE	FECHA PROPUESTA	FECHA EJECUTADA	OBSERVACIONES		
						Severidad	Frecuencia	NIVEL DE SIGNIFICANCIA		Severidad	Frecuencia	NIVEL DE SIGNIFICANCIA						
DELIMITACION DEL AREA DE TRABAJO	INSPECCION DEL AREA DE TRABAJO	INSPECCION VISUAL																
		MATERIALES DE LIMPIEZA	RESIDUOS SOLIDOS PELIGROSOS	ALTERACION DE SUELO	USO DE CILINDROS PARA RESIDUOS PELIGROSOS	5	A	MEDIO						SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	PERMANENTE			
	REVISAR CONDICIONES DEL AREA DE TRABAJO																	
	EMISION DE RESIDUOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS	RESIDUOS SOLIDOS NO PELIGROSOS	ALTERACION DE SUELO	USO DE CILINDROS PARA RESIDUOS NO PELIGROSOS	5	A	MEDIO							SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	PERMANENTE			
SEÑALIZACION DEL AREA DEL TRABAJO	SEÑALIZAR Y ROTULAR ZONA DE TRABAJO	MATERIALES	RESIDUOS SOLIDOS NO PELIGROSOS	ALTERACION DE SUELO	USO DE CILINDROS PARA RESIDUOS NO PELIGROSOS	5	A	MEDIO										
		DEFINIR AREA DE TRABAJO																
LAVADO	LAVADO EN TALLER	LAVADERO DESINCRUSTANTE	CONSUMO DE AGUA	AGOTAMIENTO DEL RECURSO AGUA	REUSAR AGUA DE LAVADERO	5	A	MEDIO										
		LAVAR EL EQUIPO CON AGUA A PRESION	POTENCIAL DERRAME DE INHIBIDOS QUIMICOS	ALTERACION DEL SUELO	USO DE DESINCRUSTANTE BIODEGRADABLE Y LAVADO EN AREA ASFALTADA	4	A	MEDIO										
		LIMPIEZA Y REMOCION DE SUJICIDAD	RESIDUOS SOLIDOS PELIGROSOS	ALTERACION DEL SUELO	USO DE CILINDROS PARA RESIDUOS PELIGROSOS	5	A	MEDIO										
		EQUIPO LIMPIO LIBRE DE SUJICIDAD	POTENCIAL DERRAME DE HIDROCARBUROS	ALTERACION DEL SUELO	USO DE KIT ANTIDERRAME	4	A	MEDIO										
INSPECCION DE MAQUINA ENCENDIDA	INSPECCION CON MAQUINA ENCENDIDA	FORMAS ADMINISTRATIVAS	EMISION DE RUIDO	ALTERACION ACUSTICA	CONTROL DE DESCIVILES	4	A	MEDIO										
		FORMATO CHECK LIST DE EQUIPO PERSONAL EQUIPO INSTRUMENTOS																
		LEENAR (PREL, TOMA S Y VTS)	EMISION DE GASES DE COMBUSTION	ALTERACION DE LA CALIDAD DE AIRE	MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO	4	A	MEDIO	MEICION DE HUMOS DE COMBUSTION	5	A	MEDIO						
		LLENAR CHECK LIST MEDICIONES MENORES EQUIPO ENCENDIDO																
		RUIDO																
		GASES DE COMBUSTION	RESIDUOS SOLIDOS PELIGROSOS	ALTERACION DEL SUELO	USO DE CILINDROS PARA RESIDUOS PELIGROSOS	5	A	MEDIO										
		DESCHOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS																
		DERRAME DE HIDROCARBUROS	POTENCIAL DERRAME DE HIDROCARBUROS	ALTERACION DEL SUELO	USO DE KIT ANTIDERRAME	4	A	MEDIO	REALIZAR INSPECCION EN UNA AREA ASFALTADA	5	A	MEDIO						
INSPECCION DE EQUIPOS	INSPECCION CON MAQUINA APAGADA	FORMAS ADMINISTRATIVAS	CONSUMO DE PAPEL	AGOTAMIENTO DEL RECURSO FORESTAL	REUSO Y RECICLAJE DE PAPEL	4	A	MEDIO										
FORMATO CHECK LIST CONCLUIDO																		
REGISTRO DE LA INSPECCION																		
INSPECCION CON MAQUINA APAGADA	INSPECCION CON MAQUINA APAGADA	FORMAS ADMINISTRATIVAS	POTENCIAL DERRAME DE HIDROCARBUROS	ALTERACION DEL SUELO	USO DE KIT ANTIDERRAME	4	A	MEDIO	REALIZAR INSPECCION EN UNA AREA ASFALTADA	5	A	MEDIO						
		FORMATO CHECK LIST DE EQUIPO PERSONAL EQUIPO INSTRUMENTOS HERRAMIENTAS																
		LEENAR (PREL, TOMA S Y VTS)	CONSUMO DE PAPEL	AGOTAMIENTO DEL RECURSO FORESTAL	REUSO Y RECICLAJE DE PAPEL	4	A	MEDIO										
		EQUIPO BIEN REVISADO																
LLENAR CHECK LIST AJUSTE MENORES DERRAME DE HIDROCARBUROS																		
DESCHOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS	RESIDUOS SOLIDOS PELIGROSOS	ALTERACION DEL SUELO	USO DE CILINDROS PARA RESIDUOS PELIGROSOS	5	A	MEDIO												
FORMATO CHECK LIST CONCLUIDO																		
REGISTRO DE LA INSPECCION																		

Nivel de Significancia Inicial con controles		
Severidad	Frecuencia	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
3	A	ALTO
4	A	MEDIO
4	A	MEDIO
3	A	ALTO
3	A	ALTO
2	A	ALTO
4	A	MEDIO
3	A	ALTO
3	A	ALTO
2	A	ALTO
3	A	ALTO
2	A	ALTO
3	A	ALTO
4	A	MEDIO

FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2016).

# **ANEXO 6**

## **METODOLOGIAS E INDICADORES**

**CUADRO N° 57: Metodologías e Indicadores**

CAUSAS		METODOLOGÍAS	TECNICA S/HERRAMIENTA S/NORMA S/LEYES	LOGROS	INDICADORES	
					DESCRIPCIÓN	FORMULA
MANO DE OBRA	Falta de capacitación	Gestión del personal TPM ( ENTRENAMIENTO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación de perfil de puesto.</li> <li>Análisis de desempeño.</li> <li>Elaboración de programa.</li> </ul>	Reducir en un 30% los elevados costos de mantenimiento.	Costos de trabajos totales: Notamos el alto costo en la actualidad del área de mantenimiento.	$CT = MP + MC$ MP= mantenimiento preventivo. MC= mantenimiento correctivo. $CT_{\Delta} = \frac{ CT_F - CT_I }{CT_I} * 100\%$
	Falta de cumplimiento en el trabajo	Lean manufacturing	<ul style="list-style-type: none"> <li>TPM: Mantenimiento planificado.</li> <li>Programa de mantenimiento preventivo.</li> </ul>	Reducir en un 25% los elevados costos de mantenimiento preventivo.	Costos de mantenimiento o preventivo altos.	$MP = MO + MD$ MO = mano de obra. MD = Materiales directos. $MP_{\Delta} = \frac{ MP_F - MP_I }{MP_I} * 100\%$
EQUIPOS	Inadecuado uso de equipos	Gestión del personal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitación especializada.</li> </ul>	Reducir en un 80% los costos de recompra de equipos.	Costo de equipos deteriorados por mal uso	$CE_{\Delta} = \frac{ CE_F - CE_I }{CE_I} * 100\%$
	Existencia de equipos obsoletos	Gestión del personal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitación especializada.</li> </ul>	Reducir en un 80% los costos de equipos obsoletos.	Costo de equipos obsoletos	$CAEO = CTE - EOP$ CAEO = Cantidad de equipos obsoletos. CTE= Cantidad de equipos totales EOP = Equipos operativos $CAEO_{\Delta} = \frac{ CAEO_F - CAEO_I }{CAEO_I} * 100\%$ Costo de equipos obsoletos $CEO_{\Delta} = \frac{ CEO_F - CEO_I }{CEO_I} * 100\%$
MEDICIÓN	Falta de indicadores	Lean manufacturing	<ul style="list-style-type: none"> <li>TPM: Disponibilidad</li> <li>Rendimiento</li> <li>Calidad</li> <li>MTBF</li> <li>MTTF</li> </ul>	Reducir en un 35% los costos de trabajos correctivos.	Costo de trabajos correctivos altos	$NMC = MT - NMP$ NMC = Número de mantenimientos correctivos. MT = Mantenimientos totales. NMP = Número de mantenimientos preventivos. $NMC_{\Delta} = \frac{ NMC_F - NMC_I }{NMC_I} * 100\%$ Costo de trabajos correctivos $MC_{\Delta} = \frac{ MC_F - MC_I }{MC_I} * 100\%$

MATERIALES	Falta de materiales	Gestión logística	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lead time en almacén de materiales</li> </ul>	Reducir en un 70% los costos por mano de obra ociosa.	Costo de mano de obra perdida por tiempos muertos.	Costo de mano de obra ociosa $MO_o = \frac{ MO_f - MO_i }{MO_i} \cdot 100\%$
	Elevados costos de materiales	Gestión logística	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestión de proveedores</li> </ul>	Reducir en un 15% los elevados costos de materiales.	Costos de materiales usados para la ejecución de trabajos de mantenimiento.	$CP = \frac{\sum N^o \text{ órdenes entregadas sin contra tiempos}}{\sum N^o \text{ órdenes emitidas}} \times 100$ CP = Cumplimiento de proveedores Costos totales de materiales $CTM = \frac{ CTM_f - CTM_i }{CTM_i} \cdot 100\%$
	Materiales mal almacenados	Lean manufacturing	<ul style="list-style-type: none"> <li>TPM : 5's.</li> </ul>	Reducir en un 75% los costos por materiales deteriorados.	Costo de materiales deteriorados por un incorrecto almacenamiento.	Costo de materiales deteriorados $CMD = \frac{ CMD_f - CMD_i }{CMD_i} \cdot 100\%$
METODOS	Falta de herramientas en el control de mantenimiento	Lean manufacturing	<ul style="list-style-type: none"> <li>TPM: Mantenimiento planificado Hoja de inspección de mantenimiento preventivo Mantenimiento autónomo Hoja de inspección de equipos</li> </ul>	Reducir en un 30% los elevados costos de mantenimiento	Costos de trabajos totales: Notamos el alto costo en la actualidad del área de mantenimiento.	CT= MP + MC MP= mantenimiento preventivo. MC= mantenimiento correctivo. $CT_a = \frac{ CT_f - CT_i }{CT_i} \cdot 100\%$
	Trabajos de mantenimiento mal ejecutados	Lean manufacturing	<ul style="list-style-type: none"> <li>TPM: Mantenimiento planificado Procedimientos de trabajo para mantenimiento preventivo. Prevención del mantenimiento</li> </ul>	Reducir en un 70% los costos de mano de obra y de oportunidad.	Costos de impacto de operación y mantenimiento.	CI= CMO + CIO CMO= costo de mano de obra CIO= costo de oportunidad $CI_o = \frac{ CI_f - CI_i }{CI_i} \cdot 100\%$
	Falta de procedimientos de trabajo preventivo y predictivo	Lean manufacturing	<ul style="list-style-type: none"> <li>TPM: Mantenimiento planificado Procedimientos de trabajo para mantenimiento preventivo. Procedimientos de trabajo para mantenimiento predictivo.</li> </ul>	Reducir en un 40% los costos de trabajos correctivos.	Costo de trabajos correctivos altos	Costo de trabajos correctivos $MC_a = \frac{ MC_f - MC_i }{MC_i} \cdot 100\%$
MEDIO AMBIENTE	Inadecuadas zonas para recursos peligrosos	Gestión ambiental Lean manufacturing	<ul style="list-style-type: none"> <li>Matriz de impacto</li> <li>TPM: Prevención del mantenimiento</li> </ul>	Reducir en un 75% los costos por materiales deteriorados.		Costo de materiales deteriorados $CMD = \frac{ CMD_f - CMD_i }{CMD_i} \cdot 100\%$

FUENTE: Elaboración Propia (SETRAMI S.A.C, 2016).