

DISEÑO DE UN MODELO DE MANTENIMIENTO BASADO EN TPM PARA LA
FLOTA DE VEHICULOS DE LA ALCALDIA DE BUCARAMANGA

ANDRES FELIPE NARANJO GARCIA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2017

DISEÑO DE UN MODELO DE MANTENIMIENTO BASADO EN TPM PARA LA
FLOTA DE VEHICULOS DE LA ALCALDIA DE BUCARAMANGA

ANDRES FELIPE NARANJO GARCIA

Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de Especialista
en Gerencia de mantenimiento

Director: SEBASTIAN GIRALDO C.
Ingeniero mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2017

DEDICATORIA

A Dios que siempre esta presente en mis dificultades y triunfos.

A mis padres por su constante apoyo en mi formacion profesional, personal, en todos mis proyotos, y por tanto amor y cariño dado..

A mi hermana por sus lecciones de vida.

A mis amigos que me colaboraron y apoyaron en este proyecto.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, que continuamente me brindan todo su apoyo y motivación en mi desarrollo profesional y personal.

A mi amiga Maryibe Martínez, por motivarme en la culminación exitosa de este proyecto, y en mi realización profesional.

A mi director Sebastián Giraldo por su respaldo, confianza y constante apoyo en este proyecto.

A amigos y allegados que de una u otra forma me colaboraron en todo este proceso.

CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCIÓN	17
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	18
1.1 MARCO CONTEXTUAL	18
1.1.1 Bucaramanga.....	18
1.1.2 Alcaldía de Bucaramanga.....	20
1.1.2.1 Misión	26
1.1.2.2 Visión.....	26
1.1.2.3 Objetivo.....	26
1.1.2.4 Organigrama y mapa de procesos.....	27
1.1.3 Secretaria Administrativa, proceso de gestión administrativa y del talento humano.....	28
1.1.4 Recursos Físicos.....	30
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	31
1.3 OBJETIVOS	33
1.3.1 Objetivo general.....	33
1.3.2 Objetivos específicos	34
1.4 JUSTIFICACIÓN	34
2. MARCO TEORICO	36
2.1 IMPORTANCIA Y GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO.....	36
2.2 EVOLUCION HISTORICA DEL MANTENIMIENTO.....	36

2.2.1	Primera Generación.....	37
2.2.2	Segunda Generación.....	37
2.2.3	Tercera Generación.....	37
2.3	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)	39
2.3.1	Historia del TPM.....	40
2.3.2	Definición de TPM.....	40
2.3.3	Objetivos de TPM.....	42
2.3.4	Características del TPM.....	42
2.3.5	Beneficios del TPM	43
2.3.6	Metas del TPM.....	44
2.3.7	Las Seis Grandes Pérdidas del TPM.	44
2.3.7.1	Pérdidas por averías en los equipos	44
2.3.7.2	Pérdidas por preparaciones.....	44
2.3.7.3	Pérdidas por tiempos en vacío y paradas cortas.....	44
2.3.7.4	Pérdidas por reducción en la velocidad de la operación.....	45
2.3.7.5	Pérdidas por defectos en la calidad del proceso	45
2.3.7.6	Pérdidas por puesta en marcha de nuevos procesos.....	45
2.3.8	Los 8 Pilares del TPM	46
2.3.8.1	Mejoras enfocadas o kobetsu kaizen.....	46
2.3.8.2	Mantenimiento Autónomo o Jishu Hozen.	46
2.3.8.3	Mantenimiento Planificado.....	47
2.3.8.4	Mantenimiento de la Calidad o Hinshitsu Hozen.	47
2.3.8.5	Prevención del Mantenimiento.....	48
2.3.8.6	Áreas administrativas.	48

2.3.8.7	Educación y Entrenamiento.....	49
2.3.8.8	Seguridad y Medioambiente.....	49
2.4	FILOSOFIA DE LAS 5S.....	50
2.4.1	Seiri (Organización).....	51
2.4.2	Seiton (Orden).....	51
2.4.3	Seiso (Limpieza).....	51
2.4.4	Seiketsu (Estandarización o normalización).....	51
2.4.5	Shitsuke (Cumplimiento y disciplina).....	51
2.5	EFFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO.....	51
3.	ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL DE LA ALCADIA DE BUCARAMANGA.....	53
3.1	INSTALACIONES.....	53
3.1.1	Oficina de Recursos Físicos.....	54
3.1.2	Parqueadero o Estacionamiento.....	55
3.1.2.1	Análisis del estacionamiento.....	55
3.1.3	Sala de espera para conductores.....	57
3.1.3.1	Análisis de la sala de espera para conductores.....	57
3.1.4	Taller Municipal.....	57
3.2	EQUIPO DE TRABAJO.....	58
3.2.1	Auxiliar de Servicios Generales (Jefe de Recursos Físicos).....	58
3.2.2	Ingeniero de Servicios Generales.....	58
3.2.3	Administrador de la flota de vehículos.....	58
3.2.4	Ingenieros mecánicos y/o de mantenimiento.....	59
3.2.5	Conductores.....	59

3.2.6	Análisis del personal	59
3.3	VEHICULOS.....	60
3.3.1	Clasificación de vehículos.....	60
3.3.2	Inventario parque automotor.....	61
3.3.3	Análisis de la flota de vehículos livianos	63
3.4	PROCEDIMIENTO ACTUAL DE MANTENIMIENTO DE VEHICULOS.....	64
3.4.1	Procedimiento de mantenimiento Preventivo	64
3.4.2	Procedimiento de mantenimiento correctivo no programado	65
3.4.2.1	Fallas comunes en los vehículos.....	66
4.	MODELO DE MANTENIMIENTO TPM PROPUESTO	70
4.1	PILAR MANTENIMIENTO AUTONOMO (MA)	70
4.1.1	Paso cero (Filosofía de las 5S).....	70
4.1.1.1	Seiri (Organización).....	71
4.1.1.2	Seiton (Orden).....	72
4.1.1.3	Seiso (Limpieza).....	73
4.1.1.4	Seiketsu (Estandarización).....	74
4.1.1.5	Shitsuke (Disciplina).....	75
4.1.2	Paso uno (Limpieza como inspección).....	76
4.1.2.1	Tarjetas rojas.....	77
4.1.2.2	Tarjetas azules.....	78
4.1.2.3	Formato Control de anomalías	79
4.1.3	Paso dos (Eliminación de focos de contaminación).....	79
4.1.4	Paso tres (Estándares).....	80
4.1.4.1	Que.....	81

4.1.4.2	Quien.....	81
4.1.4.3	Donde.....	81
4.1.4.4	Cuando.....	81
4.1.4.5	Por qué.....	81
4.1.4.6	Como.....	81
4.1.5	Paso cuatro (Inspección general de equipos).....	85
4.1.6	Paso cinco (Inspección general del proceso – Autónoma).....	87
4.1.7	Paso seis (Sistematización del mantenimiento).....	87
4.1.8	Paso siete (Autogestión).....	88
4.2	METAS CON EL MA.....	89
4.3	MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	89
4.3.1	MP Recomendado por los fabricantes.....	91
4.3.2	Programa de mantenimiento preventivo (MP).....	95
5.	CONCLUSIONES.....	98
6.	RECOMENDACIONES.....	99
	BIBLIOGRAFIA.....	100

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Clasificación vehículos.....	61
Tabla 2. Clasificación por marca.....	61
Tabla 3. Estado funcional	62
Tabla 4. Antigüedad de vehículos.....	63
Tabla 5. Clasificación por Flotas	63
Tabla 6. Fallas comunes en automotores	67

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Bucaramanga	19
Figura 2. Primera edificación de la Alcaldía de Bucaramanga.....	21
Figura 3. Palacio Alcaldía de Bucaramanga	22
Figura 4. Incendio Alcaldía de Bucaramanga	23
Figura 5. Alcaldía de Bucaramanga.....	24
Figura 6. Ubicación Alcaldía de Bucaramanga	25
Figura 7. Organigrama Alcaldía de Bucaramanga	27
Figura 8. Mapa de procesos	28
Figura 9. Organigrama Secretaria Administrativa	29
Figura 10. Proceso GAT	29
Figura 11. Evolución del Mantenimiento	38
Figura 12. Generalidades del TPM	41
Figura 13. Pilares del TPM	46
Figura 14. Filosofía 5S.....	50
Figura 15. Demarcación zonas de parqueo	56
Figura 16. Demarcación zonas y pintura del parqueadero	56
Figura 17. Mantenimiento Preventivo	65
Figura 18. Golpe microbús.....	67
Figura 19. Pintura quemada	68
Figura 20. Diagnostico motor	69
Figura 21. Problemas de encendido	69
Figura 22. Antes y después de las 5S	70
Figura 23. Formato Organización de Objetos	71
Figura 24. Demarcación con 5S.....	73
Figura 25. Limpieza	74
Figura 26. Estándares.....	75

Figura 27. Tipos de tarjetas de anomalías.....	77
Figura 28. Tarjeta roja.....	78
Figura 29. Tarjeta Azul.....	78
Figura 30. Formato Causa raíz que genero el problema	80
Figura 31. Estándar de Inventario de vehículo.....	82
Figura 32. Formato Inspección antes de la marcha	83
Figura 33. Formato de limpieza, lubricación, ajuste y chequeo	85
Figura 34. Inspección de vehículos.....	86
Figura 35. Mantenimiento Preventivo	90
Figura 36. Plan de Mantenimiento Toyota Corolla	92
Figura 37. Plan de mantenimiento Toyota Hilux	93
Figura 38. Plan de mantenimiento Ford Ecosport.....	94
Figura 39. Plan de mantenimiento vehículos alcaldía.....	95
Figura 40. Programación de mantenimiento de vehículos	96
Figura 41. Solicitud de reparación y mantenimiento	97

RESUMEN

TITULO:

DISEÑO DE UN MODELO DE MANTENIMIENTO BASADO EN TPM PARA LA FLOTA DE VEHICULOS DE LA ALCALDIA DE BUCARAMANGA*

AUTOR:

ANDRES FELIPE NARANJO GARCIA**

PALABRAS CLAVE:

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL, VEHICULOS, TPM, PILARES DEL TPM, 5S, OEE, CHECKLIST

CONTENIDO:

Esta monografía muestra el desarrollo del diseño de un modelo de mantenimiento basado en TPM para la flota de vehículos de la Alcaldía de Bucaramanga, realizado como respuesta a la necesidad de minimizar los impactos causados por la indisponibilidad de dichos vehículos, así como también los altos costos de mantenimiento que esto genera; y también con el objetivo de girar hacia las últimas tendencias de mantenimiento desarrolladas en la actualidad, que plantean modelos que se adaptan a las funciones y contexto operacional específicos según la necesidad.

Este modelo propone el diseño en varios pasos del mantenimiento autónomo como pilar del TPM fundamental, tanto de la filosofía del mismo, como también pieza clave en este proyecto, el cual debe desarrollarse según los estados operacionales de la empresa, y puedan generar un impacto positivo en la gestión del mantenimiento. El programa de mantenimiento preventivo también es fundamental para cualquier proyecto que se requiera implementar, y más aún en el sector automotriz donde ponemos en riesgo la vida de las personas tanto las que se encuentran dentro del vehículo, como las ajenas al mismo que están transitando; por tales razones, se propone mejorar los formatos de los checklist y la manera como se están llevando; así como también otras propuestas para hacer cumplir la resolución 1565 y por su puesto mejorar la gestión del mantenimiento.

Se espera que en el futuro este modelo logre implementarse en la Alcaldía de Bucaramanga para eliminar las malas rutinas y actitudes que realizan los conductores y demás personas relacionadas en esta actividad; por su puesto siempre de la mano de los directivos, que también deben participar y colaborar en todo este proceso, aplicando los conceptos del TPM y brindando las herramientas necesarias como: motivación, capacitación, ambiente seguro, y demás elementos.

*Monografía de grado

**Facultad de ingenierías Físico – Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento.
Director: Sebastian Giraldo C.

ABSTRACT

TITLE:

DESING OF A MAINTANANCE MODEL BASED ON TPM FOR THE TOWN HALL OF BUCARAMANGA FLEET OF VEHICLES*

AUTHOR:

ANDRES FELIPE NARANJO GARCIA**

KEYWORDS:

TOTAL PRODUCT MAINTANANCE, VEHICLES, TPM, TMP BASES, 5S, OEE, CHECKLIST

CONTENTS:

This monograph shows the development of the design of a maintenance model based on TPM for the fleet of vehicles of the Bucaramanga town hall, made as a response to de necessity to minimize the impacts caused by the unavailability of said vehicles, as well as the high maintenance costs that it generates; and also with the purpose to spin back the last maintenance tendencies develop nowadays, that plan models which adapt the functions and operational context specific to necessity.

This model proposes a various step design for the autonomous maintenance as a base of TPM essential, both the philosophy of it, as a key piece of this project, which has to develop based on the operational states of the company, and can generate a positive impact on the maintenance management. The preventive maintenance program is also crucial to any project which wants to be implemented, and even more in the automotive sector where we put at risk the lives of people both found inside the vehicle, such as non-members who are traveling; For these reasons, it is proposed to improve the checklist formats and the way they are taking; as well as other proposals to enforce resolution 1565 and of course improve maintenance management.

It is expected that in the future this model achieves to be implemented in the Municipality of Bucaramanga to eliminate bad attitudes and routines performed by drivers and others involved in this activity; of course always in the hands of managers, which should also participate and collaborate in this process, applying the concepts of TPM and provide the necessary tools such as motivation, training, safe environment, and other elements.

*Monograph

**Physical – Mechanical Faculty. Maintenance Management Specialization. Director: Sebastian Giraldo C.

INTRODUCCIÓN

La Alcaldía de Bucaramanga, entre todas las funciones que realiza, y todos los servicios que presta tanto para toda la comunidad, como también para los mismos trabajadores del lugar y personas políticas del mismo, se encuentra el servicio de transporte de las personas que laboran allí, así como también del personal político tanto local, como de gobiernos que visitan la ciudad por diferentes razones, entre las que están, la inauguración de alguna obra de construcción terminada, para combatir alguna problemática de la región y por apoyo de alguna campaña para bien social y colectivo.

Otros servicios de transporte que presta, son el transporte de insumos, o de elementos para realizar alguna actividad; y la más importante, el transporte y la seguridad del Alcalde electo.

Es por tal razón que para garantizar la correcta prestación del servicio, para las diferentes actividades que se realizan día a día, se debe asegurar el buen funcionamiento de los vehículos, para así que todas las actividades se cumplan en el tiempo pactado, y se preste un servicio seguro tanto para las personas a bordo del automotor, como también para los transeúntes y demás vehículos que están transitando en la vía.

Para asegurar todo esto se debe llevar una excelente gestión de mantenimiento en los vehículos con los que cuenta actualmente la Alcaldía de Bucaramanga, e implementar nuevas filosofías y metodologías de mantenimiento, ya que con ejecutar un mantenimiento preventivo para la flota de automotores no se está garantizando la disponibilidad de los vehículos.

Por otro lado con la implementación del TPM se pueden lograr grandes cambios muy significativos, gestión del mantenimiento, que no solo garantizaría la disponibilidad de los vehículos sino también la motivación de todo el personal.

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 MARCO CONTEXTUAL

1.1.1 Bucaramanga Conocida como la Ciudad de los Parques, fue fundada el 22 de Diciembre de 1622 en las estribaciones nororientales de la cordillera de los Andes por el español Andrés Páez de Sotomayor y Miguel de Trujillo que repelieron con sus lanceros a los indios Guanes, primeros habitantes que adoraban al sol y cultivaban la tierra revestidos de pobreza.

En el siglo XVIII dieron su grito adolorido los primeros patriotas que anhelaban resquebrajar la tiranía española porque los virreyes martirizaban a los hombres con sus tributos y se llevaban en sus goletas el oro y todos los tesoros de la tierra. Pero solo a principios del siglo XIX se comenzó a consolidar la libertad.

Bucaramanga ya había crecido con una arquitectura urbana con rasgos españoles. Aún no era una ciudad. Tenía formas y expresiones de aldea recatada en sus tradiciones cristianas. Por sus calles, donde se levantaba el polvo cuando pasaban los huracanes de la América India, habían desfilado en peregrinación científica hacia las minas de Baja y Vetas, el sabio gaditano José Celestino Mutis, director de la Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada y los inmigrantes ingleses que se integraron desde 1825 al desarrollo de la comarca. Luego pasó Simón Bolívar quién despertó la conciencia de sus hombres en el más formidable esfuerzo de justicia.

Cinco grupos dominaban la región, los Guanes, los Yariguies, los Chitareros, Lancharos y Saboyás. En un principio era una pequeña población formada por 7 viviendas pero gracias a la fertilidad de sus tierras y al espíritu emprendedor de sus gentes progresó día por día y fue nombrada, en 1857, capital del

Departamento de Santander, por ese entonces Estado Soberano de Santander. Sólo adquirió el título de ciudad hasta 1869.

A finales del siglo anterior, ya en tiempos de la República, cuando esta urbe le había obsequiado a la patria la vida de sus mejores hijos, una poderosa corriente migratoria alemana contribuyó al desarrollo compartido. Y Bucaramanga fue ejemplo de adelanto. Tuvo primero que las otras ciudades de Colombia, luz eléctrica, compañías de aviación, fábricas que acreditaron la destreza de sus artesanos en la elaboración de los sombreros jipijapa, en la maduración suave de los cigarros y en la distribución de productos apetecidos en los mercados europeos.

Hoy día, el área del municipio es de 165 km², distribuidos en quince comunas y tres corregimientos, limita al norte con las localidades de Rionegro y Matanza, al oriente con las poblaciones de Charta y Tona, al sur con Floridablanca y al occidente con Girón.

Figura 1. Bucaramanga



Fuente: IMAGESHACK. Bucaramanga. [En línea].
<<http://img20.imageshack.us/img20/6816/dsc3070s.jpg>> [Citado en 4 de marzo de 2016]

La ciudad forma parte junto con los municipios de Floridablanca, Piedecuesta y Girón del Área Metropolitana de Bucaramanga, con una población de aproximadamente un millón de habitantes. El 98.5% de los habitantes del Municipio residen en el área urbana.

Su cielo, su luz, sus noches alumbradas de estrellas, la asemejan a un paraíso que enciende de afectos el corazón de sus bellas mujeres.

De día, su cielo azul y una temperatura de 26°C son el ambiente perfecto para cualquier actividad al aire libre, o para una deliciosa lectura bajo la sombra de un árbol en cualquiera de los innumerables parques de la Ciudad Bonita. Al caer la tarde, justo antes del anochecer, la espectacular danza de colores que interpretan el sol y las nubes es simplemente pasmante. Las noches, claras y tranquilas, con un negro cielo incrustado con un millón de estrellas invitan tanto a disfrutar de una deliciosa cena en alguno de los exquisitos restaurantes de la ciudad, como a pasar la noche en uno de tantos bares y discotecas con que Bucaramanga cuenta.¹

1.1.2 Alcaldía de Bucaramanga La primera edificación de la cual se tiene registro fotográfico, en la que funcionó la Alcaldía Municipal, fue una vivienda dos plantas ubicada en el mismo sitio que ocupa la estructura actual. Esta edificación corresponde a una tipología propia de la época colonial, construida en tapia pisada y con teja de barro. Allí mismo funcionaba la cárcel, como era lo habitual hasta bien entrado el siglo XIX.

¹ MUNICIPIO DE BUCARAMANGA. Historia. [En línea].
<<http://www.bucaramanga.gov.co/Contenido.aspx?Param=8>> [Citado en 4 de marzo de 2016]

Figura 2. Primera edificación de la Alcaldía de Bucaramanga



Fuente: HISTORIA ABIERTA. Alcaldía de Bucaramanga. [En línea]. <<http://historiaabierta.org/mapa/files/original/f0166b9a79f0738818898220f7c7aa09.jpg>> [Citado en 4 de marzo de 2016]

En la segunda década del siglo XX dicha edificación se reemplazó por un palacio de estilo arquitectónico republicano, practicado en Colombia entre 1890 y 1930, el cual ocupaba todo el costado norte del Parque Custodio García Rovira.

Éste edificio permaneció en pie hasta 1977, cuando el alcalde de ese momento, el señor Ambrosio Peña Castillo, decidió derrumbarlo para construir una nueva edificación que fuera recordada como “una de las grandes obras durante su mandato”. El 21 de abril de 1979, dos años después de la demolición del edificio, se inauguró el nuevo Palacio Municipal. La obra estuvo a cargo de los arquitectos Raúl García Arenas y Alberto Montoya Quijano e Irisari. La ceremonia de inauguración contó con la presencia el Presidente de Colombia, en ese entonces Julio César Turbay.

Figura 3. Palacio Alcaldía de Bucaramanga



Fuente: HISTORIA ABIERTA. Alcaldía de Bucaramanga. [En línea] <<http://historiaabierta.org/mapa/files/original/03c6c5311ca9c848187c26a08463b2f4.jpg>> [Citado en 4 de marzo de 2016]

El nuevo edificio de la alcaldía contó con un moderno diseño de seis niveles, “un solo bloque rectangular cerrado por los laterales, poseía unos inmensos ventanales de vidrio que recubren toda la fachada y reflejan el parque García Rovira. El acceso hacia el interior de edificio era a través de una gradería y un hall que comunicaba a las diferentes dependencias de la alcaldía [...] Además, los cuatro pisos interiores estaban comunicados por escaleras y un salón central decorado con muebles y lámparas modernas en el lugar de reuniones.”

En ese edificio no sólo se ubicaron las dependencias de la Alcaldía, sino también las oficinas del Concejo Municipal durante un periodo de 23 años, hasta cuando un evento fortuito llevó a intervenir arquitectónicamente el edificio.

El 1 de junio de 2002, el Palacio Municipal fue consumido por un incendio ocurrido a la media noche, producido por un corto circuito iniciado en el tercer piso donde funcionaba la Secretaría de Planeación. El incendio no dejó pérdidas humanas

que lamentar por haber ocurrido en horas no laborales, pero las pérdidas materiales fueron estimadas en 15 mil millones de pesos.

Figura 4. Incendio Alcaldía de Bucaramanga



Fuente: VANGUARDIA. Se prende la Alcaldía. [En línea]. <<http://www.vanguardia.com/>> [Citado en 4 de marzo de 2016]

Durante el incendio y su propagación por casi todo el edificio se quemaron varios archivos de las distintas dependencias de la Alcaldía entre los que estaban, “los archivos del Sisben, los de las investigaciones de la Contraloría y de la Personería; además de los documentos de la Secretaría de Planeación e Infraestructura, en donde reposaban los estudios del Plan de Ordenamiento Territorial”.

Ante los serios daños dejados por el incendio, se creó un plan de contingencia con el propósito de garantizar la atención a la ciudadanía. La primera medida tomada dentro del dicho plan consistió en cerrar durante la semana siguiente la Alcaldía, pero sus trabajadores siguieron trabajando. Ellos fueron repartidos en las oficinas

del Concejo Municipal las cuales no sufrieron afectaciones en el incendio y algunos se trasladaron a otros lugares donde existían oficinas de la Alcaldía para que cumplieran con sus labores, mientras que la Sociedad Santandereana de Ingenieros decidía si era necesario derrumbar o no la totalidad del edificio.

La segunda medida del plan de contingencia consistió en decretar la Urgencia Manifiesta, con el objetivo de empezar rápidamente la reconstrucción del edificio, pero al parecer esto no ocurrió pues la nueva estructura se inauguró sólo hasta el año de 2007.

Figura 5. Alcaldía de Bucaramanga



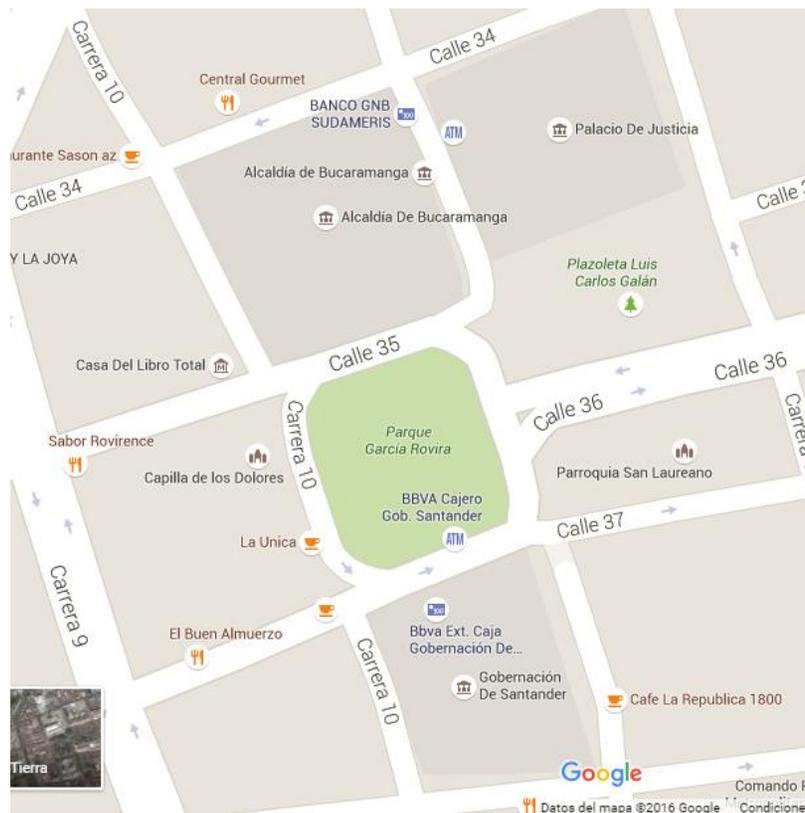
Fuente: ALCALDIA DE BUCARAMANGA. Historia. [En línea]. <<http://www.bucaramanga.gov.co/>> [Citado en 4 de marzo de 2016]

La restauración de la edificación se realizó teniendo en cuenta la estructura y forma del anterior. El edificio fue catalogado inteligente “por su sistema de automatización y control, controles de ventilación e iluminación, sensores de humo y calor, circuito cerrado de televisión y sistemas de accesos electrónicos a través de tarjetas lectoras”. También el edificio debía contar con ascensores para los

funcionarios y para el público en general, que si bien no estaban instalados el día de la inauguración, se instalaron con posterioridad.²

La edificación nueva de la Alcaldía de Bucaramanga se encuentra ubicada en el centro de Bucaramanga, por la calle 35 con carrera 10, en frente del parque conocido como García Rovira, y muy cerca a la plazoleta Luis Carlos Galán, donde a su vez se localiza el Palacio de Justicia.

Figura 6. Ubicación Alcaldía de Bucaramanga



Fuente: GOOGLE MAPS. Ubicación Alcaldía de Bucaramanga. [En línea].
<www.google.com.co/maps> [Citado en 4 de marzo de 2016]

² PERDOMO GONZALEZ, Roman. Alcaldía Municipal. [En línea].
<http://historiaabierta.org/mapa/items/show/21#.Vtjfg_nhDIU> [Citado en 4 de Marzo de 2016]

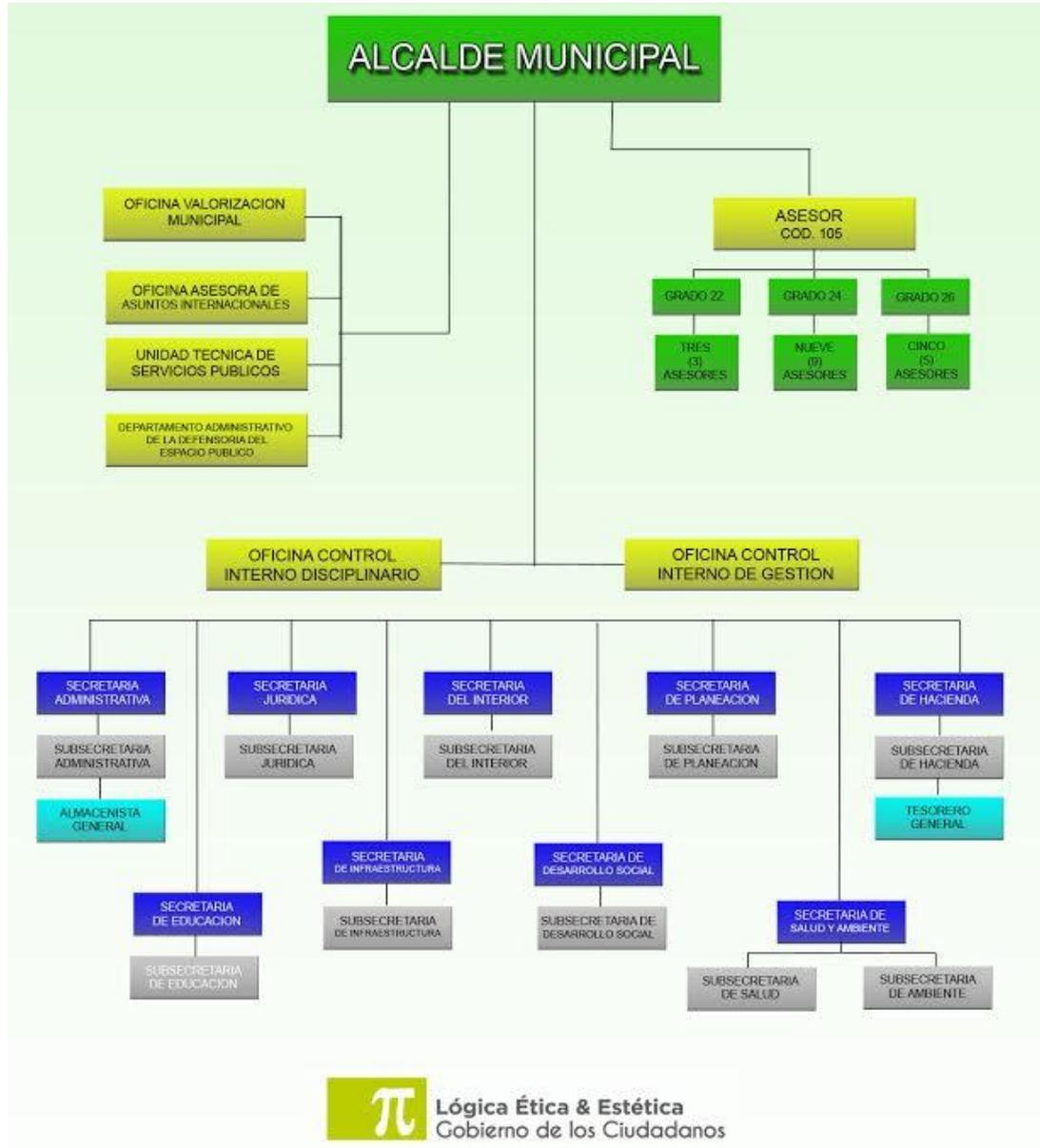
1.1.2.1 Misión El Municipio de Bucaramanga es una entidad pública de servicio social encargada del desarrollo y el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes. Cumple su propósito promoviendo la participación ciudadana, con gobernabilidad y alto sentido de pertenencia, fundamentado en su sistema de gestión de la calidad, sus valores y principios y en la transparencia de su gestión.

1.1.2.2 Visión En el año 2016, Bucaramanga será una ciudad-región de servicios, líder en Colombia, moderna y socialmente viable, con sólida vocación emprendedora, competitiva e internacional, capaz de generar oportunidades para todos, afianzada como territorio digital, con desarrollo humano integral y múltiples expresiones de cultura ciudadana, donde una mejor calidad de vida sea el resultado de la prosperidad general y la convivencia pacífica de sus moradores.

1.1.2.3 Objetivo Ordenar la acción de Gobierno para construir una ciudad con una gestión pública integrada local y regionalmente, participativa, honesta, articulada con la Nación y el mundo, con compromiso social y oportunidades para el desarrollo humano, la generación de empleo e ingresos y la producción de riqueza colectiva en el marco de los derechos humanos.

1.1.2.4 Organigrama y mapa de procesos

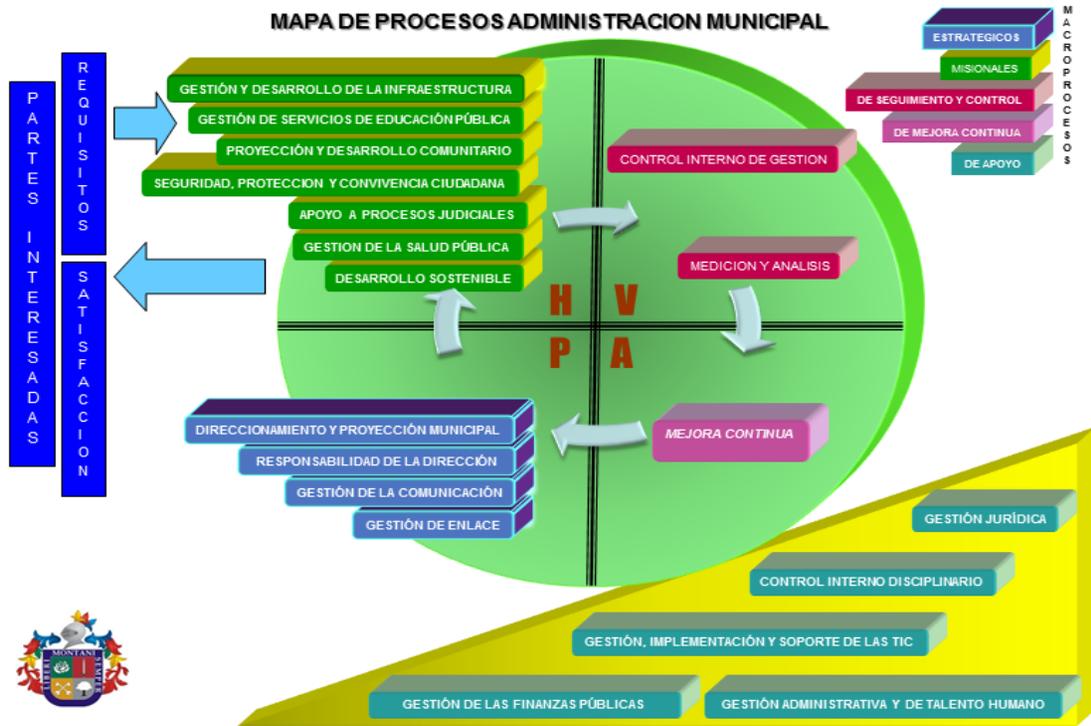
Figura 7. Organigrama Alcaldía de Bucaramanga



 **Lógica Ética & Estética**
Gobierno de los Ciudadanos

Fuente: ALCALDIA DE BUCARAMANGA. Organigrama Municipal. [En línea].
<<http://www.bucaramanga.gov.co/>> [Citado en 4 de marzo de 2016]

Figura 8. Mapa de procesos

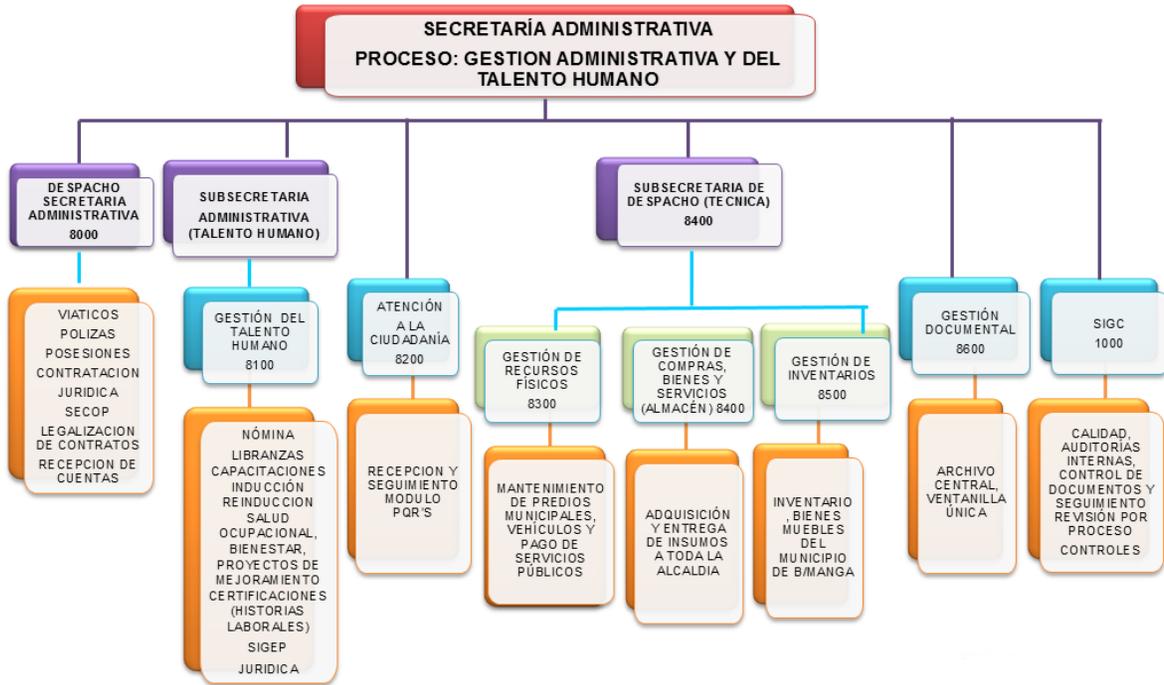


Fuente: ALCALDIA DE BUCARAMANGA. Mapa de Procesos Administración Municipal. [En línea] <<http://www.bucaramanga.gov.co/>> [Citado en 4 de marzo de 2016]

1.1.3 Secretaría Administrativa, proceso de gestión administrativa y del talento humano

El proceso de Gestión Administrativa y del Talento Humano es el proceso correspondiente a la Secretaría Administrativa, incluido dentro de uno de los procesos de apoyo, ya que se adquieren y administran los recursos en cuanto a talento humano, bienes y servicios para toda la Administración Municipal.

Figura 9. Organigrama Secretaria Administrativa



Fuente: Presentación GAT 2015, Marzo de 2016

La Secretaría Administrativa por delegación del Señor Alcalde asume las funciones de representación de la alta dirección y MECI, por esta razón el Sistema Integrado de Gestión y Control (SIGC) de la Alcaldía está en función de esta Secretaría.

Figura 10. Proceso GAT



Fuente: Presentación GAT 2015, Marzo de 2016

Los objetivos de este proceso son adquirir y administrar eficientemente los recursos (talento humano, bienes e insumos) necesarios para apoyar la implementación, mantenimiento y mejoramiento del Sistema de Gestión de

Calidad de la Alcaldía de Bucaramanga, aplicando las políticas, condiciones y requisitos establecidos en la función pública y la Administración Municipal, con el fin de aumentar la satisfacción del cliente interno y externo.

1.1.4 Recursos Físicos Recursos Físicos es el Encargado de realizar todas las acciones relacionadas con activos de la Alcaldía de Bucaramanga. Como por ejemplo:

- Mantenimiento de predios municipales
- Pago de servicios públicos
- Mantenimiento de sistema del aire acondicionado de la Alcaldía de Bucaramanga
- Mantenimiento de ascensores del edificio
- Mantenimiento de la planta de energía del edificio
- Mantenimiento de vehículos oficiales de la alcaldía
- Mantenimiento de los sistemas de monitoreo de la Alcaldía
- Mantenimiento general de luces, y activos de la Alcaldía

A su vez Recursos Físicos de atender, actual y servir a todos los requerimientos de servicios referentes a este tema y solicitados por las diferentes dependencias.

Actualmente Recursos físicos está a cargo de 89 vehículos activos, entre motocicletas, automóviles, camionetas, SUV, microbuses, volquetas, buses y camiones.

Recursos Físicos se encuentra ubicado en el edificio Fase I en el sótano. Allí es donde se encuentra el personal para garantizar que los mantenimientos y requerimientos de las diferentes dependencias se cumplan.

Uno de los grandes riesgos que posee Recursos Físicos es el deterioro de los vehículos que aumenta los costos y de igual manera se incrementa el riesgo de accidente por falta de mantenimiento preventivo.

Por tal razón se realizan diferentes controles con el fin de garantizar la correcta gestión de mantenimiento de vehículos. Algunos de estos son:

- Orden de revisión tecno mecánica - Solicitud de revisión tecnicomecánica
- F-GAT-8300-238,7-023 e Inventario Automotores Alcaldía de Bucaramanga F-GAT-8300-238,37-027
- Mantenimiento de vehículos y motos de la alcaldía - Control semanal de niveles F-GAT-8300-238,7-024

Así mismo el indicador que se maneja en el área de Recursos físicos es el porcentaje de órdenes de servicio atendidas dentro del plazo establecido

$$\text{INDICADOR} = \text{OE} / \text{OR}$$

Donde OE son las órdenes ejecutadas en el plazo de tiempo establecido, y OR son el número de órdenes totales recibidas.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El área de Recursos Físicos de la Alcaldía de Bucaramanga decidió realizar unas mejoras al plan de mantenimiento con el que ellos cuentan debido a que este presenta fallas en los tiempos de programación de mantenimiento, en el orden y organización de los diferentes vehículos y hasta en la parte logística de conducción. Además de esto se debió ajustar algunos procedimientos en el área de mantenimiento ya que no se estaba llevando a cabo como lo decía la Resolución 1565 del año 2014 en la cual se hace mención de elementos de

seguridad Pasiva y Activa para vehículos, además de otros requisitos como una revisión antes de la marcha de cada vehículo.

Por tales motivos la Alcaldía de Bucaramanga realizó varias reformas al plan de mantenimiento preventivo de los vehículos, incluyendo varios elementos de la seguridad activa y pasiva de los mismo; pero estos esfuerzos para mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los mismos, no fueron suficientes ya que no se estaban llevando acabo los mantenimiento periódicos y en muchas ocasiones hasta los correctivos. Esto perjudicaba no solo los vehículos por concepto de mantenimiento, sino que aumentaba los costos del mismo debido a que aunque presentaban fallas los activos seguían manipulándolos hasta presentar una falla total funcional. Solo los vehículos modelo más nuevo presentaban una correcta programación de los mantenimientos por parte de la garantía del concesionario; pero esto solo demuestro las falencias en la ejecución del mantenimiento y que sin que ellos supieran poseían los principios de una matriz de criticidad.

Adicional a todo esto para el cumplimiento del “checklist” se modificó los parámetros para la verificación de los vehículos antes de la marcha; pero por falta de socialización con los conductores que eran los encargados de realizar dicho checklist se notaban confundidos con el nuevo requerimiento que se debía realizar todos los días y presentarse semanalmente. Realizando un acercamiento con ellos, se encontró que muchos realizaban este procedimiento de manera poco objetiva por diferentes motivos tales como: falta de tiempo, poca comprensión de los elementos que habían en dicho documento, no entendían como llenarlo, poco conocimiento técnico de la mecánica automotriz; pero además de esto también se hacía notar una falta de motivación para realizar de manera consiente y objetiva este requisito, debido a que muchos de ellos se quejaban por la falta de gestión de mantenimiento de sus vehículos a cargo.

Esto se evidenciaba en que los conductores nuevos presentaban dichos informes de manera ordenada, periódica y objetiva; y también presentaban toda la documentación de sus vehículos en un folder con todo completo y en perfectas condiciones, y siempre sus vehículos se encontraban limpios ordenados y sin golpes ni rayones. Pero después de cierto tiempo perdían dicha motivación por la entorpecida gestión de mantenimiento para los vehículos.

Por tales motivos la Alcaldía de Bucaramanga y el Área de Recursos Físicos solicito una mejora en la programación del mantenimiento preventivo y en la supervisión de los vehículos tanto antes de la marcha como en su operación para recuperar su funcionalidad inicialmente y mantenerla para evitar riesgos en la seguridad vial y aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los activos.

Para esto se sugirió un modelo de mantenimiento con el fin de mejorar las falencias en el checklist y en general modificar las conductas de los operarios de los vehículos, así como también los elementos de la planta física, ya que por motivos de plenarias en el concejo el parqueadero privado de la Alcaldía de Bucaramanga se dificulta el acceso y la salida de los diferentes vehículos de servicio oficial.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general. Elaborar un modelo de mantenimiento basado en el Mantenimiento Productivo Total (TPM) para la flota de vehículos livianos de la Alcaldía de Bucaramanga que consta de 13 automóviles, 13 camionetas pick up, 8 camionetas SUV, 3 microbuses y 40 motocicletas.

1.3.2 Objetivos específicos

- Evaluar e identificar oportunidades de mejora para reducir a cero el número de vehículos detenidos que posee actualmente la Alcaldía de Bucaramanga por falta de mantenimiento.
- Plantear propuestas para promover la autonomía y vínculo entre los conductores y su respectivo vehículo a cargo aplicando algunos principios del TPM, para así disminuir los paros no programados por mantenimientos correctivos.
- Involucrar a la gerencia de Recursos Físicos y a los 57 conductores con la filosofía del TPM aplicada a los vehículos de la Alcaldía de Bucaramanga, realizando capacitaciones sobre la importancia del TPM y los pilares de Mantenimiento Autónomo y Mantenimiento Planeado.

1.4 JUSTIFICACIÓN

El plan de mantenimiento preventivo que posee actualmente la Alcaldía de Bucaramanga implementado para los vehículos livianos, tales como motocicletas, automóviles, camionetas, SUV y microbuses no está surtiendo el efecto esperado, ya que en la actualidad se encuentran parados 19 vehículos, entre motocicletas, automóviles, camionetas, volquetas, entre otros por diferentes razones. Una de ellas eran las fallas que presentaban en elementos críticos y su alto costo en mantenimiento que representaba ponerlos de nuevo en funcionamiento, superando el valor comercial del automotor, que por tal motivo generaba grandes pérdidas de dinero. A su vez otros se encontraban detenidos por falta de documentación requerida para su circulación, y esto en gran medida se debía a que los vehículos no pasaban dichas pruebas para recibir la certificación

tecnomecanica por poseer fallas en diferentes elementos mecánicos y que estos no se habían podido reparar por costos y problemas en la gestión de mantenimiento.

Con esto se puede evidenciar que el plan de mantenimiento que posee actualmente la Alcaldía, aun cuando se han realizado algunos cambios para mejorar su eficiencia, tales como la implementación de listas de chequeo para que los conductores las realicen, hacía falta mejorar esta medida y reforzar muchas otras y esto se logró por medio del TPM.

Por tal motivo se necesitó realizar una evaluación del plan actual de mantenimiento con el fin de identificar las falencias que presenta y corregirlas, además se propusieron nuevas mejoras en el plan teniendo en cuenta lo que requiere actualmente la Alcaldía de Bucaramanga para su parque automotor.

2. MARCO TEORICO

2.1 IMPORTANCIA Y GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO

Los procesos de producción desarrollados en una empresa requieren el uso de maquinarias e instalaciones, las cuales necesitan actividades específicas que garanticen su correcto funcionamiento y permitan el máximo rendimiento productivo de la empresa.

Estas actividades específicas son acciones de mantenimiento que se llevan a cabo en la maquinaria durante toda su vida útil, para alcanzar óptimas condiciones de funcionamiento, que conllevan a alta productividad, calidad de los productos y reducción de costos por sustitución anticipada de la maquinaria.

De acuerdo a esto el mantenimiento es un conjunto de actividades que se llevan a cabo de forma periódica y secuencial, para mantener el buen funcionamiento de los equipos, permitiendo una correcta gestión de producción y calidad.

El mantenimiento tiene como función el cumplimiento de todos los trabajos necesarios para establecer y mantener el equipo de producción de modo que cumpla los requisitos normales del proceso.³

2.2 EVOLUCION HISTORICA DEL MANTENIMIENTO

La evolución historia del mantenimiento se da durante el siglo XX, se plantea que esta evolución tiene tres etapas, llamadas: primera generación, segunda generación y tercera generación.

³ GOMEZ DE LEON, Felix. Tecnología del Mantenimiento Industrial. 1ra Ed. España. Universidad de Murcia, 1998. P. 24.

2.2.1 Primera Generación La primera generación se da antes de la segunda guerra mundial entre los años 1930 y 1950, el mantenimiento en este periodo de tiempo era un mantenimiento de reparación, su objetivo era la reparación de averías y algunas actividades de reengrase, lubricación y limpieza. Este mantenimiento solo se llevaba a cabo cuando se detectaba una falla en la maquinaria y una vez reparada todo acababa allí, se denominaba Manteniendo correctivo.⁴

2.2.2 Segunda Generación A partir de la segunda guerra mundial, entre los años 1950 y 1980, los avances en sectores industriales fabriles para la industria armamentista y la evolución de la aviación, se desarrolla una nueva etapa para el mantenimiento, la Segunda Generación. Los objetivos de esta eran la disponibilidad de las maquinarias a operar, y la maximización de la vida útil de los equipos con los costos más bajos posibles⁵, para esto establecen nuevas funciones de mantenimiento encaminadas a la detección y prevención de posibles fallas, a corregir averías de bajo impacto antes de que afectaran de forma considerable la máquina, este mantenimiento fue denominado Mantenimiento Preventivo.

2.2.3 Tercera Generación Alrededor de 1980 inicia la Tercera Generación de mantenimiento, enfocado en la disponibilidad y fiabilidad de los equipos, la reducción de costos y la seguridad y la implementación y manejo de la maquinaria. Se dieron grandes avances respecto a la normatividad en los servicios de mantenimiento (Normas ISO 9000 Y 9002), el análisis de los costos de mantenimiento durante toda la vida útil de las maquinarias e instalaciones pasó a

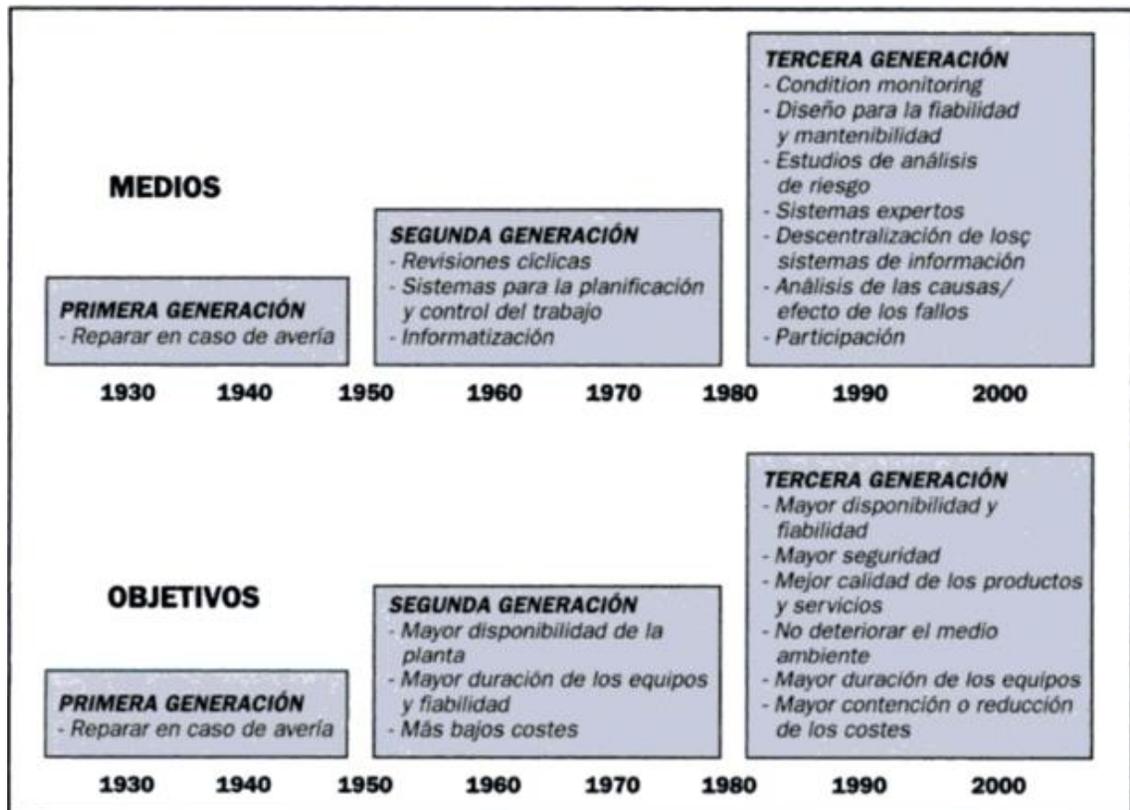
⁴ CUATRESASES ARBOS, Lluís; TORREL MARTINEZ, Francesca. TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva. 1ra Ed. Barcelona. Profit, 2010. P. 26.

⁵ GONZALEZ FERNANDEZ, Francisco. Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. 2da Ed. Madrid. Fundación Confemetal, 2005. P. 30.

ser fundamental, para su adquisición, el mantenimiento paso de ser preventivo a predictivo interviniendo en la maquinaria antes de que se presente algún tipo de avería que afecte la disponibilidad de la máquina.

Se incorporan las nuevas tecnologías informáticas en la planificación y verificación de los sistemas de mantenimiento y se implica al personal en las tareas conjuntas de producción y mantenimiento. En esta tercera generación surge el Mantenimiento Productivo.

Figura 11. Evolución del Mantenimiento



Fuente: GONZALEZ FERNANDEZ, Francisco. Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. 2da Ed. Madrid. Fundación Confemetal, 2005. P. 30.

2.3 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

Los sistemas de mantenimiento en la actualidad están enfocados en a la alta calidad y productividad, para esto los quipos de producción deben operar en sus máximos niveles de eficiencia y calidad, con el fin de consolidar un sistema con cero despilfarros, cero defectos, cero averías y cero problemas de seguridad.⁶

El buen funcionamiento de una planta de producción requiere mantener una producción eficaz en los tiempos establecidos, usando el mínimo de insumos y llevando los costes de producción a los niveles más bajos posibles, mediante el uso de equipos de alta calidad y fiabilidad en su funcionamiento.

Lo que ha llevado a la creación de nuevos sistemas de mantenimiento productivo donde se incorpora la planificación participativa de las tareas de mantenimiento, el control de los factores asociados al funcionamiento deficiente de los equipos de producción, la alta calidad de los productos y su repercusión en la economía de las industrias, una filosofía de mantenimiento que abarca estos objetivos es el TPM (Mantenimiento productivo Total)⁷

⁶ CUATRESASES ARBOS, Lluís. Gestión del mantenimiento de los equipos productivos. 1ra Ed. Madrid. Ediciones Díaz de Santos, 2012. P. 669

⁷ GOMEZ DE LEON, Félix. Tecnología del Mantenimiento Industrial. 1ra Ed. España. Universidad de Murcia, 1998. P. 31.

2.3.1 Historia del TPM En el década de 1970 las empresas japonesas incorporan en sus planes de mantenimiento el concepto Kaizen o Mejora continua, esto significo que el mantenimiento no era solo la corrección de averías, sino la mejora de la fiabilidad de los equipos en forma permanente con la contribución del personal de la empresa Este nuevo concepto repercutió en las acciones que se llevaban a cabo en la maquinaria, ya que el mantenimiento se incorporaba a el ciclo de vida útil de la misma.

El TPM nace a partir de 1961 en Nippondenso Co., Ltd., empresa proveedora del sector automovilístico, la compañía introdujo esta nueva visión de mantenimiento con el nombre “Total member participation PM”, obteniendo excelentes resultados y en 1971 un premio a la excelencia en mantenimiento. En este mismo año el Instituto Japonés de Ingeniería precursor del JIPM (Instituto Japonés Para el Mantenimiento de Plantas) apoya el desarrollo del modelo de mantenimiento, convirtiéndose en una organización líder y promotora del TPM.⁸

El TPM inicialmente se implementó en empresas automovilísticas como Toyota, Nissan Y Mazda, ante su eficiencia diversos tipos de empresas alrededor del mundo han implementado su uso gracias a las mejoras que se consiguen en rentabilidad, eficiencia y calidad.

2.3.2 Definición de TPM El TPM o Mantenimiento Productivo Total es un sistema de gestión del mantenimiento que se basa, entre otros fundamentos, en la implementación de un mantenimiento autónomo que se lleva a cabo por los operarios de producción de las empresas, implicando una corresponsabilidad

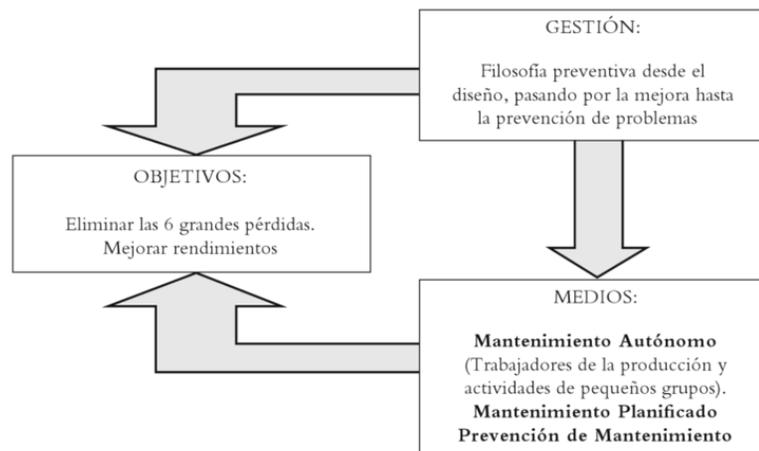
⁸ GOMEZ SANTOS, Carola. Mantenimiento Productivo Total. Una visión global. 1ra Ed. España. Lulu.com, 2001. P. 7.

activa de todos los empleados, sobre todo los operarios de producción y los técnicos.⁹

El TPM busca la eficiencia global de la empresa mediante la creación de pequeños grupos de trabajo que facilite la reducción de costes , mejora en los tiempos de producción, fiabilidad de suministros, y la capacitación al personal, todo esto orientado a lograr cero accidentes, cero defectos, cero averías y cero pérdidas.

El TPM busca involucrar a todo el personal de la organización empresarial de forma jerárquica en el mantenimiento de los equipos desde el uso adecuado, la limpieza y la prevención de averías que debe realizar el operario de producción incorporando el concepto de Mantenimiento autónomo.

Figura 12. Generalidades del TPM



Fuente: CUATRESASES ARBOS, Lluís; TORREL MARTINEZ, Francesca. TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva. 1ra Ed. Barcelona. Profit, 2010. P. 36.

⁹ GONZALEZ FERNANDEZ, Francisco. Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. 2da Ed. Madrid. Fundación Confemetal, 2005. P. 106.

2.3.3 Objetivos de TPM

- Incentivar la participación activa del personal de producción en torno al sistema de mantenimiento, mejorando la eficiencia de forma continua.
- Eliminar las 6 grandes pérdidas, el cual es el objetivo principal del TPM, que busca garantizar con ello cero perdidas por averías, cero perdidas de preparación y ajuste, cero paradas menores, cero perdidas de velocidad reducida, cero perdidas en la puesta en marcha y por supuesto cero defectos de calidad
- Lograr un óptimo rendimiento en la operación productiva, promoviendo la máxima disponibilidad de los equipos y evitando fallos esporádicos que puedan afectar la calidad de la producción.
- Obtener mejoras en cada ámbito de la compañía, implementando el TPM en todas las áreas que manejen equipos e instalaciones.
- Mejorar la competitividad de la empresa llevando a cero los aspectos que interfieran en una óptima producción, aportando a la empresa efectividad y capacidad de respuesta de forma continua.

2.3.4 Características del TPM

- Mantenimiento de la maquinaria durante toda la vida útil de la misma, implementada desde el diseño hasta el uso en el sistema de producción.
- Mejora de la eficiencia global de la empresa, desde la incorporación de todas las instancias enfocadas al mantenimiento y mejora de los procesos de producción.
- Trabaja para llevar al equipo a su condición de diseño y por lo tanto la condición óptima de funcionamiento.

- Crea la necesidad de la continua capacitación del personal.¹⁰
- Implicación del personal involucrado con los procesos de producción y operación, en el cuidado y mantenimiento de los equipos.
- Regulación de costos y pérdidas gracias al incremento de la productividad por acción de un mantenimiento secuencial y periódico.

2.3.5 Beneficios del TPM

- Genera un ambiente laboral participativo y colaborativo, involucrando al personal en cuestiones vitales para la empresa, generando un incremento en la moral e interés en el aprendizaje permanente.
- Mejora la moral y confianza del personal y crea un auténtico sentido de pertenencia tanto por los equipos que operan, como también por la empresa donde laboran.
- Permite identificar y predecir las problemáticas y acontecimientos potenciales que pueden presentarse en la empresa para buscar acciones correctivas antes de que puedan ocurrir falla o accidentes
- Aumenta la productividad, fiabilidad y disponibilidad de las maquinarias de producción reduciendo costos de reparaciones, aumentando la competitividad de la empresa y extendiendo el ciclo de vida útil del equipo.
- Utiliza efectivamente las técnicas de mantenimiento preventivo y predictivo, aprovechando al máximo estas herramientas.¹¹
- Mejora la eficiencia y eficacia del mantenimiento.

¹⁰ GARCIA, Oliverio. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. 1ra Ed. Bogotá. Ediciones de la U, 2012. P. 102.

¹¹ GARCIA, Oliverio. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. 1ra Ed. Bogotá. Ediciones de la U, 2012. P. 103.

2.3.6 Metas del TPM

- Mejorar la eficacia de los equipos.
- Mantenimiento Autónomo por Operadores.
- Planeación y programación óptima de un sistema Proactivo.
- Mejoramiento de la habilidad Operativa del personal.
- Gestión temprana de equipos, evitando problemas futuros.¹²

2.3.7 Las Seis Grandes Pérdidas del TPM Cuando una maquina presenta alguna falla o fenómeno que no permite su eficaz funcionamiento un la producción máxima se considera que está generando pérdidas. TPM a clasificada estas pérdidas en seis diferentes grupos y son denominadas las Seis Grandes Perdidas.

2.3.7.1 Pérdidas por averías en los equipos Fallas, averías o pausas imprevistas en el equipo que producen pérdidas de tiempo inesperadas, pueden ser esporádicas o crónicas y en caso de ser crónicas producen pérdidas considerables en el tiempo y la producción.

2.3.7.2 Pérdidas por preparaciones Tiempos muertos por ajustes a la maquinaria cuando se hace una variante en la producción que deben realizarse con la maquina parada, o por cambios de personal que requieren nuevas inducciones.

2.3.7.3 Pérdidas por tiempos en vacío y paradas cortas Pérdidas de

¹² GARCIA, Oliverio. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. 1ra Ed. Bogotá. Ediciones de la U, 2012. P. 101.

tiempo que se dan por averías menores, obstrucciones, problemas de instrumentación, ausencia de piezas, durante la producción normal, que son resultas en tiempos menores pero pueden afectar la eficacia de la empresa.

2.3.7.4 Perdidas por reducción en la velocidad de la operación Se originan cuando el equipo no funciona a su máxima velocidad o a la velocidad esperada, generando pérdidas productivas ya que las metas planteadas por la empresa no se logran.

2.3.7.5 Perdidas por defectos en la calidad del proceso Asociadas a la obtención de productos con imperfecciones, ya que se deben rehacer las partes afectadas, reprocesar los productos defectuosos o terminar un proceso inconcluso.

2.3.7.6 Perdidas por puesta en marcha de nuevos procesos Cuando se ponen en marcha dentro de la empresa nuevos procesos que requieren periodos de prueba y tiempos de inducción la producción y el tiempo se condicionan generando pérdidas.¹³

¹³ GARCIA GARRIDO, Santiago. La contratación del mantenimiento industrial. 1ra Ed. Madrid. Ediciones Díaz de Santos, 2010. P. 147.

2.3.8 Los 8 Pilares del TPM

Figura 13. Pilares del TPM



Fuente: PEREZ VERZINI, Raúl. Los pilares del TPM. ActionGroup. [En línea]. <<http://www.actiongroup.com.ar/>> [Citado en 4 de marzo de 2016].

2.3.8.1 Mejoras enfocadas o kobetsu kaizen Son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto maximizar la Efectividad Global de Equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos funcionales e interfuncionales que emplean metodología específica y centran su atención en la eliminación de cualquiera de las pérdidas existentes en las plantas industriales.

2.3.8.2 Mantenimiento Autónomo o Jishu Hozen Una de las actividades del sistema TPM es la participación del personal de producción en las actividades de mantenimiento. Este es uno de los procesos de mayor impacto en la mejora de

la productividad. Su propósito es involucrar al operador en el cuidado del equipamiento a través de un alto grado de formación y preparación profesional, respeto de las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajo libres de contaminación, suciedad y desorden.

El mantenimiento autónomo se fundamenta en el conocimiento que el operador tiene para dominar las condiciones del equipamiento, esto es, mecanismos, aspectos operativos, cuidados y conservación, manejo, averías, etc. Con este conocimiento los operadores podrán comprender la importancia de la conservación de las condiciones de trabajo, la necesidad de realizar inspecciones preventivas, participar en el análisis de problemas y la realización de trabajos de mantenimiento liviano en una primera etapa, para luego asimilar acciones de mantenimiento más complejas.

2.3.8.3 Mantenimiento Planificado El objetivo del mantenimiento planificado es el de eliminar los problemas del equipo a través de acciones de mejora, prevención y predicción. Para una correcta gestión de las actividades de mantenimiento es necesario contar con bases de información, obtención de conocimiento a partir de los datos, capacidad de programación de recursos, gestión de tecnologías de mantenimiento y un poder de motivación y coordinación del equipo humano encargado de estas actividades.

2.3.8.4 Mantenimiento de la Calidad o Hinshitsu Hozen Esta clase de mantenimiento tiene como propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad, mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen directo impacto en las características de calidad del producto. Frecuentemente se entiende en el entorno industrial que los equipos producen problemas cuando fallan y se detienen, sin embargo, se pueden presentar averías que no detienen el funcionamiento del equipo pero producen

pérdidas debido al cambio de las características de calidad del producto final. El mantenimiento de la calidad es una clase de mantenimiento preventivo orientado al cuidado de las condiciones del producto resultante.

2.3.8.5 Prevención del Mantenimiento Son aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, con el objeto de reducir los costes de mantenimiento durante su explotación. Una empresa que pretende adquirir nuevos equipos puede hacer uso del historial del comportamiento de la maquinaria que posee, con el objeto de identificar posibles mejoras en el diseño y reducir drásticamente las causas de averías desde el mismo momento en que se negocia un nuevo equipo. Las técnicas de prevención de mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad, esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencia de averías y reparaciones.

2.3.8.6 Áreas administrativas Esta clase de actividades no involucra el equipo productivo. Departamentos como planificación, desarrollo y administración no producen un valor directo como producción, pero facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente, con los menores costes, oportunidad solicitada y con la más alta calidad. Su apoyo normalmente es ofrecido a través de un proceso que produce información. Allí también las pérdidas potenciales a ser recuperadas son enormes.

2.3.8.7 Educación y Entrenamiento Las habilidades tienen que ver con la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo a las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. Es el conocimiento adquirido a través de la reflexión y experiencia acumulada en el trabajo diario durante un tiempo.

El TPM requiere de un personal que haya desarrollado habilidades para el desempeño de las siguientes actividades:

- Habilidad para identificar y detectar problemas en los equipos.
- Comprender el funcionamiento de los equipos.
- Entender la relación entre los mecanismos de los equipos y las características de calidad del producto.
- Poder de analizar y resolver problemas de funcionamiento y operaciones de los procesos.
- Capacidad para conservar el conocimiento y enseñar a otros compañeros.
- Habilidad para trabajar y cooperar con áreas relacionadas con los procesos industriales.

2.3.8.8 Seguridad y Medioambiente El número de accidentes crece en proporción al número de pequeñas paradas. Por ese motivo el desarrollo del Mantenimiento Autónomo y una efectiva implementación de las 5S son la base de la seguridad. El Kobetsu Kaizen es el instrumento para eliminar riesgos en los equipos. La formación en habilidades de percepción es la base de la identificación de riesgos ya que el personal formado profundamente en el equipo asume mayor responsabilidad por su salud y su seguridad.

La práctica de los procesos TPM crean responsabilidad por el cumplimiento de los reglamentos y estándares lo que disminuye las pérdidas y mejora la

productividad.¹⁴

2.4 FILOSOFIA DE LAS 5S

La filosofía de las 5 S es uno de los aliados más fuertes en los sistemas de gestión de producción en la actualidad, son actividades encaminadas a eliminar las averías, los accidentes laborales y las fallas a futuro, asegurando la calidad del trabajo y el entorno sin afectar una reducción efectiva.

Las 5 S son cinco palabras que en la fonética japonesa comienzan con s y se refieren a aspectos muy importantes en el mantenimiento del puesto laboral.

Figura 14. Filosofía 5S



Fuente: KAVYA PRINT CONSULTING. Talent Aquisition and recruitment. 5S. [En línea]. <<http://kavyaconsulting.com/>> [Citado en 4 de marzo de 2016]

¹⁴ PEREZ VERZINI, Raúl. Los pilares del TPM. ActionGroup. [En línea]. <<http://www.actiongroup.com.ar/>> [Citado en marzo de 2016].

2.4.1 Seiri (Organización) Tarea básica en la implantación del mantenimiento autónomo, el puesto de trabajo debe cumplir con una organización adecuada que facilite su mantenimiento, se busca la menos interferencia de materiales, artículos y herramientas de poco uso u obsoletas en la zona de trabajo.

2.4.2 Seiton (Orden) Mantener las herramientas y elementos de trabajo en el lugar adecuado dentro de la zona de producción, es importante que todo se encuentre en su sitio, para tener un área de trabajo ordenada y poder acceder fácilmente los implementos que se necesitan.

2.4.3 Seiso (Limpieza) La limpieza de las herramientas, la maquinaria y el área de trabajo por parte de los operarios de producción, para mantener un entorno de trabajo aseado y en óptimas condiciones.

2.4.4 Seiketsu (Estandarización o normalización) Marquillas, etiquetas, colores, etc. Son usados como herramientas de organización y distinción que facilitan el mantenimiento autónomo, ya que la identificación de las herramientas y maquinarias es más rápida.

2.4.5 Shitsuke (Cumplimiento y disciplina) Implica el cumplimiento de las cinco tareas anteriores de forma regular y continúa. La realización de esta rutina continuamente es un factor fundamental en el mantenimiento autónomo.

2.5 EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO

Los indicadores de gestión que relacionan la efectividad permiten ver el comportamiento global de los equipos, por medio de su Disponibilidad, eficiencia de desempeño y calidad en los trabajos realizados. También conocida como OEE,

la efectividad Global del Equipo es el único indicador de clase mundial que es usado por el TPM, el cual se mide con el producto de los tres factores ya mencionados (disponibilidad, eficiencia de desempeño y calidad), y el instituto recomienda los siguientes como factores mínimos:

Mínima disponibilidad del equipo	90%
Eficiencia del desempeño	95%
Porcentaje de productos de calidad	99%

Así, da como resultado que:

$$OEE = 0.9 \times 0.95 \times 0.99 = 0.85$$

Que es el valor mínimo exigido a las empresas que deseen participar por el premio TPM al mantenimiento, del Instituto Japonés del Mantenimiento de Plantas; sin embargo se pueden obtener resultados menores o mayores según los valores de disponibilidad, eficiencia del desempeño y calidad que tengan la empresa o que se propongan como meta.

3. ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL DE LA ALCADIA DE BUCARAMANGA

3.1 INSTALACIONES

La Alcaldía de Bucaramanga cuenta con un edificio de 6 pisos y un sótano donde también se encuentran algunas dependencias, tales como: Almacén y Recursos Físicos y uno de los accesos al parqueadero, el cual se encuentra cubierto y pavimentado.

En los demás pisos se localizan las demás dependencias de la Alcaldía de Bucaramanga, como el área administrativa, el despacho del alcalde, Infraestructura, Jurídica y todas las demás dependencias que posee la Alcaldía de Bucaramanga y que anteriormente se mencionaron.

Además la Alcaldía cuenta con un segundo edificio conectado con el primero, donde se realizan otras actividades y por lo tanto se hallan otras dependencias y por su puesto el concejo de Bucaramanga, el cual también esta interconectado con el parqueadero.

Adicional a esto la Alcaldía de Bucaramanga posee un sitio donde se localizan otros vehículos oficiales de mayor tamaño, tales como volquetas y maquinaria pesada y también se realizan ciertas reparaciones y otras labores. Está Ubicado a un par de cuadras del edificio Fase I de la Alcaldía y se le denomina Taller Municipal.

3.1.1 Oficina de Recursos Físicos Allí es donde se encuentra la gestión, operación y se dan las órdenes para actividades de mantenimiento, tanto a las instalaciones del municipio como también el mantenimiento de los vehículos.

Actualmente en la oficina se halla toda la información referente a los vehículos en folders y ordenado por clase y placa. En estos folders esta toda la información de los vehículos, como: ficha técnica, órdenes de servicio, asignación de conductores, y demás documentos relevantes. Pero también se está realizando la actualización de esta información o mejor, la sistematización de la información por medio de un Software de mantenimiento de vehículos que se encuentra en su primera versión.

En la oficina se localiza parte del equipo de trabajo, y demás personal que está relacionado con Recursos Físicos:

- Auxiliar de Servicios Generales (Jefe(a) de Recursos Físicos).
- Ingeniero de Servicios Generales
- Administrador de Flota de Vehículos
- Ingenieros Mecánicos y/o de Mantenimiento
- Electricista y técnicos para el mantenimiento de las instalaciones
- Asistentes
- Abogados

En Recursos Físicos también hay un pequeño almacén donde se tienen recursos consumibles para las instalaciones y un cuarto para herramientas al cual le hace falta mayor iluminación y organización, debido a que las herramientas después de usarlas no son puestas en el respectivo sitio, y esto genera desorden y retrasos en el alistamiento del personal de mantenimiento.

3.1.2 Parqueadero o Estacionamiento Es donde más nos enfocaremos de las instalaciones en este proyecto, ya que allí es donde se despachan los vehículos con su respectivo conductor para realizar las diferentes actividades diarias que pueden ser desde el transporte y esquema de seguridad del Alcalde, hasta labores de transporte de personal e insumos.

El estacionamiento cuenta con dos accesos para el personal, uno es por el edificio principal (Fase I) por el sótano, y el otro se localiza por el edificio Fase II también en el sótano, donde está el concejo de Bucaramanga. La entrada y salida de vehículos está ubicada por la parte posterior del edificio Fase I y está vigilada y monitoreada por los agentes de vigilancia. El parqueadero tiene un cupo aproximado para 50 automotores livianos y 50 motocicletas, entre los cuales se incluyen las camionetas y motocicletas del esquema de seguridad que están aislados por una división con el fin de garantizar la seguridad del Alcalde y personas relacionadas a él.

3.1.2.1 Análisis del estacionamiento

- Pobre iluminación en algunos sectores del estacionamiento.
- Se usa como depósito de reciclaje una zona del estacionamiento, ocasionando el desaprovechamiento para organizar más vehículos en esta zona y mostrando una mala imagen al lugar.
- Demarcación de zonas de parqueo están poco visibles por falta de pintura, generando desorden a la hora de estacionarse.

Figura 15. Demarcación zonas de parqueo



Fuente: Autor

- Falta de organización para los vehículos según tamaño o mayor entrada y salida.
- No existe demarcación para la correcta organización de las motocicletas, solo se da el espacio donde se deben estacionar este tipo de vehículo.
- Hace falta realizar limpieza y pintura para todo el lugar.

Figura 16. Demarcación zonas y pintura del parqueadero



Fuente: Autor

3.1.3 Sala de espera para conductores Es lugar donde se localizan a los conductores cuando no están realizando ningún tipo de recorrido en la vía.

Este sitio busca garantizar que en el momento en que se solicite de manera inmediata un conductor este se encuentre disponible y pueda ejercer su labor sin ningún tipo de retraso.

Allí los conductores también pueden realizar pequeños descansos y cuentan también con algunos electrodomésticos, tales como una nevera con el fin de tener alimentos y bebidas almacenados que ellos mismos compran o surten para así no tener que salir en busca de los mismos y que cuando ellos sean requeridos se encuentren siempre disponibles en el sitio de trabajo para realizar su labor.

3.1.3.1 Análisis de la sala de espera para conductores

- Falta realizar demarcación de la zona, debido a que se encuentra en el mismo lugar del parqueadero.
- Se debe reorganizar de manera eficiente los muebles y elementos para mejorar la estadía y el acceso al teléfono por el cual ellos son contactados.
- Mejorar los muebles y aspecto del lugar, para hacer más cómoda la estadía y darle una mejor imagen.

3.1.4 Taller Municipal En este lugar se localizan algunos de los vehículos de trabajo pesado, tales como volquetas, camiones y maquinaria amarilla de construcción, para ser despachados y ejecutar las diferentes obras que están en ejecución por parte de la Alcaldía de Bucaramanga.

También se realizan algunas reparaciones sencillas y labores de limpieza a los vehículos que se encuentran estacionados allí.

3.2 EQUIPO DE TRABAJO

La búsqueda de información correspondiente al histórico de fallas en las subestaciones portátiles se abasteció de tres (3) fuentes de información: La bitácora del centro de control de energía, los reportes diarios de la superintendencia de energía y el historial de reparaciones realizadas por el contratista. En el sistema de información de mantenimiento donde se encuentran registradas las subestaciones, no hay información sobre las fallas de las mismas.

Actualmente el Área de Recursos Físicos cuenta con un personal encargado de cumplir con todas las obligaciones; este personal tiene funciones específicas dependiendo del cargo.

3.2.1 Auxiliar de Servicios Generales (Jefe de Recursos Físicos) Es la persona encargada de liderar toda la labor de mantenimiento de las instalaciones municipales y de vehículos.

3.2.2 Ingeniero de Servicios Generales Tiene entre sus responsabilidades toda actividad relacionada con los insumos de la Alcaldía de Bucaramanga; garantizar que siempre estén cuando se necesiten y proveer a todas las instalaciones de ellos. También sirve de apoyo al jefe de Recursos Físicos.

3.2.3 Administrador de la flota de vehículos Su labor principal es tener actualizada toda la información de vehículos, como inventarios, vehículos de baja, vehículos en taller, certificados de revisión tecnomecanicas próximos a vencer, estado de los vehículos, y toda la información y documentación referente a los automotores que posee la Alcaldía.

3.2.4 Ingenieros mecánicos y/o de mantenimiento Ellos son los encargados de velar por el mantenimiento y correcto funcionamiento de todos los vehículos de la Alcaldía de Bucaramanga, para que así se pueda prestar un servicio eficiente y seguro a las demás dependencias cuando solicitan un vehículo para alguna actividad.

3.2.5 Conductores Son en sí las personas que prestan el servicio de transporte para las demás dependencias y los que tienen a su responsabilidad cada uno de los vehículos que se les fue asignados. Algunos de los conductores también realizan otras labores que se encuentran estipuladas en su contrato laboral.

3.2.6 Análisis del personal

- La parte directiva y gerencial de Recursos Físicos debe familiarizarse y acercarse más al personal de conductores
- Hace falta capacitaciones referentes al tema de vehículos, seguridad vial, normas de tránsito, conducción segura y mantenimiento al personal de conductores.
- Se deben realizar actividades de motivación para que los conductores cuiden y hagan buen uso de su herramienta de trabajo.
- Algunos conductores por tener otras obligaciones ajenas al manejo del vehículo, muchas veces no se encuentran en el lugar de trabajo o poseen poco tiempo para realizar diferentes actividades programadas para los conductores.

3.3 VEHICULOS

La Alcaldía de Bucaramanga cuenta en la actualidad con 89 vehículos activos entre automóviles, camionetas, SUV, microbuses, busetas, buses, camiones, volquetas y motocicletas, para cumplirle a las demás dependencias y prestarles un correcto servicio de transporte que supere sus expectativas, y no se retrasen en sus cronogramas laborales y actividades rutinarias de trabajo.

Estos automotores a su vez cuentan con un respectivo conductor que es el responsable del cuidado y buen uso del mismo. Solo los vehículos dedicados para la dependencia de salud cuentan con un número de conductores inferiores al número de automóviles de dicha dependencia, y esto se debe a que no siempre todos se encuentran en uso.

Por otro lado las motocicletas aunque también tienen un respectivo conductor, este no presta el servicio de conductor sino que cada motocicleta es asignada a un funcionario de alguna dependencia para que cumpla alguna de las funciones que tiene programadas y estipuladas en su contrato laboral.

3.3.1 Clasificación de vehículos Los vehículos se encuentran clasificados por marca, línea, clase, dependencia, estado actual, tipo de combustible y hasta color. Toda esta información se encuentra en un formato de inventario donde además también están los datos del soat, revisión tecnomecanica, placa y demás información relevante del vehículo.

Tabla 1. Clasificación vehículos

N° por clase	Clase de vehículo
13	Automóviles
13	Camionetas
8	SUV
4	Microbuses
40	Motocicletas
1	Busetas
1	Buses
7	Volquetas
2	Camiones

Fuente: Autor

3.3.2 Inventario parque automotor La empresa cuenta con 89 vehículos activos que están organizados y clasificados para disponer de toda la información relevante de ellos cuando así la gerencia la requiera.

De estos vehículos cabe resaltar que la mayoría son provenientes de marcas japonesas, tales como Toyota, Suzuki, Nissan, Yamaha, entre otras.

Tabla 2. Clasificación por marca

Marca	N° vehículos	Clase
Toyota	6	Automóviles
	5	Camionetas
	2	SUV
Nissan	4	Automóviles
	4	Camionetas
	1	SUV
Mazda	1	Automóvil

	1	Camioneta
Suzuki	16	Motocicletas
Yamaha	24	Motocicletas
Chevrolet	1	Automóvil
	3	Camionetas
	3	SUV
	2	Volquetas
	1	Camión
	1	Buseta
Ford	1	Camioneta
	2	SUV
Renault	1	Automóvil
	4	Microbús
Volkswagen	1	Camión
International	1	Volqueta

Fuente: Autor

De los 113 vehículos que posee la alcaldía, 24 fueron dados de baja por su condición y por antigüedad y 3 se encuentran parados por fallas en sus unidades motrices y que por costos de mantenimiento no se han podido poner de nuevo en funcionamiento

Tabla 3. Estado funcional

Activos	Inactivos	De baja
86	3	24

Fuente: Autor

Así mismo se puede identificar que la mayoría del parque automotor (67) es nuevo, ya que tienen menos de 5 años de antigüedad, e incluso de los 67

vehículos el 85% son modelo 2015 y 2014, lo que acentúa más el hecho de que estos sean nuevos. Sin embargo 8 de los 89 vehículos tienen alrededor de 20 años de antigüedad lo que preocupa un poco por motivos de seguridad vial, aunque de los 8, 3 de ellos son volquetas.

Tabla 4. Antigüedad de vehículos

Antigüedad	Vehículos
2016 – 2011	67
2011 – 2006	11
2006 – 2001	2
2001 – 1996	1
Menos de 1996	8

Fuente: Autor

Sin embargo este proyecto se enfocara solo en los vehículos conocidos como de flota liviana, ya que estos son los que se estacionan en el parqueadero de la alcaldía, y los que mayor uso e importancia tienen para la prestación del servicio.

Tabla 5. Clasificación por Flotas

Flota Liviana	Flota Mediana y Pesada
78	11

Fuente: Autor

3.3.3 Análisis de la flota de vehículos livianos

- Muchos de los vehículos presentan golpes y rayones, lo que afecta tanto la buena imagen de la empresa, como también la imagen de los automotores, y esto conlleva a tener poca motivación y cuidado para los mismos.

- Falta limpieza y cuidado externo e interno del parque automotor, para hacer más confortable el transporte y colaborar con la buena imagen.
- Falta lugar para almacenar los cascos de las motocicletas y así evitar pérdidas y mejorar el orden.
- Algunos vehículos no tienen completo el kit de carreteras, debido a pérdidas del mismo y esto además de exigirse en la norma, se debe tener por la seguridad de los peatones y personas dentro del automotor en caso de accidente.

3.4 PROCEDIMIENTO ACTUAL DE MANTENIMIENTO DE VEHICULOS

Se tienen dos diferentes procedimientos que se realizan respecto al mantenimiento de vehículos, uno de ellos es cuando se presenta alguna anomalía y esta debe ser corregida, y el otro es cuando se realizan mantenimientos preventivos periódicos.

3.4.1 Procedimiento de mantenimiento Preventivo El procedimiento Actual del parque automotor en cuestión de mantenimiento preventivo es el siguiente:

- El conductor, o ingeniero mecánico, reporta que el vehículo está por cumplir el kilometraje para mantenimiento preventivo.
- Se realiza un informe escrito del o de los vehículos que están por cumplir el kilometraje para su intervención programada de mantenimiento.
- El ingeniero mecánico programa una cita de mantenimiento para cada uno de los vehículos dependiendo de la disponibilidad de tiempo que se tenga para la intervención, ya sea en la concesionaria por garantía, o en el taller con el que se tiene convenio.

- El automotor es enviado al taller donde se le realizara el mantenimiento preventivo, dependiendo de su kilometraje y la vida útil de cada componente.
- El vehículo sale del taller y es entregado al conductor, el cual lo lleva hasta el parqueadero para que este, pueda seguir cumpliendo sus labores.
- Se hace entrega de la orden de servicio, donde se especifica los componentes cambiados y todo el mantenimiento realizado por parte de la concesionaria o taller, se verifica lo dicho en el documento y se archiva.

Figura 17. Mantenimiento Preventivo



Fuente: Autor

3.4.2 Procedimiento de mantenimiento correctivo no programado En el caso del mantenimiento no programado en caso de ocurrir una anomalía o falla en alguno de los sistemas del vehículo se realiza el siguiente procedimiento:

El conductor encargado del vehículo reporta la anomalía ya sea al ingeniero mecánico de manera verbal, o en uno de los formatos que se deben llenar diariamente antes de arrancar el vehículo y entregar semanalmente al ingeniero mecánico de turno.

Este, examina el vehículo para realizar un diagnóstico del daño y así darle la importancia que esta requiera y realizar un informe para pasarlo a la gerencia de Recursos Físicos.

El jefe de Recursos Físicos realiza un pequeño estudio, dependiendo del tipo de anomalía y del costo que esta representaría, para posteriormente dar la orden de servicio de mantenimiento.

Dependiendo de si la falla no es una falla funcional y el vehículo puede transitar así sin interferir con la seguridad tanto de los pasajeros como de los peatones y demás personas ajenas al automotor, este sigue transitando y se habla con el conductor para programar una cita con el taller de mantenimiento con el que se tenga convenio o el de la concesionaria.

Después de programada la cita el vehículo se lleva al taller y allí se le presta el servicio de mantenimiento necesario para recuperar la función del elemento que fallo.

El automotor regresa al estacionamiento por parte del conductor, quien además debe entregar la orden de trabajo, con todo el mantenimiento que se le realizo al vehículo para ser archivada.

3.4.2.1 Fallas comunes en los vehículos Entre las fallas comunes que presentan los vehículos de flota liviana de la alcaldía encontramos diferentes problemas, como en latonería y pintura, que aunque pareciera de poca importancia, se le debe prestar mucha atención, porque allí se puede dar un desajuste, corrosión y afecta la buena imagen.

Figura 18. Golpe microbús



Fuente: Autor

Las fallas más comunes encontradas durante 6 meses de operación en los automotores incluidas también las motocicletas se presentan a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 6. Fallas comunes en automotores

Sistemas en Falla	N° de Fallas	% de Fallas
Latonería y Pintura	21	31,34
Sistemas Eléctricos	15	22,39
Motor y Transmisión	12	17,91
Otros	8	11,94
Freno y embrague	5	7,46
Suspensión	3	4,48
Aire A/C	2	2,99
Dirección	1	1,49
Total	67	100

Fuente: Autor

Realizando un análisis se encontró que la mayor cantidad de fallas se debe a problemas relacionados con latonería y pintura, debido a que por mal uso del automotor este recibe golpes y rayones, además de que también la pintura se ve quemada o en mal estado por falta de limpieza y cuidado de la misma.

Figura 19. Pintura quemada



Fuente: Autor

Por otro lado, en los sistemas mecánicos del automotor se hace notar que tanto los sistemas eléctricos del vehículo junto con los sistemas de propulsión (motor y transmisión) se debe a su vez prestarle mucha atención ya que en total suman un 40% de los fallos usuales.

Figura 20. Diagnostico motor



Fuente: Autor

Figura 21. Problemas de encendido



Fuente: Autor

Estas fallas comunes en los diferentes sistemas del vehículo se debe a que no se está realizando una correcta planeación, ejecución, supervisión y programación de mantenimiento de cada uno de los automotores incluyendo las motocicletas, lo que genera tanto un riesgo para las diferentes personas y transeúntes de la ciudad, como también un alto costo de mantenimiento e indisponibilidad de los vehículos.

4. MODELO DE MANTENIMIENTO TPM PROPUESTO

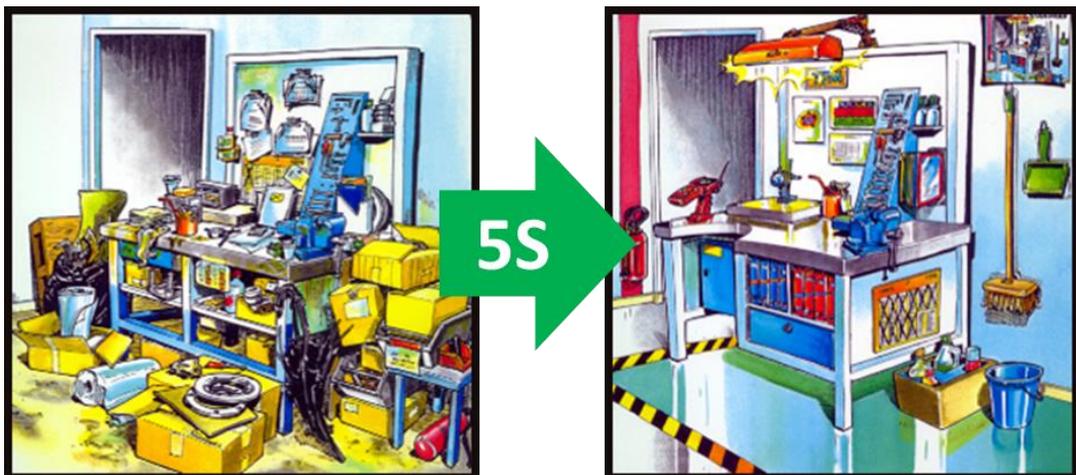
4.1 PILAR MANTENIMIENTO AUTONOMO (MA)

El pilar conocido como Mantenimiento Autónomo (MA) es la pieza fundamental en el TPM, y es también la pieza clave sobre la cual está planteado este modelo de Mantenimiento Productivo Total.

Para el desarrollo del MA es necesario tener en cuenta, o mejor seguir siete pasos y un paso denominado el paso cero (Filosofía de las 5S), los cuales conducirán a la realización del MA como pieza clave de este modelo y del TPM en general.

4.1.1 Paso cero (Filosofía de las 5S) Con la puesta en marcha de las 5S se busca promover la cultura de organización y disciplina; a su vez elimina tiempos perdidos, mejora las condiciones de higiene, apariencia y seguridad del lugar y se logra un cambio inmediato.

Figura 22. Antes y después de las 5S



Fuente: WORDPRESS. Ac Problem solving. Que es un estándar. [En línea] <<https://acproblemsolving.files.wordpress.com/2013/10/imagen1.png>> [Citado en 4 de marzo de 2016]

Con este paso cero se lograra, mejorar todas estas condiciones ya mencionadas en el área de estacionamiento, con el fin de que las personas que laboran o se encuentran en este espacio se sientan a gusto y además eliminar tiempos perdidos por falta de organización y orden.

4.1.1.1 Seiri (Organización) Aquí se busca liberar los espacios utilizados de manera inapropiada con objetos que se consideran no son necesarios para la operación y por tanto deben ser desechados.

El personal, con ayuda de la directiva de Recursos Físicos deben etiquetar, todos los elementos que deban ser eliminados del parqueadero y reportarlos en un listado, donde posteriormente se analizara si deben ser desechados o por el contrario, pueden tener un uso adecuado en otras áreas de trabajo (ser reubicados). Para esto se hará uso de un formato de tarjeta (ver figura 23) que ayudara a identificar la frecuencia de uso de los objetos del parqueadero y así tomar la decisión si dichos objetos deben ser reubicados del parqueadero.

Figura 23. Formato Organización de Objetos

TARJETA N°:		UBICACIÓN:		FECHA:
ORGANIZACIÓN DE OBJETOS PARQUEADERO				
N°	DESCRIPCION DEL ARTICULO	CANTIDAD	FRECUENCIA DE USO	UBICACIÓN
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

Fuente: Autor

4.1.1.2 Seiton (Orden) Después de desechar todos los artículos innecesarios y tener solamente todos los elementos necesarios para la operación adecuada del parqueadero, deben realizarse las siguientes tareas de orden y delimitación.

- Delimitar de manera correcta las áreas de estacionamiento, de tal manera que los vehículos sean parqueados en ellas de manera organizada: En este caso ya existen delimitadas las áreas de estacionamiento, sin embargo estas ya están faltas de pintura, por lo tanto solo basta con realizar un trabajo de pintura en las áreas ya marcadas.
- Delimitar la sala de espera de los conductores, para asegurar que los vehículos no estacionen en esta área, ya que es un área para el personal: Aquí se debe delimitar el área de sala de espera para los conductores, así como el señalar que es un área para personal del parqueadero y que se debe tener precaución.
- Señalizar el área del parqueadero: En este caso se debe señalar tanto con numeración de los parqueadero, como también la salida del parqueadero, flechas de direccionamiento de tráfico y pares.
- Delimitar la zona de parque de motocicletas, tanto de manera grupal, como el estacionamiento individual donde debe estar cada motocicleta.
- Colocar placas en los lugares de estacionamiento con los vehículos de mayor uso y que por su alta frecuencia de uso requieren una entrada y salida más rápida.
- Así también para los demás vehículos darles un lugar específico para estacionarse.
- Instalar lockers para los cascos y demás elementos de las motocicletas.
- Instalar gaveta para ubicar las llaves de los vehículos.

Figura 24. Demarcación con 5S



Fuente: OLTCO. 5S. [En línea]. <<http://oltco.co.uk/wp-content/>> [Citado en 4 de marzo de 2016]

4.1.1.3 Seiso (Limpieza) Una vez organizado y delimitados todos los elementos del parqueadero viene una labor de limpieza total y general de todo el estacionamiento, así como una restauración de la infraestructura del estacionamiento.

- Para ellos de se debe tener un líder de limpieza
- La directiva de Recursos Físicos debe estar presente y ayudar en todo el proceso, para motivar así a los conductores y demás personal.
- Se debe establecer una rotación de personal de limpieza, en el que cada semana un grupo de personas se encargaran de la limpieza general del parqueadero.

- Hay que realizar labores de limpieza y pintura de las paredes y elementos que se encuentran en el estacionamiento.
- Después de esto se programaran jornadas de limpieza, para mantener el sitio en condiciones óptimas.

Figura 25. Limpieza



Fuente: LEAN SOFTWARE PRACTICES. 5S. [En línea]. <<http://leansoftwarepractices.com>>
[Citado en 4 de marzo de 2016]

4.1.1.4 Seiketsu (Estandarización) A la hora de implementar las 5S, debemos estandarizar las mejores prácticas en el área de trabajo. A su vez si no se estandarizan las prácticas de la filosofía 5S, estas se perderán y el trabajo realizado no cumpliría su propósito.

- Estandarizar los procedimientos de las 3S anteriores como por ejemplo, la programación de jornadas de limpieza del estacionamiento. Para esto se debe realizar la programación de dichas actividades de manera periódica, tal como jornada de limpieza semanal, mantenimiento de pintura se señalización semestral o anual, y generar formatos para inspección.
- Escuchar propuestas por parte del personal para la estandarización de nuevos procesos.

- Codificar con señales y colores la ubicación tanto de los estacionamientos y los respectivos vehículos que van allí, como también la localización de los demás elementos que se encuentran en el parqueadero, tales como extintores, gaveta con las llaves de los vehículos, botiquín y demás elementos presentes en el parqueadero.
- Estandarizar el procedimiento de entrada de vehículos oficiales, particulares y de descargue de materiales. Este procedimiento actualmente ya se realiza, pero se realiza de manera manual; para un uso más eficiente de la información, se requiere realizar este proceso en hojas de cálculo de Excel.

Figura 26. Estándares



Fuente: LA OTRA CARA. Parqueadero. [En línea]. <<http://laotracara.co>> [Citado en 4 de marzo de 2016]

4.1.1.5 Shitsuke (Disciplina) Aunque hay personas que se resisten al cambio y por tal motivo se resisten a la implementación de las 5S, se debe lograr una cultura de autodisciplina en todo el personal y motivarlos a seguir implementando dicha filosofía, con incentivos, y mostrando el ejemplo desde la gerencia, organizando todo en el sitio correcto, dejando toda el área limpia y así

con el tiempo hacer que se creen costumbres adecuadas, y evitar que estas se pierdan con la rotación de personal en la empresa.

4.1.2 Paso uno (Limpieza como inspección) La limpieza de los automotores no solo garantiza su buen aspecto e imagen, sino también es una forma de encontrar anomalías y fallas que se encontraban ocultas por la suciedad.

También es una manera de prevenir el óxido tanto en las partes externas del vehículo como también en las partes internas

Pero no solo se trata de realizar una limpieza tradicional de las partes del vehículo, se trata de limpiar para aprender y familiarizarse con los componentes del vehículo y así aprender sobre su cuidado y funcionamiento. En este caso ya se realizaban anteriormente labores de limpieza de los vehículos por parte de los conductores, sin embargo por decisión de la gerencia estas se perdieron, ya que se decía que generaba mal aspecto lavar los vehículos en el parqueadero. Por esto es necesario ubicar un área específica del parqueadero para labores de aseo de los vehículos, la cual debe contar con desagües, instalación de agua, instalación eléctrica y los elementos necesarios para garantizar la buena limpieza de los vehículos sin perjudicar la imagen del parqueadero.

La lubricación y ajuste es también clave en este paso, que busca evitar desgastes progresivos y acelerados de los vehículos aumentando sus probabilidades de falla y además generando un posible riesgo en las vías.

Para realizar una correcta inspección de los equipos e identificar diferentes anomalías y fallas, se recomienda la utilización de tarjetas rojas y azules, las cuales buscan identificar anomalías de manera temprana para así evitar que los automotores presenten alguna falla inesperada.

Para este caso es necesario realizar una capacitación a los conductores para el manejo de estas tarjetas, y motivar el uso de las mismas. Posteriormente también se deben realizar capacitaciones en mecánica básica, para no solo identificar de manera más eficiente las fallas que presentan los vehículos, sino también realizar tareas menores de mantenimiento tales como ajustes y lubricación de algunos componentes del vehículo.

Figura 27. Tipos de tarjetas de anomalías

Tipos de tarjetas



Fuente: MEDINA, Cristian. Mantenimiento productivo total. [En línea]. <<http://es.slideshare.net/CristianMedina>> [Citado en 4 de marzo de 2016]

4.1.2.1 Tarjetas rojas Estas tarjetas se utilizan cuando se presenta una anomalía que no puede ser resuelta por el conductor, y por lo tanto el vehículo debe ser llevado a mantenimiento para que el área de mantenimiento se encargue de corregir la anomalía.

Figura 28. Tarjeta roja

Formulario de Tarjeta Roja con los siguientes campos:

- Tarjeta: 26002
- MENSAJES DE AVISO: MANTENIMIENTO AUTÓNOMO
- Fecha: _____
- Área: _____ Línea: _____
- Equipo: _____ Sub-Equipo: _____
- Reportado por: _____
- Prioridad: [A] [B] [C]
- TIPO DE ANORMALIDAD:
 - 1 Falta menor
 - 2 Condiciones técnicas
 - 3 Lugar difícil de accesorio
 - 4 Fuente de cost.
 - 5 Defecto de calidad
 - 6 Organización y orden
- DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA: _____
- Nombre + Adjetivo + complemento = Tarjeta clara
- Paso de TPM en que se encuentra la línea: Paso Autónomo

Etiquetas de anotación:

- # de tarjeta permite control interno
- Seleccione un tipo de anomalía
- Paso de TPM en que se encuentra la línea
- A: 24 horas
B: 1 Semana
C: 1 Mes
- Describa el problema NO la solución

Fuente: GIRALDO CARDONA, Sebastián. Presentación Pilar Mantenimiento Autónomo. UIS, 2015.

4.1.2.2 Tarjetas azules Las tarjetas azules por otro lado se usan para reportar anomalías en el vehículo que el conductor, o persona a cargo puede solucionar por su propia cuenta sin necesidad que esta anomalía sea tratada por personal de mantenimiento. Por esto es necesario realizar capacitaciones periódicas en mecánica básica a los conductores, e incentivar el uso de estas tarjetas para llevar un registro de dichas actividades de mantenimiento.

Figura 29. Tarjeta Azul

Formulario de Tarjeta Azul con los siguientes campos:

- 1590
- MENSAJES DE AVISO: MANTENIMIENTO AUTÓNOMO
- Fecha: _____
- Área / equipo: _____
- Sub-equipo: _____
- Reportado por: _____
- Prioridad: [A] [B] [C]
- Paso:
- DESCRIPCIÓN PROBLEMA: _____

Fuente: GIRALDO CARDONA, Sebastián. Presentación Pilar Mantenimiento Autónomo. UIS, 2015.

4.1.2.3 Formato Control de anomalías Así mismo se debe llevar un formato de control de anomalías, donde se indique lo siguiente:

- Número de la tarjeta
- Color de la tarjeta
- Placa del vehículo
- Kilometraje
- Tipo de anomalía
- Fecha de elaboración de la tarjeta
- Fecha de reparación de la anomalía

4.1.3 Paso dos (Eliminación de focos de contaminación) En este paso se busca disminuir tiempos de limpieza y chequeo, evitar fallos de equipos, garantizar la calidad y eliminar pérdidas.

Para esto se deben identificar todas las posibles fuentes de contaminación en los elementos mecánicos del vehículo y también los elementos ajenos al mismo que causan anomalías y fallas en los mismos.

Una forma de resolver este paso es utilizando el sistema de análisis de causa raíz, el cual por medio de las respuestas a unas preguntas se logra determinar la causa o fuente de la contaminación y luego de esta manera poder eliminar dicho foco de contaminación. Estas preguntas se basan en el por qué ocurrió una falla, y buscar las causas posibles que pudieron causar dicha falla; así al tener las diferentes posibles causas del problema analizar desde la parte técnica cual de todas o cuales son las causas más probables, para evitar que estas fallas se repitan en el futuro. En este caso se hace necesario que los conductores tengan un nivel de

cocimiento mecánico mayor, así como estar apoyados a su vez del encargado de mantenimiento de los vehículos.

Figura 30. Formato Causa raíz que genero el problema

CAUSA RAIZ QUE GENERO EL PROBLEMA			
COMPONENTE	ACCION CORRECTIVA	PROBLEMA RELACIONADO	RESPONSABLE
¿Fue efectiva la accion?		REVISÓ:	FECHA:
SI	NO		

Fuente: Autor

Para esto se puede hacer uso del formato de causa raíz (ver figura 30) que genero el problema, donde de manera sencilla los conductores junto con el apoyo del personal de mantenimiento, se pueda identificar la causa del problema y así también tomar medidas para evitar que esta se vuelva a presentar en el futuro.

4.1.4 Paso tres (Estándares) En este paso se quiere lograr que los pasos cero, uno y dos se estandaricen como procesos para así realizar los procedimiento de la manera más eficiente y correcta.

En los estándares siempre debe haber un que, un quien, un donde, aun cuando, un por qué y un cómo.

4.1.4.1 **Que** Es la descripción de la actividad que se va a realizar, dicho de otra manera es el procedimiento.

4.1.4.2 **Quien** Es la persona responsable de la actividad programada en el estándar

4.1.4.3 **Donde** Allí es donde se ejecutara el procedimiento necesario que describe el estándar.

4.1.4.4 **Cuando** Aquí se debe fijar la frecuencia con la que se debe realizar el procedimiento

4.1.4.5 **Por qué** Acá se da una idea de lo que pasaría si no se hiciera el procedimiento, o la razón principal por qué se debe hacer y seguir el estándar.

4.1.4.6 **Como** Es el procedimiento como tal, se dan los pasos a seguir para realizar de la manera correcta la labor que se menciona en el estándar, la herramienta a utilizar y todos los elementos a tener en cuenta.

Figura 32. Formato Inspección antes de la marcha

 GOBIERNO DEPARTAMENTAL DE BUCARAMANGA		CONTROL SEMANAL DE NIVELES POR VEHICULO														Código: F-GAT-83 Versión: 0.0 Página: 1 de 1	
		MANTENIMIENTO PREVENTIVO 1 Mantenimiento de rutina		CIUDAD: BUCARAMANGA		SEMANA DEL _____ AL _____										OBSERVACIONES	
VEHICULO PLACA:		MODELO:		LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO			
				OK	NO	OK	NO	OK	NO	OK	NO	OK	NO	OK	NO		
C O N T R O L E S																	
NIVEL DE ACEITE DE MOTOR																	
NIVEL DE ACEITE DE DIRECCIÓN																	
NIVEL DE ACEITE DE CAJA																	
NIVEL DE AGUA DE TENDADOR																	
NIVEL DE AGUA EN TANQUE RADIAADOR																	
AGUA POTE LAVAPARABRISAS																	
NIVEL DE AGUA EN BATERIA																	
LQUIDO DE FRENS																	
INDICADOR DE TEMPERATURA																	
INDICADOR PRESION DE ACEITE																	
INDICADOR DE BATERIA																	
INDICADOR DE NIVEL GASOLINA																	
INDICADOR DE FRENO DE MANO																	
PRESION EN LLANTAS																	
LUCES DELANTERAS																	
LUCES TRASERAS																	
LUCES DE CRUCE																	
LUCES INTERNAS CABINA																	
LUCES DE EMERGENCIA																	
LAVADO Y LIMPIEZA DEL VEHICULO																	
DOCUMENTACIÓN (Pasaj. Revision, etc)																	
ODOMETRO (cuantos kilometros)																	
KILOMETRAJE																	
ESCRIBA CUALQUIER OBSERVACION SOBRE: RUIDOS, /FALLAS EN MOTOR, CAJA, EMBRAGUE, DIRECCION, FRENS, BOTES DE ACEITE, DE AGUA, DESGASTE EN CORREAS, MANOJERAS Y GAUCHOS, LUCES QUEMADAS; FALTA DE DOCUMENTAC																	
OBSERVACIONES:																	
CONDUCTOR: _____ OFICINA DE RECURSOS FISICOS _____ Nombre Legible y Firma																	
OBSERVACIONES: ESTE FORMATO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SE DEBE LLENAR A RUMBO APLICAR EN UNA CARPETA QUE ESTE IDENTIFICADA POR PLACA DE VEHICULO. PERIODICIDAD: SE DEBE ENTREGAR UNA COPIA SEMANAL A LA OFICINA DE RECURSOS FISICOS.																	

Fuente: Formato F-GAT-8300-238,37-024, Recursos Físicos

Sin embargo este estándar posee algunas falencias como:

- Falta entrenamiento y capacitación a los conductores para que puedan entender el formato, el procedimiento a realizar, las herramientas a utilizar y que comprendan o tengan ciertos conocimientos en mecánica.

- El procedimiento y formato es el mismo para todos los vehículos de la alcaldía sin importar el tipo que sea, lo que genera vacíos en la inspección de algunos vehículos y en otros elementos innecesarios de verificar.
- Hace falta concientizar a los conductores para que hagan dicha revisión de manera objetiva y sin alterar los datos.

Así mismo se debe estandarizar otros procesos como:

- Limpieza de vehículos
- Inventario de los elementos de seguridad activa, pasiva y de los documentos del vehículo
- Ajuste y lubricación

Para el caso de limpieza de vehículos, se puede seguir este formato, el cual los conductores podrán realizar junto con el apoyo del personal de mantenimiento. La forma de uso de este formato (ver figura 33) es bastante sencilla; en la columna de conjunto, va el componente principal (Motor, transmisión, etc.), la casilla de componente sería el subcomponente (Elementos que componen la pieza principal); en la columna observación se indica si existe alguna anomalía; acción de inspección, es cuando si el componente requiere lubricación, ajuste, o alguna actividad de mantenimiento; La herramienta es la herramienta necesaria requerida para dicha actividad, esta herramienta agiliza los tiempos de mantenimiento si estos deben ser realizados por personal idóneo de mantenimiento.

Figura 33. Formato de limpieza, lubricación, ajuste y chequeo

Fecha:		Vehículo:		RESPONSABLE:	
LIMPIEZA, LUBRICACION, AJUSTE Y CHEQUEO					
N°	CONJUNTO	COMPONENTE	OBSERVACION	ACCION DE INSPECCION	HERRAMIENTA
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

Fuente: Autor

4.1.5 Paso cuatro (Inspección general de equipos) Hasta aquí solo se realizaban actividades para controlar las condiciones básicas del mantenimiento del vehículo (Limpieza, lubricación y ajuste).

En este paso por el contrario se verifica la condición general del automotor, para así detectar fallas presentes en el mismo, o anomalías que podrían convertirse más adelante en una falla si no se tratan a tiempo.

Aquí es donde usualmente el personal debe recibir la capacitación necesaria para realizar estas jornadas de inspección general y detectar de manera efectiva todas estas anomalías y fallas que podrían representar un riesgo para el vehículo y sus tripulantes y además elevados costos en el mantenimiento por la tardía intervención de la falla.

Para garantizar la buena ejecución de la inspección del automotor es necesario estandarizar el proceso y capacitar al personal para que realice esta de la manera correcta y además con elementos de seguridad necesarios para evitar accidentes laborales e inconvenientes.

Figura 34. Inspección de vehículos



Fuente: MUNDO RECAMBIO Y TALLER. Neumáticos. [En línea].
<<http://www.mundorecambioytaller.com>> [Citado en 4 de marzo de 2016]

Para nuestro caso ya se cuenta con un formato de inspección de antes de la marcha mencionado anteriormente (ver figura 32) el cual se realiza diariamente, y se lleva para su revisión semanalmente, donde el personal de mantenimiento analiza lo presentado en los formatos y se efectúa un informe para de las acciones a realizar para corregir las anomalías encontradas en los vehículos.

4.1.6 Paso cinco (Inspección general del proceso – Autónoma) En este paso ya no se realiza inspecciones a los vehículos o al equipo, sino al proceso como tal que se está llevando acabo y los elementos que lo conforman como:

- Los estándares de limpieza
- Estándares de lubricación y ajuste
- Estándares creados en la filosofía de las 5S
- Estándares de inspección del vehículo
- Y todos los procedimientos creados anteriormente.

Todo esto se realiza con el fin de evaluar si hay alguna inconsistencia en alguno de los procesos creados anteriormente y por lo tanto no generan valor a la labor de mantenimiento sino pérdidas y desperdicio. Esto también se debe realizar con el objetivo de corregir errores en los diferentes pasos anteriores y así, que los procesos se estandaricen y las actividades realizadas se efectúen de manera eficiente y segura.

En este paso también, se deben estandarizar procesos y labores de mantenimiento por parte del equipo de mantenimiento y de la directiva de Recursos Físicos, los cuales deben actuar en conjunto con el equipo de mantenimiento y de los conductores, que son las personas que están más relacionadas con los diferentes procesos, para evaluar cada paso y estándar y realizar cambios si estos son necesarios.

4.1.7 Paso seis (Sistematización del mantenimiento)¹⁵ Los directores y supervisores en este paso toman el liderazgo para completar la implantación del

¹⁵ SPC CONSULTING GROUP. Mantenimiento Autónomo en 7 pasos. Nuevo León, México, 2013. [En línea]. < <http://spcgroup.com.mx/mantenimiento-autonomo-en-7-pasos/> > [Citado en 4 de Marzo de 2016]

mantenimiento autónomo evaluando el rol de los operarios y conductores, clarificando sus responsabilidades.

Por ejemplo, ¿qué deben hacer los conductores para evitar averías y defectos, y qué capacidades adicionales deben adquirir? Sobre la base de las experiencias de los conductores hasta este punto, los directores deben ampliar el perfil de sus actividades relacionadas con el vehículo.

Además del mantenimiento de las condiciones básicas y de la inspección del equipo, los conductores deben ser también responsables de:

- Tiempos de alistamiento de mantenimiento
- Ajustes y Lubricación
- Detección y tratamiento de condiciones anormales
- Registrar datos de la operación, calidad, y condiciones de proceso
- Sugerir rediseños en subsistemas del vehículo
- Servicios menores

4.1.8 Paso siete (Autogestión) Es aquí donde todo está hecho, pero aún se deben pulir ciertos detalles, ya que para esta etapa los conductores y personal a cargo ya deben realizar todos los ejercicios de manera independiente, autónoma, con moral alta y de manera muy profesional. Sin embargo todo este proceso debe seguir mejorando constantemente por la tanto es necesario llevarlo a la mejora continua.

Para esto es importante brindarles una constante capacitación y entrenamiento a todo el personal, tanto a conductores, como a las personas encargadas del mantenimiento y también a los directivos de recursos físicos; para esto es

importante que cada área de trabajo haga una autoevaluación de las actividades realizadas, de los indicadores propuestos y resultados obtenidos. También es sumamente importante en este paso evitar perder la motivación adquirida durante todo este proceso del personal involucrado en todo este nuevo proyecto que busca una optimización en el mantenimiento de los vehículos de la empresa.

4.2 METAS CON EL MA

- Motivar a los conductores para la realización de labores de mantenimiento y cuidado de los vehículos, garantizando así su buen uso.
- Prolongar la vida útil de los automotores atacando las fallas mucho antes de que sucedan por medio de la intervención oportuna a las anomalías que se presenten en el vehículo
- Aumentar las capacitaciones constantes al personal con el fin de garantizar una correcta gestión de mantenimiento de los equipos.
- Aumentar la disponibilidad de los vehículos, ya que algunos se encuentran inactivos por fallas funcionales y que su puesta a punto representaría un costo alto de mantenimiento (costos superiores al valor comercial del vehículo).
- Aumentar la OEE en más del 85%

4.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) aunque es de gran ayuda y genera grandes y provechosos cambios en la cultura de mantenimiento y por tal razón en la disponibilidad y vida útil de los equipos; también requiere del apoyo de un plan de mantenimiento que garantice y apoye el pilar de Mantenimiento Autónomo (MA).

Por esta razón se recomienda elaborar y ejecutar de manera eficiente y objetiva un plan de mantenimiento preventivo, que garantice una intervención oportuna de

los vehículos a sus componentes antes que estos fallen y causen daños y averías mayores que no solo generan costos altos por mantenimiento, sino también posibles accidentes en la vía.

Figura 35. Mantenimiento Preventivo



Fuente: DSG MOTOR SERVICE. Mantenimiento Preventivo. [En línea]. <<http://dsgmotorservice.com>> [Citado en 4 de marzo de 2016]

La Alcaldía de Bucaramanga cuenta con un plan de mantenimiento para los vehículos, donde también están incluidas las motocicletas. Este plan de mantenimiento es seguido de acuerdo a las recomendaciones de los diferentes fabricantes de vehículos, donde varían según marca y modelo; esto también se debe a que muchos de los vehículos que se usan en la empresa, aún están en garantía por parte de los fabricantes.

Los vehículos que no se encuentran en garantía y que ya son modelos antiguos, como por ejemplo vehículos con 7 años o más de antigüedad, son llevados a un taller de mantenimiento diferente al de las casas matrices, y dicho taller varía cada periodo electoral de la alcaldía, esto ya por políticas de la institución. Este taller realiza las labores de mantenimiento según kilometraje y recomendación de los fabricantes de los vehículos.

4.3.1 MP Recomendado por los fabricantes El mantenimiento preventivo (MP) que se realiza a los vehículos de la empresa, se efectúa siguiendo todos los parámetros y procedimientos según kilometraje que recomienda cada fabricante de los vehículos con los que cuenta la Alcaldía de Bucaramanga. Este mantenimiento incluso en algunos casos es desempeñado por las mismas casas matrices de los vehículos cuando estos vehículos aun cuentan con garantía, como es el caso de los Toyota Corolla, Toyota Land Cruiser, Toyota Prado, Nissan NP 300 Frontier; e incluso también se realizan los mantenimientos preventivos en las casas matrices a los vehículos que tengan 7 años o menos de antigüedad. Para los vehículos de mayor antigüedad este mantenimiento se realiza en un taller contratado por la empresa, pero teniendo en cuenta las recomendaciones de los fabricantes.

En las siguientes figuras (ver figuras 36, 37 y 38), se muestra los mantenimientos preventivos recomendados por los fabricantes de algunos modelos de los vehículos que se tienen en la empresa.

Figura 36. Plan de Mantenimiento Toyota Corolla



(Los valores expresados son cada 10.000 kilometros)

	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
CAMBIO										
LUBRICANTE DE MOTOR	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
BUJIAS DE ENCENDIDO										•
FILTRO DE AIRE				•					•	
FILTRO DE ACONDICIONADOR DE AIRE		•		•		•			•	•
FILTRO DE COMBUSTIBLE									•	
FLUIDOS DE TRANSMISION MANUAL									•	
FLUIDOS DE FRENO / EMBRAGUE				•					•	
INSPECCIÓN										
SISTEMA DE A/C Y CALEFACCION		•		•		•		•		•
BATERÍA	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
FILTRO DE CARBON ACTIVADO				•					•	
CONEXIONES DEL SISTEMA DE A/C				•					•	•
CONEXIONES DE COMBUSTIBLE				•					•	•
CORREAS TRANSMISORAS		•		•		•		•		•
CONDUCTOS DE ESCAPE Y MONTANTES		•		•		•		•		•
EXTREMOS ARTICULADOS Y VOLANTE		•		•		•		•		•
FILTRO DE ACONDICIONADOR DE AIRE	•		•		•		•		•	
FLUIDOS DE TRANSMISION MANUAL				•						
FLUIDOS DE TRANSMISION AUTOMATICA				•					•	
PEDAL DE EMBRAGUE	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
GUARDAPOLVOS DE SEMEJES		•		•		•		•		•
ARTICULACIONES Y SUS GUARDAPOLVOS		•		•		•		•		•
HOLGURA DE VALVULAS									•	
BOCINA Y LUCES INTERIORES / EXTERIORES	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
NIVEL DE REFRIGERANTE DE MOTOR				•					•	
NIVEL FLUIDOS FRENO/ EMBRAGUE	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
NIVEL REC. LIMPIA LAVAPARABRISAS	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
PASTILLAS Y DISCOS DE FRENO	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
PEDAL DE FRENO Y FRENO DE MANO	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
PRESION DE INFLADO DE NEUMATICOS	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
SUSPENSION TRASERA Y DELANTERA		•		•		•		•		•
TUBERIAS, MANGUERAS Y CONECTORES DE FRENO		•		•		•		•		•
FILTRO DE AIRE		•				•				•
OTROS										
ROTACION DE NEUMATICOS	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Fuente: TOYOTA. Plan de Mantenimiento. [En línea].
 <http://www.toyota.com.ar/usuarios/plan_mantenimiento/planMantenimientoCorolla.aspx> [Citado
 en 25 marzo de 2017]

Figura 37. Plan de mantenimiento Toyota Hilux



Precios de mantenimiento:

	10k / 50k / 70k	55,490
	20k / 100k	55,790
	30k / 90k	55,890
	40k / 80k / 80k	57,790

Los servicios están expresados en miles de kilómetros.

(Los valores expresados son cada 10.000 kilómetros)

	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
CAMBIO										
LUBRICANTE DE MOTOR	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
FILTRO ACEITE MOTOR	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
FILTRO DE AIRE			*			*		*		*
FILTRO DE ACONDICIONADOR DE AIRE		*	*		*	*		*	*	*
FILTRO DE COMBUSTIBLE										*
FLUIDOS DE DIRECCION DE POTENCIA									*	*
FLUIDOS DE DIFERENCIALES				*					*	*
FLUIDOS DE TRANSFERENCIA (4x4)									*	*
FLUIDOS DE TRANSMISION MANUAL									*	*
FLUIDOS DE TRANSMISION AUTOMATICA									*	*
FLUIDOS DE FRENO / EMBRAGUE			*						*	*
INSPECCION										
SISTEMA DE A/C Y CALEFACCION		*	*	*	*	*	*	*	*	*
BATERIA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
CONEXIONES DEL SISTEMA DE A/C				*	*	*	*	*	*	*
CONEXIONES DE COMBUSTIBLE				*	*	*	*	*	*	*
CORREAS TRANSMISORAS		*	*	*	*	*	*	*	*	*
CONDUCTOS DE ESCAPE Y MONTANTES		*	*	*	*	*	*	*	*	*
EXTREMOS ARTICULADOS Y VOLANTE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
FILTRO DE ACONDICIONADOR DE AIRE		*	*	*	*	*	*	*	*	*
FLUIDOS DE DIRECCION DE POTENCIA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
FLUIDOS DE DIFERENCIALES	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
FLUIDOS DE TRANSMISION MANUAL				*	*	*	*	*	*	*
FLUIDOS DE TRANSMISION AUTOMATICA				*	*	*	*	*	*	*
FLUIDOS DE TRANSFERENCIA (4x4)				*	*	*	*	*	*	*
PEDAL DE EMBRAGUE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
GUARDAPOLVOS DE SEMEJES	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
ARTICULACIONES Y SUS GUARDAPOLVOS	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
HOLGURA DE VALVULAS		*	*	*	*	*	*	*	*	*
HUMOS DE ESCAPE Y RENDIMIENTO		*	*	*	*	*	*	*	*	*
BOCINA Y LUCES INTERIORES / EXTERIORES	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
NIVEL DE REFRIGERANTE DE MOTOR		*	*	*	*	*	*	*	*	*
NIVEL FLUIDOS FRENO/ EMBRAGUE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
NIVEL REC. LIMPIALAVAPARRISAS	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
PASTILLAS Y DISCOS DE FRENO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
PEDAL DE FRENO Y FRENO DE MANO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
PRESION DE INFLADO DE NEUMATICOS	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SUSPENSION TRASERA Y DELANTERA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
TUBERIAS, MANGUERAS Y CONECTORES DE FRENO		*	*	*	*	*	*	*	*	*
FILTRO DE AIRE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
ZAPATAS Y TAMBORES DE FRENO		*	*	*	*	*	*	*	*	*
OTROS										
ENGRASE DE ARBOLES CARDANICOS	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
ENGRASE DE ROTULAS Y EXTREMOS	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
ROTACION DE NEUMATICOS	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
TORQUEAR BULONES DE ARBOLES CARDANICOS	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Fuente: TOYOTA. Plan de mantenimiento Hilux. [En línea].
 <http://www.toyota.com.ar/usuarios/plan_mantenimiento/planMantenimientoHilux.aspx> [Citado en 25 de marzo de 2017]

Figura 38. Plan de mantenimiento Ford Ecosport

Ecosport
Nafta

Ver Plan de Mantenimiento



Precios sugeridos de los servicios de mantenimiento programado

15 mil km	30 mil km	45 mil km	60 mil km	75 mil km	90 mil km	105 mil km
0 años*	2 años*	3 años*	4 años*	5 años*	6 años*	7 años*

ENTRADA DEL VEHÍCULO AL TALLER

- **Cuadro de instrumentos, faros, luces de emergencia, intermitentes y bocina.**
Comprobar funcionamiento.
- **Embrague y freno.**
Comprobar funcionamiento.
- **Equipo de aire acondicionado y calefacción.**
Comprobar funcionamiento.

- **Lava / limpiaparabrisas y luneta.**
Comprobar funcionamiento / ajustar, si fuera necesario.
- **Escobillas limpiaparabrisas / limpialuneta.**
Verificar / sustituir, si fuera necesario.

INTERIOR DEL VEHÍCULO

- **Luces interiores, testigos, iluminación del cuadro de instrumentos, cinturones de seguridad, tablero de instrumentos.**
Comprobar funcionamiento / estado.
- **Luz del compartimento de baúl.**
Comprobar funcionamiento si corresponde.
- **Freno de estacionamiento.**
Controlar funcionamiento / ajustar, si corresponde.
- **Filtro de polen.**
Sustituir (con más frecuencia en ambientes polvorientos).

- **Equipo de diagnóstico.**
Colocar para verificar correcto funcionamiento.
- **Aviso de mantenimiento programado.**
Desactivar aviso de mantenimiento programado.
- **Aviso de reemplazo de aceite. Motor Diesel 1.5L, Duratorq TDCI.**
Desactivar aviso de reemplazo de aceite.
- **Airbag.**
Sustituir Cada 15 años

EXTERIOR DEL VEHÍCULO

- **Luces exteriores, luces de emergencia, indicadores de giro, bocina.**
Comprobar funcionamiento / alineación.
- **Cerraduras / Pestillo de seguridad del capó, bisagras, retenedor de puerta.**
Comprobar funcionamiento / engrasar.
- **Carocería.**
Examinar el estado general de la chapa y la pintura, identificar posibles picaduras, gretas, oídos, abolladuras u otros daños.

- **Neumáticos.**
Ajustar presión, según especificación.
- **Tuercas de ruedas.**
Verificar apriete, según especificación.
- **Rueda de auxilio.**
Ajustar presión, comprobar desgaste y estado.

BAJO EL CAPO

- **Cableados, tuberías, tubos flexibles, circuitos de aceite, combustible y refrigeración.**
Comprobar el tendido, si hay daños, roces, fugas (donde sea visible).
- **Motor, calefactor y radiador.**
Comprobar daños y fugas (donde sea visible).
- **Paneles radiadores.**
Verificar estado / limpiar sisl. enfriamiento, aire acondicionado, dirección de potencia.
- **Correas auxiliares (Poli V).**
Comprobar estado / ajustar, si fuera necesario.
- **Correas auxiliares (Poli V).**
Sustituir (todos los motores), cada 5 años o 90.000 Km.
- **Correa de distribución, motor Nafta/Gasolina 1.6L Duratec.**
Sustituir cada 8 años o 120.000 Km.
- **Correas de distribución, motor Nafta 2.0L. Posee "cadena" de distribución.**
Revisar / reponer nivel del líquido, si fuera necesario. Sustituir cada 6 años o 105.000 km (líquido de enfriamiento naranja/rosa).
- **Líquido de enfriamiento.**
Posee "cadena" de distribución. No requiere mantenimiento.

- **Líquido de dirección hidráulica.**
No posee. Dispone de Dirección asistida en forma electrónica (EPAS).
- **Líquido de sistema lavaparabrisas.**
Comprobar / reponer nivel del líquido, si fuera necesario.
- **Equipo de aire acondicionado y calefacción.**
Comprobar funcionamiento y posibles pérdidas.
- **Bornes de batería.**
Limpiar si fuera necesario.
- **Líquido de freno / embrague.**
Comprobar / reponer nivel del líquido, si fuera necesario.
- **Líquido de freno / embrague.**
Sustituir cada 2 años o 45.000 Km.

BAJO EL VEHÍCULO

- **Aceite de motor y filtro. Nafta/Gasolina.**
Sustituir aceite y filtro.
- **Aceite de motor y filtro. Motor Diesel 1.5L Duratorq TDCI.**
Sustituir aceite y filtro cada 15.000 km ó un año, ó al activarse el alerta de reemplazo de aceite (o que ocurra primero).
- **Motor, caja de velocidades, caja de transferencia y diferencial trasero (4x4).**
Comprobar daños / fugas / pérdidas.
- **Fluido de caja de velocidades. Manual/ Secuencial.**
Verificar nivel / reponer, si fuera necesario.
- **Sistema de escape.**
Verificar daños, roces, fugas, inspeccionar los protectores de calor. Remover materiales adheridos.

- **Neumáticos.**
Verificar desgaste / efectuar rotación.
- **Dirección, articulaciones de suspensión, semiejes, juntas homocinéticas, fuelles, crucetas, árbol de transmisión, articulaciones de dirección, amortiguadores.**
Comprobar daños, desgaste, pérdidas y/o deterioro de gomas.
- **Bajos del vehículo.**
Comprobar estado de revestimientos de PVC y aislaciones.
- **Tuberías, tubos flexibles, tuberías de alimentación de aceite y combustible, escape.**
Comprobar tendido, daños, roces, fugas (donde sea visible).
- **Frenos delanteros.**
Con ruedas desmontadas, comprobar desgaste de pastillas de freno, discos, y deterioro de conductos y componentes de aorta.

Fuente: FORD. Plan de mantenimiento Ecosport. [En línea]
<https://www.ford.com.ar/posventa/mantenimiento-garantia/ecosport-nafta/> [Citado en 25 de marzo de 2017]

94

Para la estandarización del programa de mantenimiento, se tiene el formato mostrado en la figura 39, el cual se ajusta a cada vehículo dependiendo de las recomendaciones de cada fabricante, en donde también varían los tiempos o kilómetros en los que se debe realizar una tarea de mantenimiento; sin embargo, este programa de mantenimiento se debe actualizar, ya que algunas tareas de mantenimiento estipuladas allí, son para sistemas obsoletos en vehículos antiguos. También se debe tener varias versiones de este programa de mantenimiento, para ser más precisos en las tareas de mantenimiento, que difieren según la clase de vehículo.

Figura 40. Programación de mantenimiento de vehículos

VEHICULO (PLACA)		OPERACIÓN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADA		MESES												OBSERVACIONES
				ENE	FEBR	MAR	ABRIL	MAYC	JUN	JUL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC	
AÑO _____																

Fuente: Formato F-GAT-8300-238,37-031 Programa mantenimiento vehículos, Recursos Físicos

Como parte de la programación del mantenimiento en los vehículos, se debe llevar tanto un registro, como también una programación más específica por fecha, esto con el fin de planear cuándo y cuánto tiempo el vehículo estará fuera de servicio, y así planear mejor la logística del parque automotor. Esta programación se usa

para ejecutar tanto mantenimientos correctivos como preventivos que se presentan fuera del plan de mantenimiento normal por kilometraje.

Tanto para el caso de que el vehículo presente una falla inesperada y que sea necesario realizar un mantenimiento correctivo, o para realizar una tarea de mantenimiento preventivo que se encuentra programada, es necesario llevar un control de estas operaciones por medio de órdenes de trabajo o para este caso solicitud de mantenimiento. Este formato de solicitud de mantenimiento (ver figura 41) debe tener unos datos básicos del vehículo, la dependencia a la cual pertenece, la fecha en la que se presenta, la descripción del problema o de la tarea de mantenimiento a realizar y la aprobación por parte de recursos físicos para realizar esta orden.

Figura 41. Solicitud de reparación y mantenimiento

 <p>Alcaldía de Bucaramanga</p>	SOLICITUD DE REPARACION Y MANTENIMIENTO	Código: F-GAT-8300-238,37-025
		Versión: 1.0
		Página 1 de 1

Información general			
Placa	Modelo	Marca	Dependencia asignada
Diagnostico			
Fecha	Problemas presentados		Visto bueno y aprobado

OBSERVACIONES: el taller debe anexar Orden de servicio.

Fuente: F-GAT-8300-238,37-025 Solicitud de reparación y mantenimiento, Recursos Físicos, 2015

5. CONCLUSIONES

- Se logró identificar las fallas en el sistema de gestión de mantenimiento y los puntos débiles del mismo, por medio del diagnóstico realizado al parque automotor de la Alcaldía de Bucaramanga, y por lo tanto al realizar una evaluación de estas se identificaron las mejoras aplicando el TPM.
- Se propusieron acciones de mejora para afianzar el vínculo y el sentido de pertenencia entre el vehículo y el conductor por medio del pilar fundamental del TPM, el Mantenimiento Autónomo y sus 4 primeros pasos
- Se involucró todos los niveles gerenciales y a los conductores con la filosofía del TPM con ayuda de los pasos 5, 6 y 7 del pilar Mantenimiento Autónomo.
- Se elaboró un modelo de mantenimiento basado en TPM por medio de la información consultada en libros y documentos y con el fin de mejorar la gestión de mantenimiento y disponibilidad de los activos que se encuentran en la empresa.

6. RECOMENDACIONES

- Evaluar e implementar el modelo de mantenimiento basado en TPM en la Alcaldía de Bucaramanga, para mejorar la gestión de mantenimiento en los vehículos que allí realizan.
- Elaborar y aplicar un plan de mantenimiento preventivo adecuado para la flota de vehículos livianos, con el fin de empalmar el modelo de TPM con el plan de mantenimiento preventivo y así obtener mejores resultados.
- Aumentar el número de capacitaciones técnicas al personal de Recursos Físicos con temas relacionados al mantenimiento, para adquirir personal apto en todos los niveles del mantenimiento.
- Dar mayor importancia al mantenimiento de vehículos e incrementar los recursos en dicha área, para así lograr mejores resultados a mediano y largo plazo.

BIBLIOGRAFIA

CASTAÑO PEÑA, Juan y LEON PEÑA, Jose. Diseño de un programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM), en el parque automotor de Gsint Ltda. (Grupo de soluciones integrales Ltda.) En el sector minero. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander, 2014.

CUATRESASES ARBOS, Lluís. Gestión del mantenimiento de los equipos productivos. 1ra Ed. Madrid. Ediciones Díaz de Santos, 2012. P. 669

CUATRESASES ARBOS, Lluís; TORREL MARTINEZ, Francesca. TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva. 1ra Ed. Barcelona. Profit, 2010. 412 p.

DUFFUAA, Salih. RAOUF, A. DIXON, John. Sistemas de Mantenimiento planeacion y control. 1ra Ed. México. Limusa Wiley, 2010. 420 p

GARCIA GARRIDO, Santiago. La contratación del mantenimiento industrial. 1ra Ed. Madrid. Ediciones Díaz de Santos, 2010. p. 147.

GARCIA, Oliverio. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. 1ra Ed. Bogotá. Ediciones de la U, 2012. 170 p.

GIRALDO CARDONA, Sebastian. Presentación pilar Mantenimiento Autónomo – TPM. Bucaramanga. UIS, 2015.

GOMEZ DE LEON, Félix. Tecnología del Mantenimiento Industrial. 1ra Ed. España. Universidad de Murcia, 1998. 341 p.

GOMEZ SANTOS, Carola. Mantenimiento Productivo Total. Una visión global. 1ra Ed. España. Lulu.com, 2001. P. 7.

GONZALEZ FERNANDEZ, Francisco. Teoría y Practica del Mantenimiento Industrial Avanzado. 2da Ed. Madrid. Fundación Confemetal, 2005. 575 p.

NAKAJIMA, Seiichi. Introducción al TPM. Japan Institute for plant Maintenance (JIPM). Tecnología de Gerencia y Producción S. A. Madrid, 1991.

MORA, Enrique. Filosofía de las 5S. Agosto de 2011. [En línea]. <http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE//articles_on_total_productive_maintenance/leanmfg/filosofiadelas5s.htm> [Citado en marzo de 2016]

MUNICIPIO DE BUCARAMANGA. Historia. Bucaramanga, Colombia. [En línea]. <<http://www.bucaramanga.gov.co/Contenido.aspx?Param=8>> [Citado en marzo de 2016]

PERDOMO GONZALEZ, Román. Alcaldía Municipal. Bucaramanga, Colombia. [En línea]. <http://historiaabierta.org/mapa/items/show/21#.Vtjfg_nhDIU> [Citado en Marzo de 2016]

PEREZ VERZINI, Raúl. Los pilares del TPM. ActionGroup. Córdoba, Argentina, 2011. [En línea]. <<http://www.actiongroup.com.ar/los-pilares-del-mantenimiento-productivo-total-hoy/>> [Citado en marzo de 2016]

SPC CONSULTING GROUP. Mantenimiento Autónomo en 7 pasos. Nuevo León, México, 2013. [En línea]. < <http://spcgroup.com.mx/mantenimiento-autonomo-en-7-pasos/> > [Citado en marzo de 2016].