

**PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA PESADA, MAQUINARIA  
AGRÍCOLA Y VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE LA ALCALDÍA DEL  
MUNICIPIO DE BELÉN BOYACÁ**

**DIEGO ALEXANDER ALBA NIÑO  
DIEGO JULIAN BAEZ VALDERRAMA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA  
2013**

**PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA PESADA, MAQUINARIA  
AGRÍCOLA Y VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE LA ALCALDÍA DEL  
MUNICIPIO DE BELÉN BOYACÁ**

**DIEGO ALEXANDER ALBA NIÑO  
DIEGO JULIAN BAEZ VALDERRAMA**

**Trabajo de Grado para optar por el título de  
Ingeniero Mecánico**

**Director  
CARLOS BORRAS PINILLA  
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2013**

*A mi madre por su infinito apoyo*

*Diego Julián Báez Valderrama*

*A Dios, que es mi guía en el andar de mi vida.*

*A Doña Geñita mi Madre y a Don Diego mi Padre, por su incansable esfuerzo en mi formación, quienes nunca han dudado en apoyarme y son la motivación de mi vida.*

*Diego Alexander Alba Niño*

## AGRADECIMIENTOS

A mi madre María Eugenia por luchar con migo por este sueño e inculcarme:  
“estudie, trabaje y se da gusto”

A mis Tíos, Vicente, Esperanza y Dora por sus consejos y su apoyo incondicional.

A mis Primos Zulma y Vicente por su ejemplo y apoyo.

A mi Novia Decci por su ayuda para lograr esta meta.

A mis Familiares y amigos por su colaboración.

A la Universidad Industrial de Santander y en especial a la escuela de Ingeniería  
Mecánica por permitirme una formación integral en lo personal y profesional

DIEGO JULIÁN BÁEZ VALDERRAMA

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres, quienes hicieron este sueño posible.

A mi familia, por su incondicional apoyo.

A mis amigos, quienes con su compañía hicieron placentero la realización de este proyecto.

Y a la Universidad Industrial de Santander y en especial a la escuela de Ingeniería Mecánica, por permitirme una formación integral en lo personal y profesional.

DIEGO ALEXANDER ALBA NIÑO

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	21
1. MUNICIPIO DE BELÉN BOYACÁ.....	23
1.1 RESEÑA HISTÓRICA.....	23
1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	26
1.3 FUNDAMENTOS DEL MUNICIPIO DE BELÉN BOYACÁ.....	30
1.3.1 Misión.....	30
1.3.2 Visión.....	30
1.3.3 Objetivo General.....	30
1.3.4 Objetivos Específicos.....	30
1.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA ALCALDÍA DE BELÉN BOYACÁ.....	31
1.4.1 Secretaría de obras publicas.....	32
2 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO.....	39
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	39
2.2 JUSTIFICACIÓN PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA.....	40
2.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO.....	41
3. DIAGNÓSTICO.....	43
3.1 ADMINISTRACIÓN.....	43
3.1.1 Presupuesto.....	43
3.1.2 Procesos de mantenimiento.....	44
3.1.3 Sistema de información.....	46
3.2 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS.....	47
3.3 EQUIPOS E INSTALACIONES.....	48
3.3.1 Codificación.....	48
3.3.2 Inventario.....	51
3.3.3 Inspección de los equipos.....	54
3.4 RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL DIAGNÓSTICO DE LAS INSTALACIONES Y EQUIPOS.....	60

4.	ANÁLISIS DE CRITICIDAD .....	62
4.1	CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS SEGÚN CRITICIDAD .....	62
4.2	DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD PARA LOS EQUIPOS DE LA ALCALDÍA .....	63
4.2.1	Frecuencia de fallas.....	63
4.2.2	Impacto operacional.....	64
4.2.3	Tiempo promedio para reparar .....	64
4.2.4	Costos de reparación.....	65
4.2.5	Impacto ambiental .....	65
4.2.6	Impacto en salud y seguridad personal .....	66
4.2.7	Impacto energético.....	66
4.3	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD .....	68
4.4	CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....	71
5.	PLAN DE MANTENIMIENTO.....	73
5.1	ACTIVIDADES DE PLANIFICACIÓN.....	74
5.1.1	Filosofía.....	75
5.1.2	Pronóstico de la demanda de mantenimiento .....	76
5.1.3	Planeación de la capacidad de mantenimiento.....	77
5.1.4	Programación del mantenimiento.....	77
5.2	ACTIVIDADES DE ORGANIZACIÓN.....	94
5.2.1	Estructura organizacional. ....	94
5.2.2	Funciones del personal .....	95
5.2.3	Instalaciones. ....	98
5.2.4	Procesos para generar el mantenimiento de los equipos. ....	100
5.2.5	Políticas de gestión de materiales y combustible. ....	110
5.2.6	Políticas de seguridad industrial. ....	111
5.2.7	Políticas de gestión ambiental. ....	119
5.2.8	Recomendaciones para capacitar el personal .....	122
5.3	ACTIVIDADES DE CONTROL.....	124
5.3.1	Control de trabajos.....	125
5.3.2	Control de inventarios.....	125
5.3.3	Control de costos. ....	126
5.3.4	Control mediante el software.....	126

6. SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE BELÉN (SIMBE).....	127
6.1 OBJETIVOS DEL SIMBE .....	127
6.2 FILOSOFÍA DEL SIMBE.....	127
6.3 FUNCIONES DEL SIMBE .....	128
6.4 SISTEMA DE INFORMACIÓN MANUAL SIM .....	129
6.4.1 Ficha Técnica.....	130
6.4.2 Solicitud de Servicio.....	130
6.4.3 Orden de Trabajo .....	130
6.4.4 Formato de Inspección .....	131
6.4.5 Hoja de Vida.....	135
6.5 SISTEMA DE INFORMACIÓN COMPUTARIZADO SIC .....	136
6.5.3 Módulos. ....	140
7. SOCIALIZACIÓN Y RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN .....	171
7.1 SOCIALIZACIÓN .....	171
7.2 RECOMENDACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN.....	172
CONCLUSIONES.....	173
BIBLIOGRAFÍA.....	175

## LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Localización y Límites del Municipio de Belén Boyacá .....	27
Tabla 2. División Político Administrativa del Municipio de Belén .....	28
Tabla 3. Tipos de Equipos .....	49
Tabla 4. Marca y Referencia de Equipos .....	50
Tabla 5. Codificación Final de Equipos .....	51
Tabla 6. Inventario de Equipos .....	52
Tabla 7. Inventario de las Instalaciones de la Secretaría de Obras Públicas .....	53
Tabla 8. Resultados y análisis de las instalaciones y equipos .....	59
Tabla 9. Ponderación de frecuencia de fallas.....	64
Tabla 10. Ponderación impacto ambiental.....	64
Tabla 11. Ponderación tiempo promedio para reparar .....	65
Tabla 12. Ponderación de costos de reparación.....	65
Tabla 13. Ponderación de impacto ambiental .....	65
Tabla 14. Ponderación impacto en salud y seguridad personal.....	66
Tabla 15. Ponderación impacto energético.....	66
Tabla 16. Resultados del análisis de criticidad.....	69
Tabla 17. Clasificación de los equipos por nivel de criticidad.....	70
Tabla 18. Matriz de criticidad.....	71
Tabla 19. Programa de mantenimiento para el vibrocompactador .....	78
Tabla 20. Programa de mantenimiento del Tractor .....	81
Tabla 21. Programa de mantenimiento Moto niveladora.....	84
Tabla 22. Perfil de trabajo del director de mantenimiento .....	123
Tabla 23. Perfil de trabajo de los operarios. ....	124

## LISTA DE FIGURAS

pág.

Figura 1. Ubicación Geográfica Municipio De Belén Boyacá.....	26
Figura 2. Localización Municipio De Belén .....	27
Figura 3 Estructura Organizacional de la Alcaldía de Belén .....	32
Figura 4. Organización de la Secretaría de Obras Públicas de Belén .....	33
Figura 5. Equipos .....	34
Figura 6. Descripción de los Equipos.....	34
Figura 7. Mantenimiento Correctivo .....	45
Figura 8. Mantenimiento Preventivo.....	46
Figura 9. Codificación .....	49
Figura 10. Diseño del formato de Inspección de Maquinaria Pesada .....	56
Figura 11. Diseño del formato de Inspección de Maquinaria Agrícola .....	57
Figura 12. Diseño del formato de Inspección de Vehículos de Transporte .....	58
Figura 13 Proceso de análisis de criticidad.....	63
Figura 14. Matriz de criticidad .....	67
Figura 15. Plan de Mantenimiento para los equipos de la alcaldía del municipio de Belén Boyacá .....	74
Figura 16. Estrategias de Mantenimiento.....	75
Figura 17. Estructura organizacional de la secretaria de obras publicas .....	95
Figura 18. Planos de las Instalaciones de la Secretaria de Obras Públicas .....	99
Figura 19. Caso 1 Mantenimiento Correctivo .....	101
Figura 20. Caso 2 Mantenimiento Correctivo .....	103
Figura 21. Caso 3 Mantenimiento Preventivo.....	105
Figura 22. Caso 4 Mantenimiento Preventivo.....	107
Figura 23. Sistema de Información para la administración del mantenimiento de los quipos del municipio de Belén Boyacá SIMBE.....	128
Figura 24. Diseño de Ficha Técnica.....	131
Figura 25. Diseño de Solicitud de servicio .....	132
Figura 26. Diseño de Orden de Trabajo (externa) .....	133
Figura 27. Diseño de Orden de Trabajo (interna) .....	134
Figura 28. Diagrama entradas y salidas del Sistema de Información SIMBE.....	136
Figura 29. Entrada al sistema. ....	137
Figura 30. Acción Editar.....	138
Figura 31. Acción Proceso.....	138
Figura 32. Acción Detalle.....	138
Figura 33. Acción Eliminar.....	138
Figura 34. Acción Agregar.....	139
Figura 35. Acceso Rápido.....	139
Figura 36. Buscar.....	139

Figura 37. Nuevo.....	140
Figura 38. Descargar Formato.....	140
Figura 39. Botones de navegación.....	140
Figura 40. Módulos del SIMBE .....	140
Figura 41. Ventana de inicio.....	141
Figura 42. Barra de módulos.....	142
Figura 43. Listado Personal.....	143
Figura 44. Listado de proveedores.....	143
Figura 45. Listado tipo de equipo .....	145
Figura 46. Listado de equipos .....	146
Figura 47. Información general .....	147
Figura 48. Editar información .....	148
Figura 49. Hoja de vida .....	149
Figura 50. Listado de Materiales.....	150
Figura 51. Listado Programa de Mantenimiento .....	151
Figura 52. Historial de diagnóstico.....	152
Figura 53. Listado Control de Vencimientos.....	153
Figura 54. Listado Control de Combustible.....	153
Figura 55. Listado control de operación .....	154
Figura 56. Listado control de operación .....	155
Figura 57. Listado Orden de Trabajo .....	156
Figura 58. Orden de Trabajo .....	157
Figura 59. Listado Solicitud de Servicio.....	158
Figura 61. Informe de disponibilidad .....	160
Figura 62. Fórmula de mantenibilidad .....	160
Figura 63. Informe de mantenibilidad.....	161
Figura 64. Fórmula confiabilidad.....	161
Figura 65. Informe de confiabilidad .....	162
Figura 66. Informe odómetro/horómetro.....	162
Figura 67. Costos de mantenimiento .....	163
Figura 68. Galones de combustible.....	164
Figura 69. Costos de combustible .....	165
Figura 70. Uso de software.....	166
Figura 71. Ventana del módulo Ayuda.....	167

## LISTA DE ECUACIONES

pág.

Ecuación 1 Criticidad .....	66
Ecuación 3 Mantenibilidad .....	160
Ecuación 4 confiabilidad.....	161
Ecuación 5 costo total mantenimiento .....	163
Ecuación 6 costo promedio mantenimiento .....	163
Ecuación 7 suministro total de galones .....	164
Ecuación 8 suministro promedio de galones .....	164
Ecuación 9 costo total combustible .....	164
Ecuación 10 costo promedio combustible.....	165

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A Formatos de las inspecciones de los equipos del Belén .....	178
Anexo B Programas de mantenimiento para los equipos de Belén.....	190
Anexo C Fichas Técnicas .....	209

## RESUMEN

**TITULO: PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA PESADA, MAQUINARIA AGRÍCOLA Y VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE LA ALCALDÍA DEL MUNICIPIO DE BELÉN BOYACÁ\***

**AUTORES: ALBA NIÑO, Diego. BAEZ VALDERRAMA, Diego Julian\*\***

**PALABRAS CLAVES:** mantenimiento preventivo y correctivo, sistema de información, plan de mantenimiento.

### **DESCRIPCIÓN:**

La alcaldía del municipio de Belén Boyacá, cuenta con equipos de maquinaria pesada, maquinaria agrícola, vehículos de transporte de personal y vehículos de transporte de sólidos al servicio de la comunidad, para los cuales se les desarrolló un plan de mantenimiento que tiene como objetivos mejorar la confiabilidad y disponibilidad, aumentar la vida útil y reducir los costos de mantenimiento de los equipos.

Este trabajo de grado inicia con las generalidades del municipio en el cual se desarrolló este trabajo. Después se planteó la problemática, objetivos y justificación de su solución.

Además se hizo una inspección y diagnóstico para evaluar la administración del mantenimiento y del estado de los equipos. Luego se hizo un análisis de criticidad y de esta manera saber el nivel de importancia de los equipos y luego diseñar un plan de mantenimiento constituido con actividades de planificación, organización y control. Posteriormente se diseñó y elaboró un sistema de información denominado SIMBE que permite archivar, organizar y procesar información correspondiente al mantenimiento de los equipos que sirven de herramienta para la toma de decisiones acertadas. Para finalizar se socializó el plan en la alcaldía en la cual se suministró recomendaciones para la implementación y ejecución de este.

Con este plan se busca facilitar a la secretaría de obras públicas, la administración de mantenimiento de los equipos de la alcaldía y aportar en el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico - Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Director, Ingeniero Carlos Borrás Pinilla

## ABSTRACT

**TITLE: MAINTENANCE PLAN FOR HEAVY MACHINERY, AGRICULTURAL MACHINERY AND TRANSPORT VEHICLES FOR MAYOR OF THE MUNICIPALITY OF BELÉN BOYACÁ\***

**AUTHOR: ALBA NIÑO, Diego. BAEZ VALDERRAMA, Diego Julian\*\***

**KEYWORDS:** preventive and corrective maintenance, information system, maintenance plan.

### **DESCRIPTION:**

The municipality of Belén -Boyacá 's major has heavy machinery equipment, agricultural machinery, vehicles and personnel carriers solids transport vehicles for serving the community, in which they developed a maintenance plan that aims to improve the reliability and availability, to increase the shelf life and to reduce any maintenance costs of the equipment.

This thesis begins with the general level of the municipality in which this work was developed. After the issue was raised, the objectives and justifications were contemplated for its solution.

We got to make an inspection and diagnostics to assess of the management of maintenance and equipment status. Then we made a critical analysis and thus know the level of importance of teams and after that, we could design a maintenance plan established with some planning's, organization and control.

Subsequently we designed and developed an information system for archiving called SIMBE that allows us organize process information for the maintenance of equipment; this is used as a tool for making the correct decisions. To finalize, this plan was socialized with the mayor who delivered the recommendations for the implementation and execution of this project.

This plan seeks to provide the secretariat of public works, maintenance management teams and contribute mayor in improving the quality of life of the community.

---

\* Degree Work

\*\* Faculty of Engineering Physics and Mechanics, School of Mechanical Engineering, Eng. Carlos Borrás Pinilla. Mechanical Engineer.

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día los descubrimientos tecnológicos avanzan a pasos agigantados en todos los campos, aplicándose constantemente para beneficio de la humanidad. Los mandatarios locales utilizan estos medios para prestar servicios y construcción de obras para el desarrollo de su región dado que son responsables de ayudar con el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad.

Por tanto, el municipio de Belén Boyacá, cuenta con un conjunto de equipos constituido por maquinaria pesada, maquinaria agrícola y vehículos de transporte para desempeñar los trabajos de construcción y adecuación de vías; construcción y demolición de obras; actividades agrícolas; transporte de sólidos; recolección de residuos sólidos y transporte de personas.

Para el desarrollo de lo anterior, se planteó ejecutar un plan de mantenimiento para los equipos de administración municipal ya que estos presentan fallas y paros inesperados perjudicando los servicios y proyectos de la alcaldía; este plan trae innumerables beneficios para los equipos como el aumento en confiabilidad y disponibilidad, reducción de los costos y tiempos de los mantenimientos y el alargamiento en la vida operacional, además del aumento de desarrollo y calidad de vida para la comunidad.

El presente documento está formado por siete capítulos que de manera ordenada exponen el contenido del trabajo de grado.

En el primer capítulo se encuentran las generalidades del municipio de Belén Boyacá como la reseña histórica, ubicación geográfica, fundamentos y estructura organizacional de la alcaldía; y en el capítulo segundo se describe la justificación del trabajo de grado, descripción de la problemática, justificación para solucionarlo y de los objetivos.

En el capítulo tres se plasmó el diagnóstico realizado a la situación actual de la administración del mantenimiento como de los equipos, además de un análisis de resultados que justificó los demás capítulos.

Luego en el capítulo cuatro se hizo un análisis de criticidad a todos los equipos para priorizar esfuerzos de mantenimiento.

Posteriormente en el capítulo cinco se detalla el diseño del plan de mantenimiento mediante 1- Actividades de planificación (filosofía, pronóstico de la demanda de mantenimiento, planeación de capacidad del mantenimiento y programa de mantenimiento para los equipos críticos). 2- actividades de organización (la estructura organizacional, funciones del personal, instalaciones, políticas de seguridad, políticas de gestión ambiental y recomendaciones) 3- Actividades de control de trabajo, inventarios y costos.

En el capítulo seis se ubica el sistema de información SIMBE (Sistema de Información para el Mantenimiento de los Equipos de Belén Boyacá) que contiene formatos como: fichas técnicas, solicitudes de servicio, orden de trabajo, formatos de inspección y hojas de vida de los equipos, además de sus objetivos, filosofía y módulos.

El último capítulo se muestra la socialización del plan y las debidas recomendaciones para su implementación.

De este modo este trabajo de grado contribuye con el fortalecimiento de la cooperación entre la Universidad Industrial de Santander y una entidad pública en este caso la alcaldía de Belén Boyacá para mutuo beneficio.

## **1. MUNICIPIO DE BELÉN BOYACÁ**

El municipio de Belén está ubicado sobre la parte media de la cordillera oriental al norte del departamento de Boyacá en límites con el departamento de Santander, su clima varía entre frío húmedo y paramo seco (de 2500 a 3800 metros sobre el nivel del mar).

La división político-administrativa de Belén está compuesta por 13 barrios y 9 veredas de las que se derivan 27 sectores sumando una área total de 233 km<sup>2</sup>, además posee una población total de 8206 habitantes que están distribuidos en un 50.6% en el sector rural y un 49.4% en el casco urbano.

Dentro de las principales actividades económicas de Belén, se encuentran la ganadería con la producción de leche y la agricultura con la producción de papa posicionando al municipio entre los primeros lugares a nivel regional.

### **1.1 RESEÑA HISTÓRICA<sup>1</sup>**

Belén, en hebreo significa casa del pan. Efrata, en hebreo, tierra productiva, fértil. Hace miles de años el actual valle de Belén era un lago que medía 3.5 leguas de largo y dos tercios de anchura, con un área de 8 leguas cuadradas. El desagüe se verificó al este, por la rotura que actualmente da paso al río Suapaga, que nace en el páramo de la Rusia, y que antiguamente desembocaba en la cabecera del lago cuyo lecho atraviesa. Después del desagüe se formó un caserío indígena, que posiblemente estaba ubicado en el Oratorio (San Victorino, Cerinza), donde se rendía adoración a sus dioses pertenecientes a la gran familia Chibcha.

La historia de Belén tiene inicios en los años 1554 cuando es establecida la encomienda, el virrey ordena a Melchor Vanegas construir el Resguardo de

---

<sup>1</sup> Plan de Desarrollo “Somos Leales a Belén” Periodo 2012 -2015. José Wilmar Leal Abril. P. 22

Indios. En 1556 llegan los padres franciscanos al valle de Cerinza. En 1635 el visitador Juan de Valcárcel señala los linderos del resguardo de Cerinza, hallándose reunidos todos los indios en contorno a la iglesia para que todos ellos tengan tierras suficientes, fértiles y útiles para sus labranzas y ganados. En los siguientes años las comunidades indígenas fueron desalojadas de sus mejores tierras y confinadas a las laderas de los cerros y paramos, en donde las condiciones de vida eran muy precarias.

En el año de 1735 los vecinos del valle de Cerinza, descendientes de españoles, nacidos en territorio granadino inician las diligencias para constituirse en Viceparroquia bajo el amparo de nuestra señora de Belén y San José. En 1739 fue nombrado el primer alcalde por el cabildo de Tunja porque este caserío o Viceparroquia ya contaba con ochenta (80) casas en el área urbana y cuarenta más en el área rural y con un número de habitantes que pasaba del millar y se tenía una capilla que media cuarenta varas de largo por nueve de ancho, en el mismo sitio que ocupa hoy en día el templo; esta Viceparroquia y la de Cerinza estaban sujeta a la parroquia de Santa rosa de Viterbo. El 26 de febrero de 1751 nacía con títulos legales la Viceparroquia de nuestra señora de Belén y el Señor San José fechada en Santa Fe.

El 19 de abril de 1751 la Viceparroquia y habitantes del valle de Cerinza firman (116 personas firman el acta) una nueva solicitud ante el virrey para constituirse en parroquia y se declarase municipio. El 7 de mayo de 1762 el virrey Don Pedro Mesías de la Zerda y el arzobispo Pedro de Azúa declaran con títulos legales la parroquia.

En marzo de 1811 se conformó lo que podría llamarse la primera Asamblea Nacional Constituyente de estados (Cundinamarca, surgieron otras constituciones en distintos centros urbanos como Cartagena, Tunja, Antioquia, Mariquita y Neiva. El Congreso de las Provincias Unidas que se reunieron inicialmente en Santa Fe y

luego mantuvieron su centro en Tunja y Villa de Leyva. Este grupo fue el primero en avanzar democráticamente. Constitución de Tunja: La ciudad de Tunja, sancionó su constitución el 9 de diciembre de 1811 y se declaró en la República la Parroquia de Belén.

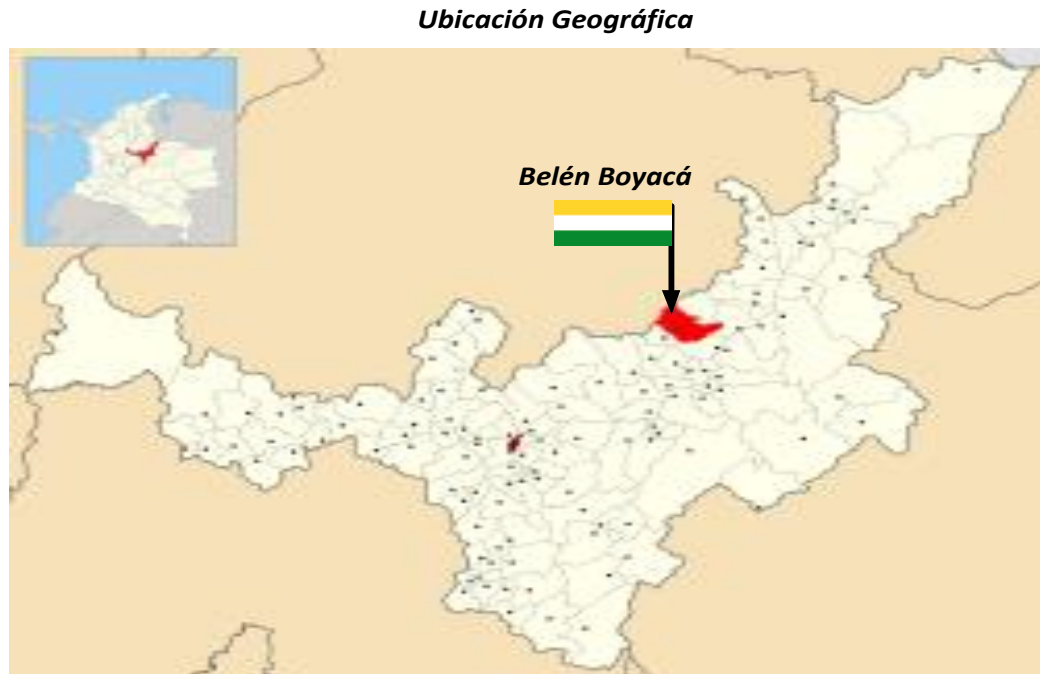
La Constitución de Cúcuta en 1821 dividió el país en departamentos, éstos en provincias, las provincias en cantones y éstos últimos en parroquias; así inicio su vida como entidad administrativa el departamento de Boyacá integrado por las provincias de Tunja, Pamplona, Socorro y Casanare. Por virtud de la Ley del 15 de junio de 1857, Boyacá obtuvo su creación como Estado soberano formado por las provincias de Tunja, Tundama, Casanare, los cantones de Chiquinquirá y Vélez; según la Ley del 31 de octubre del mismo año se crearon 4 departamentos, Tunja con 42 distritos, Tundama con 46, Casanare con 21 y Oriente con 6.

A principio de 1900 Belén en ese entonces no tenía la vereda de Tuaté y si tenía la vereda del Páramo (Páramo y Tobal), las veredas fueron intercambiadas (no se sabe por qué razón) y Belén se quedó con Tuaté y las otras dos pasaron a ser territorio de Tutazá.

En la vereda de San José de la Montaña habitaban los Indios Guanes (provincia de Guanenta- Santander) de la familia Chibcha y en la subcuenca del Chicamocha (Belén, Cerinza y Tutazá) habitaban los muiscas de la gran familia Chibcha.

## 1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA<sup>2</sup>

Figura 1. Ubicación Geográfica Municipio De Belén Boyacá



Fuente: Enciclopedia Wikipedia y Autores, 2013.

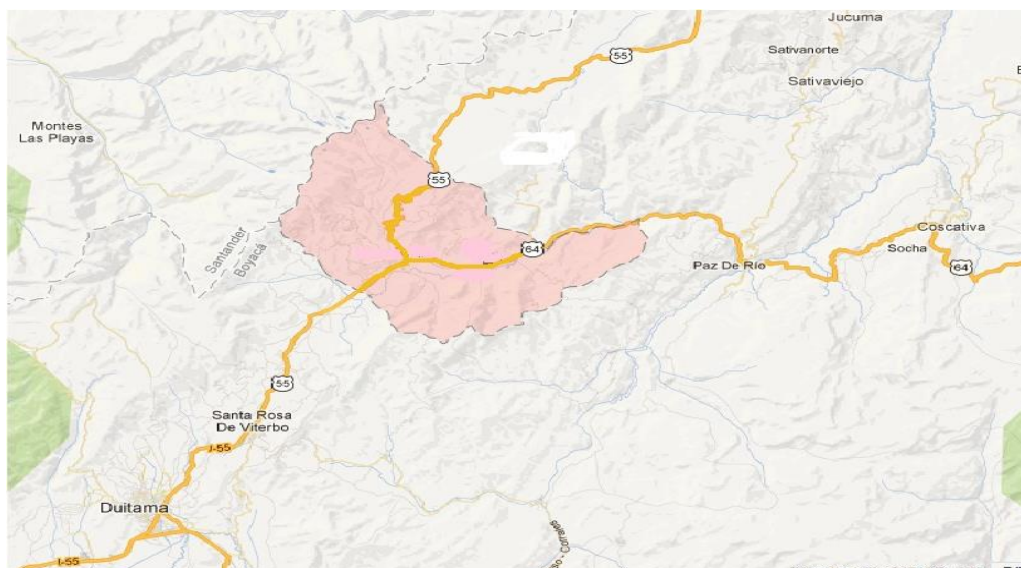
El Municipio de Belén se encuentra ubicado en la parte media de la cordillera oriental en un ramal que pasa por el norte de Duitama o páramo de la Rusia en límites con el departamento de Santander. En este ramal la cordillera se bifurca creando un valle entre dos ramales dando origen al páramo del Consuelo y a la loma de la Mesa que continua por la loma de los Caballeros y termina en el cerro de Duga y en medio de estas cordilleras encontramos el hermoso valle de Belén. Geográficamente está dentro del rectángulo formado por las coordenadas (con origen Bogotá, Gauss Central) X: 1°115.243 - 1°142.300 Y: 1°147.993 - 1°173.478. Hidrográficamente se encuentra entre las Subcuencas de los Ríos Chicamocha y Fonce, en la tabla 1 encontramos sus particularidades y límites.

---

<sup>2</sup> *Ibíd.*; p.23.

**Figura 2. Localización Municipio De Belén**

**Mapa Belén Boyacá**



Fuente: Enciclopedia Wikipedia y Autores, 2013.

**Tabla 1. Localización y Límites del Municipio de Belén Boyacá**

LOCALIZACIÓN		LÍMITES		LONGITUD Km
Latitud Norte :	5°59'23.32"	Norte	Tutazá	15,1
Longitud Oeste :	72°54'48.21"		Coromoro (S/der)	9,5
Provincia :	Tundama	Oriente	Tutazá	17,4
Tamaño del Territorio :	283,65Km <sup>2</sup>		Paz de Río	8,5
Altitud :	2650 msnm	Sur	Beteitiva	13,25
Clima :	13 °C		Cerinza	19,54

Distancia de Tunja :	85 km	Occidente	Cerinza	
Distancia a Bogotá	205 Km		Santa Rosa de V	9,12
Distancia de Duitama:	26 Km		Duitama	1,85
Área Urbana:	101,2Km <sup>2</sup>		Encino (S/der)	24,65
Altura Máxima (Alto el Consuelo)	4280 msnm	Loma la Mesa o Tiba y cordillera Caballeros al sur		
Altura mínima (San José de la M.)	2478 msnm	Cerro de Duga		
Páramo del Consuelo al Norte				

Fuente: Plan de Desarrollo “Somos Leales a Belén” y Autores, 2013.

División Político Administrativa del municipio de Belén En la tabla 2 se encuentra la distribución política del municipio y la extensión de cada vereda:

**Tabla 2. División Político Administrativa del Municipio de Belén**

VEREDA	SECTORES / BARRIOS	Km <sup>2</sup>	%
EL BOSQUE	San Luis	138,96	48,99
	MONTEREDONDO		
	Centro Bosque		
	Caracoles Bajo		
	Caracoles Alto,		
SAN JOSÉ DE LA MONTAÑA	Carrizal	47,182	16,63
	San José		

TIRINQUITA	Puntos de referencia de la Vereda Tirinquita: Palmar, Agua Fría, Topón, Quebraditas, Carrizal	23,76	8,38
LA VENTA	San Vicente	19,86	7
	La Venta		
	Tenería		
EL RINCÓN	España	20,22	7,13
	Castilla		
	Carichana		
MONTERO	Montero Alto	11,24	3,96
	Montero Bajo		
MOLINO	Tutubita	9,43	3,33
	Culebrera		
	Estancita		
	La Planta		
TUATÉ	Tuaté Alto	7,34	2,59
	Tuaté Bajo		
	Centro Molino		
DONACIÓN		4,64	1,64
CABECERA MUNICIPAL	Barrios: Materrosa, Florida, Bolívar, El Recuerdo, La Esmeralda, el Cerezo I y II. Urbanizaciones: Ciudad Jardín y Villa María. (Montero) y El Cerezo (Molino).	1,01	0,36
TOTAL	43	283,65	100

Fuente: Plan de Desarrollo “Somos Leales a Belén” y Autores, 2013.

### **1.3 FUNDAMENTOS DEL MUNICIPIO DE BELÉN BOYACÁ<sup>3</sup>**

**1.3.1 Misión.** La Administración Municipal de Belén para el periodo 2012-2015 realizará las acciones que garanticen el mejoramiento de la calidad de vida, la convivencia pacífica e incluyente y productiva enmarcada dentro de un desarrollo integral sostenible socio económico-ambiental de la población belemita.

**1.3.2 Visión.** En los próximos cuatro (4) años, Belén será un municipio planeado, de inclusión social, para ello se educará, se incentivará la competitividad, los procesos a desarrollar serán sostenibles y participativos, se promoverá el turismo, el deporte, y las oportunidades laborales, y se buscará acrecentar la pujanza campesina y la inclusión social. La equidad, la transparencia, la honestidad y el respeto por la vida, entre otros, serán la base fundamental del desarrollo social, económico y político para el Municipio de Belén.

**1.3.3 Objetivo General.** Construir acciones administrativas que faciliten el desarrollo integral sostenible socio-económico-ambiental de la población belemita, a través del mejoramiento de la calidad de vida, la promoción de la convivencia pacífica, incluyente y productiva.

#### **1.3.4 Objetivos Específicos.**

- Realizar un diagnóstico comunitario-participativo para identificar las potencialidades y limitantes del municipio.
- Describir los actuales elementos físicos y geográficos, las características socioeconómicas y culturales, las actividades económicas predominantes, la disponibilidad de servicios públicos, entre otros, del Municipio de Belén.
- Fortalecer la prestación de servicios sociales y ambientales, para lograr un mejor bienestar de la gente belemita.

---

<sup>3</sup> Ibíd.; p.12.

- Establecer protocolos gubernamentales que propendan por el mejoramiento de la calidad vida de todos los belemitas.
- Cumplir con la normatividad vigente relacionada al cumplimiento de los Derechos humanos y el Derecho Internacional Humanitario.

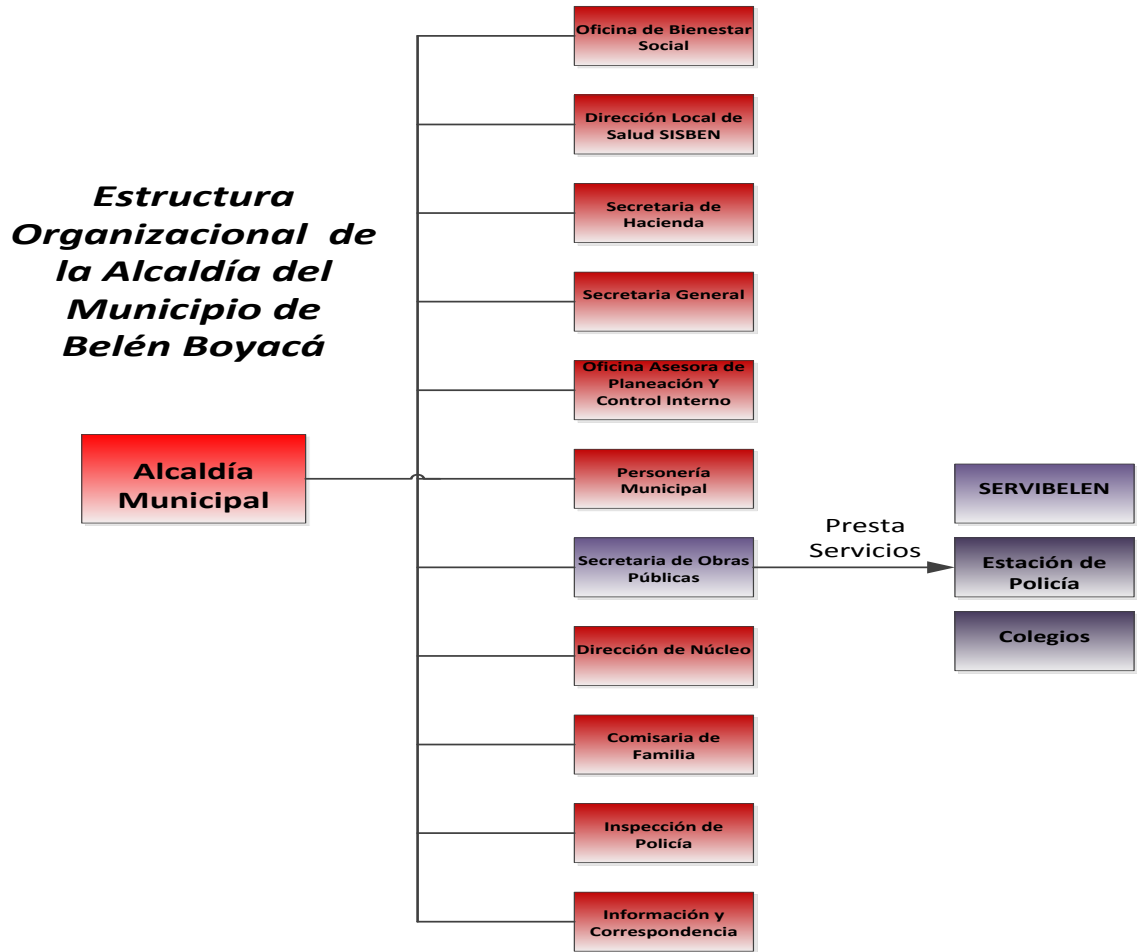
#### **1.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA ALCALDÍA DE BELÉN BOYACÁ**

Teniendo en cuenta el artículo 3 de la ley 136 de 1994 por la cual se dictan normas para modernizar la organización y el funcionamiento de los municipios, les corresponde a estos, administrar los asuntos municipales y prestar los servicios públicos que determine la ley, ordenar el desarrollo de su territorio y construir las obras que demande el Progreso municipal, promover la participación comunitaria y el mejoramiento social y cultural de sus habitantes, planificar el desarrollo económico, social y ambiental de su territorio, de conformidad con la ley y en coordinación con otras entidades.

En este sentido, la administración municipal de Belén Boyacá se encuentra organizada por diversas dependencias con el fin de cumplir con los requerimientos anteriormente nombrados tal como lo muestra el siguiente gráfico:

De la gráfica anterior se resalta la secretaría de obras públicas que presta servicios a SERVIBELÉN, estación de policía y Colegios, ya que dentro de esta se ubica el presente proyecto.

**Figura 3 Estructura Organizacional de la Alcaldía de Belén**

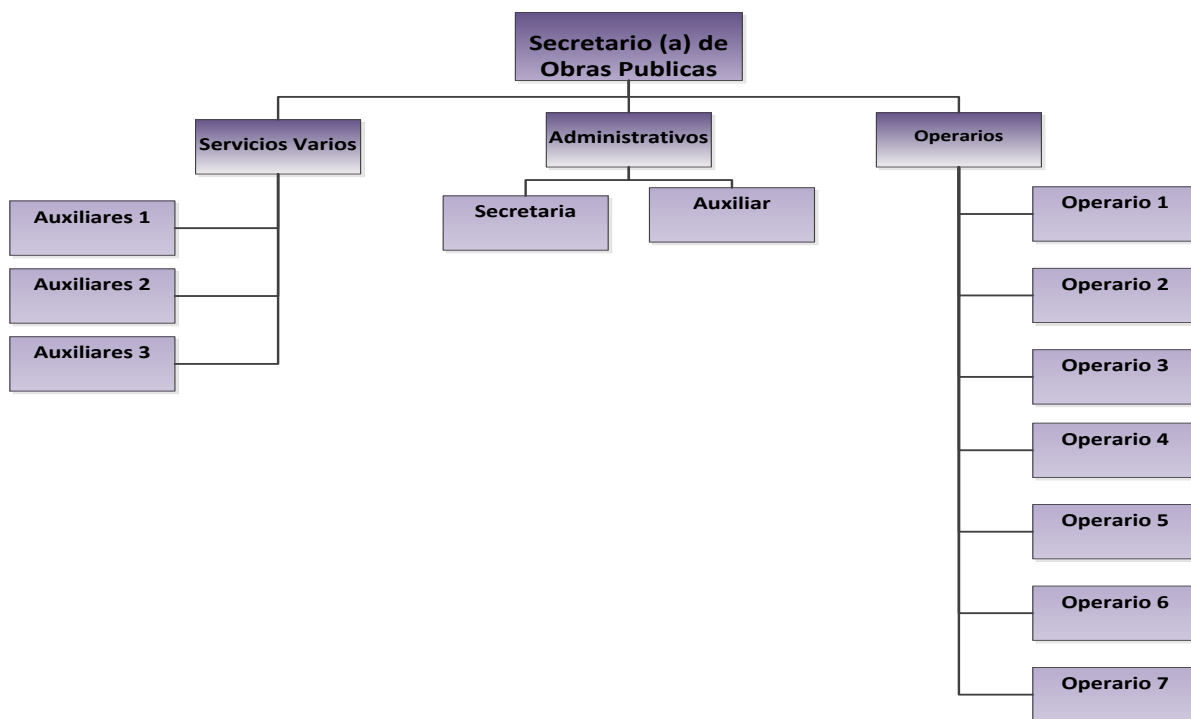


Fuente: Autores, 2013.

### 1.4.1 Secretaría de obras publicas

La secretaría de obras públicas está compuesta por el secretario(a) de obras públicas, una secretaria, una auxiliar administrativa, tres auxiliares generales y siete operarios. La figura 4 muestra la organización de la secretaría de obras públicas.

**Figura 4. Organización de la Secretaría de Obras Públicas de Belén**



Fuente: Autores, 2013.

**1.4.1.1 Equipos.** Una de las funciones de la secretaría de obras públicas, es administrar todo lo que tiene que ver con maquinaria pesada, maquinaria agrícola y vehículos de transporte que posee el municipio (definiéndolos de ahora en adelante como equipos). Ver figura 5.

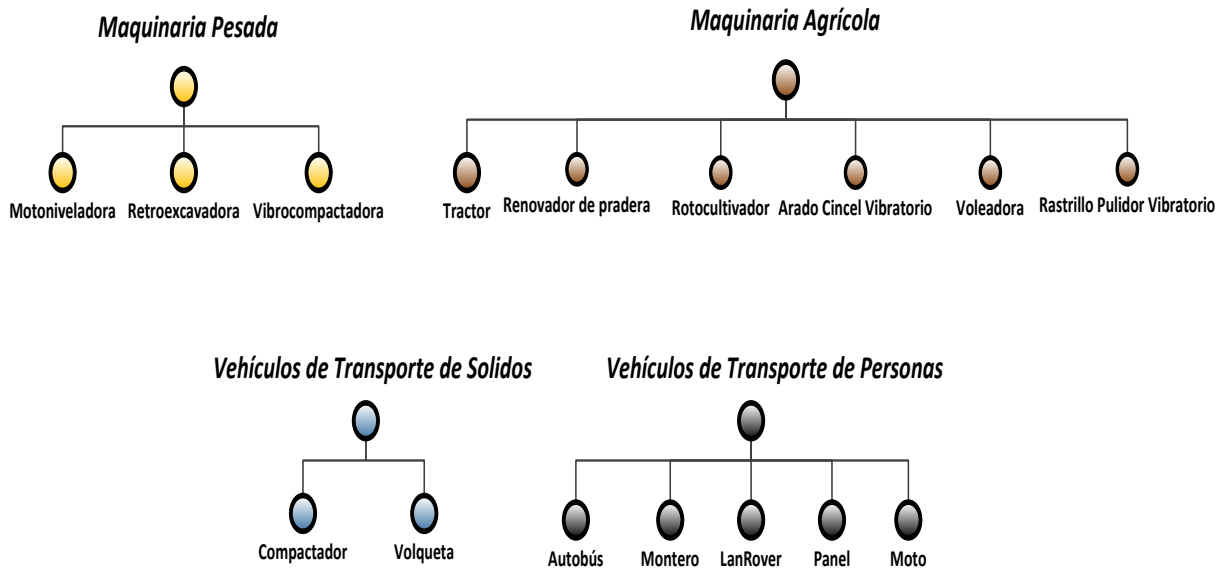
La descripción de cada uno de los equipos se muestra en la figura 6.

- ❖ Estos equipos prestan diferentes servicios como:
- ❖ Construcción y demolición de obras
- ❖ Construcción y Mantenimiento de vías
- ❖ Actividades agrícolas
- ❖ Transporte de sólidos

- ❖ Recolección de residuos sólidos
- ❖ Transporte de personas

Todos estos servicios son prestados tanto para el sector público como para el sector privado.

**Figura 5. Equipos**



Fuente: Autores, 2013

**Figura 6. Descripción de los Equipos**

**MOTONIVELADORA**

**MARCA:** MITSUBISHI  
**MODELO:** MG 330 GD  
**AÑO DE FABRICACIÓN:** 1998  
**COMBUSTIBLE:** ACPM



**RETROEXCAVADORA**  
**MARCA:**  
**MODELO:**  
**AÑO DE FABRICACIÓN:**  
**COMBUSTIBLE:**

CATERPILLAR  
420 D  
2005  
ACPM



**VIBROCOMPACTADOR**

**MARCA:**  
**MODELO:**  
**AÑO DE FABRICACIÓN:**  
**COMBUSTIBLE:**

DYNAPAC  
CA 150D  
2009  
ACPM



**TRACTOR**

**MARCA:**  
**MODELO:**  
**AÑO DE FABRICACIÓN:**  
**COMBUSTIBLE:**

NEW HOLLAND FORD  
66335 D.T.  
2005  
ACPM



**COMPACTADOR DE BASURA**

**MARCA:**  
**MODELO:**  
**AÑO DE FABRICACIÓN:**  
**COMBUSTIBLE:**

CHEVROLET  
KODIAC 211  
2000  
ACPM



**VOLQUETA**

**MARCA:**  
**MODELO:**  
**AÑO DE FABRICACIÓN:**  
**COMBUSTIBLE:**

INTERNATIONAL  
4700  
1995  
ACPM



**AUTOBUS ESCOLAR**

**MARCA:** INTERNATIONAL  
**MODELO:** SC 1652  
**AÑO DE FABRICACIÓN:** 1995  
**COMBUSTIBLE:** ACPM



**CAMIONETA LAND ROVER**

**MARCA:** LAND ROVER  
**MODELO:** FREELANDER  
**AÑO DE FABRICACIÓN:** 1999  
**COMBUSTIBLE:** GASOLINA



**CAMPERO MITSUBISHI**

**MARCA:** MITSUBISHI  
**MODELO:** PAJERO  
**AÑO DE FABRICACIÓN:** 1994  
**COMBUSTIBLE:** GASOLINA



**PANEL DE LA POLICÍA**

**MARCA:** VOLKSWAGEN  
**MODELO:** KOMBI T5  
**AÑO DE FABRICACIÓN:** 2010  
**COMBUSTIBLE:** ACPM



**MOTOCICLETA DE LA POLICÍA**

**MARCA:** SUZUKI  
**MODELO:** TS 185  
**AÑO DE FABRICACIÓN:** 2003  
**COMBUSTIBLE:** GASOLINA



#### RENOVADOR DE PRADERA

**MARCA:** INTALL  
**MODELO:** RP03P  
**POTENCIA:** 60 – 70 HP



#### RASTRILLO PULIDOR VIBRATORIO

**MARCA:** INTALL  
**MODELO:** PZ-21  
**POTENCIA:** 70 – 80 HP



#### ROTOCULTIVADOR

**MARCA:** INTALL  
**MODELO:** B - 155  
**POTENCIA:** 60 – 70 HP



#### ARADO CINCEL VIBRATORIO

**MARCA:** INTALL  
**MODELO:** AZ - 605  
**POTENCIA:** 50 – 65 HP



#### VOLEADORA

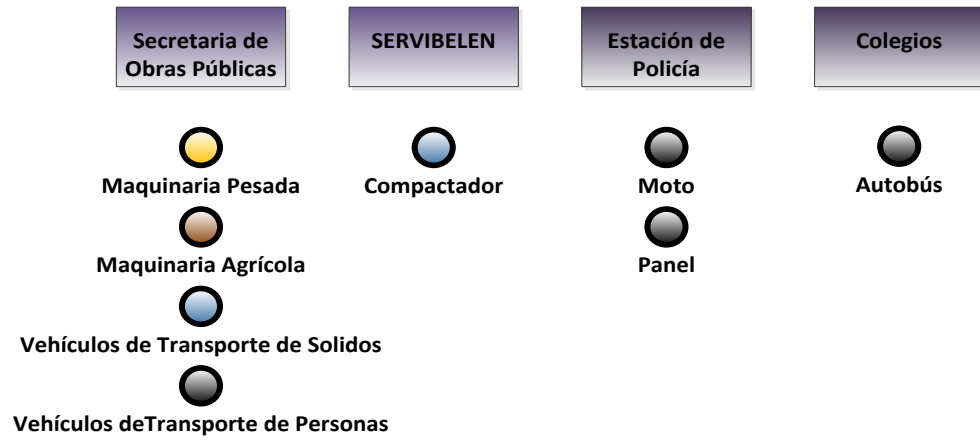
**MARCA:** AGROTEC  
**MODELO:** 1033 - E  
**CAPACIDAD:** 1000 Lts



Fuente: Autores, 2013

Por otro lado, los equipos de la secretaría de obras públicas le presta servicios a otras dependencias como la estación de policía, los colegios y SERVIBELÉN. Ver figura 7.

**Figura 7. Dependencias receptoras del servicio de los equipos**



Fuente: Autores, 2013.

## **2 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO**

Los trabajos de grado se orientan a la resolución de algunas problemáticas, por eso es necesario justificar o exponer los motivos del ¿Por qué? Y ¿Para qué? se debe desarrollar el trabajo de grado, determinando sus alcances para evaluar su viabilidad.

Una vez descrito el problema y justificada la solución se deben plantear los objetivos que son los que definen y enfocan el trabajo.

### **2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Belén cuenta con 220,97 km de carreteras en el cual convergen dos vías nacionales importantes como lo son Tunja-Cúcuta y Tunja-Paz del Rio, que contribuyen en el desarrollo económico del municipio. Además el municipio tiene una amplia red vial terciaria y secundaria que actualmente se encuentra en regular y mal estado, consecuencia de factores como las temporadas de invierno y la inadecuada administración de los recursos que se destinan para su respectivo mantenimiento, mejoramiento y rehabilitación.

Lo anterior forma parte del diagnóstico que se realizó para el plan municipal de desarrollo “somos leales a Belén 2012-2015” lo que llevo a la formulación de estrategias dirigidas a solucionar estas problemáticas y otras.

Para ello se ha tenido en cuenta la utilización de la maquinaria pesada que presta servicio tanto de mantenimiento vial como de labores agrícolas, pero estos tienen una debilidad y es que se encuentran deterioradas y en mal estado, dado que no hay una adecuada administración del mantenimiento de la maquinaria.

Además la administración posee vehículos de transporte que por la misma razón anterior se encuentran en malas condiciones, afectando varios sectores del municipio, estos vehículos son el bus escolar, el carro compactador de basura y otros vehículos de transporte de personas.

En conclusión la administración actual del mantenimiento de los equipos de la alcaldía de Belén Boyacá requiere con urgencia de una estrategia de mantenimiento que garantice una buena disponibilidad y confiabilidad de estos equipos.

## **2.2 JUSTIFICACIÓN PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA**

Uno de los objetivos de la administración municipal de la alcaldía de Belén Boyacá, es la de brindar condiciones para una buena calidad de vida de sus habitantes, aplicando planes de desarrollo que permita implementar estrategias para lograr esta misión y los objetivos del plan de la alcaldía del municipio.

Dentro de las estrategias a seguir para ejecutar el plan de desarrollo municipal, está la de buscar ayudas externas mediante convenios con otras entidades. Una de las entidades que podría contribuir es la Universidad Industrial de Santander que tiene como misión liderar procesos de cambio de progreso y mejora de la calidad de vida de la comunidad, con proyectos desarrollados por los estudiantes que les permita aplicar sus conocimientos adquiridos durante la academia, manejando un ambiente real, preparándolos a los retos que se le van a presentar en su vida profesional.

De este modo para garantizar lo anterior se propone desarrollar un plan de mantenimiento para la maquinaria pesada, maquinaria agrícola y vehículos de

transporte de la alcaldía, que permita brindar una buena disponibilidad y confiabilidad de los equipos alargando también su vida útil.

Por consiguiente se beneficiará con el desarrollo de este proyecto tanto la comunidad y la alcaldía del municipio de Belén Boyacá como la Universidad Industrial de Santander.

### **2.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO**

Con base a lo anterior, a continuación se presentan los objetivos que soportan el presente proyecto:

#### **2.3.1 Objetivo general**

- ❖ Fortalecer los lazos de cooperación interinstitucional entre la Universidad Industrial de Santander y entidades públicas (en este caso la alcaldía del municipio de Belén) mediante el desarrollo de proyectos de mutuo beneficio, que garantiza al estudiante una experiencia para aplicar sus conocimientos técnicos y científicos adquiridos en su formación académica, contribuyendo con la misión de la universidad de liderar procesos de cambio por el progreso y mejor calidad de vida de la comunidad.

#### **2.3.2 Objetivos específicos**

- ❖ Realizar un diagnóstico del estado actual del modelo de mantenimiento y de la maquinaria pesada, maquinaria agrícola y vehículos de transporte mediante formatos técnicos y un posterior análisis de los resultados.

- ❖ Diseñar y crear fichas técnicas y hojas de vida mediante recopilación de información para caracterizar y llevar un historial de maquinaria pesada, maquinaria agrícola y vehículos de transporte de la alcaldía.
- ❖ Jerarquizar la maquinaria pesada, maquinaria agrícola y vehículos de transporte utilizando un modelo de criticidad basado en criterios ponderados para priorizar sus mantenimientos.
- ❖ Diseñar e implementar un sistema de información para la administración del mantenimiento realizado en una plataforma informática llamada PHP y la base de datos en MySQL, para optimizar y organizar el plan de mantenimiento de la maquinaria pesada, maquinaria agrícola y vehículos de transporte de la alcaldía del municipio de Belén Boyacá en cuanto a tiempos y costos de mantenibilidad.
- ❖ Implementar un plan de mantenimiento por medio de actividades de planificación, organización y control para asegurar la confiabilidad y disponibilidad de la maquinaria pesada, maquinaria agrícola y vehículos de transporte para prestar un servicio vital a la comunidad Belén Boyacá.
- ❖ Socializar el sistema de información para el entendimiento general del plan de mantenimiento de la maquinaria pesada, maquinaria agrícola y vehículos de transporte de la alcaldía del municipio de Belén.

### 3. DIAGNÓSTICO

El diagnóstico realizado al modelo de administración del mantenimiento que hace la secretaría de obras públicas de Belén, tiene como objetivo identificar las debilidades y fortalezas del mismo, complementándose con la valoración de los equipos e instalaciones mediante métodos de observación y formatos técnicos con el fin de analizar su estado actual; para el logro de lo anterior se realizó una codificación e inventario de los equipos, lo cual contribuye determinar el tipo de plan de mantenimiento más pertinente para la administración municipal.

#### 3.1 ADMINISTRACIÓN

La realización del diagnóstico de la administración del mantenimiento del municipio de Belén se llevó a cabo mediante trabajo de campo (entrevistas, inspección y observación) desarrollado en un periodo de dos meses (octubre–noviembre del año 2012).

El diagnóstico de la administración de mantenimiento se hizo mediante entrevistas a los administrativos y operarios de los equipos. Se logró entrevistar a 2 administrativos y a 7 operarios, además se entrevistó al Alcalde Municipal.

En consecuencia, el diagnóstico de la administración se dividió en tres partes, una sobre el manejo de presupuesto de la secretaría de obras públicas y su relación con los procesos de mantenimiento, otra sobre los procesos de mantenimiento que se realizan en la alcaldía de Belén y una más sobre el sistema de información.

**3.1.1 Presupuesto.** La secretaría de obras públicas cuenta con un presupuesto anual para el mantenimiento de los equipos. Este presupuesto es administrado por el secretario de obras públicas y se utiliza entre otras cosas para compra de

materiales, pago de servicios técnicos, suministro de combustible y seguros para los equipos. Lo anterior se realiza por medio de convenios.

En caso tal que el presupuesto sea insuficiente, el secretario de obras públicas solicita al alcalde el presupuesto faltante o necesario para la labor requerida.

De aquí en adelante llamaremos materiales al conjunto de elementos que son necesarios para las actividades o tareas de mantenimiento como los repuestos, accesorios, suministros, piezas y provisiones.

**3.1.2 Procesos de mantenimiento.** Como resultado del trabajo de campo se determinó que la administración maneja dos tipos de mantenimientos que son ***correctivos y preventivos***.

De este modo, el proceso del mantenimiento ***correctivo*** empieza cuando el equipo falla (es decir, el equipo es incapaz de seguir operando). Luego el operario realiza una solicitud de mantenimiento al secretario de obras públicas.

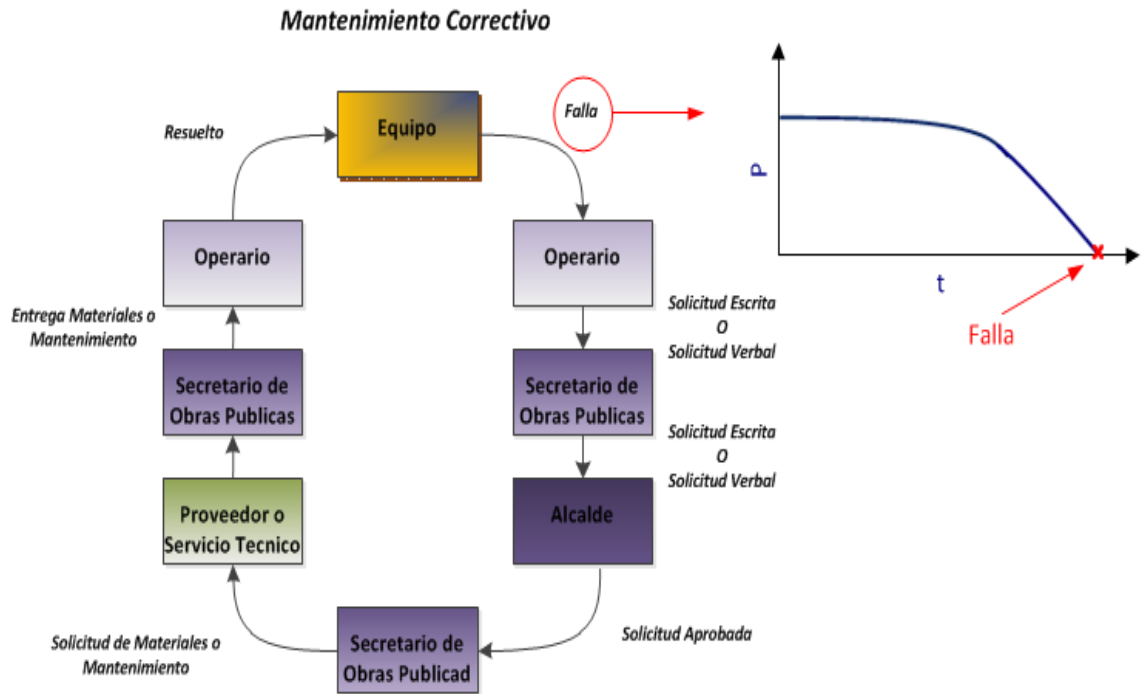
Cuando el mantenimiento es costoso el alcalde es quien debe tomar la decisión final sobre la aprobación de la solicitud de mantenimiento.

Luego de ser aprobada la solicitud, el secretario se comunica con un proveedor o servicio técnico para requerir mantenimiento o materiales. También en algunos casos como el cambio de filtros, aceite o llantas, el secretario da la orden a los operarios para hacer estos tipos de mantenimiento.

Cumpliendo con la solicitud de mantenimiento, el proveedor hace entrega de sus servicios al secretario de obras públicas. Luego el secretario mediante un acta le entrega los materiales al operario.

Este proceso de mantenimiento **correctivo** termina cuando se resuelve la falla. Ver figura 7.

**Figura 7. Mantenimiento Correctivo**



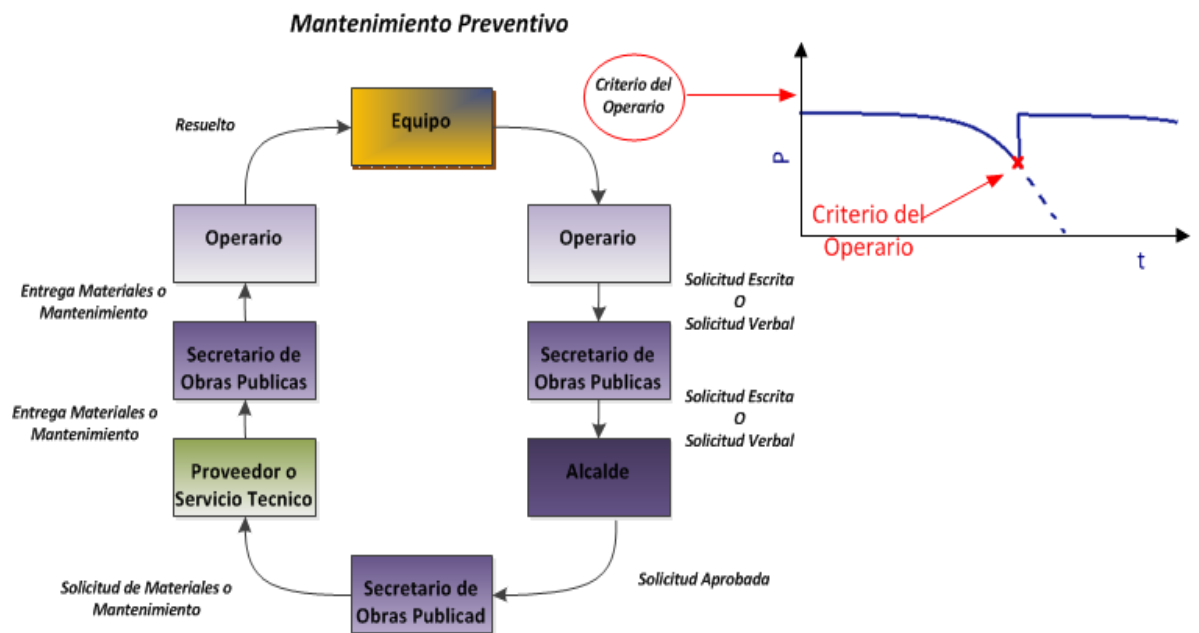
Fuente: Autores, 2013.

Cabe resaltar que este proceso es muy variado en cuanto a su ciclo pues es recurrente que se salten pasos, y el tiempo en que falla el equipo y su respectiva reparación.

Como se puede ver en la figura anterior, las solicitudes se presentan de manera verbal o escrita.

Por su parte el proceso del mantenimiento **preventivo** se realiza con el mismo proceso anterior, la diferencia radica en que este empieza cuando por el criterio del operario y aprobación del secretario, se toma la decisión de realizar mantenimiento al equipo. Ver figura 8.

**Figura 8. Mantenimiento Preventivo**



Fuente: Autores, 2013.

Se debe mencionar que la Panel y la Motocicleta son operadas por agentes de la policía nacional.

El secretario de obras públicas para recibir las solicitudes de servicio y para ordenar los trabajos de mantenimiento para estos equipos, lo hace por medio del comandante de la estación de policía que hace de intermediario, el cual tiene mando sobre los agentes encargados de operar estos equipos.

**3.1.3 Sistema de información.** Existe un archivo donde se guardan los formatos escritos separados por equipos.

Estos formatos que se manejan son de solicitud de mantenimiento, materiales, compra y actas de entrega de materiales.

### **3.2 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS**

Del diagnóstico de la administración del mantenimiento de los equipos se concluye lo siguiente:

- ✓ Los registros históricos de operación y de mantenimiento de los equipos no son claros y se encuentran desorganizados. Esto interfiere en la prevención de las fallas y en la buena operación de los equipos
- ✓ Antes durante y después de la operación de los equipos, los operarios no realizan de manera organizada y periódica las rutinas de limpieza e inspección. Hecho que deteriora el aspecto operacional y físico de estos.
- ✓ La secretaría de obras públicas no cuenta con un sistema o plan de mantenimiento de los equipos claramente definido generando un desorden y confusión entre la administración. Además estos mantenimientos se realizan sin tener en cuenta criterios técnicos.
- ✓ Los formatos que se llevan para las solicitudes no tienen un diseño estandarizado, afectando la estructura del sistema de información.
- ✓ En la alcaldía no se tiene una cultura de mantenimiento. Esto hace que la administración del mantenimiento de los equipos no sea eficiente.
- ✓ El personal no está capacitado en cuanto a conceptos de mantenimiento, dificultando la administración que lleva la secretaría de obras públicas con el mantenimiento de los equipos.

- ✓ Los tiempos en los cuales se hace mantenimiento a los equipos son demasiado largos, dado que los mantenimientos que requieren de asistencia técnica, no se pueden ejecutar dentro del municipio, además de la tramitología para la aprobación y ejecución de estos, ocasionando altos costos económicos.
  
- ✓ No poseen catálogos de todos los equipos

En general, con el diagnóstico se evidencia un alto grado de desorganización, confusión e ineficiencia en el manejo de la administración del mantenimiento de los equipos de la alcaldía del municipio de Belén Boyacá, afectando la operación de estos y disminuyendo su vida útil.

### **3.3 EQUIPOS E INSTALACIONES**

El diagnóstico de los equipos se hizo mediante una inspección con formatos técnicos para identificar características, especificaciones y estado actual de los equipos.

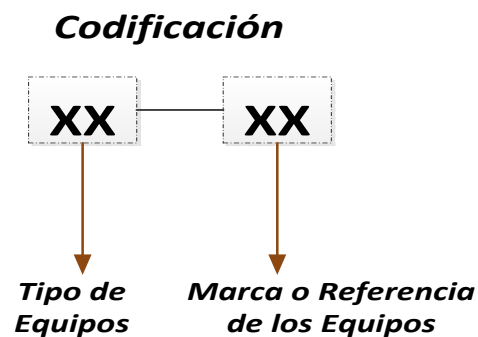
Para empezar es necesario hacer una codificación e inventario de los equipos, además de un inventario de las instalaciones que intervienen en el proceso de mantenimiento.

**3.3.1 Codificación.** La codificación organiza, mejora y facilita la administración del mantenimiento ya que ordena la información sobre los equipos.

Se encontró que la secretaría de obras públicas de Belén no cuenta con una codificación de sus equipos, de modo que su sistema de información no está organizado y por lo tanto su modelo de mantenimiento no es adecuado.

En ese sentido se realizó la respectiva codificación utilizando un sistema alfabético, compuesto de 4 caracteres, dividido en dos partes, las dos primeras son el tipo de equipo y las dos últimas son la marca o referencia de los equipos, como lo muestra la figura 9.

**Figura 9. Codificación**



Fuente: Autores, 2013.

Como resultado de la codificación surge la tabla 3 que divide los equipos por tipos de la siguiente manera, Maquinaria Pesada (MP), Maquinaria Agrícola (MA), y Vehículo de Transporte (VT).

**Tabla 3. Tipos de Equipos**

TIPO	CODIGO
MAQUINARIA PESADA	MP
MAQUINARIA AGRICOLA	MA
VEHICULO DE TRANSPORTE	VT

Fuente: Autores, 2013.

La tabla 4 muestra los equipos teniendo en cuenta su marca o referencia más el código, de manera que sea de mayor facilidad su interpretación para uso del plan de mantenimiento.

**Tabla 4. Marca y Referencia de Equipos**

<b>MARCA O REFERENCIA</b>	<b>CODIGO</b>
Vibro-Compactador	VC
Motoniveladora	MT
Retroexcavadora	RT
Tractor	TR
Renovador de Predera	RP
Rotocultivador	RT
Arado Cíncel Vibratorio	AV
Voleadora	VD
Rastrillo Pulidor Vibratorio	RV
Compactador	CP
Volqueta	VQ
Mitsubishi	MIT
Land Rover	LR
Autobus	AB
Panel Policía	PNL
Susuki	SKI

Fuente: Autores, 2013.

El resultado de la codificación final se organizó por ítems como equipos, tipo y marca o referencia, como compilación de las tablas anteriores, ver tabla 5.

**Tabla 5. Codificación Final de Equipos**

EQUIPOS	TIPO	MARCA O REFERENCIA
Vibro-Compactador	MP	VC
Motoniveladora	MP	MT
Retroexcavadora	MP	RT
Tractor	MA	TR
Renovador de Predera	MA	RP
Rotocultivador	MA	RT
Arado Cincel Vibratorio	MA	AV
Voleadora	MA	VD
Rastrillo Pulidor Vibratorio	MA	RV
Compactador	VT	CP
Volqueta	VT	VQ
Montero Mitsubishi	VT	MIT
Camioneta Land Rover	VT	LR
Autobus	VT	AB
Panel Policia	VT	PNL
Moto Policia	VT	SKI

Fuente: Autores, 2013.

**3.3.2 Inventario.** El objetivo del inventario es identificar claramente las instalaciones y los equipos que intervienen en la administración del mantenimiento que la secretaría de obras públicas lleva a cabo.

**3.3.2.1 Inventario de los equipos.** Este inventario se desarrolló por medio de formatos con el fin de organizar la inspección (Ver tabla 6 Inventario de Equipos)

**Tabla 6. Inventario de Equipos**

INVENTARIO MAQUINARIA PESADA, MAQUINARIA AGICOLA Y VEHICULOS DE TRANSPORTE			FORMATO 1	FECHA: 02/11/2012
			LISTA EQUIPOS	
N°	CODIGO	DESCRIPCION- MODELO	MARCA	
1	MP-VC	Vibro-Compactador	DYNAPAC	
2	MP-MT	Motoniveladora	MITSHUBISHI	
3	MP-RT	Retroexcavadora	CATERPILLAR	
4	MA-TR	Tractor	NEW HOLLAND FORD	
5	MA-RP	Renovador de Predera	INTALL	
6	MA-RT	Rotocultivador	INTALL	
7	MA-AV	Arado Cincel Vibratorio	INTALL	
8	MA-VD	Voleadora	AGROTEC	
9	MA-RV	Rastrillo Pulidor Vibratorio	INTALL	
10	VT-CP	Compactador	CHEVROLET	
11	VT-VQ	Volqueta	INTERNATIONAL	
12	VT-MIT	Montero Mitsubishi	MITSHUBISHI	
13	VT-LR	Camioneta Land Rover	LAND ROVER	
14	VT-AB	Autobus	INTERNATIONAL	
15	VT-PNL	Panel Policia	VOLKSWAGEN	
16	VT-SKI	Moto Policia	SUSUKI	

Fuente: Autores, 2013.

**3.3.2.2 Inventario de las instalaciones.** Este inventario se realizó mediante un formato donde se hizo una descripción de la instalación, de su área y del funcionario, equipos y materiales que ocupan este espacio, ver tabla 7.

**Tabla 7. Inventario de las Instalaciones de la Secretaría de Obras Públicas**

INVENTARIO DE LAS INSTALACIONES DE LA SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS		FORMATO 1	FECHA 03/11/2012
INSTALACIONES			
DESCRIPCIÓN	AREA	OBSERVACIONES	
Oficina Secretaria de obras públicas	25 m <sup>2</sup>	En este espacio se ubican el Secretario de Obras Públicas y la auxiliar administrativa.	
Oficina de la secretaria	9 m <sup>2</sup>	En este espacio se ubica el Secretaria.	
Archivador	3 m <sup>2</sup>	En este espacio se ubica la documentación referente a los equipos.	
Almacén	26 m <sup>2</sup>	En este espacio se ubican las herramientas, los repuestos y desechos de los equipos.	
Garaje 1	160 m <sup>2</sup>	Maquinaria Agricola, Vehiculos de Transporte de Solidos.	
Garaje 2	128 m <sup>2</sup>	En este espacio se ubican los Vehiculos de Transporte de Personas.	

Fuente: Autores, 2013.

Cabe resaltar que los operarios desarrollan los mantenimientos de los equipos en los garajes. En el almacén se encuentran las herramientas necesarias para realizar los mantenimientos, como los cambios de filtros, cambio de llantas y ajustes. Las herramientas con las que cuentan son:

- un juego de copas de 1' con su rache
- un juego de copas de 1/2' con su rache
- un juego de copas milimétrico
- una copa para bujías
- un juego de llaves
- un juego de llaves torx
- dos alicates
- un juego de destornilladores

- una llave expansiva
- una extensión para rache
- un gato caimán de 2,5 ton
- un gato caimán de 16 ton
- una llave para filtros de aceite
- dos banquillos de 3 y 12 ton
- una caja porta herramientas
- un amperímetro
- una lámpara portátil
- dos cuñas para ruedas
- un martillo de 24 oz
- un cepillo de bronce
- dos hombresolos

Además de estas herramientas, los vehículos cuentan con cruceta, gato hidráulico, juego de llaves, destornilladores, alicates y linterna

La oficina de obras públicas se encuentra dentro del palacio municipal, y los garajes se encuentran a tres cuadras del palacio.

**3.3.3 Inspección de los equipos.** En este formato se detallan las partes de los equipos con el objetivo de detectar sus estados actuales y poder evitar paros, además de garantizar la disponibilidad y confiabilidad de dichos equipos

Los formatos se diseñaron según el tipo de equipo, como ejemplo se muestran los formatos de inspección de la Retroexcavadora, Tractor y el automóvil Land Rover ver figuras 10, 11 y 12. Los formatos de la inspección de los equipos restantes se presentarán en los anexos.

Para poder evaluar las partes de los equipos se ponderó según funcionalidad.

- Bueno: no hay que realizarle ningún ajuste
- Regular: hay que realizarle ajustes
- Malo: requiere ser reparado o cambios

Esta evaluación se realizó en forma de observación de los equipos y entrevistas a los operarios

También se ponderó el estado de las partes de los equipos de la siguiente forma: (1) bueno, (0,5) regular y (0) malo, esto se hizo para poder estimar las partes a punto.

Además esta inspección sirvió para poder conocer las características básicas de los equipos, clase, descripción, fabricante, fecha de fabricación, tamaño, capacidad, parámetros de operación etc. Dado que para poder diseñar un plan de mantenimiento es indispensable conocer profundamente los equipos.

Figura 10. Diseño del formato de Inspección de Maquinaria Pesada

LISTA DE CHEQUEO MAQUINARIA PESADA																					
DATOS GENERALES DE IDENTIFICACION										LISTA N°			FECHA								
MODELO		MARCA		EQUIPO			AÑO FABRICACION			N° DE MOTOR			HODOMETRO								
420D		CATERPILLAR		MAQUINARIA PESADA			2005														
OPERADOR					CODIGO INTERNO					UBICACION				COLOR							
					MP-RT																
No	CABINA			BUENO	REGULAR	MALO	No	ELEMENTOS EXTERNOS			BUENO	REGULAR	MALO		MOTOR			BUENO	REGULAR	MALO	
1	ASIENTO						36	PINTURA GENERAL							73	MANGUERAS					
2	LUZ DE CABINA						37	LATAS							74	TAPAS					
3	CINTURON DE SEGURIDAD						38	ESPEJOS							75	DEPOSITOS					
4	RETROVISOR						39	ESCAPE							76	RADIADOR DE AGUA					
5	MANILLA DE PUERTA						40	EXTENSION DEL ESCAPE							77	BATERIA					
6	BOLOQUEO DE PUERTA						41	SILENCIADOR							78	MOTOR DE ARRANQUE					
7	LATAS DE CABINA						42	TANQUES Y TAPAS								TOTAL					
8	VIDRIOS						43	CHAPAS							6	SISTEMA HIDRAULICO			BUENO	REGULAR	MALO
9	CAJA DE FUSIBLES						44	GRASAS							79	BOMBA HIDRAULICA					
10	REGULADORES ASIENTO						45	LIMPIAPARABRISAS DELANTERO							80	TANQUE DE ACELUTE HIDRAULICO					
11	PUERTAS						46	LIMPIAPARABRISAS TRASERO							81	VALVULA DISTRIBUCION PALA					
	TOTAL						47	ESTRIBO							82	VALVULA DISTRIBUCION RETRO					
	TABLERO DE INDICADORES			BUENO	REGULAR	MALO	48	FRENOS							83	MANGUERAS					
12	LUZ DE TABLERO						49	LUCES DELANTERAS							84	CILINDROS HIDRAULICO					
13	ODOMETRO						50	LUCES DE TRABAJO DELANTERAS							85	UNIONES					
14	INDICADOR ACEITE TRANSMISION						51	LUCES DE TRABAJO TRASERAS							86	BUJES					
15	INDICADOR TEMPERATURA AGUA						52	LUCES DE EMERGENCIA							87	PINES					
16	INDICADOR DOBLETRASION						53	LUCES DE ESTOP							88	MEDIDORES					
17	INDICADOR CAMBIO DE DIRECCION						18	TOTAL								TOTAL					
18	INDICADOR DE LUCES							LLANTAS			BUENO	REGULAR	MALO		10	HERRAMIENTAS DE LA MAQUINA			BUENO	REGULAR	MALO
19	INDICADOR DE FRENOS						54	DELANTERA IZQUIERDA							89	CUCHARON PALA CARGADORA					
20	INDICADOR DE REVOLUCIONES						55	DELANTERA DERECHA							90	CUCHARON RETROEXCAVADORA					
21	INDICADOR FILTRO AIRE						56	TRASERA IZQUIERDA							91	ESTABILIZADORES					
22	INDICADOR DEL ARRANQUE						57	TRASERA DERECHA							92	BLOQUEO PALA CARGADORA					
23	LUZ INDICADORES (TESTIGOS)						4	TOTAL							93	BLOQUEO RETROEXCAVADORA					
	TOTAL							FILTROS Y NIVELES			BUENO	REGULAR	MALO			EQUIPO DE EMERGENCIA			BUENO	REGULAR	MALO
24	PALANCA DEL INVERSOR						58	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR							5						
25	PALANCA DE CAMBIOS						59	FILTRO DE COMBUSTIBLE								EXTINTOR					
26	PALANCA PARA PALA						60	FILTRO TRAMPA DE COMBUSTIBLE								BOTIQUIN					
27	ACELERADOR DE MANO						61	FILTRO DE AIRE INTERNO								CAJA DE HERRAMIENTAS					
28	FRENO DE MANO						62	FILTRO DE AIRE EXTERNO								MANUALES					
29	PALANCAS PARA RETROEXCAVADORA						63	FILTRO DEL SISTEMA HIDÁULICO							4	TOTAL					
30	PALANCA ESTABILIZADOR						64	FILTRO TRANSMISIÓN													
31	PEDAL DEL ACELERADOR						65	ACEITE MOTOR													
32	PEDAL DEL FRENO						66	ACEITE DEL SISTEMA HIDRÚLICO													
33	VOLANTE						67	ACEITE DE TRANSMISIÓN													
	TOTAL						68	ACEITE DE MANDOS FINALES													
	ACCESORIOS ELECTRICOS			BUENO	REGULAR	MALO	69	ACEITE DE ESFERICAS													
34	BOSINA						70	REFRIGERANTE													
35	INDICADOR ACUSTICO DE REVERSA						71	VARILLAS MEDIDAS													
	TOTAL						72	MEDIDORES VISUALES													
2	TOTAL						15	TOTAL													

FOTO

OBSERVACIONES:

OPERARIO: \_\_\_\_\_ REALIZO \_\_\_\_\_ VERIFICO \_\_\_\_\_

Fuente: Autores, 2013.

Figura 11. Diseño del formato de Inspección de Maquinaria Agrícola

LISTA DE CHEQUEO MAQUINARIA AGRICOLA																				
DATOS GENERALES DE IDENTIFICACION										LISTA N°			FECHA							
MODELO		MARCA		EQUIPO		AÑO FABRICACION		N° DE MOTOR			HODOMETRO									
66335 D.T.		NEW HOLLAND FORD		MAQUINARIA AGRICOLA		2005														
OPERADOR					CODIGO INTERNO					UBICACION			COLOR							
					MA-TR															
No	CABINA			BUENO	REGULAR	MALO	No	ELEMENTOS EXTERNOS			BUENO	REGULAR	MALO	No	MOTOR			BUENO	REGULAR	MALO
1	ASIENTO						24	PINTURA GENERAL						52	MANGUERAS					
2	CINTURON DE SEGURIDAD						25	LATAS						53	TAPAS					
3	RETROVISOR						26	ESPEJOS						54	DEPOSITOS					
4	LATAS DE CABINA						27	ESCAPE						55	RADIADOR DE AGUA					
5	CAJA DE FUSIBLES						28	EXTENSION DEL ESCAPE						56	BATERIA					
6	DESCANSA BRAZOS						29	SILENCIADOR						57	ABRAZADERAS					
6	TOTAL						30	TANQUES Y TAPAS						58	ALTERNADOR					
	TABLERO DE INDICADORES			BUENO	REGULAR	MALO	31	LUCES DE TRABAJO						59	MOTOR DE ARRANQUE					
7	LUZ DE TABLERO						32	LUCES DE STOP						60	GATOS CAPO					
8	ODOMETRO						33	ESTRIBO						8	TOTAL					
9	INDICADOR DE COMBUSTIBLE						34	COMTRAPESO							SISTEMA HIDRAULICO			BUENO	REGULAR	MALO
10	INDICADOR TEMPER ACEITE MOTOR						11	TOTAL						61	BOMBA HIDRÁULCA					
11	LUZ INDICADORES (TESTIGOS)							LLANTAS			BUENO	REGULAR	MALO	62	TANQUE DE ACEITE HIDRÁULICO					
5	TOTAL						35	DELANTERA IZQUIERDA						63	VALVULAS DE DISTRIBUCCION					
	MANDOS			BUENO	REGULAR	MALO	36	DELANTERA DERECHA						64	MANGUERAS					
12	PALANCAS DE MANDO						37	TRASERA IZQUIERDA						65	CILINDROS HIDRÁULICO					
13	VOLANTE						38	TRASERA DERECHA						66	VALVULAS CONTROL DE PRESION					
14	PEDALES						4	TOTAL						67	UNIONES					
15	CONTROL DE LUCES							FILTROS Y NIVELES			BUENO	REGULAR	MALO	68	BUJES					
16	INTERRUPTORES DE MANDO						39	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR						69	PINES					
17	SWITCH ECENDIDO						40	FILTRO DE COMBUSTIBLE						70	MEDIDORES					
18	FRENO DE MANO						41	FILTRO TRAMPA DE AGUA						71	FRENOS					
7	TOTAL						42	FILTRO TRAMPA DE COMBUSTIBLE						11	TOTAL					
	ACCESORIOS ELECTRICOS			BUENO	REGULAR	MALO	43	FILTRO DE AIRE INTERNO							ADICIONALES			BUENO	REGULAR	MALO
19	BOSINA						44	FILTRO DE AIRE EXTERNO						72	ARBOL DE TRANSMISION					
20	INDICADOR ACUSTICO DE REVERSA						45	FILTRO DEL SISTEMA HIDÁULICO						73	CADENA DE SEGURIDAD					
2	EQUIPO DE EMERGENCIA			BUENO	REGULAR	MALO	46	ACEITE MOTOR						74	ENGANCHE TRES PUNTOS					
21	EXTINTOR						47	ACEITE DEL SISTEMA HIDRÚLICO						75	TORNILLO DE FIJACION DEL ENGANCHE					
22	BOTIQUIN						48	ACEITE DE ESFERICAS (GRASAS)						76	MANDOS TRACEROS					
23	CAJA DE HERRAMIENTAS						49	REFRIGERANTE						77	ACOPLES HIDRAULICOS					
3	TOTAL						50	VARILLAS MEDIDORAS						6	TOTAL					
							51	MEDIDORES VISUALES												
							13	TOTAL												

FOTO

OBSERVACIONES:

OPERARIO: REALIZO VERIFICO

Fuente: Autores, 2013.



**Tabla 8. Resultados y análisis de las instalaciones y equipos**

N°	TIPO	MARCA O REFERENCIA	EQUIPO	No DE PARTES	PARTES A PUNTO	BUENO	REGULAR	MALO
1	MP	VC	Vibro-Compactador	76	88%	87%	1%	12%
2	MP	MT	Motoniveladora	98	77%	70%	14%	16%
3	MP	RT	Retroexcavadora	97	85%	78%	12%	9%
4	MA	TR	Tractor	76	85%	78%	12%	9%
5	MA	RP	Renovador de Pradera	8	81%	75%	13%	13%
6	MA	RT	Rotocultivador	7	79%	71%	14%	14%
7	MA	AV	Arado Cíncel Vibratorio	7	79%	71%	14%	14%
8	MA	VD	Voleadora	9	67%	56%	22%	22%
9	MA	RV	Rastrillo Pulidor Vibratorio	7	79%	71%	14%	14%
10	VT	CP	Compactador	102	77%	72%	12%	17%
11	VT	VQ	Volqueta	96	53%	53%	21%	26%
12	VT	MIT	Montero Mitsubishi	90	77%	70%	14%	16%
13	VT	LR	Camioneta Land Rover	85	92%	88%	7%	5%
14	VT	AB	Autobús	97	63%	44%	38%	18%
15	VT	PNL	Panel Policía	95	96%	93%	6%	1%
16	VT	SKI	Moto Policía	54	96%	94%	4%	2%
			<b>PROMEDIOS</b>	<b>62,75</b>	<b>79%</b>	<b>73%</b>	<b>14%</b>	<b>13%</b>

Fuente: Autores, 2013.

### **3.4 RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL DIAGNÓSTICO DE LAS INSTALACIONES Y EQUIPOS**

Del diagnóstico de las instalaciones y equipos, se concluye lo siguiente:

- ✓ Es evidente, que los equipos que requieren más reparaciones y cambio de partes, son la Volqueta y el Autobús, con un 53% y un 63% de partes a punto respectivamente.
- ✓ Los equipos que no requieren muchos ajustes, son la Panel y la Motocicleta Suzuki con un 96% de partes a punto cada uno.
- ✓ Hay que resaltar, que el Compactador de Basura, tiene la bomba hidráulica del sistema de compactación en mal estado, la cual requiere de cambio.
- ✓ Por otro lado, entre el Vibrocompactador y el Tractor, tienen que compartir una sola batería, lo conlleva a que los dos equipos, no puedan operar al mismo tiempo. Además se suma el trabajo innecesario, de cambiar la batería, reduciendo los tiempos de operación de estos.
- ✓ No existe una política clara en cuanto al almacenamiento de los desechos del mantenimiento de los equipos, ocasionando daños ambientales y dificultando el trabajo en las locaciones.
- ✓ El promedio del total de las partes que se encuentran a punto de todos los equipos, es de 79%, un resultado regular, que afectará los servicios que estos prestan.

- ✓ No hay una filosofía, ni se cuenta con recursos físicos para la seguridad industrial y la gestión ambiental, afectando la integridad de las personas y al medio ambiente.
  
- ✓ Según el resultado del diagnóstico de los equipos, el 21% de las partes de estos, se encuentran en mal estado, siendo un porcentaje considerablemente alto, lo que conlleva a la baja disponibilidad de los equipos.

De las 1004 partes inspeccionadas que suman todos los equipos, un gran porcentaje de estas, se encuentran en un estado de mal funcionamiento, de las cuales el 13%, hay que hacerle reparaciones o cambios y otro 14%, requieren de ajustes. De no corregirse estos estados de las partes, se puede afectar el funcionamiento de los equipos y acelerare su deterioro.

## **4. ANÁLISIS DE CRITICIDAD**

La alcaldía del municipio de Belén Boyacá, cuenta con cierto número de equipos de variada complejidad e importancia, a las cuales es necesario efectuarles un mantenimiento, para que estos desempeñen su trabajo de manera satisfactoria, dentro de lo requerido.

Pero el mantenimiento no se puede emplear de la misma forma, para todos los equipos, es por esta razón que se deben jerarquizar, para dirigir los esfuerzos en los trabajos de mantenimiento, de manera proporcional según su importancia.

Para crear esta jerarquización, se cuenta con el análisis de criticidad, el cual se puede aplicar a procesos, sistemas y equipos, facilitando la toma de decisiones acertadas y priorizando mantenimientos.

### **4.1 CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS SEGÚN CRITICIDAD**

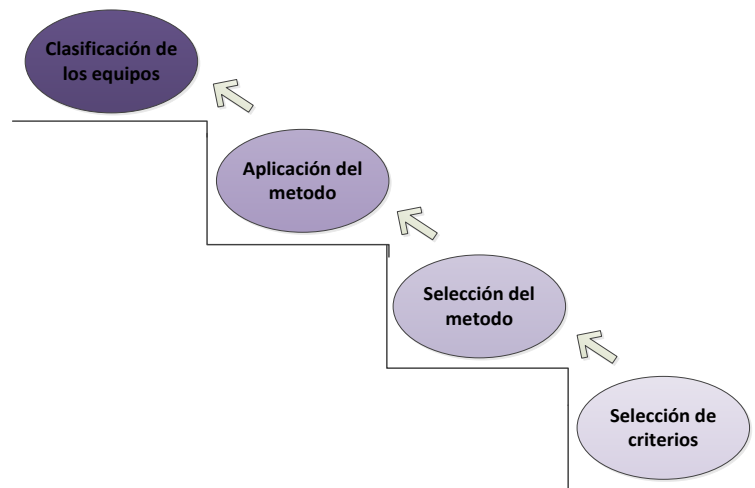
Los equipos, serán clasificados en tres categorías, dependiendo del análisis de criticidad. Los cuales son: equipos críticos, equipos medianamente críticos y equipos no críticos.

- ❖ Equipos críticos. A esta categoría, se clasifican los equipos que tienen un alto impacto en la alcaldía o en el servicio que prestan.
- ❖ Equipos medianamente críticos. Son los equipos, que al presentar una falla o un paro indeseado, ocasionan un impacto significativo, pero sin consecuencias mayores.
- ❖ Equipos no críticos. Son los equipos, que al presentar una falla o un paro indeseado, a lo mucho causaran molestias e incomodidades, sin impactos importantes.

## 4.2 DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD PARA LOS EQUIPOS DE LA ALCALDÍA

Para efectuar el análisis de criticidad, se empieza por la selección de criterios, seguido por la selección del método, luego la aplicación del método, para finalmente obtener una clasificación de los equipos por su criticidad. Ver figura 13.

**Figura 13 Proceso de análisis de criticidad**



Fuente: Autores, 2013.

Para el análisis, se evaluaron los equipos, sobre ciertos factores, que ponderan a cada equipo, para luego unirse en una función, que finalmente arrojó un resultado de criticidad.

Los factores, en los que se evaluarán los equipos, se mostrarán en seguida, con su respectiva ponderación.

**4.2.1 Frecuencia de fallas.** Es el número de veces, que falla un equipo en un determinado tiempo, que para nuestro caso, será de un año, puntuando del uno al cinco, según el número de fallas que presenta. Ver tabla 9.

**Tabla 9. Ponderación de frecuencia de fallas**

FRECUENCIA DE FALLA	
Una o menos fallas por año	1
2 fallas por año	2
3 fallas por año	3
4 fallas por año	4
Más de 4 fallas por año	5

**4.2.2 Impacto operacional.** Representa el porcentaje de producción o servicio, afectado, por la generación de una falla del equipo. Ver tabla 10.

**Tabla 10. Ponderación impacto ambiental**

IMPACTO OPERACIONAL	
0% de impacto	0,05
25% de impacto	0,3
50% de impacto	0,5
75% de impacto	0,8
100% de impacto	1

**4.2.3 Tiempo promedio para reparar.** Es el tiempo promedio, que se invierte para poner en funcionamiento nuevamente, un equipo tras una falla. Ver tabla 11.

**Tabla 11. Ponderación tiempo promedio para reparar**

TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR	
Menos de 30 minutos	1
Entre 30 minutos y 2 horas	2
Entre 2 horas y un día	3
Más de un día	4

**4.2.4 Costos de reparación.** Pondera según el costo económico promedio, que presenta la reparación de un equipo. Ver tabla 12.

**Tabla 12. Ponderación de costos de reparación**

COSTO DE REPARACION (COP)	
Menos de \$ 200.000	3
Entre \$ 200.000 y \$ 500.000	5
Entre \$ 500.000 y \$ 1.000.000	10
Más de \$ 1.000.000	15

**4.2.5 Impacto ambiental.** Se pondera, dependiendo de las consecuencias ambientales, que pueda ocasionar el equipo, cuando presenta una falla. Ver tabla 13.

**Tabla 13. Ponderación de impacto ambiental**

IMPACTO AMBIENTAL	
No genera ningún impacto ambiental	0
Impacto bajo, apenas perceptible	5
Impacto medio, se hace notorio	10
Impacto alto, incumple con las normas	15

**4.2.6 Impacto en salud y seguridad personal.** Evalúa el equipo, según las consecuencias que puede ocasionar, en la salud y seguridad, sobre una persona, tras el origen de una falla. Ver tabla 14.

**Tabla 14. Ponderación impacto en salud y seguridad personal**

IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONAL	
No origina heridas ni lesiones	0
Puede ocasionar lesiones leves no incapacitantes	5
Puede ocasionar lesiones con incapacidad temporal entre 1 y 30 días	10
Puede ocasionar lesiones con incapacidad superiores a 30 días	15

**4.2.7 Impacto energético.** Clasifica los equipos, por la potencia suministrada, tomando como referencia el caballo de potencia. Ver tabla 15.

**Tabla 15. Ponderación impacto energético**

IMPACTO ENERGETICO	
Equipos con potencia menor a 5 hp	1
Equipos con potencia entre 5 hp y 25 hp	2
Equipos con potencia entre 25 hp y 50 hp	3
Equipos con potencia entre 50 hp y 100 hp	4
Equipos con potencia mayor a 100 hp	5

Para obtener el nivel de criticidad de cada uno de los equipos, se emplea la ecuación 1.

**Ecuación 1 Criticidad**

$$criticidad = frecuencia\ de\ fallas \times consecuencia$$

donde:

$$\text{consecuencia} = a + \frac{1}{2}(b \times c)$$

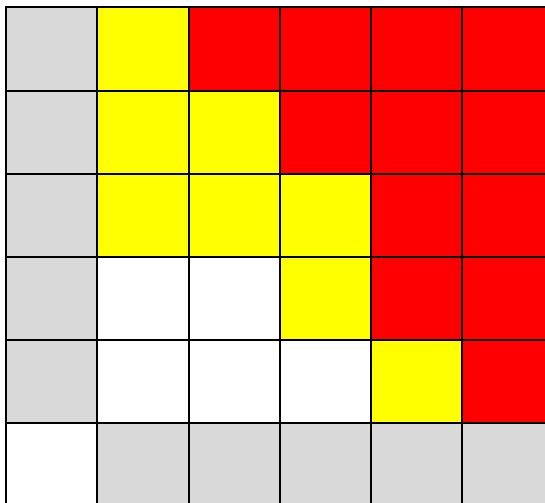
$a = \text{costo de reparación} + \text{impacto ambiental} + \text{impacto en salud y seguridad}$


$b = \text{impacto sobre la producción} \times \text{tiempo promedio para reparar}$

$c = \text{impacto energético}$


Finalmente, los resultados, se muestran en un gráfico para mayor comprensión, que está dividido en tres áreas, que son, el área de los equipos críticos, el área de los equipos medianamente críticos y el área de los equipos no críticos, de tal manera, que en el eje vertical se ubica las frecuencias de fallas y en el eje horizontal las consecuencias de fallas.

**Figura 14. Matriz de criticidad**



 Área blanca: Equipos no críticos.

 Área amarilla: Equipos medianamente críticos.

 Área roja: Equipos críticos.

### **4.3 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD**

Los resultados arrojados, se mostraran en la siguiente tabla.

**Tabla 16. Resultados del análisis de criticidad**

MAQUINAS	Frecuencia de fallas	Impacto operacional	Tiempo en reparación	Costo en reparación	Impacto ambiental	Impacto en seguridad	Impacto energético	a	b	c	CONSECUENCIA	CRITICIDAD
Vibro-Compactador	2	0,8	4	5	15	10	4	30	3,2	4	36,4	72,8
Motoniveladora	4	1	4	10	15	15	5	40	4	5	50	200
Retroexcavadora	3	1	4	10	15	15	4	40	4	4	48	144
Tractor	3	0,8	4	5	15	10	4	30	3,2	4	36,4	109,2
Renovador de Pradera	1	0,3	1	3	0	0	4	3	0,3	4	3,6	3,6
Rotocultivador	1	0,3	1	3	0	0	4	3	0,3	4	3,6	3,6
Arado Cincel Vibratorio	3	0,5	1	3	0	0	4	3	0,5	4	4	12
Voleadora	1	0,3	1	3	0	0	1	3	0,3	1	3,15	3,15
Rastrillo Pulidor Vibratorio	1	0,5	1	3	0	0	4	3	0,5	4	4	4
Compactador	4	1	4	10	15	15	5	40	4	5	50	200
Volqueta	3	1	4	5	15	15	4	35	4	4	43	129
Montero Mitsubishi	2	0,8	3	5	15	15	4	35	2,4	4	39,8	79,6
Camioneta Land Rover	2	0,8	3	5	15	15	5	35	2,4	5	41	82
Autobús Escolar	3	1	3	5	15	15	5	35	3	5	42,5	127,5
Panel Policía	2	1	3	5	15	15	4	35	3	4	41	82
Moto Policía	2	1	3	5	10	15	2	30	3	2	33	66

Fuente: Autores, 2013.

A continuación, se mostrará una tabla, con la clasificación de los equipos en orden descendente, según su nivel de criticidad. Ver tabla 17.

**Tabla 17. Clasificación de los equipos por nivel de criticidad**

EQUIPOS	CRITICIDAD
Compactador	200
Motoniveladora	200
Retroexcavadora	144
Volqueta	129
Autobús Escolar	127,5
Tractor	109,2
Camioneta Land Rover	82
Panel Policía	82
Montero Mitsubishi	79,6
Vibro-Compactador	72,8
Moto Policía	66
Arado Cincel Vibratorio	12
Rastrillo Pulidor Vibratorio	4
Renovador de Pradera	3,6
Rotocultivador	3,6
Voleadora	3,15

Fuente: Autores, 2013.

Siguiendo con el análisis, se ubicaron los equipos en una matriz de criticidad, que sirve para visualizar de una mejor forma, el nivel de importancia de los equipos, ayudando con el desarrollo del plan de mantenimiento. Ver tabla 18.

**Tabla 18. Matriz de criticidad**

5					
4					MP-MT VT-CP
3	MA-AV			MA-TR	MP-RT VT-VQ VT-AB
2			VT-SKI	MP-VC VT-MIT	VT-LR VT-PNL
1	MA-RP MA-RT MA-VD				
	10	20	30	40	50

Fuente: Autores, 2013.

#### 4.4 CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Del análisis de criticidad, se concluye lo siguiente:

- ✓ Con la elaboración de la matriz de criticidad, se pudo determinar, que los equipos que caen en la zona crítica, son: la maquinaria pesada, el tractor y todos los vehículos de transporte.
- ✓ Es evidente, que la mayoría de los equipos, son críticos y que estos son de alta complejidad técnica, altos costos de mantenimiento, con una notable frecuencia de fallas y con elevados tiempos de reparación.
- ✓ Lo anterior quiere decir, que a estos equipos se les debe hacer un buen seguimiento, principalmente a la motoniveladora y al compactador de basura, que encabezan la lista de equipos críticos.

- ✓ Dos equipos quedaron clasificados como medianamente críticos, los cuales son: la motocicleta de la policía y el arado de cincel vibratorio.
- ✓ Ya en la zona de equipos no críticos, se ubicaron los cuatro restantes accesorios del tractor.

En general, según el análisis de criticidad, a los equipos que hay que aplicarles un mantenimiento preventivo, son: la maquinaria pesada, vehículos de transporte y el tractor.

A los equipos restantes, se les puede aplicar un mantenimiento correctivo.

Más adelante se mostrará con detalle, el programa de mantenimiento de los diferentes equipos, de acuerdo a sus requerimientos.

## 5. PLAN DE MANTENIMIENTO

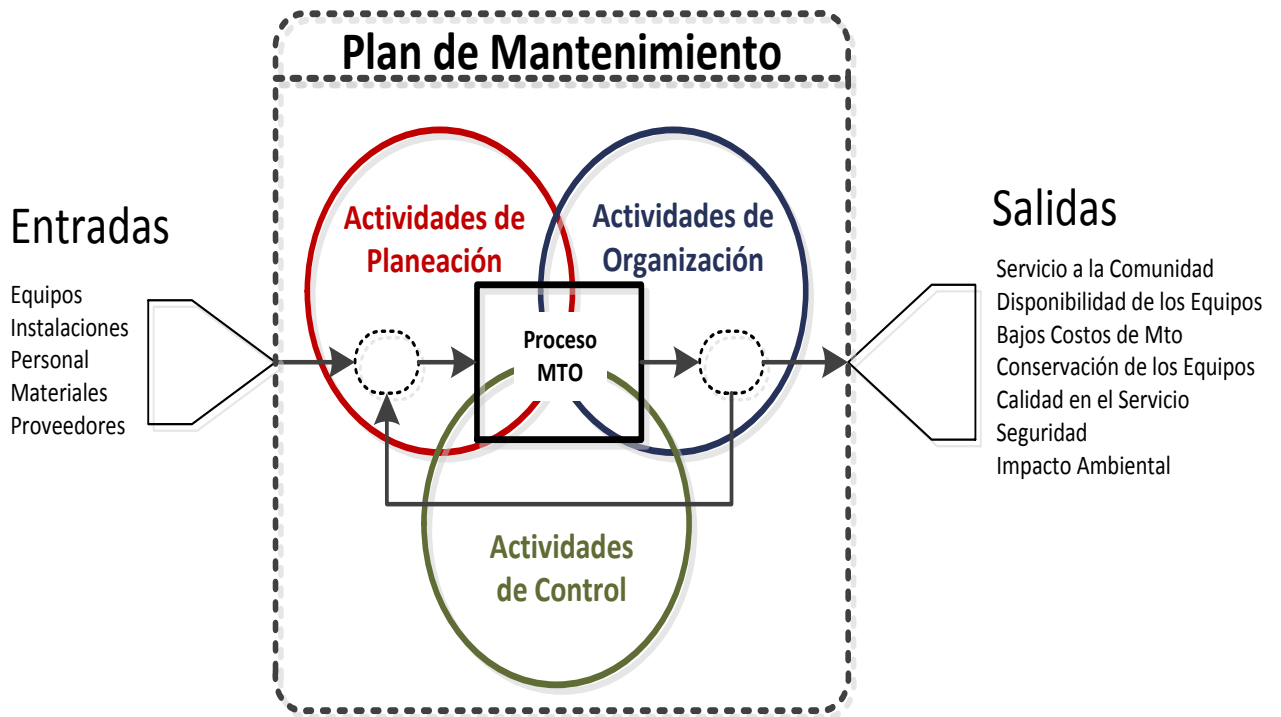
La administración del mantenimiento, consiste en realizar ciertas actividades que acerquen al equipo a su condición de operación inicial, dado que no es simplemente reparar el equipo de manera rápida apenas presente una falla.

Un plan de mantenimiento, se convierte en una herramienta valiosa para los servicios de mantenimiento, el cual se encarga de controlar la programación, el presupuesto y ejecución de las actividades, colaborando para el alcance de las metas y objetivos de la entidad, además evalúa los resultados y el grado de satisfacción, obtenido a través de los procesos operativos de mantenimiento.

Para el desarrollo del plan de mantenimiento, se van a realizar las siguientes actividades.

- ❖ Actividades de planificación.
- ❖ Actividades de organización.
- ❖ Actividades de control.

**Figura 15. Plan de Mantenimiento para los equipos de la alcaldía del municipio de Belén Boyacá**



Fuente: Autores, 2013.

## 5.1 ACTIVIDADES DE PLANIFICACIÓN

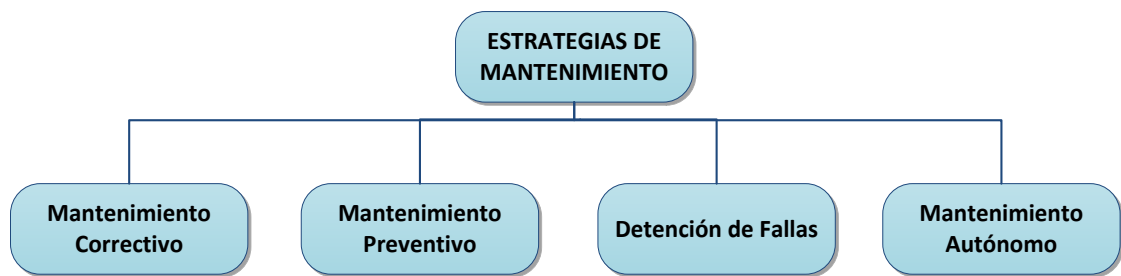
A continuación, se presentan las actividades de planificación.

- ❖ Filosofía.
- ❖ Pronóstico de la demanda de mantenimiento.
- ❖ Planeación de la capacidad de mantenimiento.
- ❖ Programación del mantenimiento.

**5.1.1 Filosofía.** La filosofía de mantenimiento de la secretaría de obras públicas del municipio de Belén, es la de tener un nivel mínimo de gastos de mantenimiento y permitir la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.

Para lograr lo anterior, las siguientes estrategias, pueden desempeñar un papel eficaz, si la secretaría de obras públicas, las combinan y aplican de manera correcta. Ver figura 16.

**Figura 16. Estrategias de Mantenimiento**



Fuente: Autores, 2013.

- **Mantenimiento correctivo:** Este tipo de mantenimiento, sólo se realiza, cuando el equipo es incapaz de seguir operando. No hay actividades de programación, para este tipo de mantenimiento. Este es el caso, que se presenta cuando el costo adicional de otros tipos de mantenimiento, no puede justificarse. Este tipo de estrategia, a veces se conoce como estrategia operación hasta que falle. Se aplica principalmente, en los componentes electrónicos.
- **Mantenimiento preventivo con base en el tiempo o en el uso:** El mantenimiento preventivo, es cualquier mantenimiento planeado, que se lleva a cabo para hacer frente a fallas potenciales. Puede realizarse teniendo en cuenta el uso o las condiciones del equipo. El mantenimiento

preventivo, se lleva a cabo, de acuerdo con las horas de funcionamiento o un calendario establecido. Requiere un alto nivel de planeación. Las rutinas específicas que se realizan, son conocidas, así como sus frecuencias. En la determinación de la frecuencia, generalmente se necesitan conocimientos acerca de la distribución de las fallas o la confiabilidad del equipo.

- **Detección de fallas:** La detección de fallas, es un acto o inspección, que se lleva a cabo para evaluar el nivel de presencia inicial de fallas. Un ejemplo de detección de fallas, es el de la verificación de la llanta de refacción de un automóvil, antes de emprender un viaje largo.
- **Mantenimiento autónomo:** es un conjunto de actividades, que el operario puede realizar diariamente, semanalmente o quincenalmente, con el fin de mantener las buenas condiciones en los equipos. Estas actividades, pueden ser de limpieza, lubricación o pequeños ajustes eléctricos. Por ejemplo, la verificación de llantas que pueden hacerse sin necesidad de una planeación y programación, ya que son propias del cuidado y operación permanente del equipo.

**5.1.2 Pronóstico de la demanda de mantenimiento.** Este pronóstico, es el proceso mediante el cual se predice la demanda de mantenimiento. Esta demanda, varía aleatoriamente y depende de varios factores como el uso de los equipos, el año de fabricación, la calidad del equipo, las destrezas de los operarios, servicio técnico externo, factores climáticos o consideraciones que pueda tomar el alcalde.

Sin este pronóstico, muchas de las funciones de mantenimiento, no pueden realizarse de una manera eficiente.

Para suplir la demanda de mantenimiento, la secretaría de obras públicas, cuenta con: 7 operarios, 2 empleados administrativos y 3 auxiliares generales, además de tener convenios con proveedores y servicios técnicos.

El secretario de obras públicas, estimará la demanda de mantenimiento y el alcalde, aprobará cuando la actividad de mantenimiento, requiera de una inversión mayor y el presupuesto de la secretaría sea insuficiente.

**5.1.3 Planeación de la capacidad de mantenimiento.** La planeación de la capacidad de mantenimiento, determina los recursos necesarios para satisfacer la demanda de trabajos de mantenimiento. Es decir, satisfacer oportunamente la demanda de solicitudes.

Para suplir la demanda de solicitudes, se deben tener recursos como: mano de obra, materiales, herramientas, documentos técnicos, manuales, rutinas de mantenimiento y descripciones de los equipos.

**5.1.4 Programación del mantenimiento.** La programación del mantenimiento, es el proceso de asignación de recursos y personal, para los trabajos que tienen que realizarse. Es necesario asegurar, que los trabajadores, las herramientas y los materiales requeridos, estén disponibles antes de poder programar una tarea de mantenimiento.

Los equipos críticos, son aquellos cuya falla detendrá su normal operación o pondrá en riesgo vidas humanas. Desde luego, estos deben contar con su propio programa de mantenimiento, que se maneja bajo prioridades y es atendido antes de emprender cualquier otro trabajo. La ocurrencia de tales trabajos, no puede predecirse con certeza, de modo que los programas para el mantenimiento planeado, deben ser estudiados cuando lo requieran.

Después de obtener los resultados de criticidad, el cual reveló los equipos a los que hay que invertirle mayor atención, se desarrolló un programa de mantenimiento preventivo para estos y así optimizar su funcionamiento.

Estos programas, se realizaron teniendo en cuenta manuales técnicos, indagaciones sobre el historial de los equipos y recopilación de experiencias de los operarios y técnicos externos.

Se observan en las tablas 19, 20 y 21, los programas de mantenimiento del vibrocompactador, tractor y la motoniveladora. Los programas de mantenimiento de los otros equipos, se encuentran en anexos.

Estos programas, se muestran con las actividades de mantenimiento, según sea la frecuencia en horas o kilómetros de operación. Además cuenta con el manual de mantenimiento del equipo y se indica para cada actividad, la página donde se explica cómo realizar dicha actividad.

**Tabla 19. Programa de mantenimiento para el vibrocompactador**

Cada 10 horas de operación o diariamente.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>NOTA</b>	<b>PAG MANUAL</b>
Raederas	Revisar ajustes	No acercarse demasiado al rodillo	10
Refrigerante	Revisar el nivel	Riesgo de quemaduras con el motor caliente	11
Aceite del motor	Revisar el nivel	Precaución con el motor caliente	12
Deposito del aceite hidráulico	Revisar el nivel		12
Sistema de frenos	Revisar funcionamiento	Revisar a baja velocidad	13

Cada 50 horas de operación o semanalmente.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>NOTA</b>	<b>PAG MANUAL</b>
Mangueras y conexiones	Revisar fugas		
Filtro del depurador del aire	Limpiar si es necesario	Cambiar si es necesario / no sacar el cartucho de seguridad	14
Articulación de la dirección del rodillo	Engrasar	Limpiar la suciedad de las graseras	15
Cilindro de dirección	Engrasar fijaciones	Limpiar la suciedad de las graseras	15
Tuercas de sujeción de las ruedas	Revisar apriete	Ajustar si es necesario	16
Neumáticos	Revisar presión		16

Cada 250 horas de operación o mensualmente.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>NOTA</b>	<b>PAG MANUAL</b>
Puente trasero / planetarios	Revisar el nivel de aceite	Ubicarla en una superficie plana	17
Rodillo	Revisar el nivel de aceite	No poner aceite en exceso	17
Radiador	Limpiar si es necesario	Proceder con cuidado al lavar con alta presión	18
Gomas y elementos atornillados	Revisar		18
Aceite del motor y filtro	Cambiar	Vaciar el aceite con el motor caliente	19
Batería	Revisar	Evitar contacto con el ácido	19

Cada 500 horas de operación o trimestralmente.

ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA	PAG MANUAL
Filtro del combustible	Cambiar	Procurar buena ventilación en sitios cerrados	21
Prefiltro de combustible	Limpiar		21
Filtro de ventilación del hidráulico	Revisar		

Cada 1000 horas de operación o semestralmente.

ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA	PAG MANUAL
Filtro del aceite hidráulico	Cambiar	Ubicar la maquina en una superficie plana	22
Deposito del combustible	Drenar el agua de condensación	La máquina debe estar un poco inclinada	23
Cartucho principal del filtro de aire	Cambiar		23
Deposito del aceite hidráulico	Drenar el agua de condensación		23
Diferencial del puente trasero	Cambiar el aceite	No poner todo el aceite de una vez	24
Planetarios del puente trasero	Cambiar el aceite	Ubicar el tapón en la posición más baja	24
Válvulas del motor	Revisar luz o juego		
Correas de transmisión	Revisar la tensión		

Cada 2000 horas de operación o anualmente.

ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA	PAG MANUAL
Aceite del depósito hidráulico	Cambiar	Tener precaucione con las quemaduras	25

Aceite del rodillo	Cambiar	Colocar el tapón en la parte baja	25
Mando de marcha adelante/atrás	Engrasar		26

**Tabla 20. Programa de mantenimiento del Tractor**

Cada 10 horas de operación o diariamente.

ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA	PAG MANUAL
Aceite del motor	Revisar nivel	El nivel debe aparecer entre las marcas max. y min.	79
Líquido refrigerante	Revisar nivel	Controle el líquido refrigerante con el motor frío	79

Cada 50 horas de operación o semanalmente.

ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA	PAG. MANUAL
Eje delantero	Engasar	Levante la parte delantera para quitar peso del eje	80
Rotulas de dirección	Engasar	Gire el volante en ambas direcciones al engrasar	80
Embrague	Engasar	Dos engrasador en lado izquierdo para el rodamiento	80
Pedales de los frenos	Engasar	Un engrasador en lado derecho para el rodamiento	80
Sistema de alzamiento a tres puntos	Lubricar	Lubricar las articulaciones de los brazos y cilindros	80
Correas motor	Revisar tensión	Cambiar en caso de desgaste	81
Batería	Revisar el nivel del electrolito	Mantenga la batería limpia y seca por el exterior	82

Pre filtro y Filtro del combustible	Revisar	Drene al filtro más a menudo si hace falta	82
Neumáticos	Revisar	Evite el sobre inflado ya que puede explotar	82

Cada 500 horas de operación

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>NOTA</b>	<b>PAG MANUAL</b>
Palancas de cambio	Engasar	Limpie las uniones cuidadosamente antes de engrasar	84
Tuercas y pernos de las ruedas	Revisar	No excederse en el torque de apriete	84
Líquido de frenos	Revisar	Manipular el líquido de frenos con cuidado	84
Aceite del motor	Cambiar	Cambiar por lo menos una vez al año	85
Filtro de aceite	Cambiar	No apretar demasiado el filtro	85
Pedal del freno	Revisar el libre recorrido	Debe tener un recorrido de 60 mm	85
Pedal del embrague	Revisar el libre recorrido	Debe tener un recorrido de 20 – 25 mm	86
Palanca Toma de Fuerza	Revisar	Debe tener un recorrido de 30 – 40 mm	86
Aceite de la transmisión	Revisar nivel	Rellene de aceite si es necesario	86
Aceite en diferencial	Revisar nivel	El aceite debe estar al nivel del orificio de inspección	87
Aceite en los cubos de las reductoras	Revisar nivel	El indicador de nivel debe quedar horizontal	87
Aceite hidráulico	Revisar nivel	Una parte del aceite es para los hidráulicos auxiliares	87
Filtro del sistema hidráulico	Cambiar	Cambiar el filtro si se hacen reparaciones	87
Filtro de aceite de la transmisión	Cambiar	Apriete a mano (no demasiado fuerte)	88

Cada 1000 horas de operación

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>NOTA</b>	<b>PAG MANUAL</b>
Aceite y el filtro del respiradero en el sistema hidráulico	Cambiar	Haga funcionar el tractor para calentar el aceite	88
Aceite en la transmisión	Cambiar	Haga funcionar el tractor para calentar el aceite	89
Aceite del diferencial	Cambiar	Limpie el tapón y vuelva a colocar	89
Aceite en los cubos de las reductoras	Cambiar	Rellene de aceite hasta el nivel del orificio	89
Filtro de succión de la Bomba hidráulica	Limpiar	La viscosidad del aceite debe ser la recomendada	90
Deposito combustible	Limpiar	Utilice colador al volver a llenar el deposito	90
Pre filtro y Filtro del combustible	Cambiar	Drenar después de cambiar los filtros	90
Filtro de aire y el filtro de seguridad en el limpiador	Cambiar	No haga presión en los fuelles de papel	91
Cojinetes de las ruedas delanteras	Engasar	También compruebe la sujeción de los cojinetes	92
Ruedas delanteras	Revisar y ajustar	La convergencia debe ser la recomendada	92
Holgura de válvulas	Revisar y ajustar	Se debe efectuar en un taller autorizado	92
Pernos y tuercas del bastidor	Ajustar		93
Engranajes del anillo del volante	Engrasar	Repartir la grasa alrededor del engranaje	93

Cada 2000 horas de operación.

ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA	PAG MANUAL
Sistema de refrigeración	Limpiar	No llenar si el motor está caliente	94
Inyectores	Revisar y limpiar	Se debe efectuar en un taller autorizado	94
Líquido de frenos	Cambiar		94

**Tabla 21. Programa de mantenimiento Moto niveladora.**

Cada 10 horas de operación o diariamente.

ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA	PAG MANUAL
Refrigerante	Revisar nivel	Revisar con el motor frío	3-86
Tanque de combustible	Drenar agua y sedimentos		3-88
Aceite del motor	Revisar nivel	Revisar con el motor frío	3-89
Volante de la dirección	Revisar juego		3-90
Cables eléctricos	Revisar arnés		3-92
Neumáticos	Revisar presión		3-92

Cada 20 horas de operación o semanalmente.

ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA	PAG MANUAL
Circulo	Engrasar	Inmovilizar la maquina	4-41
Varillaje de la dirección	Engrasar	Inmovilizar la maquina	4-42
Pasador del cilindro de la dirección	Engrasar	Inmovilizar la maquina	4-42
Articulaciones del cilindro de inclinación	Engrasar	Inmovilizar la maquina	4-42

Cada 250 horas de operación o mensualmente.

ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA	PAG MANUAL
Pasador del cilindro de articulación	Engrasar	Inmovilizar la maquina	4-44
Horquilla del cilindro elevador de la hoja	Engrasar	Inmovilizar la maquina	4-44
Esférica del cilindro elevador de la hoja	Engrasar	Inmovilizar la maquina	4-45
Junta esférica de la barra de tiro	Engrasar	Inmovilizar la maquina	4-45
Esférica del cilindro de deslizamiento lateral	Engrasar	Inmovilizar la maquina	4-45
Soporte del compensador	Engrasar	Inmovilizar la maquina	4-45

Soporte del caballete	Engrasar	Inmovilizar la maquina	4-46
Eje del escarificador	Engrasar	Inmovilizar la maquina	4-47
Junta esférica del escarificador	Engrasar	Inmovilizar la maquina	4-47
Pasador del cilindro escarificador	Engrasar	Inmovilizar la maquina	4-47
Caja de la transmisión	Revisar nivel	Revisar con el motor frio	4-48
Caja del mando tándem	Revisar nivel	Esperar a enfriarse si el motor estaba en funcionamiento	4-51
Caja del engranaje de reversa del circulo	Revisar nivel	Esperar a enfriarse si el motor estaba en funcionamiento	4-51
Tanque del aceite hidráulico	Revisar nivel	Esperar a enfriarse si el motor estaba en funcionamiento	4-51
Batería	Revisar nivel de electrolito	Efectúe esta revisión antes de operar la maquina	4-53
Juntas esféricas	Revisar holguras		4-55
Ruedas	Revisar apriete de las tuercas		4-55
Neumáticos	Revisar corrosión de los aros del neumático		4-55
Freno de estacionamiento	Revisar	Colocar la maquina hacia abajo en una pendiente	4-55

Cada 500 horas de operación o trimestralmente

ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA	PAG MANUAL
Aceite del motor	Cambiar	Esperar a enfriarse si el motor estaba en funcionamiento	4-56
Filtro del aceite del motor	Cambiar	Esperar unos minutos si se estaba operando	4-57
Pre filtro del combustible	Cambiar	Esperar unos minutos si se estaba operando	4-57
Bomba de alimentación	Purgar aire		4-58
Guía del círculo	Revisar holgura	Cambiar la guía si es necesario	4-59

Cada 1000 horas de operación o semestralmente.

ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA	PAG MANUAL
Filtro principal de combustible	Cambiar	Esperar unos minutos si se estaba operando	4-62
Filtro de aceite de la caja de la transmisión	Cambiar	Esperar unos minutos si se estaba operando	4-63
Aceite de la caja de la transmisión	Cambiar	Esperar unos minutos si se estaba operando	4-64
Coladero de la caja de la transmisión	Limpiar	Esperar unos minutos si se estaba operando	4-64
Respiradero de la transmisión	Limpiar	Esperar unos minutos si se estaba operando	4-65
Aceite de la caja de mando	Cambiar	Esperar unos minutos si se	4-65

final		estaba operando	
Respiradero la transmisión final	Limpiar	Esperar unos minutos si se estaba operando	4-66
Filtro del tanque hidráulico	Cambiar	Esperar unos minutos si se estaba operando	4-66
Esférica del frente de la barra de tiro	Revisar holgura	Si esta suelto, apretar	4-67
Convergencia de las llantas	Revisar	Colocar la maquina en un terreno nivelado	4-67
Cojinetes de las ruedas delanteras	Revisar		4-68
Tuberías de entrada del aire del motor	Ajustar abrazaderas		4-69

Cada 2000 horas de operación o anualmente.

ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA	PAG MANUAL
Aceite hidráulico	Cambiar	Esperar unos minutos si se estaba operando	4-70
Caja del engranaje de reversa del circulo	Cambiar aceite	Esperar unos minutos si se estaba operando	4-72
Caja motriz del tándem	Cambiar aceite	Esperar unos minutos si se estaba operando	4-73
Sistema de frenos	Revisar	No mirar a través del agujero cuando se frena	4-74
Alternador y motor de arranque	Revisar		4-75
Válvulas del motor	Revisar		4-75

	holguras		
Acumuladores	Revisar		4-75
Rodamiento de la rueda delantera	Engrasar		4-75

Cada 4000 horas de operación o cada dos años

ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA	PAG MANUAL
Bomba de agua	Revisar		4-76
Compresor	Revisar funcionamiento		4-76
Polea del ventilador	Revisar		4-76
Abrazadera de alta presión	Revisar sujeción		4-76
Eje propulsor	Engrasar	Inmovilizar la maquina	4-77

Cada 8000 horas de operación o cada cuatro años.

ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA	PAG MANUAL
Abrazadera de alta presión	Cambiar		4-78

Según la necesidad.

ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA	PAG MANUAL
Sistema de enfriamiento	Limpiar	Esperar unos minutos si se estaba operando	4-20
Filtro de aire	Revisar	Pare el motor si está en funcionamiento	4-22
Prefiltro del combustible	Drenar agua y sedimentos	Esperar unos minutos si se estaba operando	4-26
Calentador del aire de admisión	Revisar	Con el motor frio	4-27
Puntas de corte	Invertir y cambiar	No eleve la hoja a una altura innecesario	4-27
Rejilla del enfriador y radiador de aceite	Limpiar	Precaución al limpiar	4-31
Neumáticos	Revisar	Requieren de equipo especial	4-37
Acumulador	Revisar funcionamiento		4-39

Fuente: Autores, 2013.

El programa está dividido en tres periodos: mantenimiento a corto plazo (diariamente), mantenimiento a mediano plazo (semanal o quincenalmente) y mantenimiento a largo plazo (trimestralmente o más).

- Mantenimiento a corto plazo: Este consiste en detectar fallas, para evaluar su nivel de presencia inicial, a través de actividades de revisión a los equipos.

- **Mantenimiento a mediano plazo:** Es un mantenimiento autónomo, que consiste en actividades, que el operario realiza semanalmente o quincenalmente, con el fin de mantener las buenas condiciones en los equipos. Este consta de actividades de lubricación, engrase y limpieza.
- **Mantenimiento a largo plazo:** Es un mantenimiento preventivo, basado en el tiempo. Consta de cualquier mantenimiento planeado, que se lleva a cabo para hacer frente, a fallas potenciales, a través de actividades de sustitución, revisión, ajustes, purga, drenaje y puesta a punto.

Las actividades de mantenimiento se describen a continuación.

- **Revisar.** Examinar con atención. En mantenimiento, esta actividad, es la que permite determinar con anticipación, las posibles fallas que puedan suceder y así evitar paros indeseados.  
Entre las fallas que se buscan, están desajustes, averías, fugas, desconexiones, grietas o malos funcionamientos de los equipos. Estas se hacen diariamente. Las revisiones, también se realizan a largo plazo, por medio de formatos de listas de inspección establecidas para cada equipo.
- **Cambiar.** Poner una cosa en lugar de otra, para realizar su trabajo o desempeñar su función. Los equipos, tienen elementos funcionales, que por su continua operación y con el transcurrir del tiempo, presentan desgastes y ocasionan fallas en los equipos. Es por esta razón, que estos elementos deben ser sustituidos cada cierto periodo de tiempo.
- **Engrasar.** Es una operación, que se realiza de manera periódica, en ciertos elementos de los equipos, que tiene como finalidad reducir el rozamiento y desgaste. Esta operación, se efectúa sobre elementos, que presentan movimientos relativos con rozamientos a velocidades bajas, que no permite

una lubricación de tipo fluidodinámica. Además, se emplea en piezas donde la lubricación por circulación, no pueda implementarse o el lubricante no se pueda retener.

Los elementos en los que se emplea esta operación, son, los cojinetes de las ruedas, las articulaciones de los tirantes de la dirección, las rotulas esféricas de las suspensiones, los soportes deslizables del eje de la transmisión, las juntas del cardan, entre otros. En algunos de estos elementos, el engrase se efectúa a través de un engrasador incorporado en el elemento, mientras que en otros elementos, requiere del desmontaje de algunas de sus piezas.

Los periodos a los cuales hay que realizar el engrase, dependen de las características de los elementos y de la posibilidad de los mismos de alojar dispositivos de retención.

- **Lubricar.** Consiste, en disminuir el contacto directo entre dos elementos sólidos, que interfieren entre sí, desperdiciando una cantidad de energía en calor y desgaste. El rozamiento entre dos órganos, es función de la dureza y de su estado superficial. Introduciendo entre las superficies en contacto una película de una sustancia fluida con una determinada densidad y viscosidad, desarrollándose de esta manera, durante un tiempo, la función de cojinete y evitando el contacto directo.
  
- **Ajustar.** Consiste en juntar o unir dos o más elementos, adaptándolas de modo que encajen entre sí. El ajuste, se hace sobre elementos, que por el constante movimiento y vibración del equipo, con el tiempo se desajustan y salen de su posición normal de operación, ocasionando averías prematuras y accidentes con grandes consecuencias, tanto operacionales, como para la integridad de una persona.

- **Limpiar.** Los equipos, por cuestión de operación, se están ensuciando continuamente. Aparte de dar una mala impresión por la acumulación de elementos no deseados, esta suciedad, presenta un obstáculo a la hora de hacer una reparación o un mantenimiento o pueden caer en elementos que operan con ajustes elevados e interferir en la función de este, produciendo un daño o un bajo rendimiento. Es por esto, que los elementos se deben estar limpiando con regularidad, eliminando la suciedad y elementos que interfieren en la operación.
  
- **Purgar.** Serie de operaciones realizadas para eliminar las burbujas de gas y de aire que pueden formarse en los circuitos hidráulicos. Para efectuar la purga, se suministra presión en algún lado del circuito, dejando salir parte del fluido con las burbujas de gas, por otro lado del circuito. El líquido que se expulsa junto con el aire, no se vuelve a utilizar, ya que sus características, no son las idóneas para soportar las elevadas temperaturas de trabajo y fácilmente provocaría la nueva formación de burbujas en las instalaciones.
  
- **Drenar.** El drenaje consiste, en hacer salir el líquido que se acumula en un elemento, como una cavidad o un recipiente. Este líquido, que se acumula, suele ser agua que se condensa y queda atrapada en los recipientes y presenta un obstáculo en la operación. Para realizar el drenaje, se abre una válvula que traen los recipientes que presentan este problema, dejando salir el líquido condensado.
  
- **Puesta a punto.** Son una serie de operaciones, que se efectúan para devolverle al motor sus condiciones óptimas de funcionamiento, centrándose estas operaciones, en la carburación, el encendido y el reglaje de la distribución. Pero la puesta a punto, no solo es un trabajo que se

aplica al motor, sino que también son todos aquellos trabajos, que se encargan de mejorar el funcionamiento de cualquier parte del equipo.

Cabe resaltar, que para desarrollar las actividades de mantenimiento, los operarios cuentan con las herramientas que existen en el taller.

## **5.2 ACTIVIDADES DE ORGANIZACIÓN**

Las actividades de organización del plan de mantenimiento de los equipos del municipio de Belén Boyacá, son:

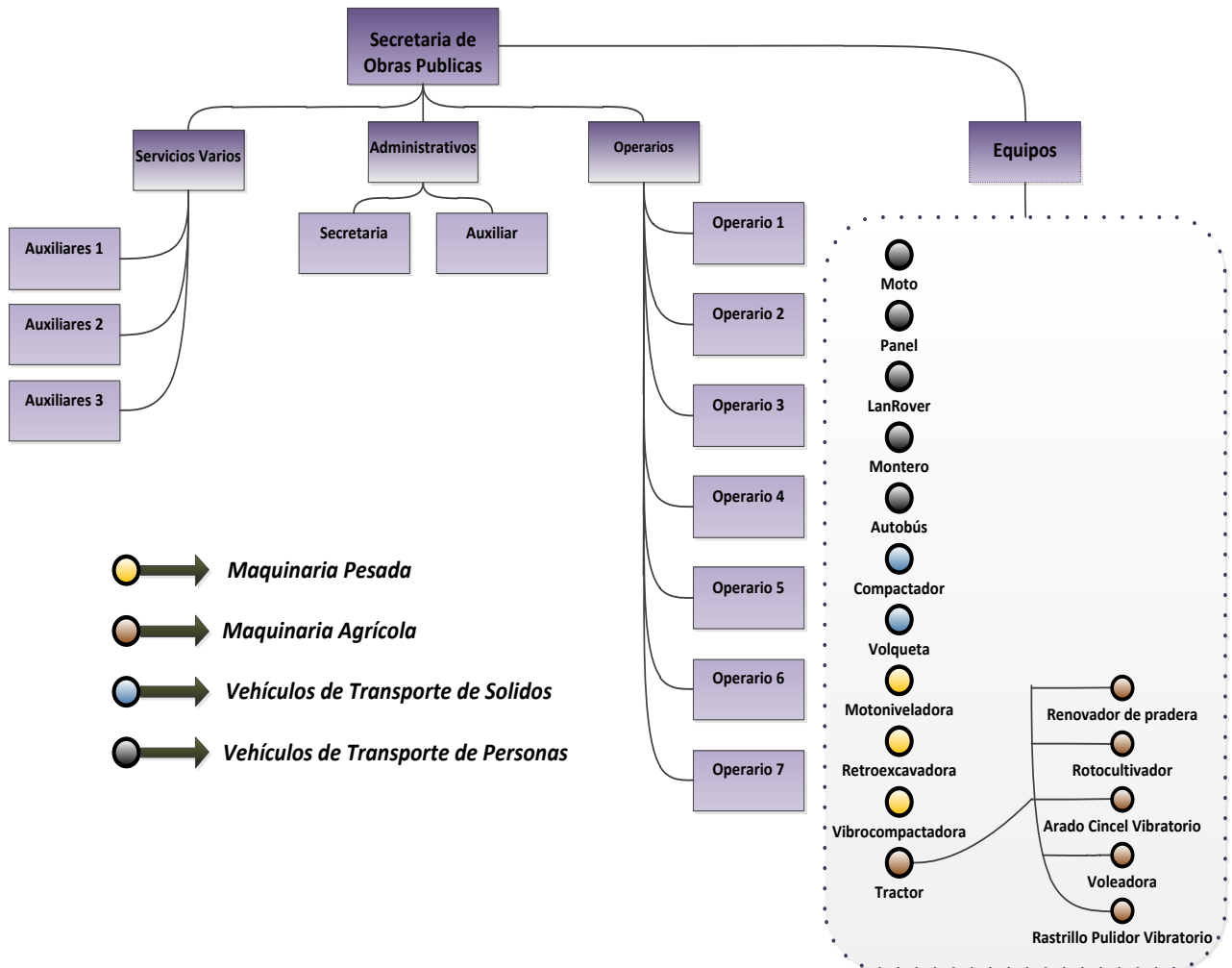
- ❖ Estructura organizacional del plan de mantenimiento.
- ❖ Funciones del personal dentro del plan de mantenimiento.
- ❖ Instalaciones.
- ❖ Salud ocupacional.
- ❖ Gestión ambiental.

**5.2.1 Estructura organizacional.** El plan de mantenimiento para la secretaría de obras públicas del municipio de Belén Boyacá, funcionará de manera centralizada, encargándose de los trabajos de mantenimiento de los equipos que posee el municipio.

Este plan, será administrado por el secretario de obras públicas y cuenta con dos auxiliares administrativos, siete operarios y tres auxiliares generales, además de dos operarios encargados de la panel y la motocicleta de la policía.

Estos últimos, no están a cargo del secretario, sino del comandante de policía, que responde por los equipos al secretario de obras públicas. La estructura organizacional, se puede ver en la figura 17.

Figura 17. Estructura organizacional de la secretaría de obras publicas



Fuente: Autores, 2013.

### 5.2.2 Funciones del personal

#### Alcalde:

- Gestionar recursos que garanticen la calidad del plan.
- Controlar que el plan se esté llevando a cabo correctamente.
- Estudiar la aprobación de presupuesto para la secretaría de obras públicas, cuando este sea insuficiente para el mantenimiento de los equipos.

- Verificar y aprobar las solicitudes que requieran presupuesto de inversión grande.
- Gestionar la adquisición de equipos para el municipio.

**Secretario de obras públicas:**

- Verificar las solicitudes provenientes de los operarios o del sistema de información (software).
- Aprobar solicitudes mediante un análisis de su factibilidad.
- Realizar estudios previos de licitaciones, para hacer convenios con proveedores de servicio técnico y/o materiales, que luego se evaluarán para hacer una eficiente elección.
- Planear, coordinar y desarrollar los programas de mantenimiento correctivo y preventivo de los equipos.
- Controlar, dirigir y coordinar las rutinas de inspección, limpieza y lubricación de los equipos, con el fin de garantizar la seguridad de las operaciones.
- Gestionar con el alcalde la adquisición de nuevos equipos.
- Hacer seguimiento de la orden de trabajo para garantizar su cumplimiento.
- Mantener actualizado el sistema de información (software) sobre hojas de vida de los equipos, fichas técnicas, órdenes de trabajo y catálogos, para que sea una buena fuente de información.
- Programar, coordinar e implementar actividades de capacitación, para el personal incentivándolo al aprendizaje continuo.
- Presentar informes sobre costos de mantenimiento, costos de combustible, horas de operación y kilometraje de los equipos, cuando lo requiera el alcalde o el concejo municipal.
- Coordinar y dirigir el mantenimiento de las instalaciones.
- Estudiar los informes que hace el sistema de información sobre disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad, para evaluar el plan.

- Planear las inspecciones de los equipos semestralmente o cuando se requiera, para evaluar su estado actual.
- Elaborar el presupuesto anual para el mantenimiento de los equipos.
- Velar por la seguridad de todo el personal.
- Implementar políticas de gestión ambiental.
- Mantenerse informado y actualizado sobre las normas de impacto ambiental y seguridad industrial para su posterior aplicación.
- Evaluar el desempeño del personal.

**Auxiliares administrativos:**

- Asistir al secretario de obras públicas en la administración del mantenimiento de los equipos del municipio.
- Revisar el sistema de información sobre las alarmas de actividades para desarrollar e informárselas al secretario.
- Realizar nuevos registros de equipos, personal y proveedores.
- Actualizar el sistema de información, con el cumplimiento de las órdenes de trabajo.
- Organizar y velar por el buen estado del sistema de información físico.
- Generar los formatos de solicitudes y órdenes de trabajo.
- Informar al secretario de obras públicas sobre el cumplimiento de las órdenes de trabajo.
- Coordinar con el secretario de obras públicas sobre capacitaciones o reuniones.
- Mantener informado al personal sobre políticas del plan.
- Recibir las solicitudes de servicio de los operarios para luego generarlas.

**Operarios:**

- Realizar las actividades de mantenimiento autónomo de limpieza, lubricación y ajustes.

- Revisar los equipos para detectar prematuras fallas.
- Informar al secretario de obras públicas, sobre cualquier anomalía, daños fallas o defectos que puedan tener los equipos.
- Presentar las solicitudes de mantenimiento oportunamente.
- Realizar de manera óptima, las actividades correspondientes a las órdenes de trabajo.
- Responder por el buen funcionamiento de los equipos y las herramientas.
- Aplicar constantemente las políticas de seguridad industrial y gestión ambiental propuestas en el plan.
- Proponer capacitaciones que consideren necesarias para el mejoramiento del plan.

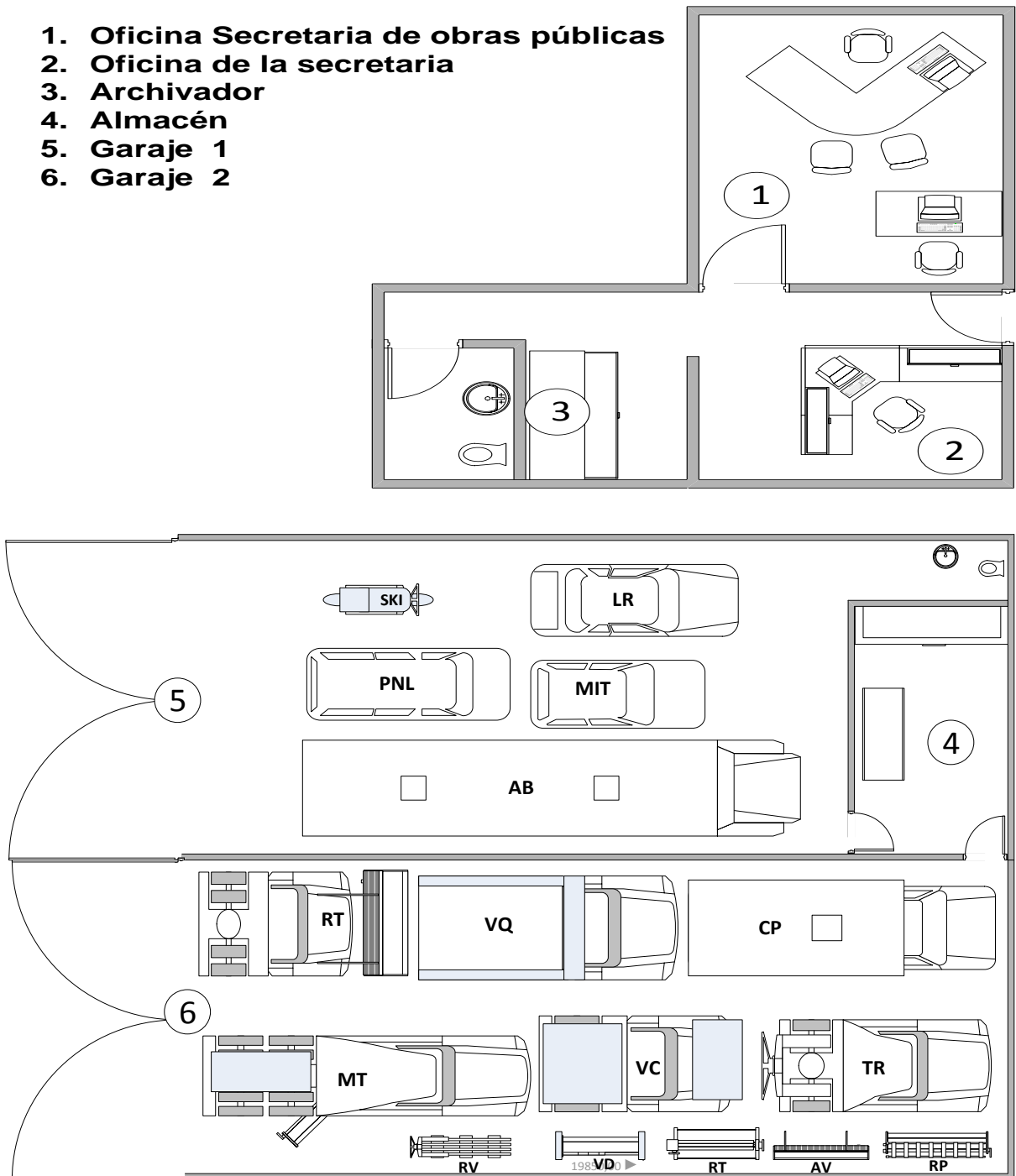
**Auxiliares generales:**

- Organizar y velar por el buen estado d las instalaciones.
- Asistir a los operarios sobre el cumplimiento de las órdenes de trabajo.
- Asistir a los auxiliares administrativos, en el desempeño de sus funciones.
- Asistir al secretario de obras públicas sobre tareas que requiera el plan.

**5.2.3 Instalaciones.** Las instalaciones físicas del plan de mantenimiento, se ubicaran en la infraestructura de la alcaldía del municipio de Belén Boyacá y su distribución y descripción, se hacen a continuación. Además se trazó el plano de dichas instalaciones como se muestra en la figura 18.

**Figura 18. Planos de las Instalaciones de la Secretaria de Obras Públicas**

- 1. Oficina Secretaria de obras públicas**
- 2. Oficina de la secretaria**
- 3. Archivador**
- 4. Almacén**
- 5. Garaje 1**
- 6. Garaje 2**



Fuente: Autores, 2013.

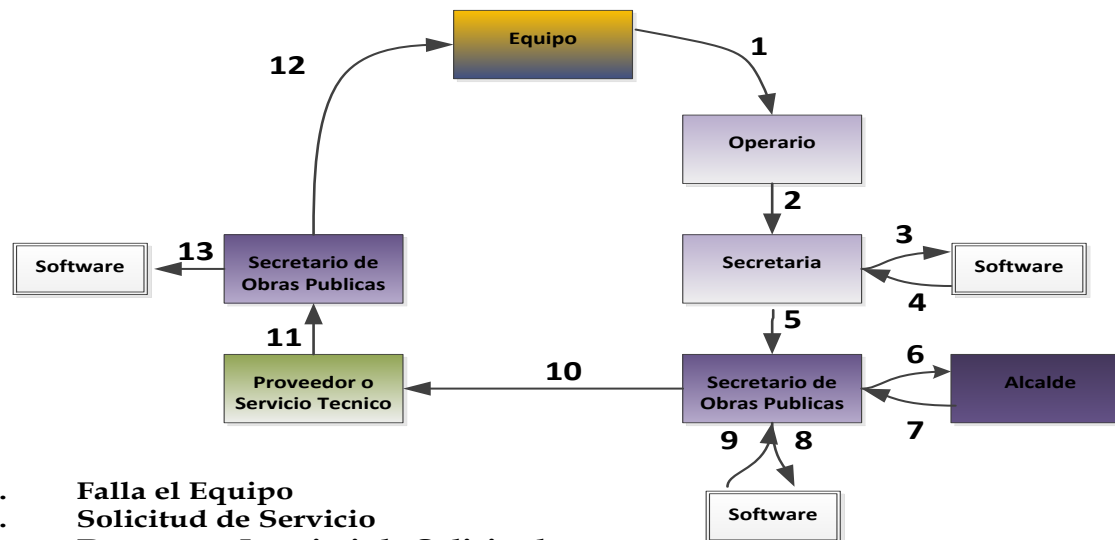
- **Oficinas administrativas.** En este espacio, se realizarán todas las actividades administrativas, como son la generación e impresión de las solicitudes y órdenes de trabajo. Cuenta con una oficina grande para el secretario y su asistente y una oficina para una secretaria. Estas oficinas, están dotadas de tres computadores de alta gama con internet. Además, se ubicarán los sistemas de información física (archivos donde se guardarán los formatos). En este espacio desempeñarán sus funciones el secretario de obras públicas y los auxiliares administrativos.
  
- **Garajes.** Es donde se desarrollarán las actividades de mantenimiento. Aquí se guardarán todos los equipos.
  
- **Almacén.** Aquí se ubicarán las herramientas necesarias para las actividades de mantenimiento, los implementos de seguridad y se almacenarán los residuos sobrantes de las actividades de mantenimiento. La responsabilidad del almacén, estará a cargo de todos los operarios.

**5.2.4 Procesos para generar el mantenimiento de los equipos.** Los procesos que se van a llevar a cabo, para la generación de mantenimientos correctivo y preventivo, se pueden dar en cuatro casos. Ver figuras 19, 20, 21 y 22. Los diferentes procesos, se explican detalladamente a continuación de cada caso.

Figura 19. Caso 1 Mantenimiento Correctivo

**Caso 1**

**Mantenimiento Correctivo**



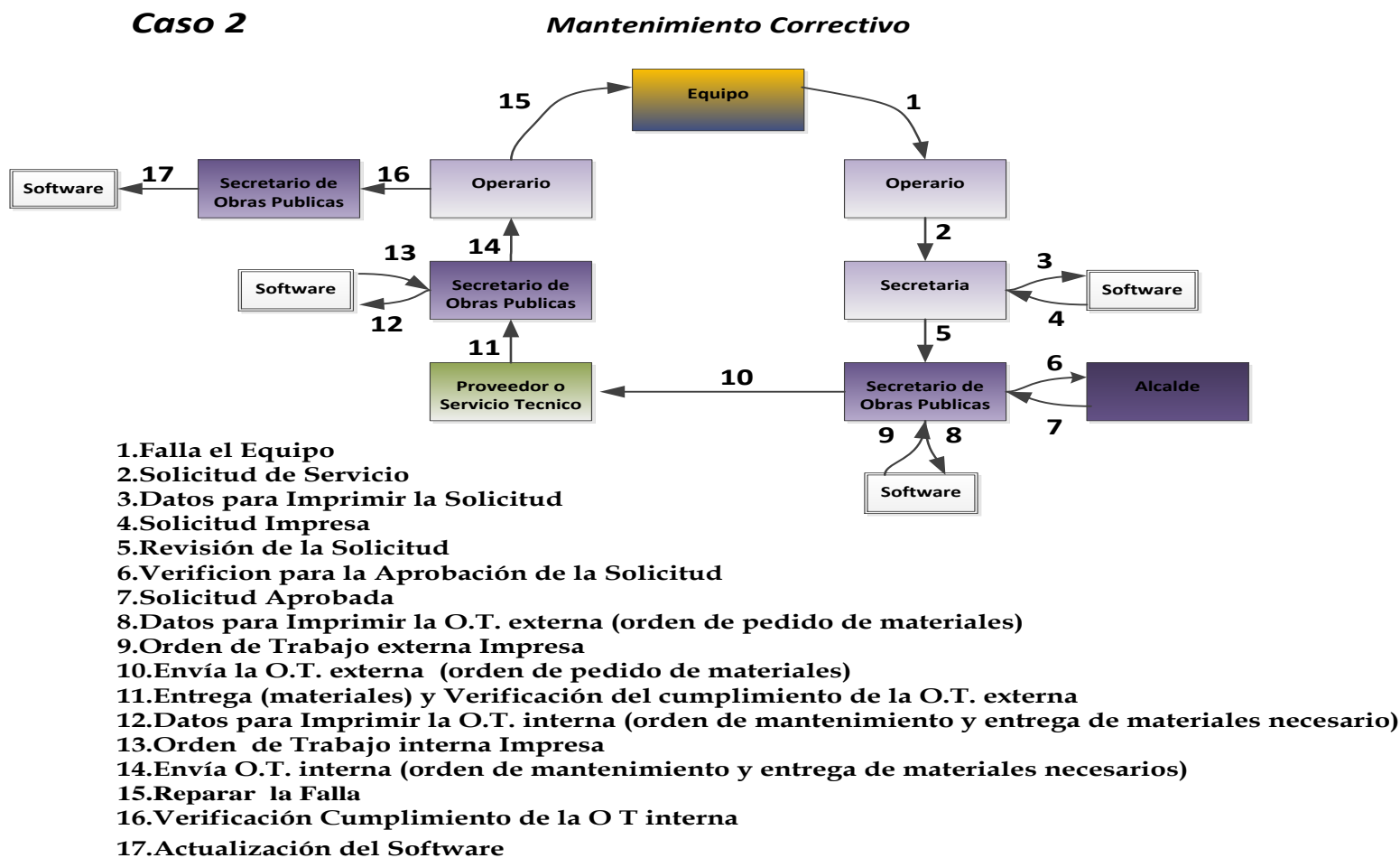
1. Falla el Equipo
2. Solicitud de Servicio
3. Datos para Imprimir la Solicitud
4. Solicitud Impresa
5. Revisión de la Solicitud
6. Verificación para la Aprobación de la Solicitud
7. Solicitud Aprobada
8. Datos para Imprimir la O.T. externa (orden de pedido de materiales y mantenimiento)
9. Orden de Trabajo externa Impresa
10. Envía la O.T. externa (orden de pedido de materiales y mantenimiento)
11. Entrega ( equipo reparado ) y Verificación del cumplimiento de la O.T. externa
12. Reparada la Falla
13. Actualización del Software

Fuente: Autores, 2013.

### **Caso 1**

1. Es el inicio del proceso, que se da cuando el operario detecta una falla en el equipo.
2. El operario solicita mantenimiento correctivo.
3. La secretaria, recibe los datos necesarios para llenar la solicitud en el sistema de información computarizado (software).
4. El software, genera la solicitud impresa.
5. El secretario, de obras públicas revisa la solicitud impresa.
6. El alcalde, verifica y estudia su aprobación de la solicitud.
7. El alcalde, aprueba la solicitud y la envía al secretario de obras públicas.
8. El secretario de obras públicas, llena con los datos necesarios para la generación de la OT externa que lleva la orden de pedido de materiales.
9. El software, genera la OT impresa.
10. El secretario de obras públicas, envía la OT externa (orden de pedido de materiales y mantenimiento) al proveedor.
11. El proveedor, le hace entrega del equipo reparado al secretario de obras públicas, para verificar el cumplimiento de la OT externa.
12. El proveedor, cumple con la OT externa.
13. El secretario de obras públicas, actualiza el software.

Figura 20. Caso 2 Mantenimiento Correctivo



Fuente: Autores, 2013.

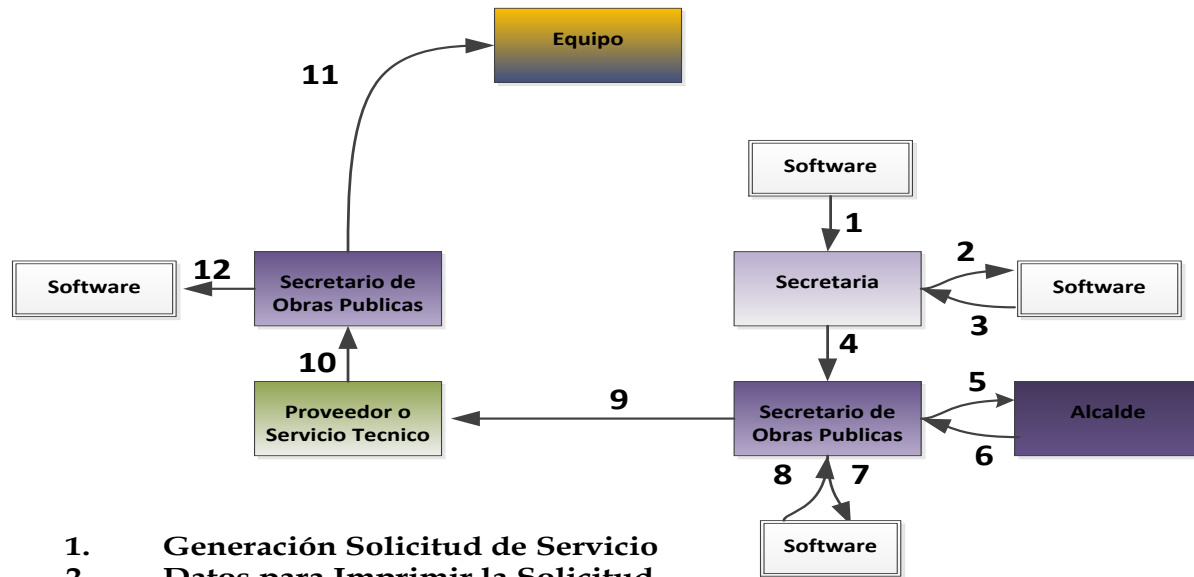
## **Caso 2**

1. Es el inicio del proceso, que se da cuando el operario detecta una falla en el equipo.
2. El operario, solicita mantenimiento correctivo.
3. La secretaria, recibe los datos necesarios para llenar la solicitud en el sistema de información computarizado (software).
4. El software, genera la solicitud impresa.
5. El secretario de obras públicas, revisa la solicitud impresa.
6. El alcalde, verifica y estudia, su aprobación de la solicitud.
7. El alcalde, aprueba la solicitud y la envía al secretario de obras públicas.
8. El secretario de obras públicas, llena con los datos necesarios para la generación de la OT externa que lleva la orden de pedido de materiales.
9. El software genera la OT impresa.
10. El secretario envía la OT externa (orden de pedido de materiales) al proveedor
11. El proveedor, le hace entrega de los materiales al secretario de obras públicas, para verificar el cumplimiento de la OT externa,
12. El secretario de obras públicas, introduce en el software, los datos necesarios para la generación de la OT interna que lleva la orden de mantenimiento y materiales necesarios.
13. El software, genera la solicitud impresa.
14. El secretario, envía la OT interna (orden de mantenimiento y entrega de materiales necesarios) al operario.
15. El operario, cumple con la OT interna (orden de mantenimiento) al reparar la falla.
16. El secretario, de obras públicas verifica el cumplimiento de la OT interna (orden de mantenimiento).
17. El proceso, finaliza cuando el secretario actualiza el software para llenar la hoja de vida del equipo.

Figura 21. Caso 3 Mantenimiento Preventivo

**Caso 3**

**Mantenimiento Preventivo**



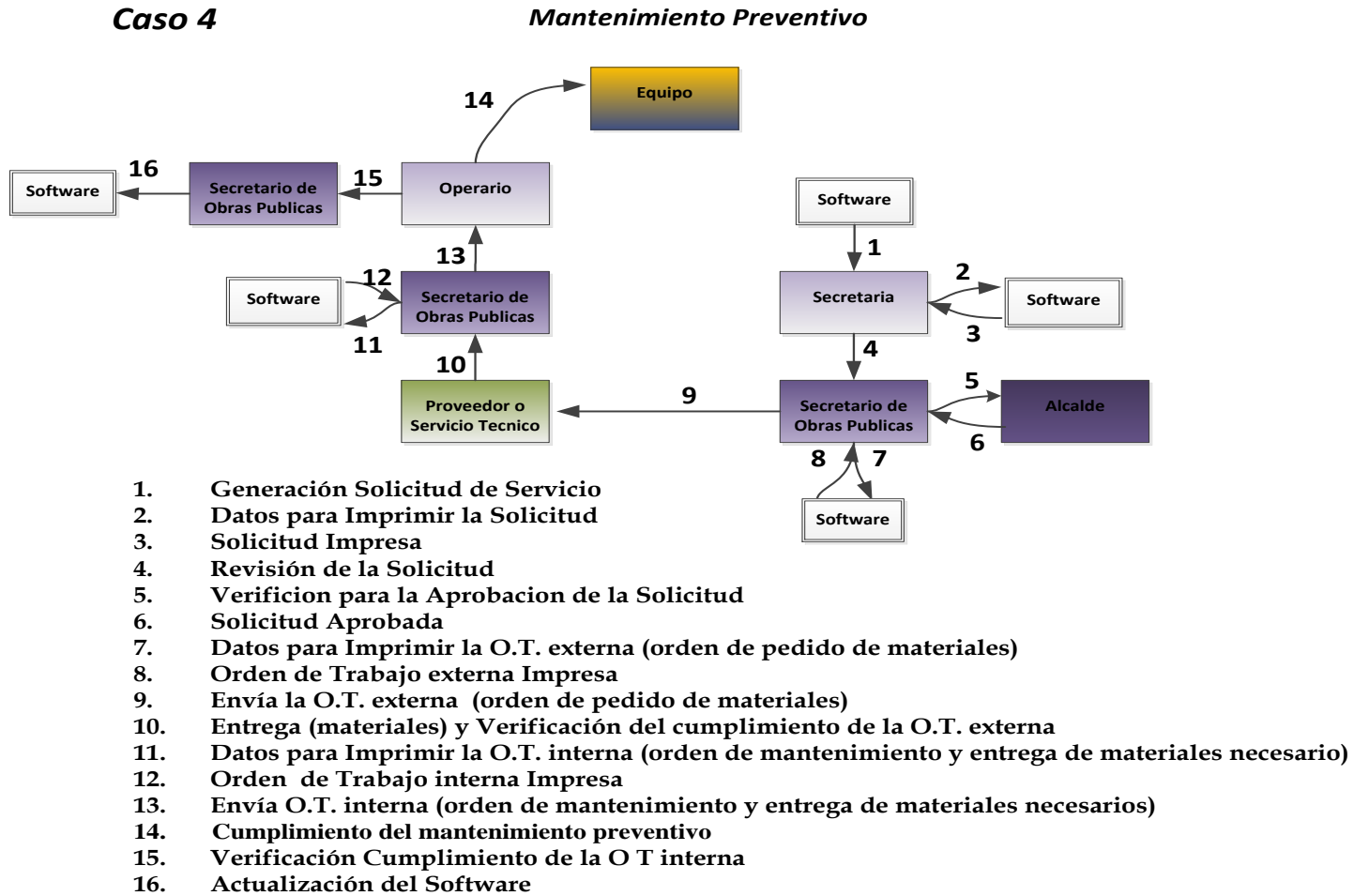
1. Generación Solicitud de Servicio
2. Datos para Imprimir la Solicitud
3. Solicitud Impresa
4. Revisión de la Solicitud
5. Verificación para la Aprobación de la Solicitud
6. Solicitud Aprobada
7. Datos para Imprimir la O.T. externa (orden de pedido de materiales y mantenimiento)
8. Orden de Trabajo externa Impresa
9. Envía la O.T. externa (orden de pedido de materiales y mantenimiento)
10. Entrega (materiales y mantenimiento) y Verificación del cumplimiento de la O.T. externa
11. cumplimiento del mantenimiento preventivo
12. Actualización del Software

Fuente: Autores, 2013.

### **Caso 3**

1. El software, genera alarma para realizar un mantenimiento preventivo.
2. La secretaria, edita la solicitud y la almacena en el software.
3. El software, genera la solicitud impresa.
4. El secretario, de obras públicas revisa la solicitud impresa.
5. El alcalde, verifica y estudia su aprobación de la solicitud.
6. El alcalde, aprueba la solicitud y la envía al secretario de obras públicas.
7. El secretario de obras públicas, llena con los datos necesarios para la generación de la O.T. externa, que lleva la orden de pedido de materiales y mantenimiento.
8. El software, genera la OT impresa.
9. El secretario, envía la OT externa (orden de pedido de materiales y mantenimiento) al proveedor.
10. El proveedor, le hace entrega del equipo reparado al secretario de obras públicas para verificar el cumplimiento de la OT externa.
11. El proveedor, cumple con la OT interna (orden de mantenimiento).
12. El proceso, finaliza cuando el secretario actualiza el software, para llenar la hoja de vida del equipo.

**Figura 22. Caso 4 Mantenimiento Preventivo**



Fuente: Autores, 2013.

#### **Caso 4**

1. Generación Solicitud de Servicio.  
El software, genera alarma para realizar un mantenimiento preventivo.
2. Datos para Imprimir la Solicitud.  
La secretaria, edita la solicitud y la almacena en el software.
3. Solicitud Impresa.  
El software genera la solicitud impresa.
4. Revisión de la Solicitud.  
El secretario de obras públicas, revisa la solicitud impresa.
5. Verificación para la Aprobación de la Solicitud.  
El alcalde, verifica y estudia su aprobación de la solicitud.
6. Solicitud Aprobada.  
El alcalde, aprueba la solicitud y la envía al secretario de obras públicas.
7. Datos para Imprimir la OT externa (orden de pedido de materiales).  
El secretario, de obras públicas llena con los datos necesarios para la generación de la OT externa que lleva la orden de pedido de materiales.
8. Orden de Trabajo externa Impresa.  
El software, genera la OT impresa.
9. Envía la OT externa (orden de pedido de materiales).  
El secretario, envía la OT externa (orden de pedido de materiales) al proveedor.
10. Entrega (materiales) y Verificación del cumplimiento de la OT externa.  
El proveedor, le hace entrega de los materiales al secretario de obras públicas para verificar el cumplimiento de la OT externa.
11. Datos para Imprimir la OT interna (orden de mantenimiento y entrega de materiales necesarios).  
El secretario de obras públicas, introduce en el software los datos necesarios para la generación de la OT interna que lleva la orden de mantenimiento y entrega de materiales necesarios.
12. Orden de Trabajo interna Impresa.  
El software, genera la solicitud impresa.

13. Envía OT interna (orden de mantenimiento y entrega de materiales necesarios).  
El secretario, envía la OT interna (orden de mantenimiento y entrega de materiales necesarios) al operario.
14. Aplicar mantenimiento.  
El operario, cumple con la OT interna (orden de mantenimiento).
15. Verificación Cumplimiento de la OT interna.  
El secretario de obras públicas, verifica el cumplimiento de la OT interna (orden de mantenimiento).
16. Actualización del Software.

El proceso, finaliza cuando el secretario actualiza el software para llenar la hoja de vida del equipo.

El inicio del proceso de mantenimiento preventivo, también lo puede generar el operario, mediante las inspecciones que él hace al equipo periódicamente, de tal manera que se puedan detectar la presencia de posibles fallas.

Cuando el proceso, no sea de alta inversión o el presupuesto de la secretaría de obras públicas es suficiente, el responsable de aprobar la OT es el secretario de obras públicas, entonces se debe omitir los pasos 6 y 7 de los casos 1 y 2 y los pasos 5 y 6 de los casos 3 y 4.

En los casos 2 y 4, el operario es el encargado de realizar el mantenimiento y cuenta con las herramientas que se encuentra en el almacén. Para llevar a cabo este mantenimiento, el secretario de obras públicas genera una orden de trabajo interna.

En los casos 1 y 3, los proveedores o servicios técnicos son los encargados de realizar los mantenimientos a los equipos. Para llevar a cabo este mantenimiento el secretario de obras públicas genera una orden de trabajo externa.

Cabe resaltar, que los operarios de la panel y la motocicleta, son miembros de la policía nacional y reciben las órdenes de trabajo de mantenimiento de los equipos, a través del comandante de policía, quien informará al secretario de obras públicas sobre operación y mantenimiento de estos equipos.

**5.2.5 Políticas de gestión de materiales y combustible.** Esta gestión, está a cargo del secretario de obras públicas y le corresponde hacer convenios para adquirir materiales, servicio técnico y combustible. Estos convenios se hacen por medio de licitaciones.

Los participantes de estas licitaciones, son: servicio técnico de mantenimiento y proveedores de materiales y combustible.

Los procesos de licitaciones, comienzan con una serie de estudios previos, donde se investigan los costos de materiales y costos de combustible, posteriormente se realiza una invitación por medio de la página del municipio sobre la licitación actual; después se hace una evaluación de los participantes de la licitación y finalmente se estudia con el fin de alcanzar una eficiente elección, para optar por la mejor oferta y de esa manera realizar el contrato.

Cabe resaltar, que para este proceso, la alcaldía maneja unos requisitos que se deben tener en cuenta y como se dijo anteriormente, esto es responsabilidad del secretario de obras públicas.

Algunas de las consideraciones que debe tener presente el secretario de obras públicas, son:

- El proveedor o los proveedores que se seleccionen, deberán tener alta disposición, para las necesidades que pueda presentar el plan de mantenimiento.

- Debe tener conocimiento de las especificaciones de todos los equipos, en cuanto a materiales, servicio técnico y combustible.

El pedido de materiales o servicio técnico, se hace por medio de una O.T externa (orden de pedido) que la genera el secretario de obras públicas, teniendo como fundamento, la solicitud que realiza debidamente el operario.

**5.2.6 Políticas de seguridad industrial.** Al realizar un trabajo en un taller con distintos tipos de equipos, se puede en cualquier momento, sufrir un accidente lamentable para la salud humana con consecuencias, que pueden llegar a ser catastróficas. Es por eso que se deben implementar medidas preventivas de seguridad de una manera rutinaria, hasta volverse una cuestión innata. De esta forma, el mantenimiento de los equipos, debe considerarse como una tarea que de forma periódica y metódica, consiga conservar seguros y en perfecto estado de funcionamiento, los equipos de trabajo.

Para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos, se llevan a cabo, diversas operaciones de mantenimiento y por tanto nos podemos encontrar con gran parte de los riesgos físicos existentes. No obstante, nos referiremos a los riesgos y sus causas más frecuentes y las medidas preventivas a emplear en cada caso.

**5.2.6.1 Aplastamientos.** Se puede presentar, por caída de objetos pesados o el accionamiento de partes móviles.

**Causas.**

- Trabajar con maquinaria en movimiento en espacios insuficientes.
- Accionamiento imprevisto de los equipos.
- Falta de procedimientos de trabajo.

**Medidas preventivas.**

- Los equipos deben ser manipulados por personal con formación suficiente.
- Se establecerán procedimientos de trabajo adecuados, con la información suficiente.
- Utilización de calzado de seguridad.
- Delimitar el acceso a los espacios de trabajo de alta posibilidad de aplastamiento.

**5.2.6.2 Cortes.** Manipulación de maquinaria o herramientas con superficies afiladas.

**Causas.**

- La no protección de los mecanismos de corte durante los trabajos.
- El accionamiento involuntario de los equipos.

**Medidas preventivas.**

- Utilizar herramientas adecuadas al trabajo a realizar.
- Establecer procedimientos de trabajo.
- Proteger las superficies cortantes.
- Utilizar la ropa y calzado adecuado para el trabajo.

**5.2.6.3 Atrapamientos.** Suele suceder entre partes móviles.

**Causas.**

- Trabajar con maquinaria y equipos en movimiento.
- Energía residual de la maquinaria.
- Engranajes y mecanismos desprotegidos.

- La Utilización de prendas de vestir no aptas.
- La realización de las operaciones con insuficiente espacio.

#### **Medidas preventivas.**

- Establecer procedimientos de trabajo.
- Informar a los operarios sobre el peligro de atrapamientos.
- Utilizar ropa adecuada con mangas estrechas, no llevar puesto cadenas o pulseras entre otras.

**5.2.6.4 Fricción abrasiva.** Debido al contacto con superficies en movimiento de maquinaria y herramientas.

#### **Causas**

- Trabajar con maquinaria en movimiento.
- Procedimientos de trabajo inadecuados.
- Descuidos debidos a monotonía en trabajo.

#### **Medidas preventivas**

- Establecer procedimientos de trabajo.
- Utilizar las herramientas adecuadas.
- Utilizar implementos adecuados como guantes.

**5.2.6.5 Proyección de partículas y/o fluidos.** Los equipos pueden arrojar fluidos que utiliza para su funcionamiento, provocando irritación en los ojos, quemaduras, etc.

#### **Causas**

- Por no utilizar las protecciones en las pruebas de trabajo.
- Rotura accidental de conductos del equipo durante los trabajos.

- La utilización de fluidos a presión en operaciones de limpieza de los equipos.

#### **Medidas preventivas.**

- Realizar las pruebas de los equipos en su configuración de funcionamiento normal con todas sus protecciones, si no las posee, adaptar medidas para evitar el riesgo.
- Utilizar implementos adecuados como gafas, máscaras o escafandras.
- En lo posible tratar de no utilizar fluidos a presión que sean perjudiciales (nocivos, corrosivos, tóxicos,...).
- Esperar un tiempo para que se enfríen los fluidos cuando están a altas temperaturas.

#### **5.2.6.6 Caídas.** Pueden ocurrir al mismo nivel o a distinto nivel.

##### **Causas.**

- La no utilización de los elementos auxiliares adecuados.
- La falta de preparación de los operarios.
- La desorganización en el taller y puesto de trabajo.

##### **Medidas preventivas.**

- Los elementos auxiliares deberán cumplir la normativa.
- Implementar medidas de ordenamiento en el taller.
- Formación de los operarios en cuanto a trabajos de altura en caso de ser necesario.

#### **5.2.6.7 Contactos eléctricos directos.** Cuando se entra en contacto con una parte a tensión sin recubrimiento.

### **Causas**

- Trabajar en equipos conectados a la fuente de alimentación o con acumulación de energía.
- Por la utilización de las herramientas no adecuadas para trabajos eléctricos, carentes de aislamiento.

### **Medidas preventivas**

- Realizar descargas de los equipos
- Las herramientas de trabajo deberán tener el aislamiento adecuado excepto en la parte operativa de esta.
- Revisar periódicamente las herramientas eléctricas.

**5.2.6.8 Contactos eléctricos indirectos.** Contacto con partes de la Instalación que se encuentran accidentalmente bajo tensión.

### **Causas**

- Fallas en aislamientos de conductores.
- Derivaciones en equipos y defectos en la instalación de puesta a tierra o ausencia de la misma.

### **Medidas preventivas**

- Cuando se trabaje en recintos conductores, se adoptará alguna de las medidas de protección recogidas en la normativa, tales como la utilización de tensiones de seguridad o transformador de separación de circuitos.
- Las masas metálicas de los equipos tales como carcasas, bancadas... se pondrán a tierra.
- La instalación de alimentación, dispondrá de diferenciales asociados a toma de tierra cuando no se hayan adoptado otras medidas, de acuerdo con el reglamento electrotécnico de baja tensión.

- Las herramientas eléctricas manuales, serán de doble aislamiento. En la placa de características vendrá indicado.

**5.2.6.9 Contacto térmico y estrés térmico.** Debido a trabajos en ambientes con temperaturas extremas.

#### **Causas**

- Contactos con fluidos a temperaturas extremas, bien por fugas o por operar equipos de forma inadecuada.
- Contactos accidentales con partes a altas temperaturas.

#### **Medidas preventivas**

- Utilizar equipos de protección como, trajes aislantes, máscaras faciales, escafandras, guantes, capuchas entre otros.
- Establecer procedimientos de trabajo adecuados.
- Aislar los equipos o partes de los mismos que trabajen a temperaturas extremas.

**5.2.6.10 Exposición a ruidos ensordecedores.** Debido a trabajo con niveles de ruidos elevados.

#### **Causas**

- Equipos no insonorizados.
- Lugares de trabajo no aislados acústicamente.

#### **Medidas preventivas**

- Determinar los niveles de ruido existentes en cada puesto de trabajo.
- Cuando se superen los 80 decibeles, se deberán adoptar medidas de protección de acuerdo a las normativas.
- Aislar acústicamente los equipos más ruidosos.
- Utilizar protección auditiva, garantizando que la atenuación conseguida sea la adecuada.

**5.2.6.11 Exposición a vibraciones.** Por la utilización de maquinaria, vehículos, herramientas y equipos.

**Causas**

- Traslados en vehículos con amortiguación incorrecta.
- Trabajos en equipos en funcionamiento o sin amortiguación.
- La utilización de herramientas manuales eléctricas o neumáticas.

**Medidas preventivas**

- Mantener los equipos en buen estado, sustituyendo los elementos de amortiguación según las indicaciones del fabricante.
- Cuando se manejen herramientas manuales que produzcan vibraciones, se utilizarán elementos de protección como fajas, muñequeras entre otros.

**5.2.6.12 Radiaciones no ionizantes.** Provocada por equipos de trabajo en operaciones de soldadura.

**Causas**

- Equipos de trabajo inadecuados o falta de protección personal.

**Medidas preventivas**

- Utilizar protección personal adecuada para la operación como máscaras y trajes.

**5.2.6.13 Incendios y explosiones.** Provocado por manipulación de sustancias inflamables.

**Causas.**

- Trabajar en ambientes donde la concentración de agentes inflamables es elevada.

- Falta de orden, limpieza y almacenamiento adecuado.
- La utilización de equipos inadecuados, susceptibles a iniciar una ignición.
- Por la reacción de sustancias químicas.

#### **Medidas preventivas**

- Siempre que sea posible, antes de iniciar los trabajos, eliminar los agentes susceptibles de producir un incendio como gases y líquidos inflamables.
- Donde se puedan producir atmósferas pulverulentas de material inflamable o similar, se realizaran limpiezas periódicas con útiles adecuados, que no produzcan chispas ni favorezcan la dispersión del polvo.
- Al manipular y almacenar productos químicos, se dispondrá de las fichas de seguridad a fin de conocer y respetar las indicaciones del fabricante.

**5.2.6.13 Exposición a contaminantes químicos y biológicos.** Por la no utilización de protección.

#### **Causas**

- La utilización inadecuada o carencia de los equipos de protección colectiva e individual.
- Desconocimiento sobre los riesgos y medidas preventivas asociados.
- La utilización de procesos inadecuados o contaminantes.
- Exposición accidental por fuga en las instalaciones.

#### **Medidas preventivas**

- implementar medidas de protección colectiva y utilizar equipos de protección personal.

- Llevar un mantenimiento preventivo de las instalaciones de forma que se minimicen las roturas accidentales.

**5.2.6.14 Lesiones musculo-esqueléticas.** Debido a malas posturas de levantamiento de carga.

#### **Causas**

- Por manipular de manera incorrecta las cargas.
- Por la realización de movimientos repetitivos.
- Adoptar posturas incorrectas por trabajos en espacios insuficientes.

#### **Medidas preventivas**

- Se debe tener siempre el espacio suficiente para las operaciones de conservación y reparación.
- Utilizar medios auxiliares para la elevación y transporte de piezas y equipos.
- Formar a los operarios en el manejo de cargas.

Otras medidas de prevención generales son la adecuación de un extintor y la implementación de un botiquín para casos de emergencia.

**5.2.7 Políticas de gestión ambiental.** Todo proceso industrial o todo equipo, generan una cierta cantidad de residuos y desechan materia prima o energía en valiosas proporciones, que pueden resultar perjudiciales para el medio ambiente. A muchos de los equipos, se le hace un control en la emisión de los residuos, en el punto de salida de estos y en la mayoría de los casos, el tratamiento genera residuos concentrados que requieren un tratamiento posterior, lo cual no es conveniente pues hay que invertir horas de trabajo, material, energía y capital.

En cuanto a la gestión ambiental, es utilizado el término “prevención de la contaminación”, el cual describe las estrategias y tecnologías que se usan para

reducir o evitar la generación de residuos. Esto se utiliza con el fin, de emplear métodos para reducir el empleo de sustancias peligrosas, el gasto energético y el consumo de agua entre otros recursos.

Si se logra reducir los residuos durante los procesos operativos de los equipos, se ganan beneficios económicos, y el área de mantenimiento es determinante para lograr esto, puesto que esta área busca maximizar la disponibilidad de la unidad, dejándola operando con las especificaciones de diseño, ya que una operación por debajo de los estándares de diseño, implica contaminación y gastos innecesarios en recursos naturales.

**5.2.7.1 El plan de mantenimiento como herramienta para la gestión ambiental.** Con un plan de mantenimiento bien estructurado, se pueden evitar fugas de material y energía al ambiente, puesto que dichos planes pueden localizar las fuentes de desperdicio y corregir la falla.

Para estructurar un plan de mantenimiento eficaz, se debe empezar, por descubrir cuáles son los equipos con más daños, los de mayor impacto y los que representan un gran riesgo para la salud y el medio ambiente y esto se logra con el análisis de criticidad, como se vio en los capítulos anteriores.

**5.2.7.2 Residuos relacionados con el mantenimiento.** Los residuos sólidos relacionados con el mantenimiento, se dividen en dos categorías, que son los residuos que se evitan gracias al mantenimiento y los residuos producto del mantenimiento.

- **Residuos que se evitan gracias al mantenimiento.** Todos los equipos generan cierta cantidad de residuos, que están previstos en el diseño. Con el plan de mantenimiento se busca evitar los residuos que están fuera del diseño.

- **Residuos producto del mantenimiento.** El mantenimiento busca minimizar la generación de residuos, aunque para esto se tenga que generar otros residuos que podrían ser significantes. Estos residuos se dividen en dos grupos.
  - Residuos que hacen parte del proceso en el momento del mantenimiento. Estos son las impurezas que se acumulan en tanques, líneas o equipos; los materiales auxiliares agotados como catalizadores, aceites, solventes entre otros y los materiales producto de procesos de purga.
  - Residuos que se utilizan en las tareas de mantenimiento y que no hacen parte del proceso como agentes limpiadores; materiales para la remoción de pintura y recubrimientos; empaques usados; implementos de protección personal; pinturas residuales; solventes y aislantes.

**5.2.7.3 Características de los residuos generados por el mantenimiento.** Por sus características, los residuos tienden a ser de alguno de los siguientes grupos.

- Intermitentes. Los residuos de mantenimiento que se generan a intervalos irregulares.
- Variables. Una serie de factores afecta la cantidad y la composición de los residuos generados por el mantenimiento. Entre ellos se encuentran la antigüedad del equipo, el tiempo transcurrido desde el último mantenimiento, o el nivel de mantenimiento necesario.
- Peligrosos. Muchos solventes, ácidos y materiales de alta resistencia o alta temperatura se utilizan durante el mantenimiento o se generan durante la operación.

**5.2.7.4 Residuos de mantenimiento y normatividad ambiental.** Para el manejo de residuos, deben respetarse las normas ambientales, entre las que se encuentran, el vertimiento de líquidos, manejo de residuos sólidos, emisiones atmosféricas y residuos especiales.

La generación de residuos, puede traer problemas legales por el incumplimiento de la normatividad ambiental, como la generación excesiva de gases contaminantes por parte de los vehículos, lo que conlleva a la cancelación del certificado de gases.

A medida que los operarios se capaciten en las actividades de mantenimiento, tomaran conciencia sobre la gestión ambiental. Cada vez hay más requisitos para el cumplimiento de la norma ambiental, lo que acarrea cambios en las tareas de mantenimiento, como son la limpieza de equipos, la utilización de solventes, los procedimientos de inspección, las capacitaciones y la clasificación de los desechos. Por eso toda empresa o entidad pública debe estar informada en cuanto a la normatividad ambiental, que se puede encontrar en los espacios oficiales dispuestos por el gobierno como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

**5.2.8 Recomendaciones para capacitar el personal.** Después de asignar las funciones de cada cargo de trabajo del área del mantenimiento, se recomienda asignar el personal competente, para ocupar dichas plazas. Para hacer el personal más competente, hay que definir los perfiles de trabajo, es decir, se deben especificar, el nivel de educación, capacidades y experiencias que una persona debe tener, para desempeñar las funciones de dicho cargo.

En tal caso que el personal no cumpla con los perfiles de trabajo exigidos, se recomienda que se capacite, para adquirir las habilidades que necesita el cargo.

Se recomienda que el perfil del secretario de obras públicas dentro del plan de mantenimiento, cumpla con algunas de las siguientes características. Ver tabla 22.

**Tabla 22. Perfil de trabajo del director de mantenimiento**

Educación	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ingeniero Mecánico</li> <li>▪ Ingeniero Civil</li> <li>▪ Ingeniero Eléctrico</li> <li>▪ Ingeniero Electrónico</li> <li>▪ Ingeniero Industrial</li> <li>▪ Tecnólogo experimentado</li> </ul>
Formación específica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Planeación de mantenimiento</li> <li>▪ Gestión ambiental</li> <li>▪ Gestión de salud ocupacional</li> </ul>
Experiencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mantenimiento industrial</li> <li>▪ Administración personal</li> <li>▪ Manejo de costos y presupuestos</li> </ul>
Habilidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Liderazgo</li> <li>▪ Capacidad crítica</li> </ul>

Fuente: Autores, 2013.

Para los equipos de la alcaldía, se implementará el automantenimiento, donde los mismos operarios, realizarán algunas actividades de mantenimiento básico de los equipos. Para esto el Secretario de Obras Públicas, tendrá la obligación de facilitar las capacitaciones para los operarios. En casos en particular, como el desconocimiento del funcionamiento de algún equipo, se requiere de la asesoría de centros especializados en el tema, el cual se mencionarán más adelante.

Las capacitaciones, se deben centrar en el mantenimiento básico, calidad, gestión ambiental y seguridad industrial.

Se recomienda que el perfil de los operarios dentro del plan de mantenimiento, cumpla con algunas de las siguientes características. Ver tabla 23.

**Tabla 23. Perfil de trabajo de los operarios.**

Educación	<p>Tecnólogos o técnicos en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mantenimiento industrial</li> <li>▪ Mecánica</li> <li>▪ Electricidad</li> <li>▪ Electrónica o,</li> <li>▪ Especialidad en actividades específicas</li> </ul>
Formación específica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Manejo del computador</li> <li>▪ Instrumentación</li> <li>▪ Gestión ambiental</li> <li>▪ Seguridad industrial</li> <li>▪ Salud ocupacional</li> <li>▪ Gestión de calidad</li> </ul>
Experiencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mantenimiento mayor y menor</li> </ul>
Habilidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Trabajo en equipo</li> <li>▪ Precisión en el trabajo</li> </ul>

Fuente: Autores, 2013.

Las situaciones en las cuales se requiere de capacitaciones, son cuando se adquiere un equipo o se cambia de puesto de trabajo a algún operario.

Para capacitar al personal, se acudirá a entidades encargadas de dar asesorías, de las cuales se contarán con las siguientes:

- Proveedores de equipos o de fabricantes.
- Instituciones educativas universitarias, tecnológicas o técnicas.
- Gremios o asociaciones de profesionales.
- El Servicio Nacional de Aprendizaje SENA.

### **5.3 ACTIVIDADES DE CONTROL**

Estas actividades, son esenciales en el plan de mantenimiento y se divide en los siguientes controles:

- ❖ Control de trabajos.
- ❖ Control de inventarios.
- ❖ Control de costos.
- ❖ Control mediante el software.

**5.3.1 Control de trabajos.** La demanda de trabajo en los equipos, pone en marcha el plan de mantenimiento y es en la carga de trabajo, que se debe tener en cuenta los objetivos del plan y la filosofía de la secretaría de obras públicas.

Para controlar tales trabajos, se cuentan con herramientas, como son, la orden de trabajo y la hoja de vida de los equipos, siendo estos parte fundamental del plan de mantenimiento.

Lo anterior, ayudara que los servicios que presten los equipos de la alcaldía a la comunidad, sean de alta calidad.

**5.3.2 Control de inventarios.** Cada vez que se tiene que efectuar un trabajo sobre los equipos y se deba hacer una reparación, hay que tener a mano los materiales y las herramientas. Pero estas cuando no se están usando, se deben guardar de manera ordenada en algún lugar.

Es así, como la secretaría de obras públicas de Belén, cuenta con un almacén localizado en el interior del garaje, donde se guardarán las herramientas y algunos materiales. Además la alcaldía tiene convenios con proveedores cercanos y tienen disponible en cualquier momento el suministro para las reparaciones.

Desde luego se deben hacer inventarios periódicos sobre las herramientas y materiales que deben estar en el almacén.

**5.3.3 Control de costos.** Los costos de mantenimiento, están influenciados por varios aspectos, como son, el mantenimiento y la degradación de los equipos, representando gran importancia en el plan, ya que involucra la parte económica. Es por eso que se debe llevar un control y para esto, el plan cuenta con una herramienta para visualizar de manera práctica, los costos de mantenimiento y costos de combustible. Esto se podrá ver, gracias al sistema de información computarizado, que cuenta con el control de costos para cada equipo en un periodo de tiempo determinado y además se podrá comparar entre estos.

**5.3.4 Control mediante el software.** El plan de mantenimiento de la alcaldía del municipio de Belén Boyacá, contará con la herramienta del sistema de información computarizado, donde se podrán llevar a cabo, controles como son: control de costos de mantenimiento y combustible, control de operación en horas o kilometraje y control de vencimientos, además de llevar informes de: uso del software e indicadores de mantenimiento (disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad).

## **6. SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE BELÉN (SIMBE)**

El plan de mantenimiento, tiene varios tipos de información que se encuentran en manuales, catálogos, proveedores, historial de mantenimientos, materiales, personal y equipos. Para la organización de esta información, es necesario implementar un sistema en conjunto entre un sistema de información manual y un sistema de información computarizado, que se denomina Sistema de Información para la administración del mantenimiento de los equipos del municipio de Belén Boyacá (**SIMBE**), el cual aportará para que la administración del mantenimiento, logre nuevos niveles de eficacia y eficiencia. Ver figura 23.

SIMBE facilitará la ejecución del plan de mantenimiento, además de controlarlo.

### **6.1 OBJETIVOS DEL SIMBE**

- ❖ Servir como herramienta para que el secretario de obras públicas, realice la planeación, control y toma de decisiones sobre el mantenimiento de los equipos.
- ❖ Garantizar información exacta, confiable y que esté disponible cuando se desee, para que permita la correcta y oportuna planificación y evaluación de la administración del mantenimiento de los equipos.
- ❖ Prolongar la vida útil de los equipos.
- ❖ Brindar un servicio amigable para los usuarios.

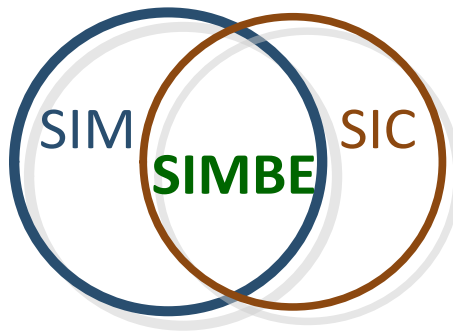
### **6.2 FILOSOFÍA DEL SIMBE**

Este sistema de información, es el pilar del plan de mantenimiento, ya que contribuye en la buena administración, es fuente de análisis y creación de informes, además aporta al desarrollo de los objetivos planteados por la secretaría de obras públicas para el cuidado de los equipos.

### **6.3 FUNCIONES DEL SIMBE**

- Clasificación del personal y de los equipos.
- Identificación de equipos.
- Descripción de los equipos.
- Descripción de proveedores y servicio técnico.
- Información general del personal.
- Control de la mano de obra.
- Planeación y programación de órdenes de trabajo.
- Controles de operación de los equipos.
- Descripción de las rutinas de mantenimiento.
- Administración de las órdenes de trabajo.
- Manejo de hojas de vida de los equipos.
- Informes de costos.
- Informes de desempeño.
- Informes sobre indicadores de mantenimiento.

**Figura 23. Sistema de Información para la administración del mantenimiento de los equipos del municipio de Belén Boyacá SIMBE**



Fuente: Autores, 2013.

#### **6.4 SISTEMA DE INFORMACIÓN MANUAL SIM**

Este sistema se compone, de formatos técnicos que se generan para llevar un archivo físico de la información del plan y servirán como soporte del sistema computarizado.

El registro de estos formatos, es esencial para la implementación eficaz del plan de mantenimiento, por lo tanto deben protegerse debidamente para evitar deterioro o pérdida de información, además deben archivarse de acuerdo a un orden cronológico, y numérico, para que estén disponibles en cualquier momento.

La desventaja de este sistema, es que no permite identificar fácilmente las causas de los problemas, ya que se maneja demasiada información, lo que lleva a que la administración de mantenimiento no decida acertadamente las soluciones.

El sistema de información manual contiene los siguientes formatos:

- ❖ Ficha técnica
- ❖ Solicitud de servicio
- ❖ Orden de trabajo
- ❖ Formato de inspección
- ❖ Hoja de vida

**6.4.1 Ficha Técnica.** El contenido de esta ficha, ayuda con las actividades de mantenimiento ya que describe características detalladas de los equipos, en cuanto a dimensiones, identificaciones, capacidades, entre otras. Ver figura 24.

**6.4.2 Solicitud de Servicio.** La solicitud es el primer paso para generar las órdenes de trabajo. Esta contiene la solicitud de materiales y de mantenimiento, además permite seleccionar si el mantenimiento es correctivo o preventivo. Ver figura 25.

**6.4.3 Orden de Trabajo.** Las ordenes de trabajo (O.T.), son las que ponen en movimiento el plan de mantenimiento, que usualmente se generan por solicitudes de servicio, que los operarios hacen cuando el equipo falla (el equipo es incapaz de seguir operando) o por el sistema de información computarizado (programa de mantenimiento). También las puede generar el secretario de obras públicas, cuando lo considere pertinente.

Estas O.T. siempre las envía y verifica el cumplimiento, el secretario de obras públicas.

Las O.T. se hacen tanto para el mantenimiento correctivo como para el mantenimiento preventivo.

Las O.T. se dividen en:

- O.T. externa: que contiene pedido de materiales y orden de mantenimiento. Estas las reciben los proveedores y/o servicio técnico. Ver figura 26.
- O.T. interna: que contiene la entrega de materiales y orden de mantenimiento. Estas las reciben los operarios y/o auxiliares generales. Ver figura 27.

**6.4.4 Formato de Inspección.** Este formato es importante dado que proporciona el estado actual de los equipos, además puede llevar un historial.

Así mismo consiste en observar minuciosa y detenidamente el estado de los elementos de los sistemas, buscando desgastes, desajustes, piquetes, erosiones, grietas, fisuras etc.

Las inspecciones se realizaran dos veces al año y serán responsabilidad de los operarios con verificación del secretario de obras públicas.


**Figura 24. Diseño de Ficha Técnica**

	<b>FICHA TECNICA</b>		<b>N° Ficha:</b>
	<b>BELÉN SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS</b>		<b>VERSIÓN 1</b>
<b>EQUIPO:</b>		<b>CÓDIGO EQUIPO:</b>	
<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>MAQUINARIA PESADA: ___</b>	<b>MAQUINARIA AGRÍCOLA: ___</b>	<b>VEHÍCULOS DE TRANSPORTE: ___</b>
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
<b>MARCA:</b>		<b>TRANSMISIÓN:</b>	
<b>MODELO:</b>		<b>DIRECCIÓN:</b>	
<b>AÑO DE FABRICACIÓN:</b>		<b>Nº DE LLANTAS:</b>	
<b>SERVICIO:</b>		<b>ANCHO:</b>	
<b>Nº DE PLACA:</b>		<b>LARGO:</b>	
<b>Nº DE SERIE:</b>		<b>ALTO:</b>	
<b>CLASE DE VEHÍCULO:</b>		<b>DISTANCIA ENTRE EJES:</b>	
<b>CARROCERÍA:</b>		<b>VELOCIDAD MÁX.:</b>	
<b>COLOR:</b>		<b>POTENCIA:</b>	
<b>TIPO DE MOTOR:</b>		<b>CAPACIDAD CARGA</b>	
<b>CILINDRAJE:</b>		<b>CAPACIDAD PASAJEROS:</b>	
<b>COMBUSTIBLE:</b>		<b>TIPO DE FRENOS:</b>	
<b>HERRAMIENTAS DE TRABAJO</b>			

<b>ACCESORIOS</b>	
<b>OBSERVACIONES:</b>	

Fuente: Autores, 2013

**Figura 25. Diseño de Solicitud de servicio**

	<b>SOLICITUD DE SERVICIO</b>		<b>N° solicitud:</b>		
	<b>BELÉN</b> <b>SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS</b>		<b>VERSIÓN 1</b>		
<b>CIUDAD:</b>		<b>FECHA:</b>			
<b>EQUIPO:</b>		<b>CÓDIGO EQUIPO:</b>			
<b>MANTENIMIENTO:    CORRECTIVO _____                      PREVENTIVO _____</b>					
<b>SOLICITUD DE MATERIALES</b>					
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN SOLICITUD	<b>VoBo</b> <b>VS</b>	<b>VoBo</b> <b>AS</b>		
<b>SOLICITUD DE MANTENIMIENTO</b>					
N°	DESCRIPCIÓN SOLICITUD	<b>VoBo</b> <b>VS</b>	<b>VoBo</b> <b>AS</b>		
<b>SOLICITA SERVICIO</b>		<b>Nombre:</b>			

CARGO:	FECHA:	Firma: _____
<b>VERIFICA SOLICITUD</b>		Nombre:
CARGO:	FECHA:	Firma: _____
<b>APRUEBA SOLICITUD</b>		Nombre:
CARGO:	FECHA:	Firma: _____

Fuente: Autores, 2013.

**Figura 26. Diseño de Orden de Trabajo (externa)**

	<b>ORDEN DE TRABAJO</b>		<b>Nº DE O.T.:</b>
	<b>BELÉN</b> <b>SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS</b>		<b>VERSIÓN 1</b>
<b>CIUDAD:</b>		<b>FECHA:</b>	
<b>EQUIPO:</b>		<b>CÓDIGO EQUIPO:</b>	
<b>PROVEEDOR O TALLER:</b>		<b>FACTURA N°:</b>	
<b>ORDEN EXTERNA</b>		<b>TIPO DE MANTENIMIENTO:</b>	
<b>ORDEN DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE MANTENIMIENTO</b>	<b>VALOR \$</b>	
<b>PEDIDO DE MATERIALES</b>			
<b>cantidad</b>	<b>DESCRIPCIÓN PEDIDO DE MATERIALES</b>	<b>VALOR \$</b>	
<b>FECHA PROGRAMACIÓN:</b> ___ / ___ / ___		<b>FECHA FINALIZACIÓN:</b> ___ / ___ / ___	

HORA ____ : ____		HORA ____ : ____	
<b>ENVÍA OT</b>		Nombre:	
CARGO:	FECHA:	Firma: _____	
<b>RECIBE OT</b>		Nombre:	
CARGO:	FECHA:	Firma: _____	
<b>VERIFICA CUMPLIMIENTO OT</b>		Nombre:	
CARGO:	FECHA:	Firma: _____	

Fuente: Autores, 2013.

**Figura 27. Diseño de Orden de Trabajo (interna)**


	<b>ORDEN DE TRABAJO</b>		<b>Nº DE O.T.:</b>
	<b>BELÉN</b> <b>SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS</b>		<b>VERSIÓN 1</b>
<b>CIUDAD:</b>		<b>FECHA:</b>	
<b>EQUIPO:</b>		<b>CÓDIGO EQUIPO:</b>	
<b>ORDEN INTERNA</b>	<b>TIPO DE MANTENIMIENTO:</b>		
<b>ORDEN DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE MANTENIMIENTO</b>		
<b>MATERIALES NECESARIOS</b>			
<b>cantidad</b>	<b>DESCRIPCIÓN COMPRA DE MATERIALES</b>		
<b>FECHA PROGRAMACIÓN:</b> ____ / ____ / ____		<b>FECHA FINALIZACIÓN:</b> ____ / ____ / ____	

HORA ____ : ____		HORA ____ : ____	
<b>ENVÍA OT</b>		Nombre:	
CARGO:	FECHA:	Firma: _____	
<b>RECIBE OT</b>		Nombre:	
CARGO:	FECHA:	Firma: _____	
<b>VERIFICA CUMPLIMIENTO OT</b>		Nombre:	
CARGO:	FECHA:	Firma: _____	

Fuente: Autores, 2013.

**6.4.5 Hoja de Vida.** Esta recopila a medida del tiempo, las actividades de mantenimiento realizadas a los equipos, las cuales se van llenando mediante el cumplimiento de las órdenes de trabajo, y contiene los siguientes datos: fecha de finalización del mantenimiento, duración del mantenimiento, numero de orden de trabajo, precio de la O.T.

**Figura 28. Diseño de Hoja de Vida**

		HOJA DE VIDA		N° HOJA DE VIDA:	
FECHA:					
EQUIPO:			CÓDIGO EQUIPO:		
<b>HISTORIAL DEL EQUIPO</b>					
N°	FECHA	ACTIVIDAD	#OT	OBSERVACIONES	

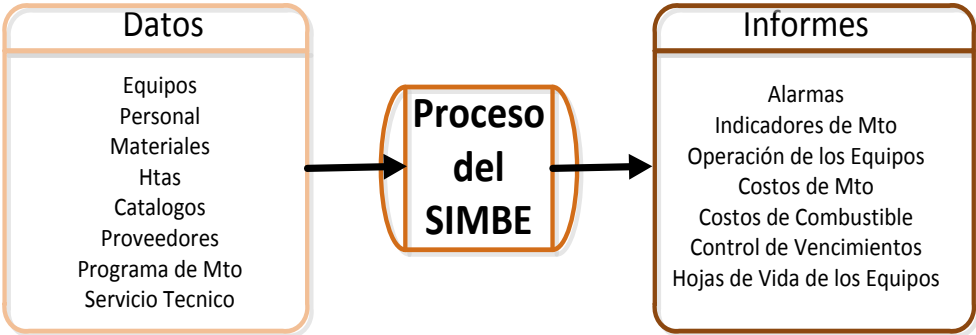

Fuente: Autores, 2013.

**6.5 SISTEMA DE INFORMACIÓN COMPUTARIZADO SIC**

El sistema de información computarizado, surge de la necesidad de manejar gran cantidad de información, para la administración del mantenimiento de los equipos con facilidad y soporta el proceso de toma de decisiones.

Este es un sistema abierto, de almacenamiento y procesamiento de información, que maneja una interacción de ambientes, es decir recibe entradas (datos) y produce salidas (información). Ver figura 28.

**Figura 28. Diagrama entradas y salidas del Sistema de Información SIMBE**

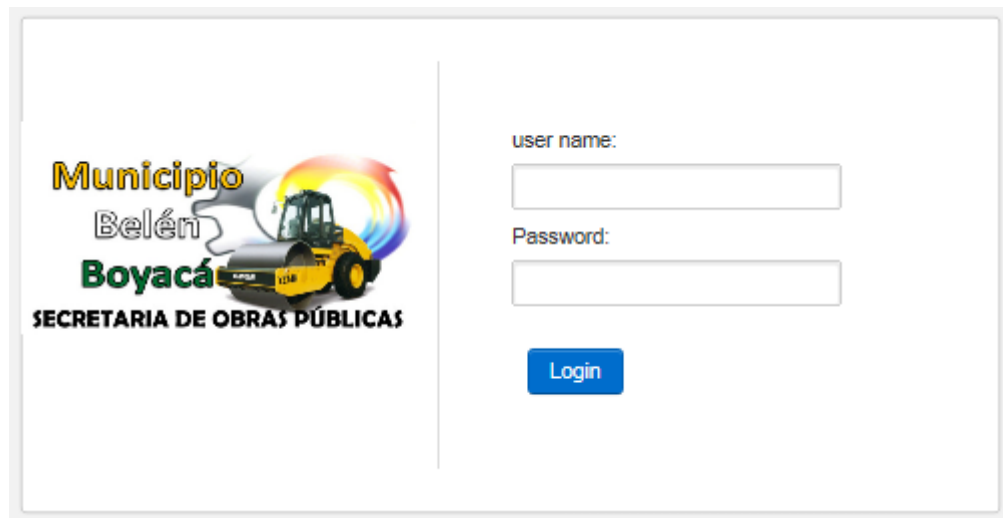


Fuente: Autores, 2013.

**6.5.1 Entrada al sistema SIMBE.** Para ingresar al sistema, se necesita de un computador o un dispositivo de comunicación electrónico como un celular, que tengan acceso a internet, y mediante de la siguiente dirección electrónica, acceder al sistema <http://www.mtobelen.easydev.co/index/index>

Después de introducir la dirección, aparece una ventana con dos espacios. Uno será para digitar el nombre de usuario: superadmin (alcalde), admin (administrativos), según sea el interés y otro espacio para digitar la contraseña con la cual podrá acceder al sistema. Esta ventana se mostrara en la figura 29.

**Figura 29. Entrada al sistema.**



The image shows a login interface for the SIMBE system. On the left side, there is a logo for the 'Municipio Belén Boyacá SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS' featuring a yellow bulldozer. On the right side, there is a login form with two input fields: 'user name:' and 'Password:'. Below the password field is a blue 'Login' button.

Fuente: Autores, 2013.

**6.5.2 Iconos de control del SIMBE.** Este sistema maneja unos iconos para referirse a ACCIONES con determinadas funciones. En la columna de ACCIONES aparecen diferentes tipos de iconos que se explicarán a continuación.

**6.5.2.1 Acción Editar.** Abre una ventana en la cual se permite editar o cambiar la información registrada en un elemento. Ver Figura 30.

**Figura 30. Acción Editar.**



Fuente: Autores, 2013.

**6.5.2.2 Acción Proceso.** Abre una ventana de los procesos que se llevan, para crear una orden de trabajo o una solicitud de servicios, además para ingresar a otro menú. Ver Figura 31.

**Figura 31. Acción Proceso.**



Fuente: Autores, 2013.

**6.5.2.3 Acción Detalle.** Permite visualizar de manera más amplia y detallada, la información de un elemento. Ver Figura 32.

**Figura 32. Acción Detalle.**



Fuente: Autores, 2013.

**6.5.2.4 Acción Eliminar.** Permite borrar la información que aparece en un elemento. Ver Figura 33.

**Figura 33. Acción Eliminar.**



Fuente: Autores, 2013.

**6.5.2.5 Acción Agregar.** Esta acción, abre una ventana que permite agregar ítems a un elemento. Ver Figura 34.

**Figura 34. Acción Agregar.**



Fuente: Autores, 2013.

**6.5.2.6 Acceso Rápido.** Con esta aplicación, el usuario puede ver con más detalle, la información referente a un trabajo de mantenimiento. Ver Figura 35.

**Figura 35. Acceso Rápido**



Fuente: Autores, 2013.

Por otro lado se encuentran otros iconos como Buscar, Nuevo y Descargar Formato.

**6.5.2.7 Buscar.** Ayuda a que el usuario, tenga la facilidad de encontrar un elemento que desea, a través de unos filtros de búsqueda. Ver figura 36.

**Figura 36. Buscar.**



Fuente: Autores, 2013.

**6.5.2.8 Nuevo.** Sirve para agregar un elemento, permitiendo integrar la información, que caracteriza este elemento. Ver figura 37.

**Figura 37. Nuevo.**



Fuente: Autores, 2013.

**6.5.2.9 Descargar Formato o Documento.** Está hecho para descargar un documento o formato. Ver figura 38.

**Figura 38. Descargar Formato.**



Fuente: Autores, 2013.

También se encuentran unos botones de navegación, que permiten al usuario trasladarlo de una página a otra, bien sea hacia adelante o hacia atrás, o trasladarlo directamente a la primera o a la última página. Ver figura 39.

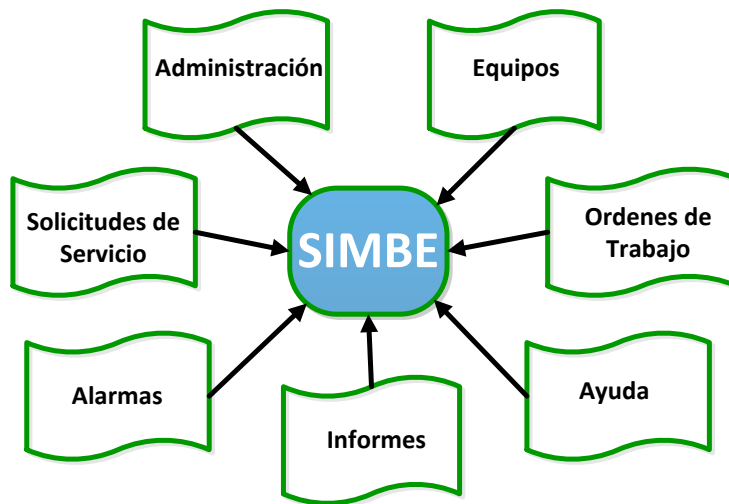
**Figura 39. Botones de navegación.**



Fuente: Autores, 2013.

**6.5.3 Módulos.** El sistema de información computarizado, está compuesto por siete módulos que lo estructuran y lo ordenan dándole mejor funcionamiento. A continuación se explican detalladamente cada uno de los módulos. Ver figura 40.

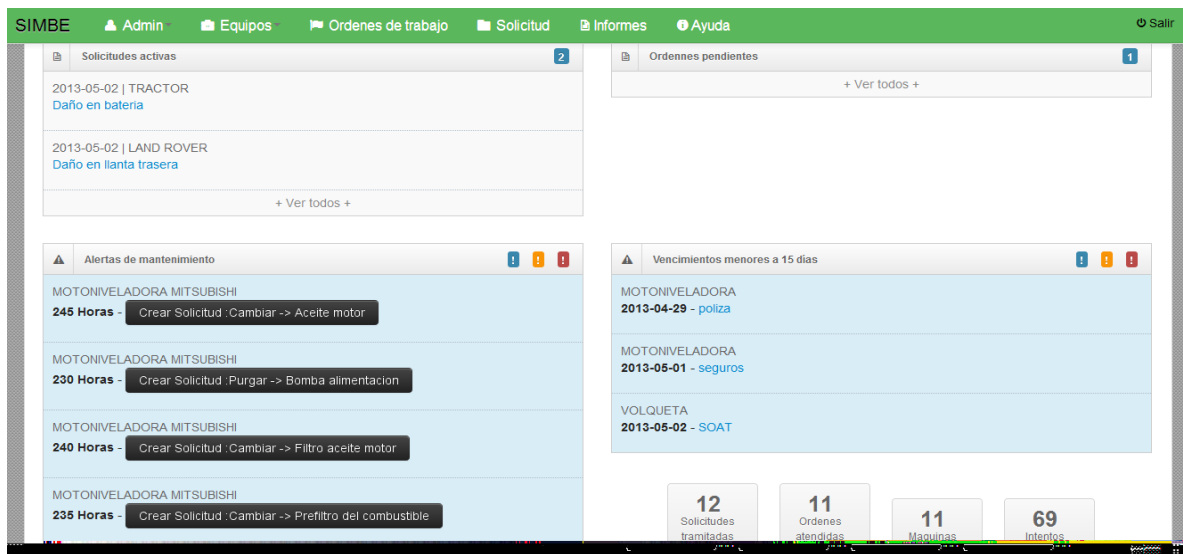
**Figura 40. Módulos del SIMBE**



Fuente: Autores, 2013.

**6.5.3.1 Modulo ALARMAS.** Es la ventana de inicio, donde se encuentran las alarmas de mantenimientos y vencimientos, además de las solicitudes de servicio activas y ordenes de trabajo pendientes. Ver figura 41.

**Figura 41. Ventana de inicio.**



Fuente: Autores, 2013.

En concordancia con lo anterior, a continuación se presentan los seis módulos, que componen el sistema de información **SIMBE**.

- Admin.
- Equipos.
- Solicitudes de servicios.
- Ordenes de trabajo.
- Informes.
- Ayuda.

Estos módulos están ubicados en una barra horizontal que se encuentra en la parte superior de la ventana.

**Figura 42. Barra de módulos**

































Fuente: Autores, 2013.

En el plano principal de la ventana de inicio (SIMBE), se encuentran las alarmas que el sistema arroja cuando se tienen pendientes actividades o se acerca el momento de realizar alguna tarea como solicitudes de servicio pendientes, ordenes de trabajo pendientes y vencimientos cercanos.

**6.5.3.2 Módulo de ADMINISTRACIÓN.** Este módulo se escribe de manera simplificada con la palabra Admin. Al hacer clic o pasar el cursor del mouse sobre este módulo, se abre un menú con dos opciones - Personal y Proveedores.

**Personal.** Aquí, se ve un listado con información de las personas que laboran dentro del plan de mantenimiento, detallándose, Nombre, Apellidos y Cargo. Ver figura 43.

**Figura 43. Listado Personal.**

NOMBRES	APELLIDOS	CARGO	ACCIONES
JOAQUIN ANTONIO	PEREA LARA	ADMINISTRATIVOS	  
MARGARITA	PEREZ	ADMINISTRATIVOS	  
YULI PAOLA	FONSECA DIAZ	ADMINISTRATIVOS	  
JOSE MAURICIO	BAUTISTA	OPERARIOS	  
LUIS ALCIDES	CRISTANCHO	OPERARIOS	  
OLEGARIO	GALLO GUERRERO	OPERARIOS	  
WILMAR	MELO MALAVER	OPERARIOS	  
JOSUE	SILVA BENITEZ	OPERARIOS	  
VICTOR HUGO	PEREZ ROZO	OPERARIOS	  
ENRIQUE JAVIER	GRIMALDOS	OPERARIOS	  

Fuente: Autores, 2013.

Las ACCIONES que se pueden realizar serán Editar, Proceso y Eliminar.

**Proveedores.** Al dar clic en este menú, se despliega una ventana que contiene el listado de los proveedores de materiales y servicio técnico, a los que habitualmente la alcaldía, recurre para solicitar el mantenimiento de los equipos.

En este listado, se especifica el nombre, dirección, contacto, teléfono y tipo, que puede ser, servicio técnico o proveedores. Además se pueden realizar las ACCIONES de Editar, Proceso, Detalles y Eliminar. Ver figura 44.

**Figura 44. Listado de proveedores.**

Personal  
Proveedor

Listado Proveedores Nuevo Buscar

NOMBRE	CIUDAD	DIRECCIÓN	CONTACTO	TELÉFONO	TIPO PROVEEDOR	ACCIONES
ALMACEN AUTO SERVICIO LTDA		CR 18 # 16-27	LUIS VEGA	7602336; 7606376	SERVICIO TÉCNICO	
AGROFILTER LTDA		CR 15 NO 11-24	CARLOS PAEZ	7602071; FAX 098 7600284; 7620345	REPUESTOS	
SERVILLANTAS SEVILAUURA		CLL 16 CRR 20 ESQUINA	MARIO CASTRO	7601182-7611682	REPUESTOS	
RAMONERRE SA		CLL 15 NO 5-43	MARIA GARCIA	8258367 8258368	MAQUINARIA	
SEGUROS CAJA AGRARIA		CR 17 NO14-60	PILAR MARTINEZ	7612023	SEGUROS	

Página 1 de 1 10 Mostrando Registros 1 - 5 de 5

Powered by - EasyDev

Fuente: Autores, 2013.

**Roles.** Un rol, es un conjunto de usuarios, a los cuales se les asigna ciertos permisos para acceder a SIMBE. Pueden haber varios roles con diferentes permisos para su acceso al sistema. Habrá un rol llamado Superadministrador, que controla todo el sistema con la capacidad de administrar los usuarios y permisos y acceder a todas las acciones.

Al acceder a este menú, se visualiza un listado de los roles en SIMBE, a los cuales se les puede desarrollar las ACCIONES de Editar, Detalles, Eliminar y Permisos.

En Permisos, se puede asignar los permisos a los cuales puede acceder el rol.

Con la herramienta de Nuevo se pueden agregar los roles al sistema.

**Usuario.** Este, es una persona que interactúa con el sistema hasta cierto nivel, dependiendo de los permisos asignados.

Habrá un usuario de tipo Superadministrador, encargado de controlar el sistema.

Al ingresar a este menú, se puede ver una lista de los usuarios registrados, a los cuales se les permite llevar las ACCIONES de Editar, Detalles y Eliminar.

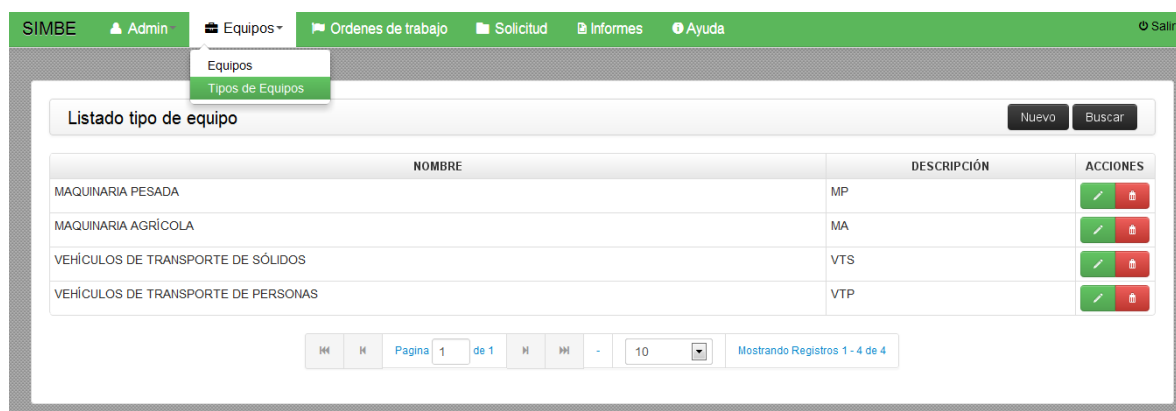
Para agregar un usuario al sistema, se utiliza la herramienta de Nuevo, por el cual se especifica el nombre de usuario (Username), la contraseña para este usuario (Password) y el Rol.

**6.5.3.3 Módulo de EQUIPOS.** Este módulo, está dividido en dos secciones, que son Equipos y Tipos de Equipos, muestra la información relacionada con los equipos.









**Tipos de equipos.** Aquí, se visualiza un listado de los tipos de equipos, donde se especifica el nombre y la codificación que se le asignó. Ver figura 45.

Las acciones que se pueden llevar a cabo con este listado son Editar y Eliminar.

**Figura 45. Listado tipo de equipo**



The screenshot displays the 'Listado tipo de equipo' page in the SIMBE system. The navigation bar at the top shows 'SIMBE' and 'Admin'. The main menu includes 'Equipos' (selected), 'Tipos de Equipos', 'Ordenes de trabajo', 'Solicitud', 'Informes', and 'Ayuda'. The page title is 'Listado tipo de equipo', with 'Nuevo' and 'Buscar' buttons. The table below lists equipment types with their descriptions and actions (edit and delete).

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	ACCIONES
MAQUINARIA PESADA	MP	 
MAQUINARIA AGRÍCOLA	MA	 
VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE SÓLIDOS	VTS	 
VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE PERSONAS	VTP	 

At the bottom, there is a pagination control showing 'Página 1 de 1', a dropdown menu set to '10', and the text 'Mostrando Registros 1 - 4 de 4'.

Fuente: Autores, 2013.

**Equipos.** Al dar clic en este menú, se abrirá una ventana con el listado de los equipos, donde se especifica el nombre del equipo, descripción, marca y tipo de equipo. Ver figura 46.

**Figura 46. Listado de equipos**

NOMBRE DE MAQUINA	DESCRIPCIÓN	MARCA	TIPO DE MAQUINA	ACCIONES
MOTONIVELADORA	ES EMPLEADA EN LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y NIVELACIÓN DE TERRENOS, EN EL MEDIO ES CONOCIDA CON EL NOMBRE DE PATROL	MITSUBISHI	MAQUINARIA PESADA	[Editar] [Proceso] [Eliminar]
RETROEXCADORA	ESTA MÁQUINA ES PARECIDA A UN TRACTOR AGRÍCOLA, Y TIENE EL DISEÑO COMBINADO DE UN CARGADOR FRONTAL EN LA PARTE DELANTERA Y UN BRAZO DE EXCAVADORA EN LA PARTE TRASERA, ASIMISMO PATAS ESTABILIZADORAS PARA CUANDO TENGA QUE EXCAVAR	CATERPILLAR	MAQUINARIA PESADA	[Editar] [Proceso] [Eliminar]
VIBROCOMPACTADOR	ESTA MÁQUINA TAMBIÉN ES LLAMADA RODILLO VIBRATORIO O COMPACTADOR DE TIERRA, YA QUE SU FUNCIÓN PRINCIPAL ES COMPACTAR LOS MATERIALES, PERO DEBIDO A UN SISTEMA AUXILIAR DE VIBRACIÓN PARA MEJORAR LA COMPACTACIÓN HA TOMADO DICHO NOMBRE.	DYNAPAC	MAQUINARIA PESADA	[Editar] [Proceso] [Eliminar]
TRACTOR	SON TODAS AQUELLAS MÁQUINAS, MOTRICES U OPERADORAS, QUE SE UTILIZAN PARA USOS AGRÍCOLAS.	NEW-HOLLAND FORD	MAQUINARIA AGRÍCOLA	[Editar] [Proceso] [Eliminar]
VOLQUETA	SE UTILIZA PARA TRANSPORTAR MATERIALES (TIERRA, ARENA, PIEDRÍN, BALASTO, ETC.) Y PARA TRANSPORTAR PERSONAL. SE CLASIFICAN POR EL VOLUMEN EN METROS CÚBICOS DE MATERIAL A TRANSPORTAR EN SU PALANGANA, QUE ES INCLINADA POR UN CILINDRO HIDRÁULICO.	INTERNARIONAL	VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE SÓLIDOS	[Editar] [Proceso] [Eliminar]
COMPACTADOR DE BASURA	UN CAMIÓN COMPACTADOR DE RESIDUOS SÓLIDOS O COMO SE LE LLAMA COMÚNMENTE CAMIÓN DE LA BASURA, ES UN VEHÍCULO DISEÑADO ESPECÍFICAMENTE PARA RECOLECTAR BASURA	CHEVROLET	VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE PERSONAS	[Editar] [Proceso] [Eliminar]

Fuente: Autores, 2013.

Las acciones que se pueden realizar por cada equipo, son, Editar, Proceso y Eliminar.

Al hacer clic sobre proceso, se abre una ventana, la cual contiene una lista de los siguientes menús en el costado izquierdo.

- Información general.
- Editar información.
- Hoja de vida.
- Materiales.
- Programa de mantenimiento.
- Historial de diagnóstico.

- Control de vencimiento.
- Control de combustible.
- Control de operación.
- Documentación.

**Información general.** Aquí, aparecen las características del equipo, divididas en, Datos básicos, Datos de control y Datos de compra. También se encontrará un registro fotográfico. Ver figura 47.

**Figura 47. Información general**

SIMBE Admin Equipos Ordenes de trabajo Solicitud Informes Ayuda Salir

**COMPACTADOR DE BASURA CHEVROLET**

- Información general >
- [Editar información](#) >
- [Hoja de vida](#) >
- [Materiales](#) >
- [Programa de mantenimiento](#) >
- [Historial de diagnostico](#) >
- [Control de vencimiento](#) >
- [Control de combustible](#) >
- [Control de operación](#) >
- [Documentos](#) >

**COMPACTADOR DE BASURA CHEVROLET**



**Datos Basicos**

**Código:** VT-CP

**Nombre de maquina:**

**Operario:** JOSE MAURICIO BAUTISTA

**Descripción:** Un camión compactador de residuos sólidos o como se le llama comúnmente camión de la basura, es un vehículo diseñado específicamente para recolectar basura

TIPO DE MAQUINA	VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE PERSONAS
MARCA	CHEVROLET
MODELO	KODIAC 211
AÑO FABRICACIÓN	2000

**Datos de control**

CONTROL COMBUSTIBLE	Sí
RUTINA MANTENIMIENTO	Sí
UNIDAD DE CONTROL	KILOMETRAJE

Fuente: Autores, 2013.

**Editar información.** En este menú, se pueden editar las características referentes a cada equipo y que aparecen en información general. También se pueden adjuntar archivos fotográficos. Ver figura 48.

**Figura 48. Editar información**

The image shows a web application interface for SIMBE. At the top, there is a green navigation bar with the following items: SIMBE, Admin, Equipos, Ordenes de trabajo, Solicitud, Informes, Ayuda, and Salir. The main content area is titled 'COMPACTADOR DE BASURA CHEVROLET'. On the left, there is a sidebar menu with the following items: Información general, Editar Información, Hoja de vida, Materiales, Programa de mantenimiento, Historial de diagnóstico, Control de vencimiento, Control de combustible, Control de operación, and Documentos. The main content area is divided into two sections: 'Datos Básicos' and 'Datos de control'. The 'Datos Básicos' section contains the following fields: Nombre de la maquina (COMPACTADOR DE BASURA), Tipo de Maquina (VEHÍCULOS DE TRANSPOR), Descripción (Un camión compactador de residuos sólidos o como se le), Código (VT-CP), Marca (CHEVROLET), Modelo (KODIAC 211), Año de fabricación (2000), and Operario (JOSE MAURICIO BAUTISTA). The 'Datos de control' section contains the following field: Control de combustible (Sí).

Fuente: Autores, 2013.

**Hoja de vida.** En este espacio, se muestra la lista de los trabajos de mantenimiento que se le han hecho a cada equipo, de tal manera que se especifican: fecha de finalización del trabajo, duración de trabajo en horas, precio total del trabajo en pesos, número de la orden de trabajo y el tipo de orden. Ver figura 49.

Las acciones que se pueden desarrollar, son: Editar, Detalles y Eliminar.

En la columna de ORDEN DE TRABAJO, se encuentra un icono por cada orden, donde se puede visualizar con más detalle la orden de trabajo.

Las hojas de vida se generan cuando se finaliza una orden de trabajo.

**Figura 49. Hoja de vida**

Mto Belén Admin Equipos Ordenes de trabajo Solicitudes de servicio Informes Ayuda Salir

Información general >  
 Editar Información >  
 Hoja de vida >  
 Materiales >  
 Programa de mantenimiento >  
 Historial de diagnóstico >  
 Control de vencimiento >  
 Control de combustible >  
 Control de operación >  
 Documentos >

Listado Hoja de vida Nuevo Buscar

FECHA DE FINALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO	DURACIÓN	PRECIO	ORDEN DE TRABAJO	TIPO DE ORDEN	ACCIONES
2013-04-29	12	200000	No 2	MANTENIMIENTO	
2013-04-29	12	30000	No 3	MANTENIMIENTO	

« « Pagina 1 de 1 » » - 10 Mostrando Registros 1 - 2 de 2

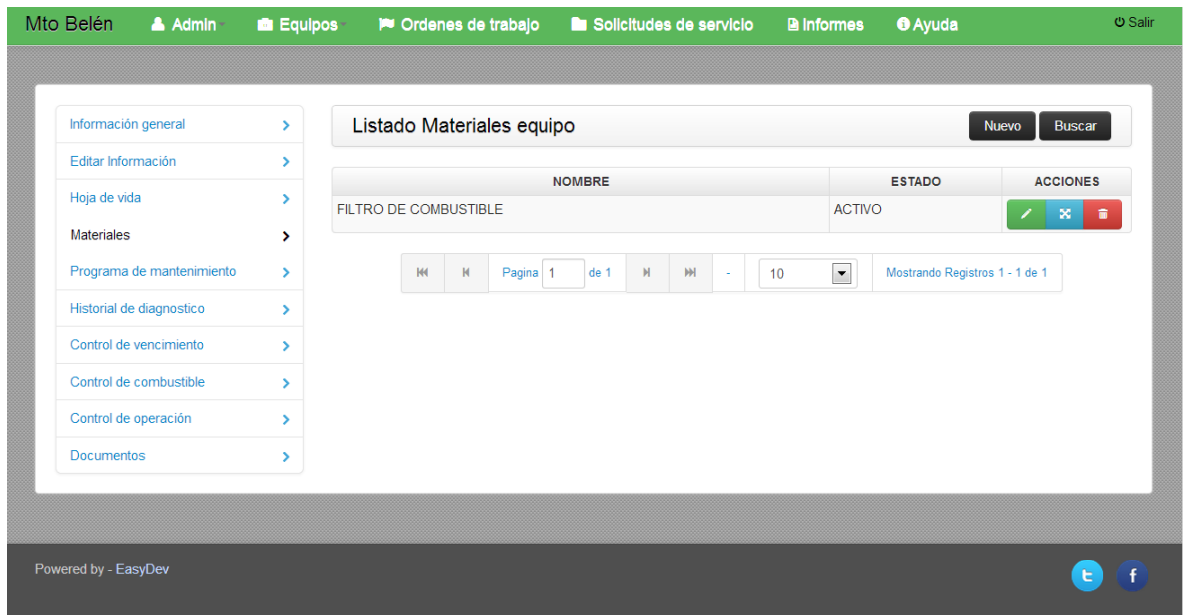
Powered by - EasyDev

Fuente: Autores, 2013.

**Materiales.** Aquí, se encuentra una lista con los distintos materiales, que constantemente, se solicitan para el equipo. Se especifica el nombre y el estado del material. El estado puede ser activo o inactivo, que quiere decir si el material está disponible en el almacén, o no. Ver figura 50.

Las acciones que se podrán realizar son Editar, Detalles y Eliminar, como también Nuevo para agregar un nuevo material y la opción de Buscar.

**Figura 50. Listado de Materiales**



Fuente: Autores, 2013.

**Programa de mantenimiento.** Se puede ver una lista con las rutinas de mantenimiento preventivo, en el cual se especifica, la Actividad, el Elemento sobre el cual recae la actividad y la Frecuencia con la cual se realiza la actividad. Ver figura 51.

Las acciones que se pueden desarrollar son, Editar, Detalles, Borrar y Crear Solicitud de mantenimiento. También contiene los iconos Nuevo y buscar.

**Figura 51. Listado Programa de Mantenimiento**

SIMBE Admin Equipos Ordenes de trabajo Solicitud Informes Ayuda Salir

**MOTONIVELADORA MITSUBISHI**

Información general >  
 Editar Información >  
 Hoja de vida >  
 Materiales >  
 Programa de mantenimiento >  
 Historial de diagnostico >  
 Control de vencimiento >  
 Control de combustible >  
 Control de operación >  
 Documentos >

Listado Programa de mantenimiento

ACTIVIDAD	ELEMENTO	FRECUENCIA	ACCIONES
CAMBIAR	ACEITE MOTOR	500 HORAS	Crear Solicitud
CAMBIAR	FILTRO ACEITE MOTOR	500 HORAS	Crear Solicitud
CAMBIAR	PREFILTRO DEL COMBUSTIBLE	500 HORAS	Crear Solicitud
PURGAR	BOMBA ALIMENTACION	500 HORAS	Crear Solicitud
CAMBIAR	FILTRO PRINCIPAL COMBUSTIBLE	1000 HORAS	Crear Solicitud
CAMBIAR	FILTRO ACEITE CAJA DE TRANSMISION	1000 HORAS	Crear Solicitud
LIPIAR	COLADERO CAJA TRANSMISION	1000 HORAS	Crear Solicitud
CAMBIAR	ACEITE CAJA MANUAL	1000 HORAS	Crear Solicitud
CAMBIAR	FILTRO TANQUE HIDRAULICO	1000 HORAS	Crear Solicitud
REVISAR CONVERGENCIAS	LLANTAS	1000 HORAS	Crear Solicitud

Mostrando Registros 1 - 10 de 23

Fuente: Autores, 2013.

**Historial de diagnóstico.** Aquí, se archiva la información de las inspecciones que se le han realizado al equipo, donde se detalla el documento o formato con el que se hizo la inspección, el Porcentaje de partes OK que presentó el equipo en esa inspección y la Fecha en la que se hizo. Ver figura 52.

**Figura 52. Historial de diagnóstico.**

SIMBE Admin Equipos Ordenes de trabajo Solicitud Informes Ayuda Salir

**PANEL VOLKSWAGEN**

Información general >  
 Editar Información >  
 Hoja de vida >  
 Materiales >  
 Programa de mantenimiento >  
 Historial de diagnostico >  
 Control de vencimiento >  
 Control de combustible >  
 Control de operación >  
 Documentos >

Listado Historial de diagnostico

DOCUMENTO	PORCENTAJE PARTES OK	FECHA	ACCIONES
INSPECCION PANEL.DOCX	95%	2012-11-17	
INSPECCION PANEL.DOCX	96%	2013-05-02	

Mostrando Registros 1 - 2 de 2

Fuente: Autores, 2013.

Trae la acción de Borrar y viene con las opciones de Nuevo y Buscar.

**Control de vencimiento.** En esta ventana, se detalla un listado con obligaciones que el equipo debe cumplir en determinadas fechas, para llevar un control y no dejar que se venzan estas obligaciones.

Se detallará Fecha de compra, Fecha de vencimiento, Descripción, Tipo de vencimiento y el Estado. Ver figura 53.

**Figura 53. Listado Control de Vencimientos.**

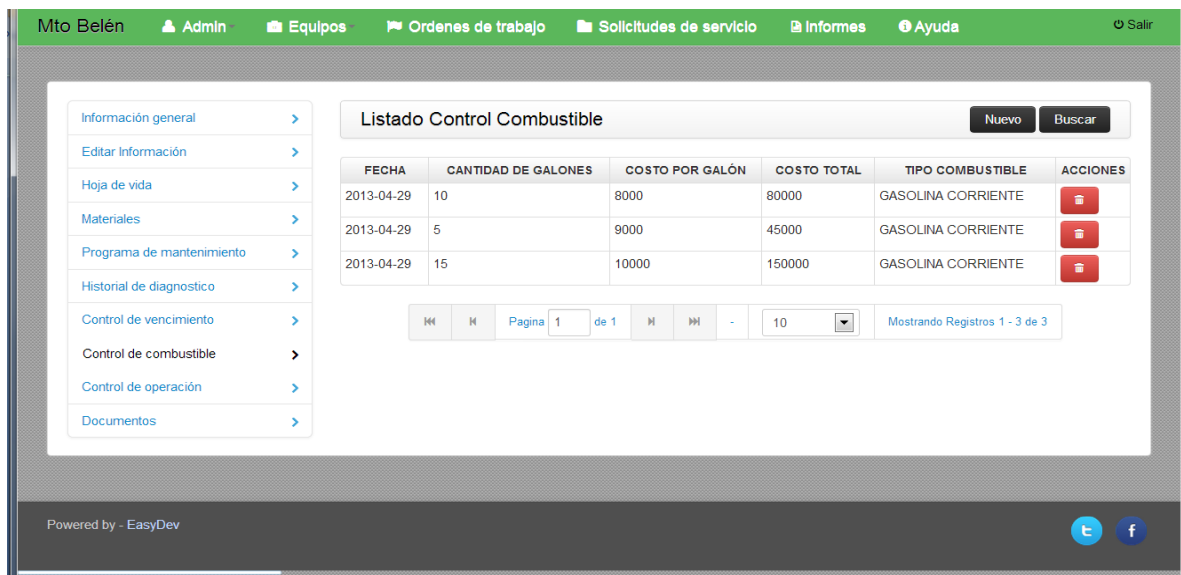
FECHA DE COMPRA	FECHA DE VENCIMIENTO	DESCRIPCIÓN	TIPO VENCIMIENTO	ESTADO	ACCIONES
2012-10-01	2013-10-01	SOAT	SEGUROS	ACTIVO	[Editar] [Detalles] [Borrar]
2013-01-01	2014-01-01	IMPUESTOS	IMPUESTOS	ACTIVO	[Editar] [Detalles] [Borrar]
2011-06-01	2013-06-01	PASE OPERARIO	PASE	ACTIVO	[Editar] [Detalles] [Borrar]

Fuente: Autores, 2013.

Las Acciones que se podrán realizar, serán las de Editar, Detalles y Borrar. También se pueden encontrar los iconos Nuevo y Buscar.

**Control de combustible.** En esta ventana, se muestra en una lista, las veces que se ha suministrado combustible a los equipos, detallando la Fecha de realización, la Cantidad de Galones suministrados, el Costo por galón en el momento del suministro, el Costo total y el Tipo de combustible. Ver figura 54.

**Figura 54. Listado Control de Combustible**



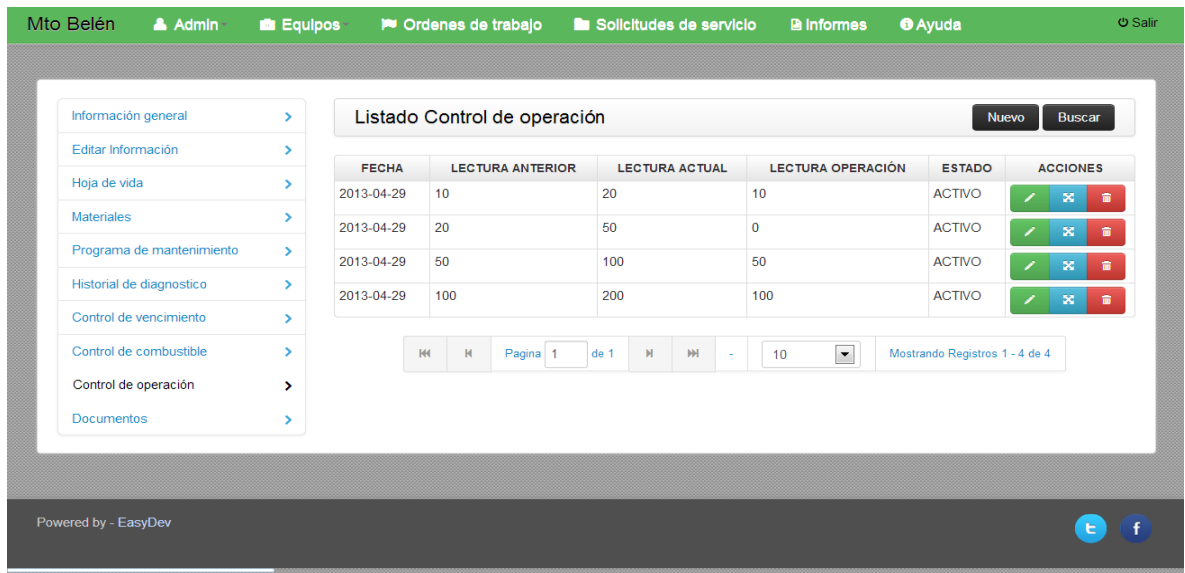
Fuente: Autores, 2013.

Aquí, se puede realizar la ACCION de Eliminar.

**Control de operación.** Este menú, contiene el listado de las lecturas de los relojes de los equipos y allí se especifica, la fecha en la que se hizo la lectura, la Lectura anterior, la Lectura actual, la Lectura de operación (que registra la diferencia entre la lectura actual y la lectura anterior), y el Estado. Las unidades de estas lecturas, dependen del equipo, puesto que pueden ser horas (hrs) o kilómetros (km). Ver figura 55.

Las ACCIONES que se pueden realizar son Editar, Detalles y Eliminar.

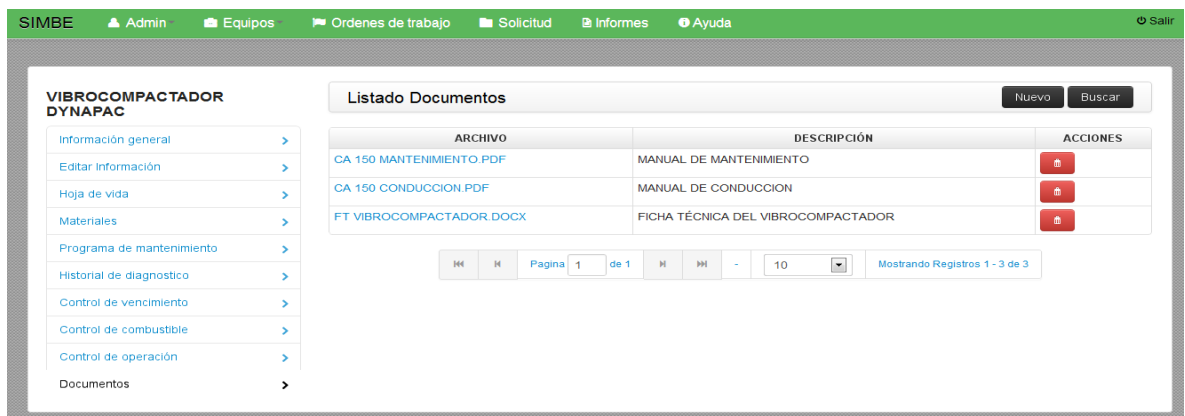
**Figura 55. Listado control de operación**



Fuente: Autores, 2013.

**Documentos.** En este menú, se pueden adjuntar archivos electrónicos como manuales, fichas técnicas, formatos, entre otros, especificando el ARCHIVO y una DESCRIPCION. Ver figura 56.

**Figura 56. Listado control de operación**

























Fuente: Autores, 2013.

Se puede realizar la ACCION de Eliminar.

**6.5.3.4 Modulo ÓRDENES DE TRABAJO.** Al abrir este menú, se verá un listado de las órdenes de trabajo de todos los equipos que se han enviado para mantenimiento. Se detallará el No DE ORDEN; el EQUIPO al cual pertenece la orden; TIPO DE MANTENIMIENTO, que puede ser correctivo o preventivo; FECHA DE PROGRAMACION de la orden; FECHA DE FINALIZACION del trabajo; CLASE DE MANTENIMIENTO, que puede ser externo o interno; COSTO TOTAL del trabajo y el ESTADO de la orden, en el cual, cerrada significa que el trabajo ya se hizo, y abierta para el trabajo que no se ha finalizado. Ver figura 57.

**Figura 57. Listado Orden de Trabajo**

NO DE ORDEN	EQUIPO	TIPO DE MANTENIMIENTO	FECHA DE PROGRAMACIÓN	FECHA DE FINALIZACIÓN	CLASE DE MANTENIMIENTO	COSTO TOTAL	ESTADO DE LA ORDEN	ACCIONES
12	PANEL VOLKSWAGEN	CORRECTIVO	2013-05-08 15:00:00	2013-05-08 17:00:00	EXTERNA	\$ 50000	CERRADA	 
11	PANEL VOLKSWAGEN	CORRECTIVO	2013-05-06 09:00:00	2013-05-06 11:00:00	EXTERNA	\$ 380000	CERRADA	 
10	CAMPERO MITSUBISHI MITSUBISHI.	CORRECTIVO	2013-05-06 10:00:00	2013-05-06 12:00:00	EXTERNA	\$ 20000	CERRADA	 
9	CAMPERO MITSUBISHI MITSUBISHI.	CORRECTIVO	2013-05-03 14:00:00	2013-05-03 18:00:00	EXTERNA	\$ 70000	CERRADA	 
8	VIBROCOMPACTADOR DYNAPAC	CORRECTIVO	2013-05-05 08:00:00	2013-05-05 14:00:00	EXTERNA	\$ 0	CERRADA	 
7	VIBROCOMPACTADOR DYNAPAC	PREVENTIVO	2013-05-03 08:00:00	2013-05-08 11:00:00	INTERNA	\$ 15000	CERRADA	 
6	RETROEXCABADORA CATERPILLAR	PREVENTIVO	2013-05-07 08:00:00		EXTERNA	\$	PROGRAMADA	   
5	MOTOCICLETA SUZUKI	CORRECTIVO	2013-05-02 13:16:42	2013-05-02 13:18:45	INTERNA	\$ 50000	CERRADA	 
4	VIBROCOMPACTADOR DYNAPAC	PREVENTIVO	2013-05-01 00:00:00	2013-05-01 03:00:00	EXTERNA	\$ 20000	CERRADA	 
3	MOTOCICLETA SUZUKI	PREVENTIVO	2013-04-20 00:00:00	2013-04-20 00:00:00	EXTERNA	\$ 20000	CERRADA	 

Fuente: Autores, 2013.

Las ACCIONES que se pueden realizar, serán las de Detalles, Agregar y Proceso.

En Detalles, se ve la orden y una lista de los trabajos y los materiales que se le suministraron al equipo. Ver figura 58.

**Figura 58. Orden de Trabajo**

The screenshot shows a software interface with a dark green header containing navigation icons for 'Ordenes de trabajo', 'Solicitud', 'Informes', and 'Ayuda'. A central white window titled 'PANEL VOLKSWAGEN' displays the following information:

FECHA DE PROGRAMACIÓN: 2013-05-06 09:00:00  
FECHA DE FINALIZACIÓN: 2013-05-06 11:00:00  
TIEMPO DE REPARACIÓN: 2  
OBSERVACIÓN: DAÑO LLANTAS  
QUIEN ENVIO: JOAQUIN ANTONIO PEREA LARA  
COSTO TOTAL: \$ 380000  
ESTADO DE LA ORDEN: CERRADA  
CLASE DE MANTINIMIENTO: EXTERNA  
PROVEEDOR: RAMONERRE SA

TIPO	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANT	VALOR
MATERIALES		LLANTAS	4	\$ 380000
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 380000</b>

Fuente: Autores, 2013.

En agregar, se adicionará el precio total del costo de la orden.

En Proceso, se abre una ventana que permite dar por terminado el trabajo de mantenimiento al cerrar la orden, especificando la fecha con la hora de finalización. También se podrá descargar, el formato de la orden de trabajo. Además se podrá crear o buscar una orden a través de los botones Nuevo y Buscar.

**6.5.3.5 Modulo SOLICITUDES.** En este módulo, se visualiza, un listado de las solicitudes de servicios que se han registrado en el SIMBE de todos los equipos. Se especificará el No DE SOLICITUD, el EQUIPO al cual corresponde esa solicitud, la FECHA en que se pasó la solicitud, la ACTIVIDAD que se solicita y el ESTADO DE LA SOLICITUD, en la cual se verifica si ya se revisó la solicitud, si está Cerrado o si aún falta por revisar y si está Abierta. Ver figura 59.

**Figura 59. Listado Solicitud de Servicio**

NO SOLICITUD	EQUIPO	FECHA	OBSERVACIÓN	ESTADO DE SOLICITUD	ACCIONES
15	PANEL VOLKSWAGEN	2013-05-03	FRENO Y PLACA FUNDIDOS	CERRADO	[X]
14	PANEL VOLKSWAGEN	2013-05-03	DAÑO LLANTAS	CERRADO	[X]
13	CAMPERO MITSUBISHI MITSUBISHI	2013-05-03	DAÑO MANGUERA RADIADOR	CERRADO	[X]
12	CAMPERO MITSUBISHI MITSUBISHI	2013-05-03	DAÑO VARILLAS ESTABILIZADORAS TRASERAS	CERRADO	[X]
11	VIBROCOMPACTADOR DYNAPAC	2013-05-03	DAÑO RAEDERAS	CERRADO	[X]
10	VIBROCOMPACTADOR DYNAPAC	2013-05-02	[Cambiar -> Filtro Aceite Motor] R939068	CERRADO	[X]
8	LAND ROVER LAND ROVER	2013-05-02	DAÑO EN LLANTA TRASERA	ABIERTA	[X] [Pencil] [Trash] [Gears] [Checkmark]
7	TRACTOR NEW-HOLLAND FORD	2013-05-02	DAÑO EN BATERIA	ABIERTA	[X] [Pencil] [Trash] [Checkmark]
6	RETROEXCADADORA CATERPILLAR	2013-05-02	[Cambiar -> Filtro Tanque Hidraulico] SE ACERCA EL CAMBIO DEL FITLRO DEL ACEITE HIDRAULICO	CERRADO	[X]
5	MOTOCICLETA SUZUKI	2013-05-02	CAMBIAR LLANTA	CERRADO	[X]

Fuente: Autores, 2013.

Las ACCIONES que desarrollarán, serán, Detalles y Borrar, si en el estado de la solicitud aparece CERRADO y si en el estado aparece ABIERTA, las ACCIONES que se podrán realizar, serán, Editar, Detalles, Eliminar, Proceso y Agregar.

En Detalles, se ve ampliamente la información y una tabla con los materiales y trabajos de mantenimiento referentes a esa solicitud. En Modificar, se pueden agregar nuevos ítems a la solicitud. En Proceso, se abre una ventana que permite crear la orden de trabajo para esa solicitud.

**6.5.3.6 Modulo INFORMES.** Este módulo, permitirá ver gráficamente los índices, los cuales evaluarán la gestión del plan de mantenimiento, permitiendo tomar decisiones acertadas con la ayuda de esta herramienta.

Estos informes, se pueden ver en diferentes periodos de tiempo (fechas). En este módulo se despliega una lista con los menús de los índices e informes que se nombrarán a continuación.

- ❖ Informe Disponibilidad.
- ❖ Informe Mantenibilidad.
- ❖ Informe Confiabilidad.
- ❖ Informe odómetros/horómetro.
- ❖ Costos de mantenimiento.
- ❖ Costos de combustible
- ❖ Informe de Software.

**Informe de Disponibilidad.** Es la posibilidad de que un equipo sea operable (disponible para uso) a lo largo de un periodo.

#### **Figura 60 Formula disponibilidad**

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo\ de\ funcionamiento}{Tiempo\ de\ funcionamiento + Tiempo\ de\ paro}$$

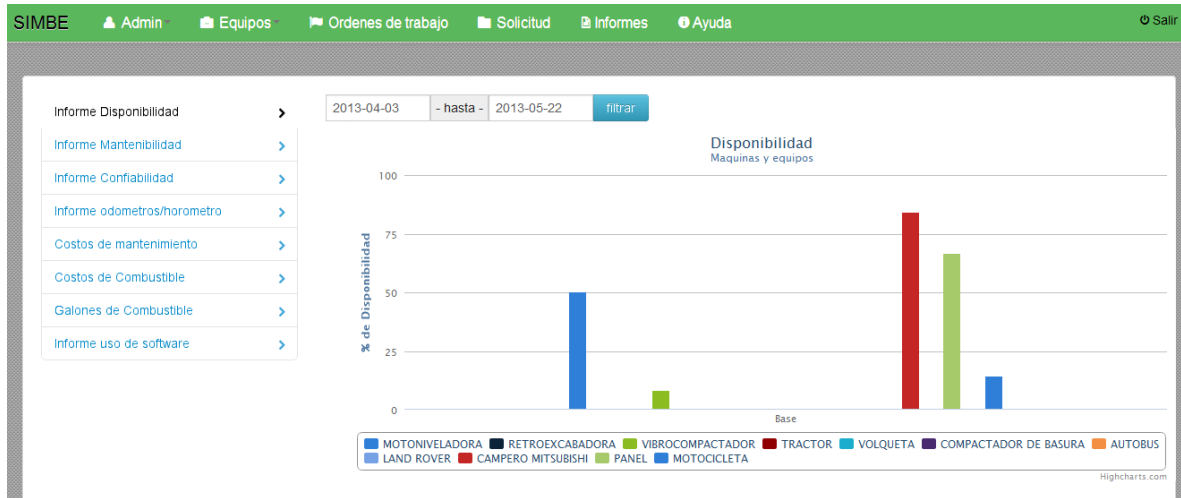
Para cuestión de cálculo se escribe con las variables propuestas:

#### **Ecuación 3 disponibilidad**

$$ID = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

En esta ventana, se visualiza una gráfica de barras, que permite ver el porcentaje de disponibilidad de los equipos en un determinado tiempo, dejando seleccionar los equipos. Ver figura 61.

**Figura 60. Informe de disponibilidad**



Fuente: Autores, 2013.

**Informe de Mantenibilidad.** Es la probabilidad, de que un equipo, pueda ser puesto en condiciones operacionales, en un periodo de tiempo.

**Figura 61. Fórmula de mantenibilidad**

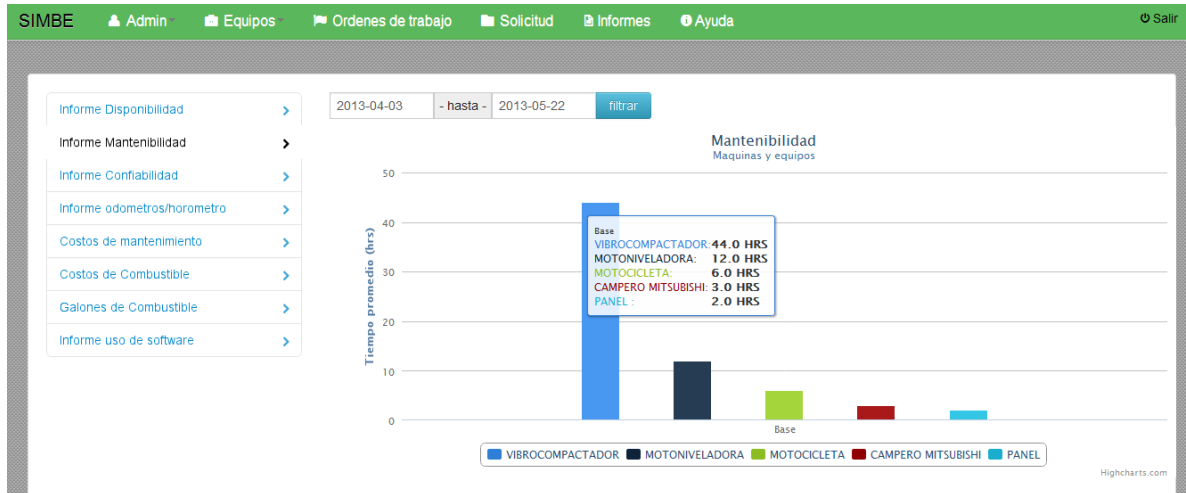
$$\text{Mantenibilidad} = \frac{\text{Tiempo de no funcionamiento}}{\text{Numero de intervenciones de mantenimiento}}$$

**Ecuación 2 Mantenibilidad**

$$TPPR = \frac{\sum_1^{NO} TFS}{NP}$$

En esta ventana, se verá una gráfica de barras con el índice de mantenibilidad para los equipos que el usuario quiera. Ver figura 63.

**Figura 62. Informe de mantenibilidad**



Fuente: Autores, 2013.

**Informe de Confiabilidad.** Es la probabilidad, de que un equipo no falle en servicio durante un tiempo determinado y es caracterizado por el tiempo promedio entre fallas.

**Figura 63. Fórmula confiabilidad**

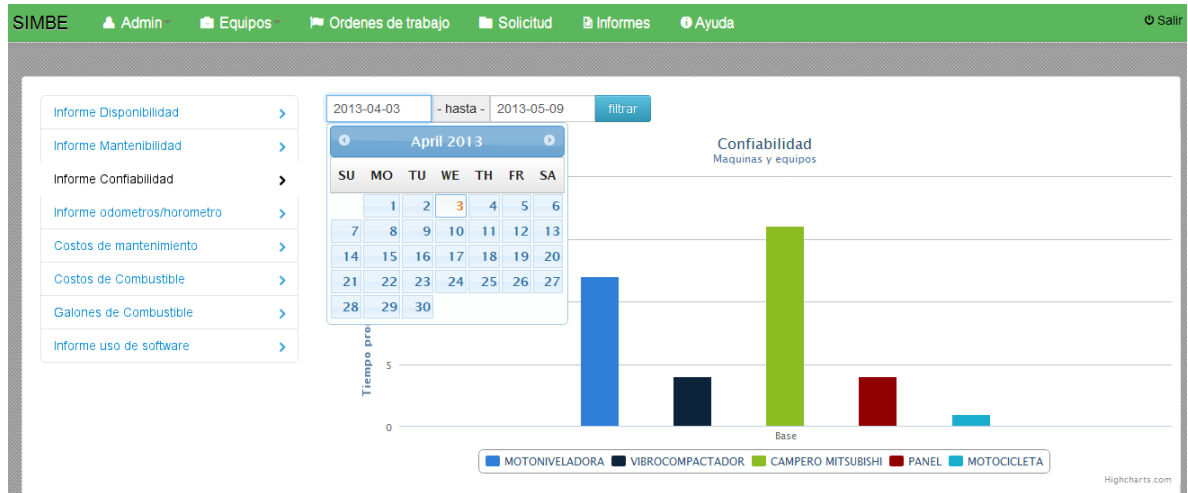
$$\text{Confiabilidad} = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{Número de puestas en servicio}}$$

**Ecuación 3 confiabilidad**

$$TPEF = \frac{\sum_1^{NO} TEO}{NO}$$

Se visualizará, una gráfica de barras, especificando la confiabilidad de los equipos. Ver figura 65.

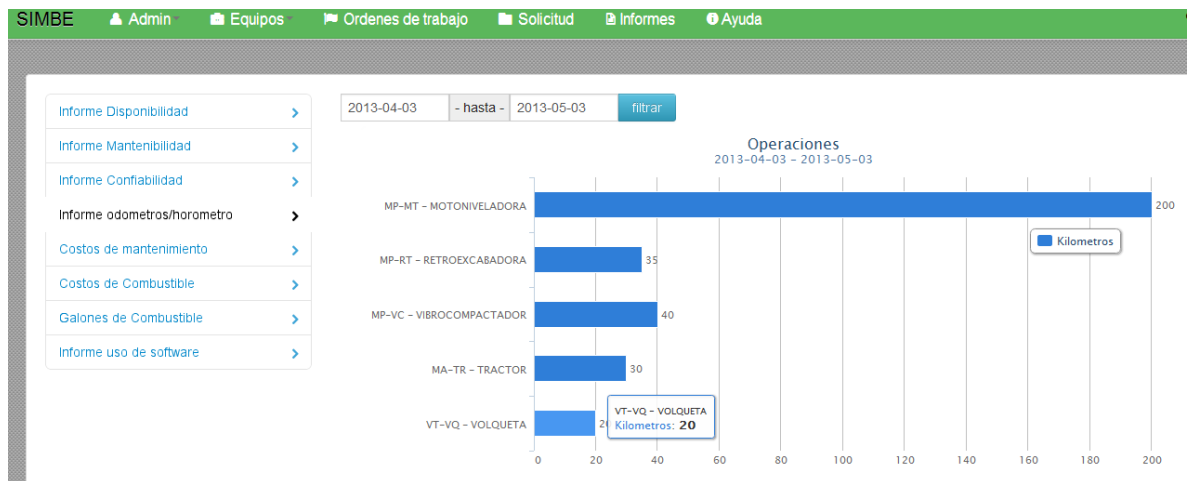
**Figura 64. Informe de confiabilidad**



Fuente: Autores, 2013.

**Informe de odómetro/horómetro.** Esta es una gráfica de barras que permite ver las lecturas de los registros de los equipos dependiendo si esta lectura es en horas de operación o en kilómetros recorridos. Ver figura 66.

**Figura 65. Informe odómetro/horómetro**



Fuente: Autores, 2013.

**Costos de mantenimiento.** Es para visualizar, los costos totales o el costo promedio de mantenimientos.

#### Ecuación 4 costo total mantenimiento

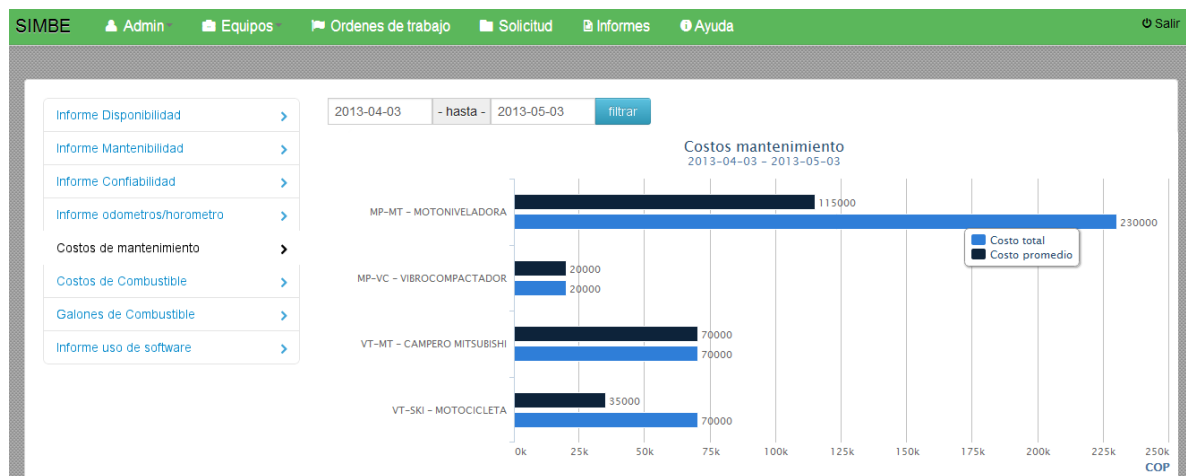
$$\text{Costo total} = \sum_1^{NO} \$ OT$$

#### Ecuación 5 costo promedio mantenimiento

$$\text{Costo promedio} = \frac{\sum_1^{NO} \$ OT}{NO}$$

En este menú, se encontrará una gráfica de barras horizontales con el costo total y el costo promedio para cada equipo en un determinado tiempo. Ver figura 67.

**Figura 66. Costos de mantenimiento**



Fuente: Autores, 2013.

**Galones de combustible.** Es para llevar el control, de cuanto combustible a consumido el equipo en cierto periodo, registrando la sumatoria de los galones y el promedio de galones suministradas en una carga para cada equipo. Ver figura 68.

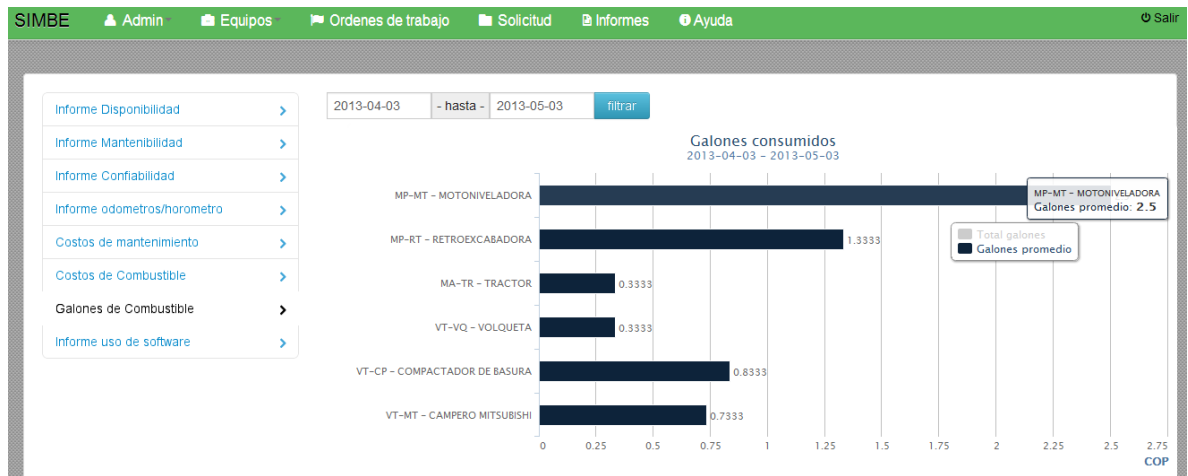
### Ecuación 6 suministro total de galones

$$\text{Costo total} = \sum_1^{NO} \$ OT$$

### Ecuación 7 suministro promedio de galones

$$\text{Costo promedio} = \frac{\sum_1^{NO} \$ OT}{NO}$$

Figura 67. Galones de combustible



Fuente: Autores, 2013.

**Costo combustible.** Sirve para ver, las variaciones en los costos de los suministros de combustible, determinándose el costo total y el promedio de costo por suministro en un periodo de tiempo. Ver figura 69.

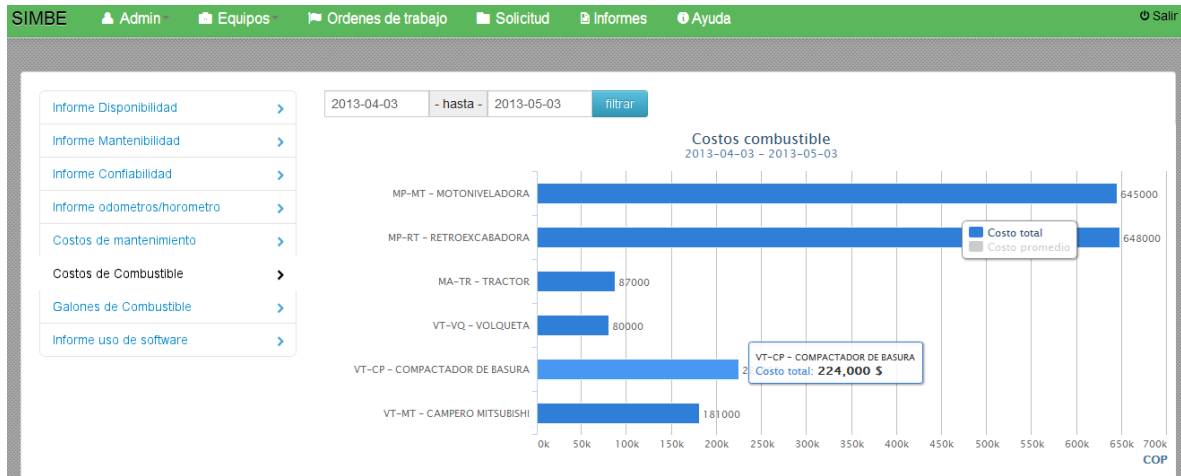
### Ecuación 8 costo total combustible

$$\text{Costo total} = \sum_1^{NO} \$ OT$$

### Ecuación 9 costo promedio combustible

$$\text{Costo promedio} = \frac{\sum_1^{NO} \$ OT}{NO}$$

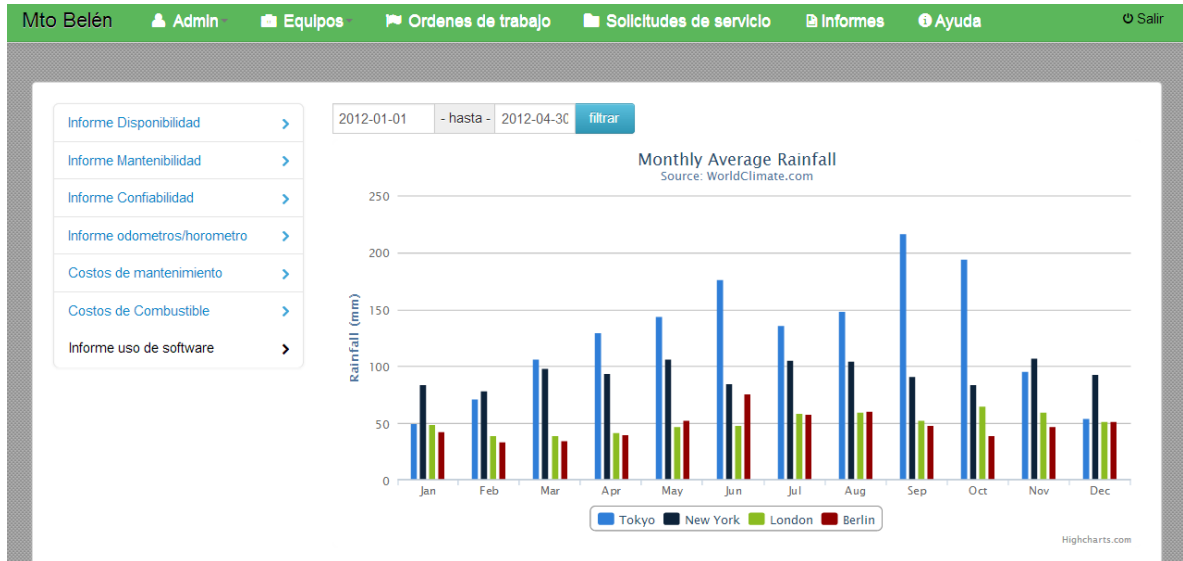
Figura 68. Costos de combustible



Fuente: Autores, 2013.

**Informe de uso de software.** Esta herramienta, sirve para llevar un control de quien, cuantas veces y en qué momento ha ingresado un usuario a SIMBE. Ver figura 70.

Figura 69. Uso de software



Fuente: Autores, 2013.

**6.5.3.7 Modulo AYUDA.** Con este módulo, se asiste a los usuarios, para que ingresen a la plataforma informática de SIMBE, para que tengan una guía, y puedan entender el funcionamiento del software y para que puedan manejar el sistema informativo.

Este módulo contiene guías y videos tutoriales que explican el funcionamiento de SIMBE. Ver figura 71.

**Figura 70. Ventana del módulo Ayuda**



Fuente: Autores, 2013.

## **6.2.7 Generalidades sobre PHP Y MYSQL<sup>4</sup>**

**6.2.7.1 Definición PHP.** PHP es un lenguaje interpretado del lado del servidor, que se caracteriza por su potencia, versatilidad, robustez y modularidad. Los programas escritos en PHP son embebidos directamente en el código HTML y ejecutados por el servidor web a través de un intérprete antes de transferir al cliente que lo ha solicitado un resultado en forma de código HTML puro, al ser un lenguaje que sigue la corriente (*open source*), tanto el intérprete como el código fuente son totalmente accesibles de forma gratuita en la red. En concreto, la dirección oficial en la que puede descargarse es: <http://www.php.net/>

**6.2.7.2 Ventajas de PHP.** Por su flexibilidad, PHP resulta un lenguaje muy sencillo de aprender; especialmente para programadores familiarizados con lenguajes como C, Perl o Java, debido a las similitudes de sintaxis entre ellos.

---

<sup>4</sup>GTS. Global Transport Solutions. [en línea] [citado el 29 de octubre de 2012] Disponible en: <http://www.gtsolutions.com.co/alquiler-de-maquinaria> <http://site.ebrary.com/lib/unidsp/docDetail.action>

Por supuesto, es un lenguaje multiplataforma; los programas funcionan igual sobre diferentes plataformas, trabajando sobre la mayoría de servidores web y estando preparado para interactuar como más de 20 tipos de bases de datos. No obstante, al ser un lenguaje inicialmente concebido para entornos Unix, es sobre este sistema operativo sobre el que se pueden aprovechar mejor sus prestaciones.

En comparación con otro tipo de tecnologías similares, PHP resulta más rápido, independiente de la plataforma y más sencillo de aprender y utilizar.

Todas estas características han hecho de este lenguaje uno de los que mayor crecimiento ha experimentado en los últimos años, desde su aparición en 1994. Es de destacar especialmente la facilidad para la conectividad con sistemas gestores de base de datos a través de un gran número de funciones especializadas, Por ejemplo la conectividad con el sistema gestor MySQL. Esa facilidad de conexión ha hecho que PHP sea actualmente uno de los lenguajes más utilizados para la generación de páginas dinámicas no solo personales sino también portales de empresas y organizaciones.

Inicialmente diseñado para realizar poco más que contadores y libros de visita de páginas, en la actualidad PHP permite realizar una multitud de tareas útiles para el desarrollo web. Por ejemplo, dispone, entre otras, de:

- ✓ Funciones de correo electrónico, que pueden ser utilizados para programar completos sistemas de correo vía web.
- ✓ Funciones de administración y gestión de bases de datos especificadas para la mayoría de gestores comerciales y funcionales para conexiones ODBC con base de datos en sistema Microsoft.
- ✓ Funciones de gestión de directorios y ficheros, incluso para la transferencia mediante FTP.
- ✓ Funciones de tratamiento de imágenes y librerías de funciones gráficas.

- ✓ Funciones de generación y lectura de cookies.
- ✓ Funciones para la generación de documentos PDF.

A la innumerable cantidad de funciones predefinidas en PHP deben añadirse, por supuesto todas aquellas funciones propias de cada programador, y que puedan ser reutilizadas e interpretadas a través de foros específicos con otros programadores.

**6.2.7.3 Definición de MySQL.** MySQL es un sistema de administración de bases de datos relacionales, rápido, sólido y flexible. Es ideal para crear bases de datos con acceso desde páginas web dinámicas, para la creación de sistemas de transacciones on-line o para cualquier otra solución profesional que implique almacenar datos, teniendo la posibilidad de realizar múltiples y rápidas consultas.

**6.2.7.4 Ventajas de MySQL.** MySQL ofrece varias ventajas respecto a otros sistemas gestores de bases de datos:

- ✓ Tiene licencia pública, permitiendo no solo la utilización del programa sino también la consulta y modificación de su código fuente. Resulta por tanto fácil de personalizar y adaptar a las necesidades concretas.
- ✓ El programa está desarrollado en C y C++, lo que facilita su integración en otras aplicaciones desarrolladas igualmente en esos lenguajes.
- ✓ Puede ser descargado gratuitamente de internet <http://www.mysql.com> haciendo uso de su licencia GPL.
- ✓ Para aquellos que deseen que sus desarrollos basados en MySQL no sean “código abierto” existe también una licencia comercial.
- ✓ MySQL utiliza el lenguaje SQL (Structure Query Lenguaje – lenguaje de consulta Estructurado) que es el lenguaje de consulta más usado y estandarizado para acceder a bases de datos relacionales. Soporta la

sintaxis estándar del lenguaje SQL para la realización de consultas de manipulación, creación y de selección de datos.

- ✓ Es un sistema cliente/servidor, permitiendo trabajar como servidor multiusuario y de subprocesamiento múltiple, es decir, cada vez que se establece una conexión con el servidor, el programa servidor crea un subproceso para manejar la solicitud del cliente, controlando el acceso simultáneo de un gran número usuarios a los datos y asegurando el acceso solo a usuarios autorizados.
- ✓ MySQL, dispone de un sistema sencillo de ayuda en línea, y de un monitor que permite realizar todas las operaciones desde la línea de comandos del sistema, sin necesitar ningún tipo de interfaz de usuario gráfica. Esto facilita la administración remota del sistema utilizado telnet.
- ✓ Es portable, es decir puede ser llevado a cualquier plataforma informática.
- ✓ MySQL está disponible en más de veinte plataformas diferentes incluyendo las distribuciones más usadas de Linux, sistema operativo Mac X, UNIX y Microsoft Windows.
- ✓ Es posible encontrar gran cantidad de software desarrollado sobre MySQL o que soporte MySQL. En concreto, son de destacar diferentes aplicaciones (open source) para la administración de las bases de datos a través de un servidor web.

Todas estas características han hecho de MySQL uno de los sistemas gestores de bases de datos más utilizado en la actualidad, no solo por pequeñas empresas sino también por algunas grandes corporaciones.

## **7. SOCIALIZACIÓN Y RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN**

Para hacer que el plan de mantenimiento de la secretaría de obras públicas del municipio de Belén Boyacá sea viable se recomienda seguir una serie de actividades que permitirán implementar el plan exitosamente. Estas son:

- ❖ Socialización.
- ❖ Compromiso del alcalde.
- ❖ Recomendación para la implementación.

### **7.1 SOCIALIZACIÓN**

La socialización del plan y sistema de información, se dio mediante una exposición y capacitación al alcalde y al secretario de obras públicas (encargado de la administración del plan), con el objetivo de explicar sus características y funcionamiento.

Por otra parte, se hizo entrega de un informe con los resultados del diagnóstico del los equipos, instalaciones y administración del mantenimiento, además de las hojas de vida, fichas técnicas de los equipos y una base de datos de proveedores y servicio técnico.

Luego de la socialización, la alcaldía está comprometida con la implementación del plan de mantenimiento, dado que su ejecución va de la mano con los objetivos de plan de desarrollo municipal.

## **7.2 RECOMENDACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN**

Para que la alcaldía implemente y ponga en marcha este proyecto se recomienda lo siguiente:

- ✓ Ampliar la base de datos del sistema de información con la adquisición de manuales, catálogos, libros técnicos y demás información sobre el mantenimiento de los equipos.
- ✓ Se debe informar al personal de la secretaría de obras públicas sobre la implementación del plan de mantenimiento, para generar entre estos un sentido de compromiso y pertenencia.
- ✓ Es conveniente que desde la secretaría de obras públicas, comunique al personal tanto la importancia del mantenimiento, como los objetivos y beneficios de este a nivel de calidad de servicios, medio ambiente y seguridad.
- ✓ Los procesos de capacitación deben ser constantes y pertinentes con el plan.
- ✓ Aumentar los recursos para las actividades de mantenimiento.

## CONCLUSIONES

- ✓ Con el desarrollo de este trabajo de grado, se fortalecieron lazos entre la Universidad Industrial de Santander y una entidad territorial, beneficiándose mutuamente, ya que aportaron en el progreso y mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad de Belén Boyacá.
- ✓ Se inspeccionaron 16 equipos con un total de 1004 partes, de estas, el 13% requiere de reparaciones o cambios, 14% requiere de ajustes y el 73% no ameritan reparaciones, ajustes o cambios.
- ✓ Con el diagnóstico realizado, se logró que la secretaría de obras públicas reconociera el mal y regular estado de los equipos y su inadecuada administración del mantenimiento afectando el servicio de los equipos a la comunidad del municipio de Belén.
- ✓ El diseño del plan, se logró mediante actividades de planificación, organización y control que garantiza la disponibilidad y confiabilidad de los equipos de la alcaldía.
- ✓ Se diseñaron los formatos de Solicitud de Servicio, Orden de Trabajo, Inspección, hojas de vida y fichas técnicas de los equipos para organizar y controlar el sistema de información.
- ✓ Se elaboró y entregó un informe a la secretaría de obras públicas con la recopilación de las hojas de vida y fichas técnicas de los equipos además de los resultados del diagnóstico.
- ✓ Del análisis de criticidad realizado a los 16 equipos, a 11 se les diseñaron programas de mantenimiento preventivo, ya que resultaron críticos y a los 5 restantes se le llevaran mantenimiento correctivo.

- ✓ Se diseñó y elaboró un sistema de información denominado SIMBE que trabaja en la plataforma PHP y base de datos MySQL, el cual no requiere de licencia, este recoge, procesa y arroja información referente a los equipos sirviéndole de herramienta al plan y optimizándolo.
  
- ✓ Se socializó el plan a la alcaldía mediante una exposición y capacitación, con el fin de dar a conocer, su funcionamiento y las debidas recomendaciones para su implementación.
  
- ✓ La implementación de este plan, queda bajo la responsabilidad de la alcaldía del municipio de Belén Boyacá.

## BIBLIOGRAFÍA

BORRAS PINILLA, Carlos. Ingeniería de Mantenimiento Material Docente. Escuela de Ingeniería Mecánica UIS. Bucaramanga 2011

DUFFUAA, Salih O. RAOUF A. DIXON Campbell, Jhon. Sistemas de Mantenimiento, Planeación y Control. Ed. Limusa Wiley. 2010. 419 p.

GONZALEZ BOHORQUEZ, Carlos Ramón. Ingeniería de mantenimiento. Bucaramanga: UIS, 2001.

HERNANDEZ, Carlos. ORTIZ, Carlos. Programa de Mantenimiento para la Escuela de Ingeniería Mecánica. Trabajo de Grado, UIS. 2005. 185 p.

Mantenimiento y montajes. En: Asignatura de mantenimiento y montajes. Lecturas y diapositivas de la asignatura mantenimiento y montajes. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2010.

MORA, Luis. Mantenimiento. Planeación, Ejecución y Control. Ed. Alfaomega. 2009. 504 p.

PASCUAL J, Rodrigo. Gestión Moderna del Mantenimiento. Departamento de Ing. Mecánica U. de Chile, 2002. 291 p.

PEREZ JARAMILLO, Carlos. Gestión de Mantenimiento Empresas Públicas de Medellín. 2002. 167 p.

Plan de Desarrollo municipal “SOMOS LEALES BELÉN” Periodo 2012-2015.

PLATA, Viany. Diagnóstico de Maquinaria Pesada, Equipo Menor y Vehículos de Transporte para el Desarrollo de un Plan de Mantenimiento en la Constructora VC Ltda. Trabajo de Grado, UIS. 2009. 208 p.

RODRIGUEZ, Gustavo. Modelo de Mantenimiento Preventivo para Maquinaria Pesada. Trabajo de Grado, UIS. 1998.

SANABRIA, Héctor. HERNANDEZ, Harley. Elaboración de un Plan de Mantenimiento Preventivo para la Maquinaria Pesada de la Gobernación de Casanare. Trabajo de Grado Especialista en Gerencia en Mantenimiento, UIS. 2011.

## **ANEXOS**

## Anexo A Formatos de las inspecciones de los equipos del Belén

### Formato de inspección Motoniveladora

LISTA DE CHEQUEO MAQUINARIA PESADA														
DATOS GENERALES DE IDENTIFICACION						FECHA:	03/11/2012		LISTA N°	1				
MODELO	MARCA	EQUIPO	AÑO FABRICACION	N° DE MOTOR		HODOMETRO								
MG 330 GD		MITSUBISHI		MAQUINARIA PESADA		1998								
OPERADOR				CODIGO INTERNO			UBICACIÓN		COLOR					
LUIS ALCIDES CRISTANCHO				MP-MT			GAREJE		AMARILLO					
No	CABINA	BUENO	REGULAR	MALO	No	ELEMENTOS EXTERNOS	BUENO	REGULAR	MALO	No	MOTOR	BUENO	REGULAR	MALO
1	ASIENTO		X		34	PINTURA GENERAL			X	74	MANGUERAS		X	
2	LATAS DE CABINA			X	35	LATAS		X		75	TAPAS		X	
3	CAJA DE FUSIBLES			X	36	ESPEJOS			X	76	DEPOSITOS	X		
					37	ESCAPE			X	77	RADIADOR DE AGUA	X		
3		0	1	2	38	SILENCIADOR		X		78	BATERIA		X	
TABLERO DE INDICADORES														
4	ODOMETRO		X		39	TANQUES Y TAPAS	X			5		2	3	0
5	INDICADOR DE TEMPERATURA DE AGUA		X		40	CHAPAS		X		SISTEMA HIDRAULICO				
6	INDICADOR DE PRESIÓN DE AIRE	X			41	CONTRAPESO			X	79	BOMBA HIDRÁULICA			X
7	INDICADOR DE COMBUSTIBLE		X		42	ESTRIBO		X		80	TANQUE DE ACEITE HIDRÁULICO	X		
8	INDICADOR DE FILTRO DE ACEITE		X		43	DIRECCION DELANTERA	X			81	VALVULAS DE DISTRIBUCCION	X		
9	INDICADOR DE FILTRO DE AIRE		X		44	LUCES DE TRABAJO (ESPLORADORAS)			X	82	MANGUERAS	X		
10	INDICADOR SOBRECALENTAMIENTO DE		X		45	LUCES DELANTERA	X			83	CILINDROS HIDRÁULICO		X	
11	INDICADOR PRESIÓN DE ACEITE DEL MG		X		46	LUCES TRASERAS		X		84	VALVULAS CONTROL DE PRESION	X		
12	INDICADOR LIQUIDO DE FRENOS	X			47	LECCES DIRECCIONALES DELANTERAS	X			85	UNIONES		X	
13	INDICADOR DE FRENO DE EMERGENCIA	X			48	LUCES DE STOP		X		86	BUNES		X	
14	INDICADOR DE LUCES ALTAS	X			15		4	6	5	87	PIÑES	X	X	
15	INTERRUPTOR ESENDIDO	X			LLANTAS				88	RODAMIENTO	X			
16	INDICADOR DE LUCES DIRECCIONALES	X			49	DELANTERA IZQUIERDA			X	89	MEDIDORES	X		
17	INDICADOR LUZ DE PARQUEO	X			50	DELANTERA DERECHA			X	90	FRENOS	X		
14		7	7	0	51	POSTERIOR IZQUIERDA			X	HERRAMIENTAS DE LA MAQUINA				
MANDOS														
18	VOLANTE	X			52	POSTERIOR DERECHA			X	12		8	3	1
19	CONTROL DE LUCES	X			53	TRASERA IZQUIERDA			X	91	CUCHILLA 13 HUECOS		X	
20	INTERRUPTORES DE MANDO	X			54	TRASERA DERECHA			X	92	CUCHILLA SOBRE ESQUINARA		X	
21	PEDALES		X		55	IDENTIFICACION NEUMATICO			X	93	PIE DE LA HOJA VERTEDERA	X		
22	PALANCAS	X			7		0	0	7	94	TALÓN DE LA HOJA VERTEDERA	X		
23	FRENO DE MANO	X			FILTROS Y NIVELES				95	GIRO DEL CÍRCULO		X		
24	FRENO SEGURIDAD	X			56	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	X			96	HOJA VERTEDERA	X		
25	PALANCA DELIZANTA LATERAL	X			57	FILTRO DE COMBUSTIBLE	X			97	BASTIDOR O CHASIS	X		
26	PALANCA DELIZANTE FRONTAL	X			58	FILTRO TRAMPA DE AGUA			X	98	EJE DELANTERO	X		
9		8	1	0	59	FILTRO TRAMPA DE COMBUSTIBLE	X			8		5	3	0
ACCESORIOS ELECTRICOS														
27	BOSINA			X	60	FILTRO DE AIRE INTERNO	X							
28	INDICADOR ACUSTICO DE REVERSA			X	61	FILTRO DE AIRE EXTERNO	X							
2		0	0	2	62	FILTRO DEL SISTEMA HIDÁULICO	X							
EQUIPO DE EMERGENCIA														
29	EXTINTOR			X	63	ACEITE MOTOR	X							
30	BOTIQUIN			X	64	ACEITE DEL SISTEMA HIDRÁULICO	X							
31	CAJA DE HERRAMIENTAS			X	65	ACEITE DE MANDOS FINALES	X							
32	MANUAL DE OPERACIÓN			X	66	ACEITE DE ESFERICAS	X							
33	CASCO			X	67	VARILLAS MEDIDORAS	X							
5		0	0	5	68	MEDIDORES VISUALES	X							
					13		12	0	1					
EQUIPO DE EMERGENCIA														
29	EXTINTOR			X	ACCESORIOS				69	CUCHILLA FRONTAL			X	
30	BOTIQUIN			X	69	CUCHILLA FRONTAL			X	70	ESCARIFICADOR		X	
31	CAJA DE HERRAMIENTAS			X	70	ESCARIFICADOR			X	71	CONTROL DE INCLINACION HIDRAULICO		X	
32	MANUAL DE OPERACIÓN			X	71	CONTROL DE INCLINACION HIDRAULICO			X	72	MECANISMO DE BLOQUEO Y DESBLOQUEO	X		
33	CASCO			X	72	MECANISMO DE BLOQUEO Y DESBLOQUEO	X			73	EMBRAGUE DE DESLIZAMIENTO DE LA C	X		
5		0	0	5	73	EMBRAGUE DE DESLIZAMIENTO DE LA C	X							
					5		2	2	1					



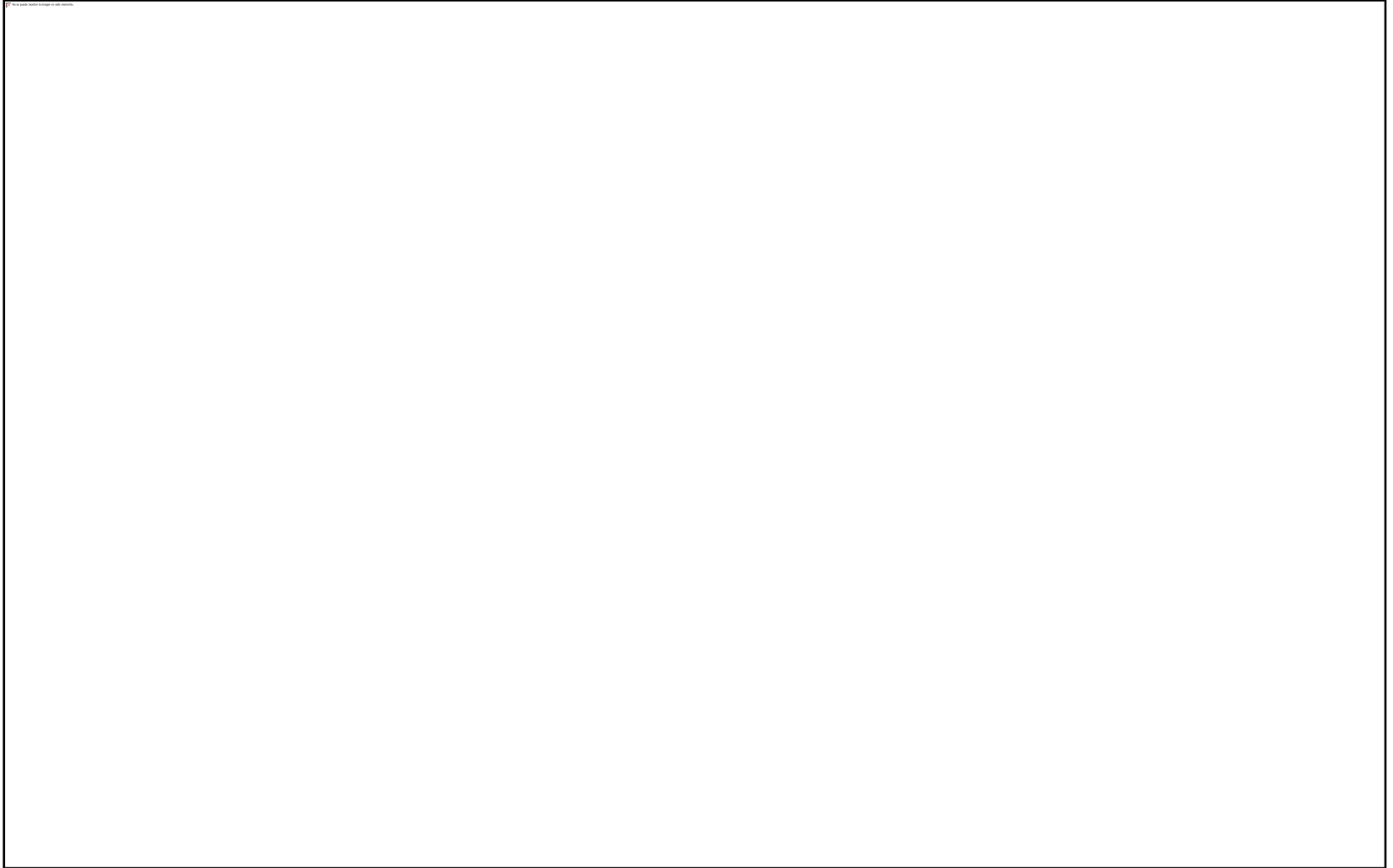
Fuente: Autores, 2013.

## Formato de inspección Retroexcavadora

LISTA DE CHEQUEO MAQUINARIA PESADA														
DATOS GENERALES DE IDENTIFICACION					LISTA N°	1	FECHA	03/11/2012						
MODELO	MARCA	EQUIPO	AÑO FABRICACION	N° DE MOTOR		HODOMETRO								
420D	CATERPILLAR	MAQUINARIA PESADA	2005											
OPERADOR					CODIGO INTERNO		UBICACION		COLOR					
LUIS ALCIDES CRISTANCHO					MP-RT		GARAJE		AMARILLA Y NEGRO					
No	CABINA	BUENO	REGULAR	MALO	No	ELEMENTOS EXTERNOS	BUENO	REGULAR	MALO	No	MOTOR	BUENO	REGULAR	MALO
1	ASIENTO		X		36	PINTURA GENERAL		X		73	MANGUERAS	X		
2	LUZ DE CABINA			X	37	LATAS		X		74	TAPAS	X		
3	CINTURON DE SEGURIDAD	X			38	ESPEJOS	X			75	DEPOSITOS	X		
4	RETROVISOR	X			39	ESCAPE	X			76	RADIADOR DE AGUA	X		
5	MANILLA DE PUERTA	X			40	EXTENSION DEL ESCAPE	X			77	BATERIA	X		
6	BOLOQUEO DE PUERTA	X			41	SILENCIADOR	X			78	MOTOR DE ARRANQUE	X		
7	LATAS DE CABINA		X		42	TANQUES Y TAPAS	X							
8	VIDRIOS	X			43	CHAPAS	X			6	TOTAL	6	0	0
9	CAJA DE FUSIBLES	X			44	GRASERAS	X			<b>SISTEMA HIDRAULICO</b>				
10	REGULADORES ASIENTO	X			45	LIMPIAPARABRISAS DELANTERO	X			BUENO	REGULAR	MALO		
11	PUERTAS	X			46	LIMPIAPARABRISAS TRASERO	X			79	BOMBA HIDRÁULICA	X		
11	TOTAL	8	2	1	47	ESTRIBO	X			80	TANQUE DE ACEITE HIDRÁULICO	X		
	TABLERO DE INDICADORES	BUENO	REGULAR	MALO	48	FRENOS	X			81	VALVULA DISTRIBUCION PALA	X		
12	LUZ DE TABLERO	X			49	LUCES DELANTERAS	X			82	VALVULA DISTRIBUCION RETRO	X		
13	ODOMETRO			X	50	LUCES DE TRABAJO DELANTERAS	X			83	MANGUERAS		X	
14	INDICADOR ACEITE TRANSMISION	X			51	LUCES DE TRABAJO TRASERAS	X			84	CILINDROS HIDRÁULICO	X		
15	INDICADOR TEMPERATURA AGUA	X			52	LUCES DE EMERGENCIA			X	85	UNIONES		X	
16	INDICADOR DOBLETRASION	X			53	LUCES DE ESTOP	X			86	BUJES		X	
17	INDICADOR CAMBIO DE DIRECCION	X			18	TOTAL	15	2	1	87	PINES		X	
18	INDICADOR DE LUCES	X				LLANTAS	BUENO	REGULAR	MALO	88	MEDIDORES	X		
19	INDICADOR DE FRENOS	X			54	DELANTERA IZQUIERDA		X		10	TOTAL	6	4	0
20	INDICADOR DE REVOLUCIONES	X			55	DELANTERA DERECHA		X		<b>HERRAMIENTAS DE LA MAQUINA</b>				
21	INDICADOR FILTRO AIRE	X			56	TRASERA IZQUIERDA		X		BUENO	REGULAR	MALO		
22	INDICADOR DEL ARRANQUE	X			57	TRASERA DERECHA		X		89	CUCHARON PALA CARGADORA	X		
23	LUZ INDICADORES (TESTIGOS)	X			4	TOTAL	0	4	0	90	CUCHARON RETROEXCAVADORA	X		
	MANDOS	BUENO	REGULAR	MALO		FILTROS Y NIVELES	BUENO	REGULAR	MALO	91	ESTABILIZADORES	X		
24	PALANCA DEL INVERSOR	X			58	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	X			92	BLOQUEO PALA CARGADORA	X		
25	PALANCA DE CAMBIOS	X			59	FILTRO DE COMBUSTIBLE	X			93	BLOQUEO RETROEXCAVADORA	X		
26	PALANCA PARA PALA	X			60	FILTRO TRAMPA DE COMBUSTIBLE	X			5	TOTAL	5		
27	ACELERADOR DE MANO	X			61	FILTRO DE AIRE INTERNO	X			<b>EQUIPO DE EMERGENCIA</b>				
28	FRENO DE MANO	X			62	FILTRO DE AIRE EXTERNO	X			BUENO	REGULAR	MALO		
29	PALANCA PARA RETROEXCAVADORA	X			63	FILTRO DEL SISTEMA HIDRÁULICO	X			94	EXTINTOR			X
30	PALANCA ESTABILIZADOR	X			64	FILTRO TRANSMISION	X			95	BOTIQUIN			X
31	PEDAL DEL ACELARADOR	X			65	ACEITE MOTOR	X			96	CAJA DE HERRAMIENTAS			X
32	PEDAL DEL FRENO	X			66	ACEITE DEL SISTEMA HIDRÁULICO	X			97	MANUALES			X
33	VOLANTE	X			67	ACEITE DE TRANSMISION	X			4	TOTAL	0	0	4
10	TOTAL	10	0	0	68	ACEITE DE MANDOS FINALES	X							
	ACCESORIOS ELECTRICOS	BUENO	REGULAR	MALO	69	ACEITE DE ESFERICAS	X							
34	BOSINA			X	70	REFRIGERANTE	X							
35	INDICADOR ACUSTICO DE REVERSA			X	71	VARILLAS MEDIDORAS	X							
2	TOTAL	0	0	2	72	MEDIDORES VISUALES	X							
					15	TOTAL	15	0	0					

Fuente: Autores, 2013

## Formato de inspección Vibrocompactador

A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying most of the page. It is intended for the inspection format for a vibrocompactador.

Fuente: Autores, 2013.

## Formato de inspección Tractor



Fuente: Autores, 2013.

## Formato de inspección Compactador



Fuente: Autores, 2013.

## Formato de inspección Compactador



Fuente: Autores, 2013.

## Formato de inspección Montero



Fuente: Autores, 2013.

## Formato de inspección Land Rover



Fuente: Autores, 2013.

## Formato de inspección Autobús



Fuente: Autores, 2013.

## Formato de inspección Panel



Fuente: Autores, 2013.

## Formato de inspección Motocicleta



Fuente: Autores, 2013.

**Formato de inspección Renovador de Pradera-Rastrillo Pulidor Vibratorio-Rotocultivador-Arado de Cincel  
Vibratorio-Voleadora**

A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying the central portion of the page. It is intended for the user to enter inspection data for the listed agricultural equipment.

Fuente: Autores, 2013.

## Anexo B Programas de mantenimiento para los equipos de Belén

### Programa de mantenimiento de la Retroexcavadora

Cada 10 horas de operación o diariamente.

ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA	PAG MANUAL
Articulaciones	Revisar engrase	Limpiar antes y después de usar los engrasadores	172
Líquido refrigerante	Revisar nivel	Controle el líquido refrigerante con el motor frío	168
Aceite del motor	Revisar nivel	Esperar 15 minutos después de apagar el motor	169
Aceite hidráulico	Revisar nivel	Colocar la maquina en una superficie plana	170
Decantador	Drenar	Para el drenaje, efectuarse con el depósito lleno	171

Cada 50 horas de operación o semanalmente.

ELEMENTO	ACTIVIDAD	NOTA	PAG MANUAL
Radiador	Revisar nivel	No quitar el tapón del radiador con el líquido caliente	174
Sistema de frenos	Revisar el nivel del aceite	Hacer una inspección visual	174
Árbol de transmisión	Revisar engrase	Limpiar previamente los engrasadores	175
Articulación central del eje delantero	Revisar engrase	Limpiar previamente los engrasadores	176
Neumáticos	Revisar presión	Durante el inflado colocarse al costado de la banda	176
Instalación eléctrica	Revisar	Controle que no haya cables en cortocircuito	177

Cada 250 horas de operación o mensualmente.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>NOTA</b>	<b>PAG MANUAL</b>
Correa del ventilador	Revisar tensión	Cambiar en caso de desgaste	178
Radiadores	Limpiar la parte exterior		179
Batería	Revisar el nivel del electrolito	Colocar la maquina en una superficie plana	180
Eje delantero	Revisar los niveles	La revisión se efectúa visualmente	181
Eje trasero	Revisar los niveles	La revisión se efectúa visualmente	181
Transmisión hidráulica	Revisar el nivel	Revisar el nivel con el motor en funcionamiento	182
Ruedas delanteras y traseras	Revisar apriete de las tuercas	No excederse en el torque de apriete	182

Cada 500 horas de operación o trimestralmente.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>NOTA</b>	<b>PAG MANUAL</b>
Aceite del motor	Cambiar	Dejar enfriar el motor antes de cambiar el aceite	183
Filtro del aceite del motor	Cambiar	Dejar enfriar el motor antes de cambiar	184
Filtro de descarga del aceite hidráulico	Cambiar	Dejar enfriar la maquina antes de cambiar	185
Filtro del combustible	Cambiar	Dejar enfriar el motor antes de cambiar	186
Taque de combustible	Drenar el líquido de condensación	Efectuar el vaciado antes de reponer el combustible	187

Cada 1000 horas de operación o semestralmente.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>NOTA</b>	<b>PAG MANUAL</b>
Eje delantero	Cambiar aceite	Drenar el aceite a temperatura de funcionamiento	189
Eje trasero	Cambiar aceite	Drenar el aceite a temperatura de funcionamiento	190
Transmisión hidráulica	Cambiar aceite	Drenar el aceite a temperatura de funcionamiento	191
Filtro de la transmisión hidráulica	Cambiar	Dejar enfriar la maquina antes de cambiar	192
Válvulas del motor	Revisar holguras		192

Cada 2000 horas de operación o anualmente.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>NOTA</b>	<b>PAG MANUAL</b>
Aceite hidráulico y filtro de aspiración	Cambiar aceite y limpiar el filtro	Dejar enfriar el aceite antes de cambiar	193
Líquido refrigerante	Cambiar	Dejar enfriar el motor antes de cambiar	196
Aceite del sistema de frenos	Cambiar	Antes de cambiar frenar varias veces	198
Alternador y motor de arranque	Revisar	Efectuarse por personal especializado	198

Según se necesite.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>NOTA</b>	<b>PAG MANUAL</b>
Filtro de aire del motor	Limpiar o cambiar	Realizar con el motor apagado	158
Instalación de freno	Purgar	Tener cuidado con los derrames	159

Circuito de refrigeración	Limpiar	Realizar con el motor encendido teniendo cuidado	160
Decantador	Limpiar	Cambiar si es necesario	162
Ruedas delanteras	Ajustar convergencia (alineación)		162
Freno de estacionamiento	Revisar		163
Pedales del freno	Ajustar la carrera	Debe efectuarse cuando se repara el sistema de frenos	165
Estabilizadores	Revisar holguras	Evitar encender la maquina durante la revisión	166

### **Programa de mantenimiento para la Motocicleta de la Policía.**

Cada 500 Km o mensualmente.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Sistema de frenos	Revisar liquido
Luz de freno	Revisar
Aceite del motor	Revisar
Cadena de la transmisión	Revisar

Cada 5000 Km o cada seis meses.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Acelerador y encendido	Revisar juego
Ralanti	Revisar régimen
Sistema de frenos	Revisar
Filtro del aire	Limpiar
Bujías	Revisar
Cadena de la transmisión	Revisar y lubricar

Sistema de embrague	Revisar
Soporte lateral	Revisar
Batería	Revisar
Radios de la rueda	Revisar tensión
Ruedas y neumáticos	Revisar presiones y desgastes
Cables y articulaciones	Engrasar

Cada 10000 Km o cada año.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Carburador	Revisar carburación
Conductos del combustible	Revisar
Aceite del motor	Cambiar
Filtro del aceite del motor	Cambiar
Bujías	Cambiar
Faros	Revisar y ajustar luz
Tuercas y pernos	Revisar apriete
Suspensión	Revisar
Cojinetes de la dirección	Revisar
Caballote central	Revisar y engrasar

Cada 20000 Km o cada dos años.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Filtro del combustible	Cambiar
Líquido de frenos	Cambiar
Aceite de la horquilla	Cambiar

Fuente: Autores, 2013

## Programa de mantenimiento para la camioneta Land Rover

Cada 5000 km.

ELEMENTO	ACTIVIDAD
Aceite de la transmisión	Revisar
Aceite del motor y filtro de aceite	Cambiar
Alineación y balanceo	Revisar
Condición de llantas y presión de inflado	Revisar
Bujías y cables de alta	Revisar
Inyectores	Revisar
Cuerpo de aceleración	Revisar
Canisters y líneas de vapor	Revisar
Cinturones de seguridad, hebillas y anclajes	Revisar
Correa de repartición y tensor (si tiene)	Revisar
Discos y pastillas de frenos	Revisar
Bandas de frenos	Revisar
Embrague	Revisar
Freno de parqueo	Revisar
Guardapolvos ejes	Revisar
Pedales	Revisar
Líneas de combustible y uniones	Revisar
Escape	Revisar
Líquido y líneas de dirección hidráulica	Revisar
Sistema de refrigeración	Revisar
Sistema de ventilación	Revisar
Sistema eléctrico y batería	Revisar
Suspensión	Revisar ajustes
Líquido de frenos	Revisar

Cada 15000 km.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Filtro de aire	Cambiar

Cada 20000 km

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Filtro de A/C	Cambiar

Cada 25000 km.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Filtro de combustible	Cambiar

Cada 30000 km.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Bujías y cables de alta	Puesta a punto
Inyectores	Puesta a punto
Cuerpo de aceleración	Puesta a punto

Cada 35000 km.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Líquido refrigerante	Cambiar
Líquido de frenos	Cambiar

Cada 50000 km.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Correa de repartición y tensor (si tiene)	Cambiar
Filtro de combustible	Cambiar
Líquido y líneas de dirección hidráulica	Cambiar

Según sea necesario.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Alineación y balanceo	Alinear
Discos y pastillas de frenos	Cambiar
Bandas de frenos	Cambiar
Inyectores	Limpiar
Cuerpo de aceleración	Limpiar
Guardapolvos ejes	Limpiar

Fuente: Autores, 2013.

### **Programa de mantenimiento para el Campero Mitsubishi.**

Cada 5000 km.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Aceite de la transmisión	Revisar
Aceite del motor y filtro de aceite	Cambiar
Alineación y balanceo	Revisar
Condición de llantas y presión de inflado	Revisar
Bujías y cables de alta	Revisar
Inyectores	Revisar
Cuerpo de aceleración	Revisar
Canisters y líneas de vapor	Revisar
Cinturones de seguridad, hebillas y anclajes	Revisar
Correa de repartición y tensor (si tiene)	Revisar
Discos y pastillas de frenos	Revisar
Bandas de frenos	Revisar
Embrague	Revisar
Freno de parqueo	Revisar
Guardapolvos ejes	Revisar
Pedales	Revisar

Líneas de combustible y uniones	Revisar
Escape	Revisar
Líquido y líneas de dirección hidráulica	Revisar
Sistema de refrigeración	Revisar
Sistema de ventilación	Revisar
Sistema eléctrico y batería	Revisar
Suspensión	Revisar ajustes
Líquido de frenos	Revisar

Cada 15000 km.

ELEMENTO	ACTIVIDAD
Filtro de aire	Cambiar

Cada 20000 km

ELEMENTO	ACTIVIDAD
Filtro de A/C	Cambiar

Cada 25000 km.

ELEMENTO	ACTIVIDAD
Filtro de combustible	Cambiar

Cada 30000 km.

ELEMENTO	ACTIVIDAD
Bujías y cables de alta	Puesta a punto
Inyectores	Puesta a punto
Cuerpo de aceleración	Puesta a punto

Cada 35000 km.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Líquido refrigerante	Cambiar
Líquido de frenos	Cambiar

Cada 50000 km.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Correa de repartición y tensor (si tiene)	Cambiar
Filtro de combustible	Cambiar
Líquido y líneas de dirección hidráulica	Cambiar

Según sea necesario.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Alineación y balanceo	Alinear
Discos y pastillas de frenos	Cambiar
Bandas de frenos	Cambiar
Inyectores	Limpiar
Cuerpo de aceleración	Limpiar
Guardapolvos ejes	Limpiar

Fuente: Autores, 2013.

### **Programa de mantenimiento de la Panel de la Policía**

Cada 5000 km.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Aceite de la transmisión	Revisar
Aceite del motor y filtro de aceite	Cambiar
Alineación y balanceo	Revisar
Condición de llantas y presión de inflado	Revisar
Bujías y cables de alta	Revisar

Inyectores	Revisar
Cuerpo de aceleración	Revisar
Canisters y líneas de vapor	Revisar
Cinturones de seguridad, hebillas y anclajes	Revisar
Correa de repartición y tensor (si tiene)	Revisar
Discos y pastillas de frenos	Revisar
Bandas de frenos	Revisar
Embrague	Revisar
Freno de parqueo	Revisar
Guardapolvos ejes	Revisar
Pedales	Revisar
Líneas de combustible y uniones	Revisar
Escape	Revisar
Líquido y líneas de dirección hidráulica	Revisar
Sistema de refrigeración	Revisar
Sistema de ventilación	Revisar
Sistema eléctrico y batería	Revisar
Suspensión	Revisar ajustes
Líquido de frenos	Revisar

Cada 15000 km.

ELEMENTO	ACTIVIDAD
Filtro de aire	Cambiar

Cada 20000 km

ELEMENTO	ACTIVIDAD
Filtro de A/C	Cambiar

Cada 25000 km.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Filtro de combustible	Cambiar

Cada 30000 km.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Bujías y cables de alta	Puesta a punto
Inyectores	Puesta a punto
Cuerpo de aceleración	Puesta a punto

Cada 35000 km.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Líquido refrigerante	Cambiar
Líquido de frenos	Cambiar

Cada 50000 km.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Correa de repartición y tensor (si tiene)	Cambiar
Filtro de combustible	Cambiar
Líquido y líneas de dirección hidráulica	Cambiar

Según sea necesario.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Alineación y balanceo	Alinear
Discos y pastillas de frenos	Cambiar
Bandas de frenos	Cambiar
Inyectores	Limpiar
Cuerpo de aceleración	Limpiar
Guardapolvos ejes	Limpiar

### Programa de mantenimiento para el Autobús Escolar.

Cada 5000 km.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Aceite de la transmisión	Revisar
Aceite del motor y filtro de aceite	Cambiar
Alineación y balanceo	Revisar
Condición de llantas y presión de inflado	Revisar
Bujías y cables de alta	Revisar
Inyectores	Revisar
Cuerpo de aceleración	Revisar
Canisters y líneas de vapor	Revisar
Cinturones de seguridad, hebillas y anclajes	Revisar
Correa de repartición y tensor (si tiene)	Revisar
Discos y pastillas de frenos	Revisar
Bandas de frenos	Revisar
Embrague	Revisar
Freno de parqueo	Revisar
Guardapolvos ejes	Revisar
Pedales	Revisar
Líneas de combustible y uniones	Revisar
Escape	Revisar
Líquido y líneas de dirección hidráulica	Revisar
Sistema de refrigeración	Revisar
Sistema de ventilación	Revisar
Sistema eléctrico y batería	Revisar
Suspensión	Revisar ajustes
Líquido de frenos	Revisar

Cada 15000 km.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Filtro de aire	Cambiar

Cada 20000 km

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Filtro de A/C	Cambiar

Cada 25000 km.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Filtro de combustible	Cambiar

Cada 30000 km.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Bujías y cables de alta	Puesta a punto
Inyectores	Puesta a punto
Cuerpo de aceleración	Puesta a punto

Cada 35000 km.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Líquido refrigerante	Cambiar
Líquido de frenos	Cambiar

Cada 50000 km.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Correa de repartición y tensor (si tiene)	Cambiar
Filtro de combustible	Cambiar
Líquido y líneas de dirección hidráulica	Cambiar

Según sea necesario.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Alineación y balanceo	Alinear
Discos y pastillas de frenos	Cambiar
Bandas de frenos	Cambiar
Inyectores	Limpiar
Cuerpo de aceleración	Limpiar
Guardapolvos ejes	Limpiar

Fuente: Autores, 2013

### **Programa de mantenimiento para la Volqueta**

Cada 1000 km

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Neumáticos y presión de inflado	Revisar
Pedal de freno y freno de estacionamiento	Revisar
Compresor	Revisar
Volante, articulaciones y caja de dirección	Revisar
Suspensión delantera y trasera	Revisar

Cada 5000 km o 3 meses.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Aceite y filtro del motor	Cambiar
Sistema de frenos	Revisar
Pivotes de dirección	Engrasar
Arboles cardanes	Engrasar
Batería	Revisar
Filtro de aire secundario	Revisar
Holgura de válvulas	Revisar

Cada 10000 km o 6 meses.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Correas transmisoras	Revisar
Refrigerante motor	Revisar
Escape y montantes, sistema de encendido	Revisar
Batería, sistema combustible y control de emisión	Revisar
Filtro de combustible	Cambiar
Bandas y tambores del freno	Revisar
Tuberías de líneas de freno	Revisar
Aceite transmisión manual	Revisar
Aceite diferencial	Revisar
Luces, bocina y limpiaparabrisas	Revisar
Velocidad de marcha en vacío, mezcla marcha	Revisar
Pernos y tuercas del chasis	Ajustar

Cada 20000 km o 12 meses.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Correas transmisoras	Revisar
Filtro de aire primario	Cambiar
Pedal del embrague	Revisar
Aceite transmisión manual	Cambiar
Aceite diferencial	Cambiar
Grasa del cojinete rueda	Cambiar
Velocidad de marcha en vacío, mezcla marcha	Ajustar
Humos diesel	Ajustar

Cada 40000 km o 24 meses.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Correas transmisoras	Cambiar
Refrigerante motor	Cambiar
Tapas deposito, líneas combustible, conexiones, chasis y carrocería	Revisar
Compresor	Cambiar
Alineación de las ruedas delanteras	Revisar
Sistema hidráulico	Revisar
Tuberías y conexiones sistema refrigeración	Revisar

Cada 100000 km o 51 meses.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Filtro de aire secundario	Cambiar

Según sea necesario.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Filtro de aire secundario	Limpiar

Fuente: Autores, 2013.

### **Programa de mantenimiento para el Compactador de Basura**

Cada 1000 km

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Neumáticos y presión de inflado	Revisar
Pedal de freno y freno de estacionamiento	Revisar
Compresor	Revisar
Volante, articulaciones y caja de dirección	Revisar
Suspensión delantera y trasera	Revisar

Cada 5000 km o 3 meses.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Aceite y filtro del motor	Cambiar
Sistema de frenos	Revisar
Pivotes de dirección	Engrasar
Arboles cardanes	Engrasar
Batería	Revisar
Filtro de aire secundario	Revisar
Holgura de válvulas	Revisar

Cada 10000 km o 6 meses.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Correas transmisoras	Revisar
Refrigerante motor	Revisar
Escape y montantes, sistema de encendido	Revisar
Batería, sistema combustible y control de emisión	Revisar
Filtro de combustible	Cambiar
Bandas y tambores del freno	Revisar
Tuberías de líneas de freno	Revisar
Aceite transmisión manual	Revisar
Aceite diferencial	Revisar
Luces, bocina y limpiaparabrisas	Revisar
Velocidad de marcha en vacío, mezcla marcha	Revisar
Pernos y tuercas del chasis	Ajustar

Cada 20000 km o 12 meses.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Correas transmisoras	Revisar

Filtro de aire primario	Cambiar
Pedal del embrague	Revisar
Aceite transmisión manual	Cambiar
Aceite diferencial	Cambiar
Grasa del cojinete rueda	Cambiar
Velocidad de marcha en vacío, mezcla marcha	Ajustar
Humos diesel	Ajustar

Cada 40000 km o 24 meses.

ELEMENTO	ACTIVIDAD
Correas transmisoras	Cambiar
Refrigerante motor	Cambiar
Tapas depósito, líneas combustible, conexiones, chasis y carrocería	Revisar
Compresor	Cambiar
Alineación de las ruedas delanteras	Revisar
Sistema hidráulico	Revisar
Tuberías y conexiones sistema refrigeración	Revisar

Cada 100000 km o 51 meses.

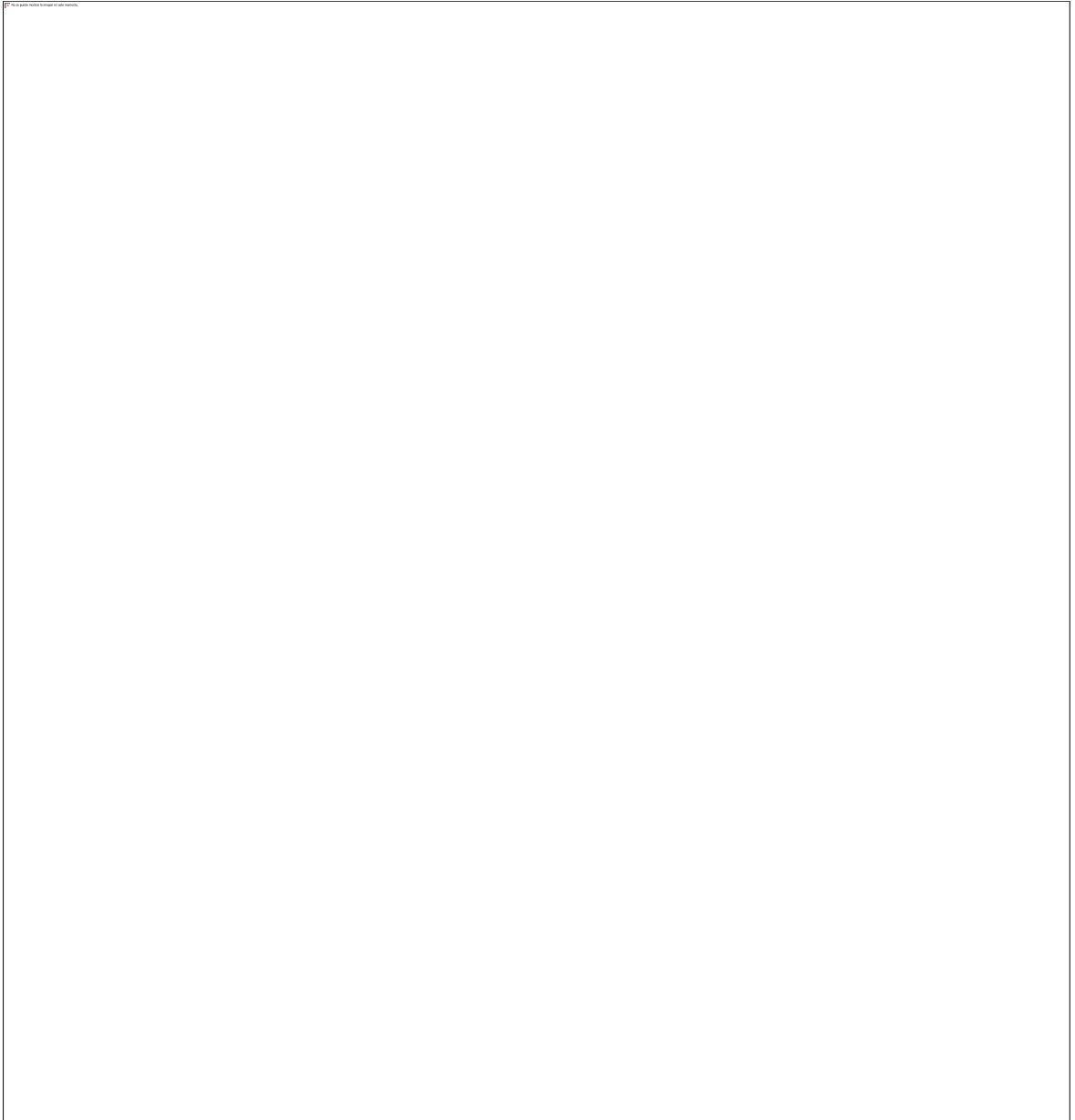
ELEMENTO	ACTIVIDAD
Filtro de aire secundario	Cambiar

Según sea necesario.

ELEMENTO	ACTIVIDAD
Filtro de aire secundario	Limpiar

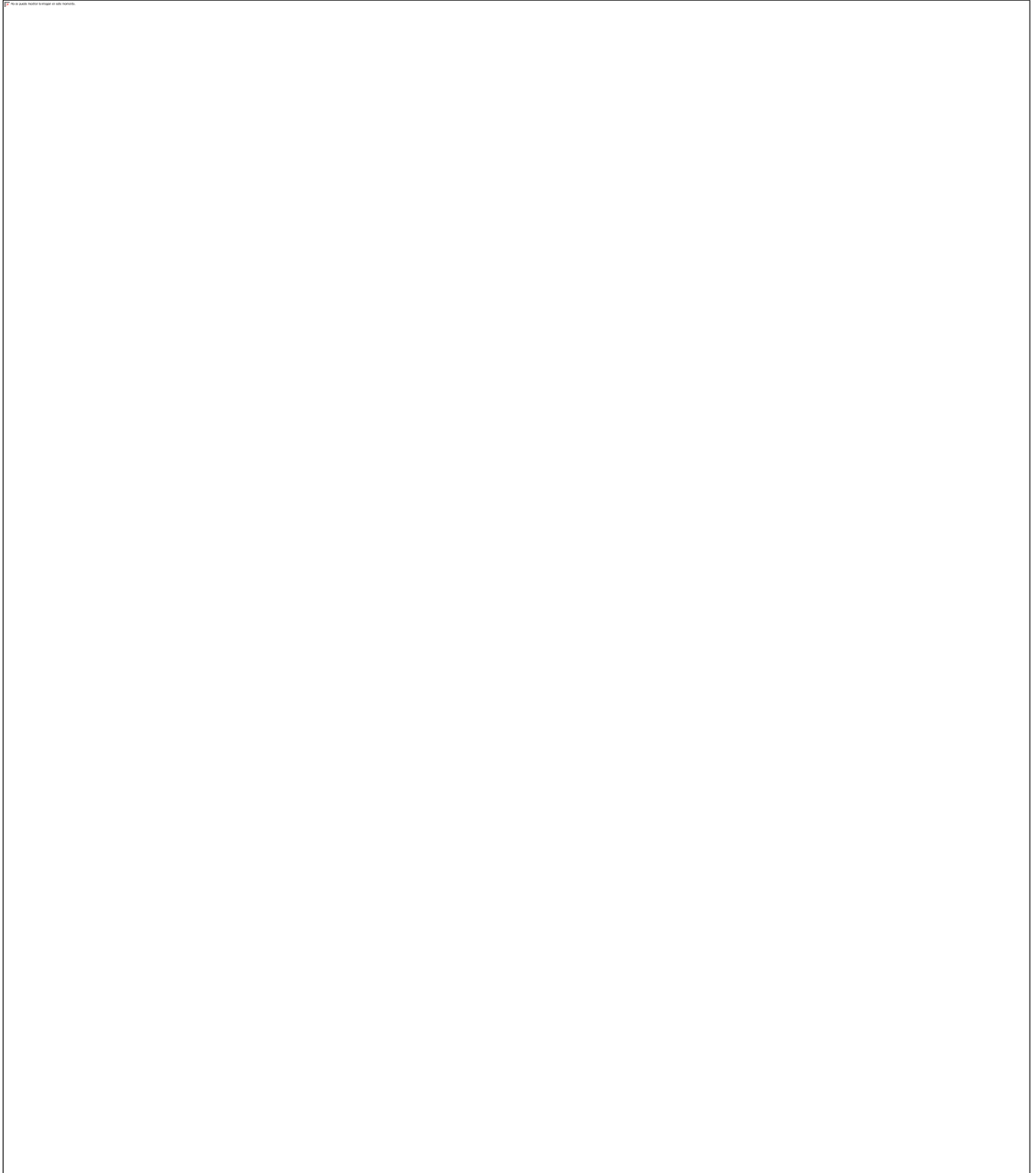
Fuente: Autores, 2013.

**Anexo C Fichas Técnicas**  
**Ficha técnica Motoniveladora**



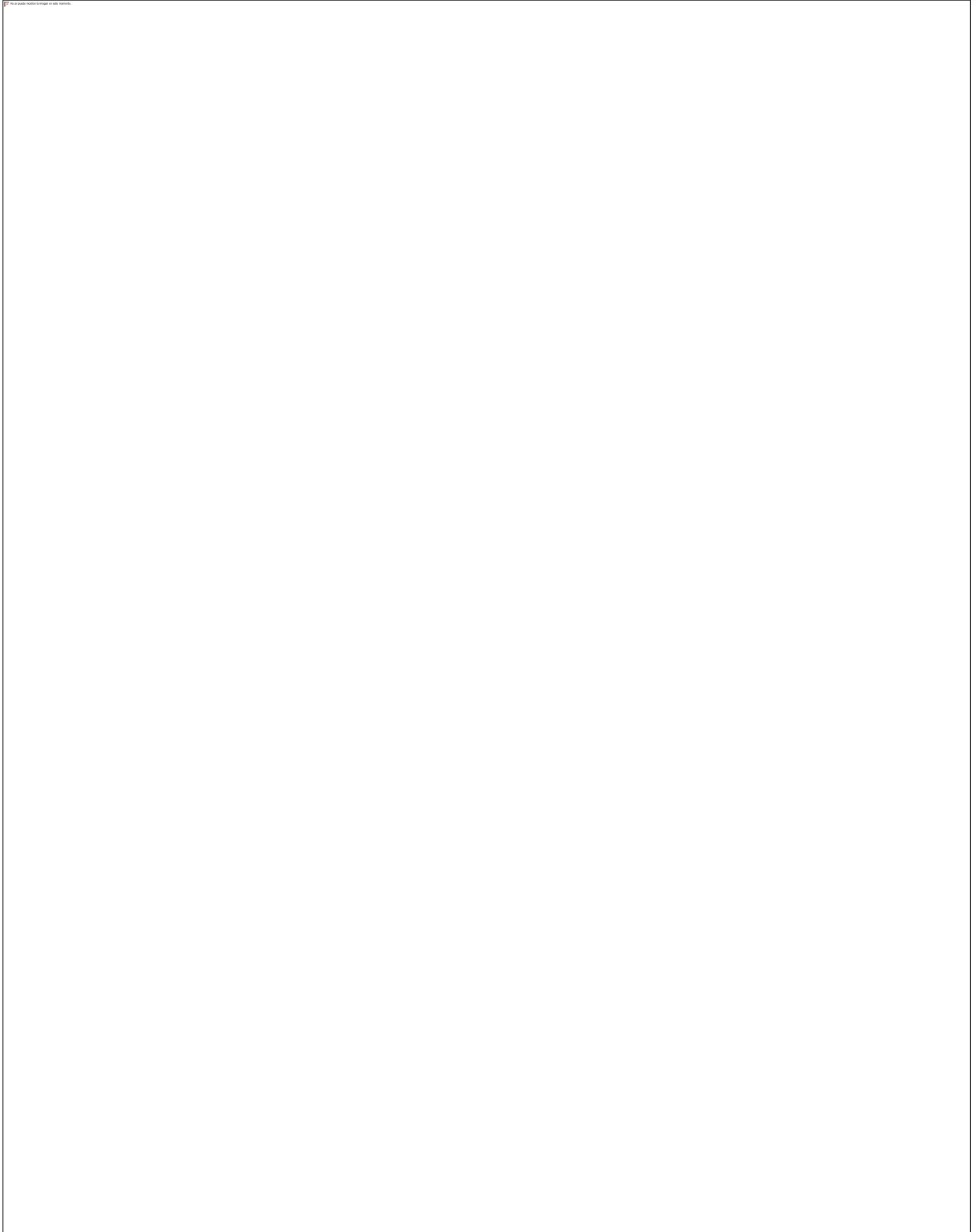
Fuente: Autores, 2013.

## Ficha tecnica Retroexcavadora



Fuente: Autores, 2013.

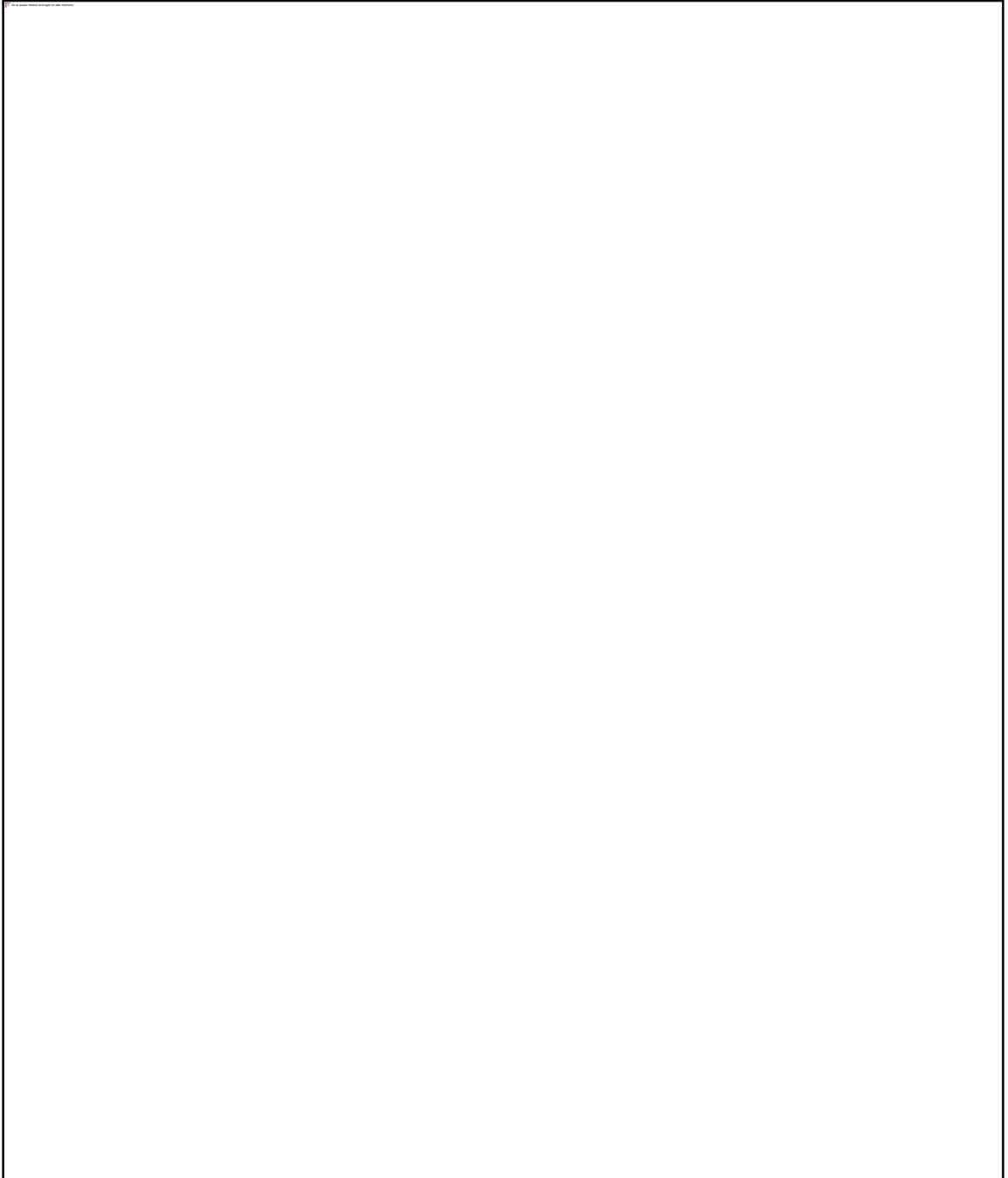
## Ficha técnica Vibrocompactador



Fuente: Autores, 2013.

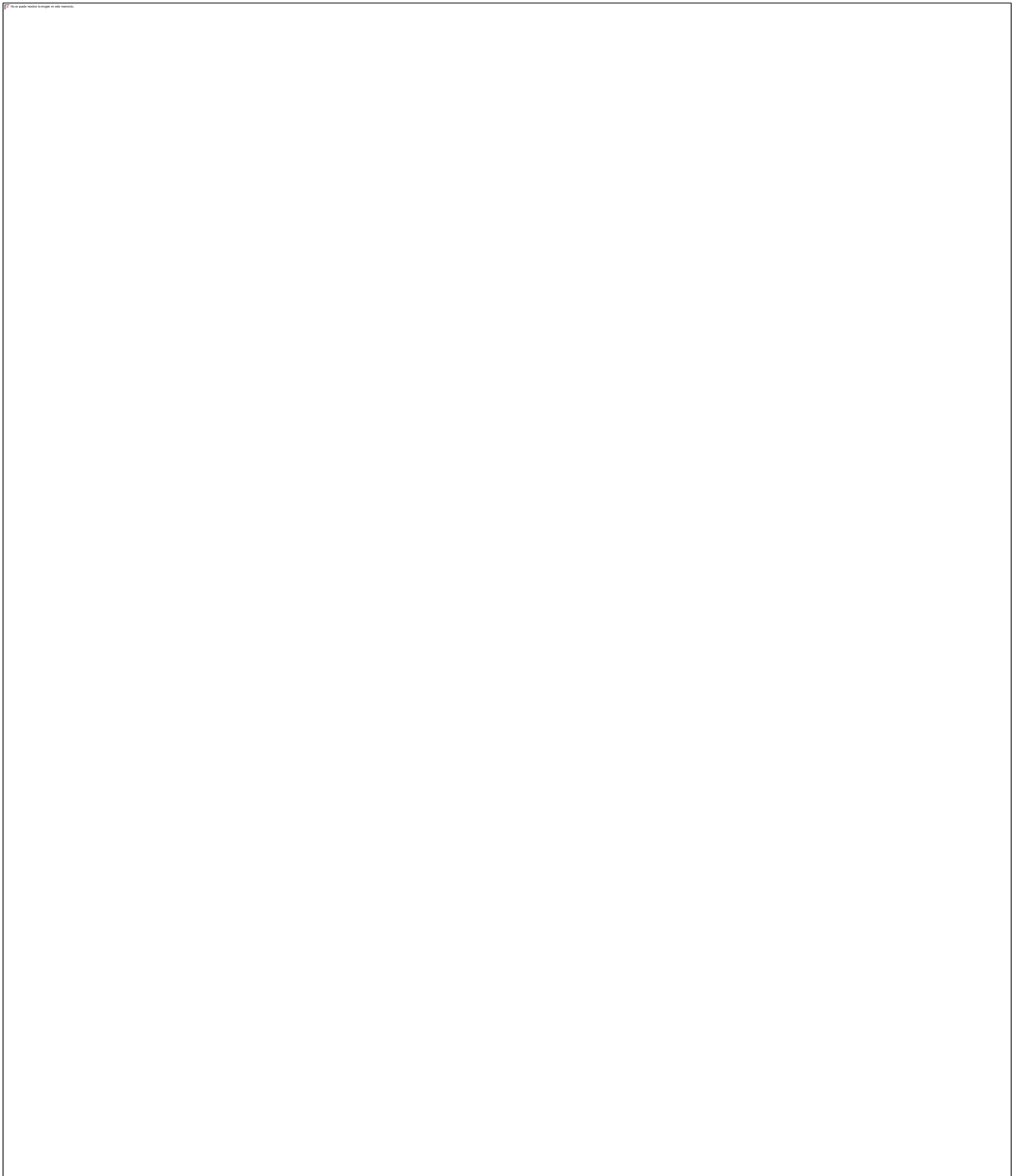
## Ficha técnica Montero Mitsubishi

---



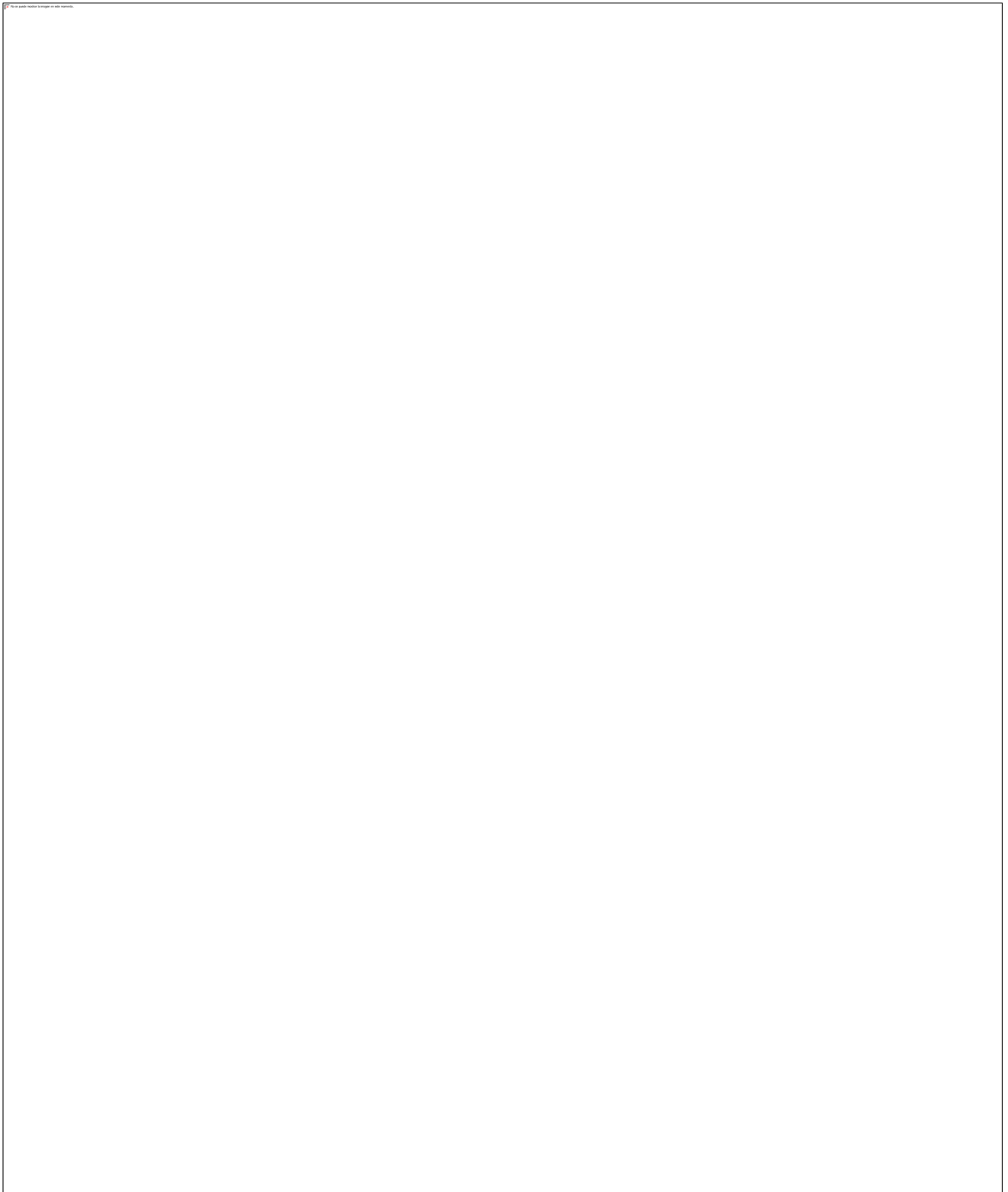
Fuente: Autores, 2013.

## Ficha técnica Camioneta Land Rover



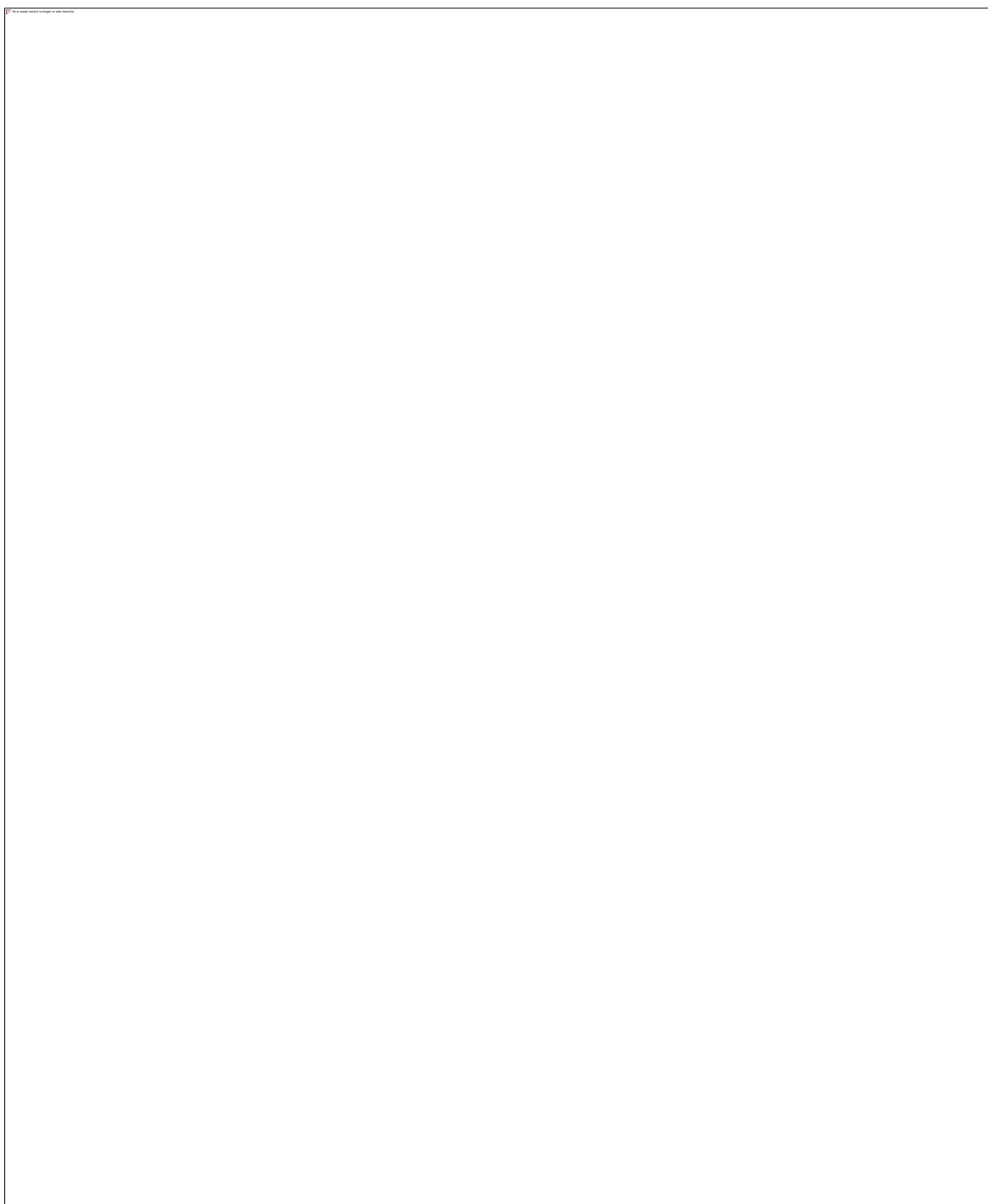
Fuente: Autores, 2013.

## Ficha técnica Tractor



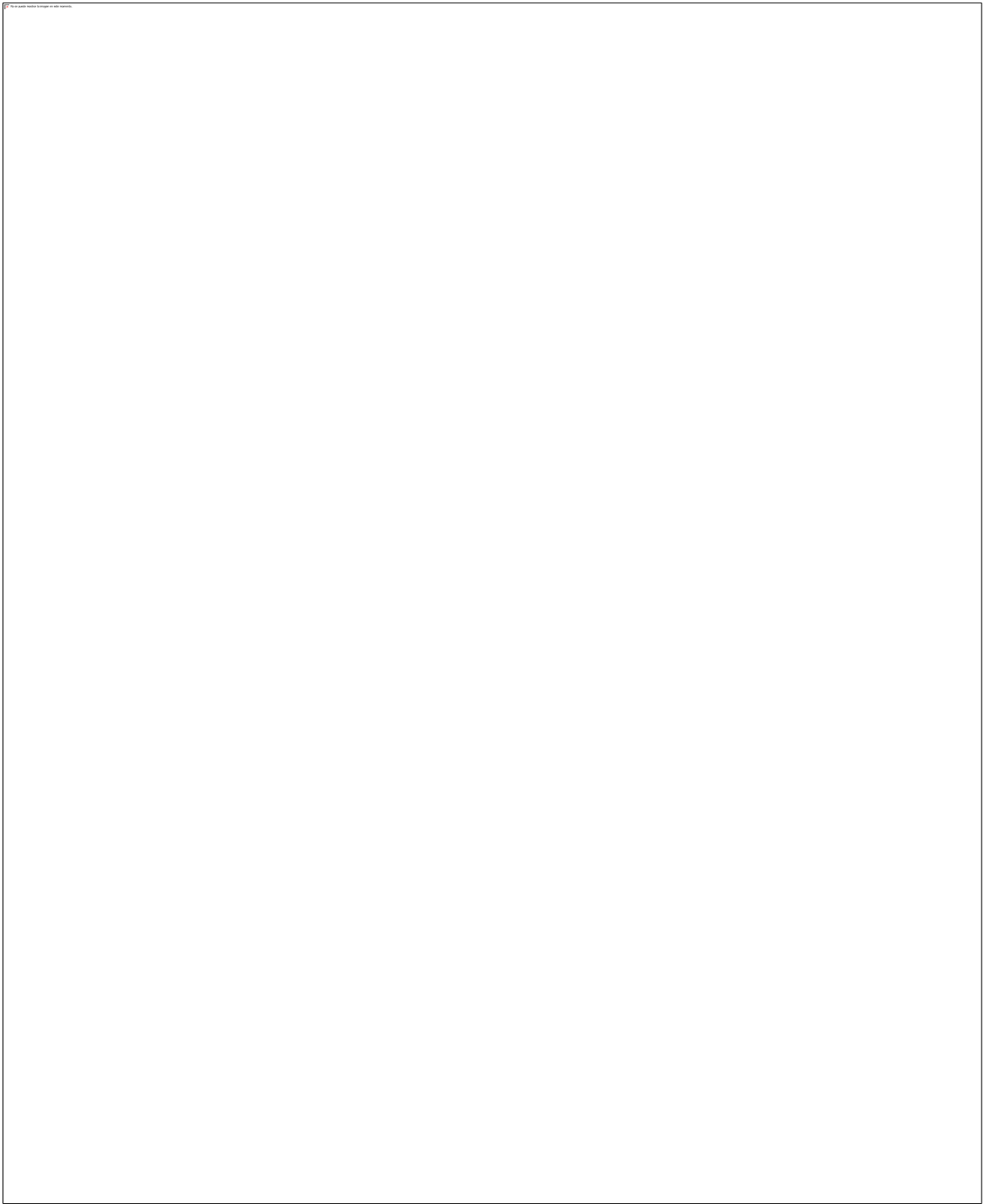
Fuente: Autores, 2013.

## Ficha técnica Volqueta



Fuente: Autores, 2013.

## Ficha técnica Autobús Escolar



Fuente: Autores, 2013.

## Ficha técnica Motocicleta



Fuente: Autores, 2013.

## Ficha técnica Compactador de basura



Fuente: Autores, 2013.